



UNIVERZITET U
Kragujevcu
AGRONOMSKI FAKULTET U
ČAČKU



UNIVERSITY OF
Kragujevac
FACULTY OF
AGRONOMY
ČAČAK

XXIV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNİK RADOVA 1 -



Čačak, 15 - 16. Mart 2019. godine

XXIV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- Zbornik radova 1 -

ORGANIZATOR I IZDAVAČ

Univerzitet u Kragujevcu,
Agronomski fakultet u Čačku

Organizacioni odbor

Prof. dr Goran Dugalić, prof. dr Biljana Veljković, prof. dr Ljiljana Bošković-Rakočević, prof. dr Drago Milošević, dr Nikola Bokan, dr Milun Petrović, dr Milan Nikolić, dr Ranko Koprivica, dipl. inž. Miloš Petrović

Programski odbor

Prof. dr Snežana Bogosavljević-Bošković, prof. dr Radojica Đoković, prof. dr Milena Đurić, prof. dr Milomirka Madić, prof. dr Leka Mandić, prof. dr Drago Milošević, prof. dr Tomo Milošević, prof. dr Aleksandar Paunović, prof. dr Lenka Ribić-Zelenović, prof. dr Vladeta Stevović, prof. dr Gordana Šekularac, dr Vladimir Kurćubić, vanredni profesor, dr Goran Marković, vanredni profesor, dr Pavle Mašković, vanredni profesor, dr Gorica Paunović, vanredni profesor, dr Snežana Tanasković, vanredni profesor, dr Tomislav Trišović, vanredni profesor, dr Milan Lukić, naučni saradnik, prof. dr Mlađan Garić

Tehnički urednici

Dr Milun Petrović, dipl.inž. Miloš Petrović, dipl.inž. Dušan Marković

Tiraž: 180 primeraka

Štampa

Grafička radnja štamparija Bajić, V. Ignjatovića 12, Trbušani, Čačak
Godina izdavanja, 2019

PREDGOVOR

Promene koje se ubrzano dešavaju na globalnom i lokalnom nivou od naučnih, klimatskih, ekonomskih pa do političkih podstiču potrebu da proučimo njihov uticaj na živi svet i na jednu od najvažnijih ljudskih delatnosti - proizvodnju hrane.

Naša poljoprivreda, naše selo, naši poljoprivredni proizvođači nisu danas ono što su i pre trideset, četrdeset ili manje godina bili, srpsko selo se danas više nego ikad ubrzano i u hodu menja. Poljoprivredna nauka mora preuzeti deo odgovornosti u pogledu proizvodnje dovoljne količine kvalitetne hrane za ljudsku ishranu jer prolaze vremena kada se za svaku lošu žetvu traže opravdanja u klimi.

Sa ciljem da budemo u toku određenih zbivanja, kao i da sami svojim rezultatima utičemo na razvoj poljoprivrede i njenih pratećih delatnosti osim kroz edukaciju studenata, Agronomski fakultet u Čačku organizuje i Savetovanje o biotehnologiji.

Osnovni cilj Savetovanja je upoznavanje šire naučne i stručne javnosti sa rezultatima najnovijih naučnih istraživanja, domaćih i inostranih naučnika iz oblasti osnovne poljoprivredne proizvodnje i prerade i zaštite životne sredine. Na taj način fakultet nastoji da omogući direktan prenos naučnih rezultata široj proizvodnoj praksi, pa pored naučnih radnika, agronoma, tehnologa, na ovogodišnjem Savetovanju biće i značajan broj poljoprivrednih proizvođača, stručnih savetodavaca, nastavnika, itd.

U Zborniku radova XXIV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, predstavljeno je ukupno 126 radova iz oblasti Ratarstva, Povrtarstva i Krmnog bilja, Voćarstva i vinogradarstva, Zootehnike, Zaštite bilja, proizvoda i životne sredine i Prehrambene tehnologije.

Pokrovitelj za XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a materijalnu i organizacionu podršku su nam pružili grad Čačak, privrednici, dugogodišnji prijatelji Agronomskog fakulteta, kojima se i ovim putem zahvaljujemo.

Kolektivu Agronomskog fakulteta, takođe dugujemo zahvalnost, jer su i ovaj put radnici svih struktura, svako na svoj način, doprineli realizaciji još jednog Savetovanja.

U Čačku, marta 2019. godine

Programski i Organizacioni odbor
XXIV Savetovanja o biotehnologiji

SADRŽAJ

Sekcija: Ratarstvo, povrtarstvo i krmno bilje

<i>Ana Uhlarik, Marina Ćeran, Dalibor Živanov, Vuk Đorđević, Đura Karagić, Vojislav Mihailović, Anja Dolapčev: KALIBRACIONI MODEL ZA BLISKU INFRACRVENU SPEKTROSKOPIJU (NIRS) ZA PROCENU SASTAVA STOČNOG GRAŠKA (<i>Pisum sativum</i> L.).....</i>	1
<i>Anja Dolapčev, Slaven Prodanović, Đura Karagić, Dragan Milić, Snežana Katanski, Sanja Vasiljević, Ana Uhlarik: UTICAJ MEĐUREDNOG RAZMAKA NA MORFOLOŠKE OSOBINE I PRINOS KRMNOG SIRKA I SUDANSKE TRAVE.....</i>	9
<i>Borislav Petković, Ilija Komljenović, Vesna Milić: FENOLOŠKI RAZVOJ CRVENE DJETELINE (<i>Trifolium pretense</i> L.) U BRDSKOM PODRUČJU GRADA BANJA LUKA.....</i>	17
<i>Dalibor Tomić, Vladeta Stevović, Dragan Đurović, [Nikola Bokan], Jasmina Knežević, Đorđe Lazarević, Vladimir Zornić: PRINOS I FLORISTIČKI SASTAV SEJANIH TRAVNJAKA NAKON VIŠEGODIŠNJEG ISKORIŠĆAVANJA.....</i>	25
<i>Dejan Prvulović, Sonja Gvozdenc, Marijana Peić Tukuljac, Đorđe Malenčić, Biljana Kiprovska, Vladimir Sikora, Dragana Latković: EFFECT OF EXTRACTION SOLVENTS ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF INDUSTRIAL HEMP EXTRACTS.....</i>	31
<i>Desimir Knežević, Aleksandar Paunović, Veselinka Zečević, Dušan Urošević, Danijela Kondić, Danica Mićanović, Jelica Živić, Milomirka Madić, Vesna Djurović, Sretenka Srdić, Vlado Kovačević: VARIJABILNOST MASE KLASA SORTI OZIME PŠENICE (<i>Triticum aestivum</i> L.).....</i>	37
<i>Dobrivoj Poštić, Rade Stanisavljević, Nenad Đurić, Željko Dolijanović, Ratibor Štrbanović, Jasmina Oljača, Zoran Bročić: UTICAJ GODINE I TEMPERATURE NA KVALITET SEMENA LUBENICE.....</i>	45
<i>Dragan Milić, Snežana Katanski, Đura Karagić, Branko Milošević: DORMANTNOST LUCERKE - ZNAČAJ I POSLEDICE IZBORA SORTE.....</i>	51
<i>Goran Dugalić, [Nikola Bokan], Marijana Dugalić, Svetlana Jerinić: AGREGATNI SASTAV I STABILNOST STRUKTURNIH AGREGATA PSEUDOGLEJNIH ZEMLJIŠTA KRALJEVAČKE KOTLINE.....</i>	57
<i>Goran Perković, Aleksandra Govedarica-Lučić, Nikolina Kulina, Alma Rahimić: ZNAČAJ ŽETVENIH OSTATAKA U POVRTARSKOJ PROIZVODNJI.....</i>	63
<i>Gordana Dozet, Vojin Đukić, Zlatica Miladinov, Marija Cvijanović, Rialda Kolić, Vladan Ugrenović: UTICAJ VITAL TRICHA I VODENOG EKSTRAKTA KOPRIVE NA NEKE MORFOLOŠKE OSOBINE SOJE.....</i>	69
<i>Gordana Dozet, Sufyan Abuatwarat, Snežana Jakšić, Vojin Đukić, Nenad Đurić, Mirjana Vasić, Milan Ugrinović: MORFOLOŠKE OSOBINE PASULJA GAJENOG PO ORGANSKIM PRINCIPIMA.....</i>	75
<i>Grujica Vico, Radomir Bodiřoga, Dajana Drašković: STAVOVI POTROŠAČA O KARAKTERISTIKAMA NEVESINJSKOG KROMPIRA.....</i>	81

<i>Ivan Tupajić, Nebojša Đinović, Aleksandra Stanimirović, Dragoljub Pavlović, Jasmina Pajičić, Katarina Zarubica, Đorđe Moravčević: UTICAJ GENOTIPA I GODINE NA KVALITET PLODOVA SORTI PAPIRIKE U TIPU KANIJE.....</i>	89
<i>Ivica Đalović, P. V. Vara Prasad, Yinglong Chen, Aleksandar Paunović, Željana Prijić: RAZVIJENOST KORENOVOG SISTEMA KUKURUZA: POLAZNA OSNOVA ZA EFIKASNIJE USVAJANJE AZOTA.....</i>	95
<i>Jasmina Knežević, Snežana Tošković, Dalibor Tomić, Desimir Knežević, Miroљub Aksić, Nebojša Gudžić, Dragoslav Đokić: UTICAJ VREMENSKIH USLOVA I NAČINA ĐUBRENJA NA VISINU BILJKE KOD RAZLIČITIH SORTI JAROG PIVSKOG JEĆMA.....</i>	101
<i>Kamenko Bratković, Vera Đekić, Kristina Luković, Dragan Terzić, Zoran Jovović, Vera Popović: OSOBINE KLASA KOD RAZLIČITIH SORTI I LINIJA DVOREDODG JEĆMA.....</i>	107
<i>Ljiljana Bošković-Rakočević, Zoran Dinić, Gorica Paunović, Goran Dugalić, Ljiljana Gromović, Milena Đurić, Jelena Mladenović: UTICAJ PRIMENE MINERALNIH ĐUBRIVA NA PRINOS MALINE SORTE FERTODI.....</i>	115
<i>Ljubiša Kolarić, Branka Žarković, Jela Ikanović, Ljubica Šarčević-Todosijević, Vera Popović, Nikola Rakašćan, Ljubiša Živanović: PRODUKTIVNOST HELJDE U RAZLIČITIM AGROKOLOŠKIM USLOVIMA ZAVISNO OD OBLIKA VEGETACIONOG PROSTORA I KOLIČINE NPK HRANIVA.....</i>	121
<i>Milomirka Madić, Vesna Milić, Dragan Đurović, Branka Govedarica, Igor Đurđić, Maja Mitrović: KOMPONENTE PRINOSA I KVALITET ZRNA HIBRIDA KUKURUZA RAZLIČITIH GUPA ZRENJA.....</i>	127
<i>Mira Pucarević, Nataša Stojić, Dunja Prokić, Snežana Štrbac, Željka Jeličić Marinković: FTALATNI ESTRI U ZEMLJŠTU.....</i>	135
<i>Mirjana Vasić, Goran Malidža, Miloš Rajković: PRINOS PASULJA U ZDRUŽENOJ SETVI SA KUKURUZOM TOLERANTNIM NA CIKLOKSIDIM.....</i>	141
<i>Nenad Pavlović, Jasmina Zdravković, Đorđe Moravčević, Jelena Mladenović: ORGANSKO SEMENARSTVO POVRĆA; PERSPEKTIVE.....</i>	149
<i>Saša Lalić, Vesna Milić, Branka Govedarica, Igor Đurđić, Siniša Berjan: POTENCIJAL ORGANSKE POLJOPRIVREDE U BOSNI I HERCEGOVINI SA POSEBNIM ASPEKTOM NA REPUBLIKU SRPSKU.....</i>	155
<i>Shayesteh Maddahi, Amir Rahimi, Sina Siavash Moghaddam, Latifeh Pourakbar, Jelena Popović-Djordjević: EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DRAGON'S HEAD (LALLEMANTIA IBERICA FISCH.) LEAVES UNDER CHEMICAL, ORGANIC AND BIO FERTILIZERS.....</i>	163
<i>Snežana Anđelković, Snežana Babić, Tanja Vasić, Jordan Marković, Dragan Terzić, Jasmina Milenković, Mirjana Petrović: BIOGENOST ZEMLJIŠTA TRAVNJAKA BRDSKO-PLANINSKOG PODRUČJA GRADA KRUŠEVCA.....</i>	171
<i>Snežana Babić, Zoran Lugić, Dejan Sokolović, Mirjana Petrović, Vladimir Zornić, Jasmina Radović, Snežana Anđelković: BOTANIČKI SASTAV I KVALITET KABASTE STOČNE HRANE SA PRIRODNIH TRAVNJAKA GORNJE PEŠTERI.....</i>	177
<i>Stefan Petrović, Anica Atanasković, Sonja Janković, Aleksandra Pavlović, Snežana Tošić: MINERALNI SADRŽAJ UZORAKA INDUSTRIJSKIH BILJAKA.....</i>	183

<i>Vera Dekić, Milomirka Madić, Dragan Terzić, Jelena Milivojević, Kamenko Bratković, Milan Biberdžić, Snežana Branković:</i> UTICAJ KLIMATSKIH USLOVA NA PRINOS JAROG OVSA.....	189
<i>Vera Rašković, Vladimir Stepić, Milan Glišić, Vojislav Tomić:</i> URBANA POLJOPRIVREDA I POVRTARSTVO.....	197
<i>Vesna Dragičević, Milena Simić, Milan Brankov, Branka Kresović, Miodrag Tolimir:</i> EFEKTI PLODOREDA NA IZNOŠENJE AZOTA S PRINOSOM KUKURUZA.....	203
<i>Vida Mohammadghasemi, Sina Siavash Moghaddam, Amir Rahimi, Latifeh Pourakbar, Jelena Popović-Djordjević:</i> EFFECTS OF NANO-FERTILIZERS ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF <i>LALLEMANTIA IBERICA</i>	209
<i>Vojin Đukić, Gordana Dozet, Zlatica Miladinov, Marija Cvijanović, Marjana Vasiljević, Gorica Cvijanović, Predrag Ranđelović:</i> PROMENA MORFOLOŠKIH OSOBINA SOJE PRI RAZLIČITOM SKLOPU BILJAKA.....	215
<i>Zoran Bročić, Mirko Milinković, Ivana Momčilović, Jasmina Oljača, Biljana Veljković, Drago Milošević, Dobrivoj Poštić:</i> PROIZVODNJA BEZVIRUSNIH MINI KRTOLA KROMPIRA U AEROPONIK SISTEMU OD BILJAKA RAZLIČITOG POREKLA.....	221
<i>Zoran Jovović, Ana Velimirović, Vera Popović, Željko Dolijanović, Marijana Jovović:</i> UTICAJ ORGANSKOG PELETIRANOG ĐUBRIVA NA KVALITET SADNOG MATERIJALA RUZMARINA (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	227
<u>Sekcija: Zaštita bilja, proizvoda i životne sredine</u>	
<i>Aleksandar M. Semenov, Dragutin A. Đukić:</i> HEALTH OF SOIL ECOSYSTEMS AND THEIR ECOLOGICAL SAFETY.....	233
<i>Andrija Tomić, Radomir Bodiroga, Goran Perković, Nebojša Aleksić:</i> POJAVA ŽUTE – CRTIČASTE RĐE (prouzrokovaoč <i>Puccinia striiformis</i> W.) PŠENICE NA PODRUČJU SEMBERIJE.....	241
<i>Danijela Erić, Snežana Tanasković:</i> POTENCIJALNA ŠTETNOST <i>Cydalima perspectalis</i> Walker 1859 (Lepidoptera, Crambidae) NA GAJENIM BILJKAMA.....	249
<i>Dragana Milošević, Maja Ignjatov, Vladimir Miklič, Ana Marjanović Jeromela, Zorica Nikolić, Dušica Jovičić, Maja Karaman:</i> <i>EPICOCCUM NIGRUM</i> PATHOGEN OF SUNFLOWER SEED IN SERBIA.....	255
<i>Dragana Predojević, Filip Vukajlović, Tanja Zdravković, Vladimir Mihailović, Snežana Pešić:</i> LARVICIDNA EFIKASNOST METANOLSKOG EKSTRAKTA <i>Gentiana cruciata</i> L. U SUZBIJANJU <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813) NA KUKURUZU.....	263
<i>Dragutin Đukić, Aleksandar Semenov, Leka Mandić, Slavica Vesković, Slobodan Vlajić, Vesna Đurović, Milica Zelenika:</i> SAPROFITNI, POTENCIJALNO PATOGENI, PATOGENI I ALERGENI MIKROORGANIZMI KAO INDIKATORI ZAGAĐENOSTI ZEMLJIŠTA.....	271
<i>Dušan Marković, Dalibor Tomić, Vladeta Stevović, Uroš Pešović, Dejan Vujičić, Siniša Randić:</i> GSM/GPRS POSREDNI UREĐAJ ZA PRENOS PODATKA I OBAVEŠTAVANJE U OKVIRU KONCEPTA IOT SISTEMA.....	277
<i>Duško Brković, Aleksandra Milosavljević, Goran Marković:</i> PRILOG PROUČAVANJU LEKOVITIH MAKROMICETA OKOLINE VALJEVA	283
<i>Goran Marković:</i> UGROŽENE RIBLJE VRSTE REKE ZAPADNE MORAVE.....	291
<i>Gordana Šekularac, Miroljub Aksić, Nebojša Gudžić, Milena Đurić, Aleksandar Đikić:</i> PRORAČUN POTREBNE VODE ZA NAVODNJAVANJE SMONICE POD JEČMOM (<i>Hordeum vulgare</i> L.) U USLOVIMA ČAČKA.....	297

<i>Gordana Šekularac, Nebojša Gudžić, Milena Đurić, Miroljub Aksić, Aleksandar Đikić:</i> BILANS NADIZDANSKE ZONE PSEUDOGLEJA NA PODRUČJU M. S. KRALJEVO	305
<i>Gorica Đelić, Siniša Timotijević, Milica Novaković, Snežana Branković, Zoran Simić:</i> SPECIJSKE RAZLIKE U AKUMULACIJI I DISTRIBUCIJI METALA IZMEĐU <i>STENACTIS ANNUA</i> (L.) NESS I <i>HEILANTUS TUBEROSUS</i> L.	311
<i>Gorica Đelić, Siniša Timotijević, Milica Novaković, Zoran Simić:</i> INTRASPECIJSKE RAZLIKE AKUMULACIJE I DISTRIBUCIJE METALA U JEDINKAMA VRSTE <i>SALIX PURPUREA</i> L. SA RAZLIČITIH LOKALITETA.....	317
<i>Ivana Matović-Purić, Duško Brković, Tatjana Mihailov-Krstev:</i> PRISUSTVO MIKROMICETA U ZAPADNOJ MORAVI.....	325
<i>Jaroslava Budinski-Simendić, Slaviša Jovanović, Gordana Marković, Vojislav Aleksić,</i> <i>Vojislav Jovanović, Jelena Tanasić, Suzana Samaržija-Jovanović:</i> STRUKTURIRANJE ELASTOMERNIH MATERIJALA ZA PRIMENU U POLJOPRIVREDI.....	331
<i>Jelena Nikolić, Violeta Mitić, Marija Dimitrijević, Slobodan Čirić, Marija Ilić, Gordana</i> <i>Stojanović, Vesna Stankov Jovanović:</i> ODREĐIVANJE SADRŽAJA TEŠKIH METALA U UZORCIMA ZEMLJIŠTA SA TERITORIJE GRADA NIŠA – HEMOMETRIJSKI PRISTUP.....	337
<i>Kristina Miljković, Snežana Tanasković, Sonja Gvozdenc, Snežana Pešić, Filip Vukajlović,</i> <i>Dragana Predojević:</i> UPOREDNA ANALIZA DUŽINE ŽIVOTA IMAGA <i>Plodia</i> <i>interpunctella</i> (Hübner) ODGAJENIH NA TRI VRSTE ORAŠASTIH PLODOVA.....	345
<i>Leka Mandić, Dragutin Đukić, Aleksandar Semenov, Slavica Vesković, Slobodan Vlajić,</i> <i>Vesna Đurović:</i> MIKROBIOLOŠKA OCENA SANITARNOG STANJA ZEMLJIŠTA....	351
<i>Ljubica Šarčević-Todosijević, Bojana Petrović, Predrag Vukomanović, Ljubiša Živanović,</i> <i>Jana Garčić, Vera Popović:</i> ANTIMIKROBNA AKTIVNOST SEKUNDARNIH BILJNIH METABOLITA.....	357
<i>Maja Ignjatov, Dragana Milošević, Slobodan Vlajić, Žarko Ivanović, Zorica Nikolić, Dušica</i> <i>Jovičić, Jelica Gvozdanović Varga:</i> EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GROWTH OF <i>FUSARIUM</i> SPP. ISOLATED FROM ROTTED GARLIC BULBS.....	365
<i>Maja Meseldžija, Milica Dudić, Aleksandra Dušanić, Marina Petković:</i> EFEKTI ETARSKIH ULJA RUZMARINA (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) I ŽALFIJE (<i>Salvia</i> <i>officinalis</i> L.) KAO POTENCIJALNIH BIOHERBICIDA NA <i>Chenopodium album</i> L.....	371
<i>Marija Dimitrijević, Violeta Mitić, Jelena Nikolić, Marija Ilić, Slobodan Čirić, Gordana</i> <i>Stojanović, Vesna Stankov Jovanović:</i> BIOAKUMULACIJA TEŠKIH METALA U ODABRANIM VRSTAMA GLJIVA.....	377
<i>Markola Saulić, Ivica Đalović, Vladan Jovanović, Dragana Božić, Sava Vrbničanin:</i> UTICAJ PLODOREDA, OBRADJE ZEMLJIŠTA I SISTEMA ĐUBRENJA NA REZERVE SEMENA KOROVSKIH BILJAKA U ZEMLJIŠTU: NOVIJA SAZNANJA..	383
<i>Vladan Mičić, Nevena Vukić, Mitar Perušić, Duško Kostić, Ivan Ristić, Vesna Teofilović,</i> <i>Darko Manjenčić, Ljiljana Tanasić:</i> PRIMENA VODE U SUPERKRITIČNOM STANJU ZA ODVIJANJE HEMIJSKIH REAKCIJA.....	389
<i>Petar Mitrović, Ana Marjanović Jeromela, Željko Milovac, Mehira Perviz:</i> EKONOMSKI NAJZNAČAJNIJE BOLESTI I KOROVI U PROIZVODNJI ULJANE REPICE I MOGUĆNOSTI NJIHOVOG SUZBIJANJA.....	395
<i>Ranko Sarić, Snežana Branković:</i> SUZBIJANJE KOROVA U ZASADIMA TOPOLA <i>Populus x eurameicana 'I-214'</i>	403

<i>Samira Huseinović, Sanida Bektić, Selma Lolić: MAKROSKOPSKA I MIKROSKOPSKA ANALIZA RODA EQUISETUM.....</i>	409
<i>Sanida Bektić, Samira Huseinovi, Ilma Osmanović, Elvisa Mujanović: TRADICIONALNA PRIMJENA SAMONIKLOG LJEKOVITOG BILJA NA PODRUČJU TUZLE.....</i>	415
<i>Slobodan Vlajić, Jelica Gvozdanić-Varga, Stevan Maširević, Renata Iličić, Vladimir Božić, Maja Ignjatov, Dragana Milošević: UTVRĐIVANJE PRISUSTVA BAKTERIJE XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS NA SEMENU KUPUSA.....</i>	421
<i>Snežana Branković, Radmila Glišić, Marina Topuzović, Gorica Đelić, Vera Đekić, Milun Jovanović, Filip Grbović: APSORPCIONI KOEFICIJENT KAO POKAZATELJ SPOSOBNOSTI AKUMULACIJE METALA NEKIH BILJAKA NA SERPENTINU.....</i>	427
<i>Snežana Branković, Duško Brković, Zoran Simić, Goran Marković, Jelena Mladenović, Radmila Glišić: BIOAKUMULACIONI I TRANSLOKACIONI POTENCIJAL VRSTE POPULUS NIGRA L.....</i>	433
<i>Gvozdenc S., Bursić V., Tričković J., Ovuka J., Petrović A., Vuković G., Tanasković S.: ASSESSMENT OF WATER QUALITY FROM THE DANUBE RIVER USING PHYTOINDICATORS.....</i>	441
<i>Sonja Janković, Milan Mitić, Pavle Mašković, Stefan Petrović: OPTIMIZACIJA PROCESA EKSTRAKCIJE APIGENIN-GLIKOZIDA IZ PERŠUNA.....</i>	447
<i>Sonja Janković, Milan Mitić, Pavle Mašković, Snežana Mitić, Gordana Kocić: ODREĐIVANJE MINERALNOG SASTAVA PERŠUNA I RUZMARINA ICP-OES METODOM.....</i>	453
<i>Vesna Đurović, Dragutin Đukić, Leka Mandić, Slavica Vesković, Slobodan Vlajić, Milica Zelenika: FITOREMEDIJACIJA ŽIVOTNE SREDINE.....</i>	459
<i>Vojislava Bursić, Aleksandra Petrović, Marina Đukić, Nikola Puvača, Dušan Marinković, Tijana Stojanović, Gorica Vuković: THE COPEPOD DIVERSITY (CRUSTACEA: COPEPODA) OF LUDAŠ LAKE IN VOJVODINA (SERBIA).....</i>	469
<i>Vojislava Bursić, Gorica Vuković, Dušan Marinković, Tijana Stojanović, Rada Đurović-Pejčev, Sonja Gvozdenc, Aleksandra Petrović: OCCURRENCE OF PESTICIDE RESIDUES IN ROW MATERIALS AND JUICES FROM ORGANIC PRODUCTION... IN MEMORIAM Nikola Bokan, Profesor Agronomskog fakulteta.....</i>	475 481

KALIBRACIONI MODEL ZA BLISKU INFRACRVENU SPEKTROSKOPIJU (NIRS) ZA PROCENU SASTAVA STOČNOG GRAŠKA (*PISUM SATIVUM* L.)

Ana Uhlarik¹, Marina Čeran¹, Dalibor Živanov¹, Vuk Đorđević¹, Đura Karagić¹, Vojislav Mihailović¹, Anja Dolapčev¹

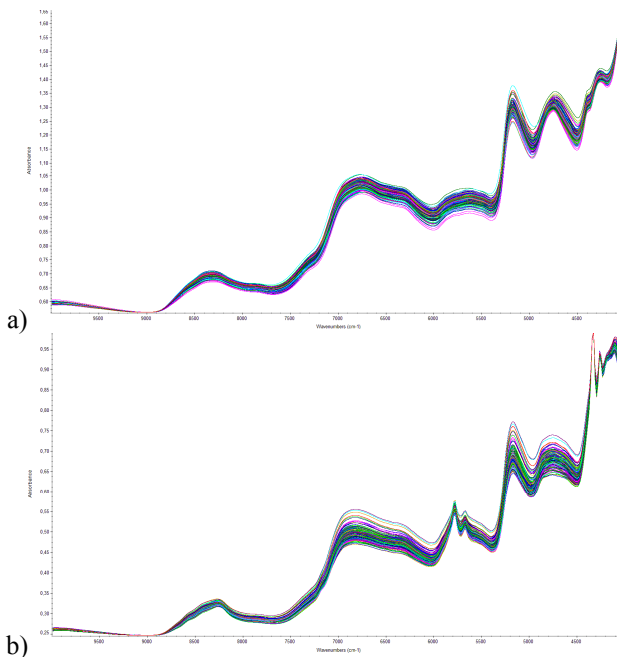
Izvod: Bliska infracrvena spektroskopija (NIRS) se koristi za analizu hemijskih svojstava poljoprivrednih proizvoda bez prethodne pripreme uzorka. U ovom radu razvijen je kalibracioni model za merenje proteina i vlage za celo zrno i brašno stočnog graška. Dobijeni spektri obrađeni su kombinovanjem matematičkih modela (PLSR, MSC, prvog i drugog izvoda) i računane kalibracione greške. Greške pri merenju vlage celog zrna su u granicama (od -0,8 do 0,8) i brašna (od -0,7 do 0,8); pri merenju proteina celog zrna greške su (od -1,6 do 1,8) i brašna (od -2 do 2). Ovim ispitivanjem se dokazalo da je moguće odrediti količine proteina i vlage pomoću NIRS metode a dobijene greške se tolerišu i kalibracioni model je primenljiv u praksi.

Ključne reči: kalibracija, NIRS, protein, stočni grašak

Uvod

Bliska infracrvena spektroskopija (NIRS) poznata je kao sredstvo za analizu hemijskih i fizičkih svojstava bez prethodne pripreme uzorka, i primenjuje se za analizu sastava hrane i poljoprivrednih proizvoda. Veliki broj analitičkih metodologija zasnovanih na bliskoj infracrvenoj spektroskopiji su se već pokazali kao tehnika za bezbedno i brzo rešavanje različitih problema pri određivanju sadržaja proteina, vlažnosti, sadržaja ugljenih hidrata i masti u različitim vrstama hrane (Williams & Norris, 2001). Suština NIRS analize je u izlaganju materijala bliskom infracrvenom zračenju, prilikom čega dolazi do refleksije i apsorpcije zraka od strane različitih organskih sastojaka. NIR spektar se grafički prikazuje kao zavisnost logaritma recipročne vrednosti refleksije elektromagnetnog zračenja od talasne dužine, a izgleda kao talasasta linija koja se sastoji od više preklapljenih spektara (Slika 1). Za analizu krive spektara i kalibraciju rezultata skeniranja za određenu organsku materiju, koriste se složene matematičke metode koje povezuju poznate referentne vrednosti sa spektralnim karakteristikama uzorka.

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
(ana.uhlarik@nsseme)



Slika 1: Neobrađeni spektar: a) celog zrna graška i b) graškovog brašna
 Picture 1: Raw spectrum of: a) whole pea seed; b) pea flour

Stočni grašak (*Pisum sativum* L.) je jednogodišnja biljna vrsta iz familije *Fabaceae*, veoma zastupljena u proizvodnji stočne hrane zbog visokog sadržaja proteina u semenu. Količina i sastav proteina u semenu varira i zavisi, kako od genotipa, tako i od godine proizvodnje, lokaliteta i uticaja biotičkog i abiotičkog stresa. Razlike u količini proteina kreću se i do 10%.

Udeo vlage u suvom semenu graška je komponenta koja najviše varira i zavisi od načina i dužine skladištenja. Suvo seme je podložno upijanju vlage iz okolnog vazduha, što dalje utiče na sâm kvalitet semena i njegovu dalju upotrebu.

Za procenu količine proteina u stočnom grašku generalno se koriste metode kao što su Kjeldalova metoda ili metoda spaljivanja uzorka. Uzorak semena koji se koristi za analizu mora biti prethodno pripremljen. Ovaj metod analize, iako standardizovan i prihvaćen, oduzima dosta vremena i finansijskih sredstava, pa ne deluje praktično kada je neophodno analizirati veliku količinu uzoraka. Metodi zasnovani na bliskoj infracrvenoj spektroskopiji značajno smanjuju troškove ispitivanja, ne zahtevaju upotrebu hemikalija, ni pripremu uzoraka za ispitivanje, a pri tom značajno skraćuju vreme. Takođe, uzorci nakon analize ovom metodom ostaju netaknuti i čuvaju se za dalju upotrebu, što je značajno kada ima malo oplemenjivačkog materijala, tako da je razumljiva pojava da NIRS u sve većoj meri zamenjuje tradicionalne hemijske analitičke metode kako u industrijskoj, tako i u laboratorijskoj praksi. Preduslov primene NIRS metoda je postojanje odgovarajućeg kalibracionog modela na osnovu kojeg se spektralne karakteristike ispitivanog uzorka dovode u vezu sa sadržajem

sastojaka od interesa. Za razvijanje kalibracionog modela neophodno je da su poznate referentne vrednosti sastojaka koji se ispituju i odgovarajući softver za razvijanje kalibracione krive.

Cilj ovog rada je da se dobije što precizniji kalibracioni model kako bi se olakšalo i ubrzalo određivanje vlage i proteina u semenu stočnog graška.

Materijal i metode rada

Za razvijanje kalibracionog modela za analizu komponenti stočnog graška korišćeno je 196 uzoraka graška različitih genotipova, stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Radi dobijanja što preciznijih rezultata, kalibracija je urađena posebno sa celim zrnom graška a posebno sa brašnom. Za uzorke sa celim zrnom korišćeno je 150 g suvog dorađenog semena graška bez primesa, a uzorci sa brašnom, od 20 g, su prethodno fino samleveni u laboratorijskom mlinu, sipani u providne kesice i tako skenirani. Kao referentne vrednosti vlage i proteina, korišćeni su rezultati laboratorijskih analiza sprovedenih u Laboratoriji za zemljište i agroekologiju u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Analiza vlage urađena je gravimetrijskim metodom, a sadržaj proteina određen je CNS elementarnom analizom potpunog spaljivanja uzorka. Prema laboratorijskim rezultatima, od 196 uzoraka stočnog graška, 13 uzoraka je imalo manje od 20% proteina, 15 uzoraka je imalo preko 25% proteina, dok su ostali uzorci imali između 20% i 25% proteina. Procenat vlage iznosio je od 7% do 9% za većinu uzoraka, izuzev za 30, koji su imali preko 10% vlage. Za skeniranje uzoraka korišćen je NIRS spektrometar sa Furijevom transformacijom (FT-NIRS) tipa Antaris II Thermo Scientific, a obrada podataka i kalibracija urađena je pomoću OMNIC™ softvera.

Sušтина razvijanja kalibracionog modela je u uklanjanju grešaka koje nastaju prilikom skeniranja uzorka a koje se povećavaju što je uzorak heterogeniji. Određivanje količine materije u skeniranom uzorku se zasniva na merenju energije odbijenog/propuštenog zračenja ispitivanog materijala. Za matematičku obradu NIR spektara korišćen je OMNIC™ softver i pomoću njega su uklonjene sve smetnje (šumovi) prilikom skeniranja i svi uzorci koji iz nekog razloga odstupaju (outlieri). Matematički modeli koji su korišćeni za svaku kalibraciju su zasnovani na računanju regresije parcijalnih najmanjih kvadrata (PLSR), multiplikativnoj korekciji rasipanja (MSC) i algoritmima za glačanje spektra, koji pojačavaju vidljivost relativnih širina i dužina spektralnih linija. Najpoznatiji algoritam za glačanje spektara je algoritam Savitsky-Golay (Savitsky, 1964). Drugi algoritam korišćen u OMNIC softveru je algoritam po Norisu (Norris, 1994). Glačanje spektara se radi na principu zamene vrednosti spektra oštećenog smetnjama (šumovima) koje nastaju tokom skeniranja, vrednošću lokalnog proseka okolnih tačaka podataka. Zamenjene vrednosti su u određenim granicama zadatim u datom algoritmu. Takođe, korišćen je i metod derivatizacije. Metod derivatizacije spektara se koristi u NIR spektroskopiji kao metod prethodne obrade spektara u cilju rešavanja preklapanja pikova odnosno povećanja rezolucije, kao i u cilju eliminisanja apsorpcije matriksa ispitivanog materijala (Zeaiter i sar., 2005; Workman, 2008). Zbog toga se NIR spektar poljoprivrednih proizvoda često prikazuje u svom izvedenom (derivacionom) obliku (Hruschka, 1987; Shenk i sar.,

2008). Na osnovu izgleda modela prilikom kalibracije i u zavisnosti od korišćenih navedenih proračuna, korišćen je prvi ili drugi izvod. Suština kalibracije je u pravljenju modela sa što manjom greškom kalibracije. Kalibraciona greška je ocenjivana pomoću standardne greške kalibracije (RMSEC) a računata po formuli:

$$RMSEC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{ref} - y_{NIRS})^2}{n}}$$

gde je: y_{ref} merenje referentnog laboratorijskog metoda za i -ti uzorak, y_{NIRS} NIRS merenje za i -ti uzorak a n broj uzoraka.

Rezultati istraživanja i diskusija

NIRS uređaj je skenirao svaki uzorak u tri rezolucije (8, 16 i 32 cm^{-1}) za svaku od praćenih komponenti. Nakon kalibracije u sve tri rezolucije i analiziranja dobijenih rezultata, prihvaćena je rezolucija od 32 cm^{-1} , koja je nakon toga ubačena u konačni kalibracioni model.

Spektri stočnog graška snimani su u regionu od 3999 do 9999 nm i kalibracija je pravljena na osnovu celog spektra. Napravljene su kalibracione krive za vlagu i za protein, posebno za celo zrno i za brašno. Zbog heterogenosti uzorka nemoguće je dobiti vrednosti identične laboratorijskim. Za sve navedene kalibracije korišćeni su regresija parcijalnih najmanjih kvadrata (PLSR) i multiplikativna korekcija rasipanja (MSC) a u zavisnosti od izgleda spektra, korišćen je prvi ili drugi izvod.

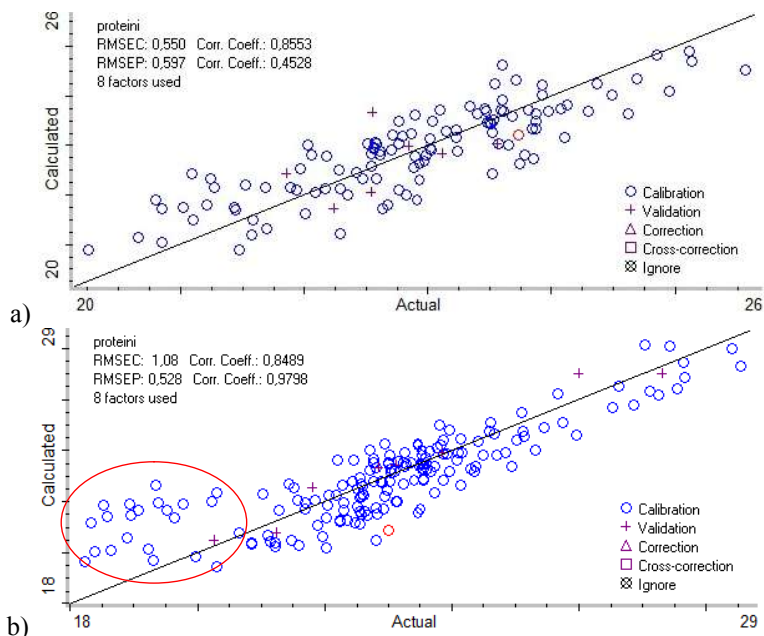
Za kalibracionu krivu vlage celog zrna stočnog graška korišćen je drugi izvod spektra i algoritam za glačanje po Norrisu (granice 7 i 5), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-0,8 do 0,8).

Za kalibracionu krivu vlage brašna korišćen je takođe drugi izvod spektara i algoritam za glačanje po Norrisu (granice 5 i 5), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-0,7 do 0,8).

Za kalibracionu krivu proteina celog zrna korišćen je drugi izvod spektara i algoritam za glačanje po Savytskom i Golayu (granice 7 i 3), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-1,6 do 1,8).

Za kalibracionu krivu proteina brašna korišćen je prvi izvod spektara i algoritam za glačanje po Norrisu (granice 5 i 5), a dobijena odstupanja od laboratorijskih rezultata su u granicama od (-2 do 2).

Razlika između dobro i loše napravljene kalibracione krive (Slika 2) je u tome što su manja odstupanja i kalibraciona greška (RMSEC), a što zavisi od korišćenih izvoda i logaritama za glačanje spektara.



Slika 2: Kalibraciona kriva za protein: a) dobra i b) loša
 Picture 2: Calibration curve for protein: a) good and b) bad

Prosečne vrednosti rezultata kalibracije stočnog graška za celo zrno, brašno kao i laboratorijske vrednosti date su u Tabeli 1. Rezultati laboratorijskih analiza graška pokazuju da vrednosti vlage i proteina variraju. Dobijena količina proteina kod niskoproteinskog graška iznosi 18,33% dok kod visokoproteinskog graška količina proteina iznosi 28,53%, što dovodi do velikog intervala variranja (10,2%). Što se tiče procenta vlage, ona nema toliko izražen interval variranja kao protein (6,12%). Ono što otežava razvijanje kalibracionog modela je mali broj uzoraka sličnih po vrednostima, što je ovde slučaj, pa su vrednosti uzoraka sa izuzetno niskim i izuzetno visokim sadržajem proteina dobijeni u granicama kalibracionih grešaka (od -1,6 do 1,8 i od -2 do 2). U tom slučaju, dobijene vrednosti za najniže količine proteina iznosile su 21,83% za celo zrno i 21,52% za brašno, a najviše vrednosti iznosile su 29,63% za celo zrno i 30,35% za brašno. Kod rezultata analize vlage, razlike su manje izražene zbog manjih variranja u početnim rezultatima.

Vrednosti kalibracionih grešaka i odstupanja od laboratorijskih rezultata za celo zrno i za brašno stočnog graška, za protein i vlagu date su u Tabeli 2. RMSEC za protein u celom zrnu graška iznosila je 0,55 dok je u brašnu iznosila 0,57. RMSEC vrednost za vlagu u celom zrnu iznosila je 0,26 a u brašnu 0,25. S obzirom na manja variranja u vrednostima vlage, moguće je bilo napraviti kalibracioni model sa manjom kalibracionom greškom u odnosu na model za protein. Prema rezultatima Flinn i sar. (1998), kalibracioni rezultati za brašno su generalno bolji ako se koriste za određivanje hemijskog sastava uzorka, što za određivanje ukupne količine proteina nije neophodno. Sveukupni dobijeni rezultati i vrednosti kalibracionih grešaka su približni i za brašno i

za celo zrno pa se oba kalibraciona modela mogu prihvatiti. Upoređujući dobijene rezultate kalibracije za protein sa Velasco i sar. (2001) čija se kalibraciona greška kreće od (0,81 do 0,86), dobijeni rezultati kalibracione greške od 0,55 za celo zrno, odn. 0,57 za brašno se mogu koristiti u praksi.

Tabela 1: Rezultati laboratorijskih analiza i kalibracije za celo zrno i brašno stočnog graška

Table 1: Results of laboratory analysis and calibration of forage pea seed and pea flour

Komponenta <i>Component</i>	Rezultat <i>Result</i>	Min <i>Min</i>	Srednje <i>Mean</i>	Maks <i>Max</i>	Stand. Greška <i>St.Error</i>	Stand. Dev. <i>St.Dev</i>	Koef. Varijacije Coef. Var.	Int. Var. <i>Variation Interval</i>
Vlaga <i>Moisture</i>	Laboratorija <i>Laboratory</i>	6,98	8,64	13,10	0,09	1,29	14,91	6,12
	Celo zrno <i>Whole seed</i>	6,85	8,69	13,83	0,10	1,43	16,5	6,98
	Brašno <i>Flour</i>	7,19	8,57	12,41	0,07	1,03	12,00	5,22
Proteini <i>Proteins</i>	Laboratorija <i>Laboratory</i>	18,33	23,19	28,53	0,14	1,95	8,39	10,2
	Celo zrno <i>Whole seed</i>	21,83	25,12	29,63	0,09	1,33	5,28	7,80
	Brašno <i>Flour</i>	21,52	25,47	30,35	0,12	1,66	6,51	8,84

Tabela 2: Kalibracione greške i odstupanja od laboratorijskih vrednosti
Table 2: Calibration errors and deviations from laboratory results

RMSEC				
Kalibracija <i>Calibration</i>	Vlaga celog zrna graška <i>Moisture in whole pea seed</i>	Vlaga brašna graška <i>Moisture in pea flour</i>	Protein celog zrna graška <i>Protein in whole pea seed</i>	Protein brašna graška <i>Protein in pea flour</i>
Dobra <i>Good</i>	0,26	0,25	0,55	0,57
Loša <i>Bad</i>	0,33	0,41	0,88	1,08
Odstupanje <i>Deviation</i>				
Dobra <i>Good</i>	(-0,8) – (0,8)	(-0,7) – (0,8)	(-1,6) – (1,8)	(-2) – (2)
Loša <i>Bad</i>	(-1) - (0,9)	(-0,9) – (0,9)	(-2,2) - (2)	(-2,6) – (2,7)

Zaključak

Ovim ispitivanjem se dokazalo da je moguće odrediti količine proteina i vlage u semenu stočnog graška pomoću NIRS metode. S obzirom na veliko variranje količine proteina u stočnom grašku, dobijene kalibracione greške se tolerišu i NIRS kalibracioni model je primenjiv u praksi. Pošto se kalibracioni model razvio sa ciljem da se olakša analiziranje proteina i sačuvaju uzorci, a na osnovu dobijenih sličnosti u rezultatima između celog zrna i brašna, može se prihvatiti i koristiti kalibracioni model za celo zrno. Korišćenjem dobijenog kalibracionog modela za celo zrno graška, omogućiće se jednostavnije i brže izvođenje merenja, bez prethodne pripreme uzorka semena.

Literatura

- Flinn, P. C., Black, R. G. Lyer, L., Brouwer, J. B., Meares, C. (1998). Estimating the food processing characteristics of pulses by near infrared spectroscopy, using ground or whole samples, *J.Near Infrared Spectrosc.* 6 (1998) 213–220.
- Hruschka, W. R. (1987). Data analysis: Wavelength selection methods. In P. Williams, & K. Norris, *Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries*, (pp. 35-55). St. Paul: American Association of Cereal Chemists.
- Kuenstner, J.T., Norris, K.H. (1994). Spectrophotometry of human haemoglobin in the near infrared region from 1000 to 2500 nm, *J. Near Infrared Spectrosc.* 2 (2), 59 (1994). doi: 10.1255/jnirs.32
- Savitzky, A., & Golay, M. J. E. (1964). Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. *Analytical Chemistry*, 36, 1627-1639.
- Shenk, J. S., Workman, J. J. & Westerhaus, M. O. (2008). Application of NIR spectroscopy to agricultural products. In D. A. Burns, & E. W. Ciurczak, *Handbook of Near-Infrared Analysis*, (pp. 347-386). Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Velasco, L., Möllers, C. (2001). Nondestructive assessment of protein content in single seeds of rapeseed (*Brassica napus* L.) by near-infrared reflectance spectroscopy, *Euphytica* 123: 89–93, 2002. Kluwer Academic Publishers. Netherlands
- Williams, P, Norris, K. (2001). Near infrared technology in the agricultural and food industries, 2nd ed., American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN, US
- Workman, J. J. (2008). NIR Spectroscopy Calibration Basics. In D. A. Burns, & E. W. Ciurczak, *Handbook of Near-Infrared Analysis*, (pp. 123-150). Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Zeaiter, M., Roger, J.-M., & Bellon-Maurel V. (2005). Robustness of models developed by multivariate calibration. Part II: The influence of pre-processing methods. *Trends in Analytical Chemistry*, 24, 437-444.

CALIBRATION MODEL FOR NEAR INFRARED SPECTROSCOPY (NIRS) FOR ASSESSMENT OF FORAGE PEA (*PISUM SATIVUM* L.) COMPOSITION

Ana Uhlarik¹, Marina Čeran¹, Dalibor Živanov¹, Vuk Đorđević¹, Đura Karagić¹, Vojislav Mihailović¹, Anja Dolapčev¹

Abstract

Near infrared spectroscopy (NIRS) is used to analyze the chemical properties of agricultural products with no sample preparation. In this paper, a calibration model was developed to measure protein and moisture of forage pea in the whole seed and flour. The obtained spectra were processed by combining mathematical models (PLSR, MSC, first and second derivative) and calculating calibration errors. Measuring errors of the whole seed moisture are from (-0.8 to 0.8) and flour from (-0.7 to 0.8); measuring errors of the whole seed protein are from (-1.6 to 1.8) and flour from (-2 to 2). This test proves the possibility to determine protein and moisture via NIRS, errors are tolerated and the calibration model is applicable.

Key words: calibration, forage pea, NIRS, protein

UTICAJ MEĐUREDNOG RAZMAKA NA MORFOLOŠKE OSOBINE I PRINOS KRMNOG SIRKA I SUDANSKE TRAVE

Anja Dolapčev¹, Slaven Prodanović², Đura Karagić¹, Dragan Milić¹, Snežana Katanski¹, Sanja Vasiljević¹, Ana Uhlarik¹

Izvod: Krmni sirak i sudanska trava predstavljaju značajnu ugljenohidratnu komponentu u ishrani preživara. Za postizanje visokih prinosa zelene krmne važno je primeniti kvalitetnu agrotehniku, pre svega izvršiti setvu na odgovarajući međuredni razmak. Cilj rada je da se odredi uticaj međurednog razmaka na morfološke osobine i prinos sorti krmnog sirka i sudanske trave. Ispitivane morfološke osobine nisu se značajno razlikovale pod uticajem međurednog razmaka, dok je na prinos zelene krmne i suve materije razmak veoma značajno uticao. Na međurednom razmaku od 12,5 cm sorte su ostvarile prosečno najveći prinos zelene krmne (70,1 t ha⁻¹) i prinos suve materije (21,0 t ha⁻¹). Za proizvodnju ovih useva preporučuje se uskoredna setva.

Ključne reči: krmni sirak, sudanska trava, međuredni razmak, prinos krmne

Uvod

Sirak (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) je jedna od prvih domestikovanih biljnih vrsta koja ima izuzetno širok areal gajenja, što je uzrokovalo diverzifikaciju nekoliko agronomskih tipova (Sikora i Berenji, 2007.). Ima dobru toleranciju na visoke temperature i sušu (Hamza et al., 2016.), adaptiran je na očekivane klimatske promene, što ukazuje na veliki značaj ove biljne vrste u strukturi buduće ratarske proizvodnje (Sikora i Berenji, 2011.). Prema načinu iskorišćavanja, razlikuje se sirak za proizvodnju zrna, krmni sirak sa povećanim sadržajem šećera (za proizvodnju stočne krmne), sirak za proizvodnju metli, kao i sudanska trava, koja se takođe koristi za proizvodnju stočne krmne i sve više za ukrštanje sa sirkom za proizvodnju zrna u cilju dobijanja hibrida krmnog sirka. Glavni parametar za procenu prinosa krmnog sirka je prinos zelene mase po biljci, gde najveći udeo čini stablo (Pataki, 2011.). Na porast biljaka utiču uslovi spoljašnje sredine, naročito temperatura, kao i vreme kosidbe i genotip. Nakon početnog usporenog porasta, sledi intenziviranje rasta biljaka do metličanja, intenzivan porast može da uspori samo period suše (Pataki i sar., 2007.).

Preporučene su brojne tehnologije proizvodnje sirka za postizanje visokih prinosa (Erić i sar., 1995; Ćupina i sar., 2007; Wani et al., 2013.). Pri razmatranju tehnologija posebna pažnja se posvećuje međurednom razmaku, jer on utiče na stanje useva i prinos. Postizanje optimalne gustine useva je od velikog značaja za poljoprivrednike. Manja gustina useva utiče na veću zakorovljenost, a veća gustina može prouzrokovati poleganje sirka. Pri gajenju za proizvodnju silaže, krmni sirak zahteva najveći vegetacioni prostor po biljci, dok je manji vegetacioni prostor potreban za proizvodnju zelene krmne ili sena (Ćupina i sar., 2002.). Preporuka za setvu na određeni međuredni

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija (anja.dolapcev@nsseme.com);

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija.

razmak i odgovarajuću gustinu useva za postizanje visokih prinosa zavisi od agronomskog tipa sirka i sorte, odnosno njene nasledne osnove, namene i njene interakcije sa uslovima spoljašnje sredine. Svi tipovi sirka imaju specifični razvoj i vrednosti morfoloških i produktivnih osobina u određenom načinu setve.

Cilj ovog rada je da se odredi uticaj međurednog razmaka na prinos sorte krmnog sirka i sorte sudanske trave. Pri tome je uzet u obzir i uticaj međurednog razmaka na morfološke osobine biljke, s obzirom na njihovu povezanost sa prinosom.

Materijal i metode rada

U ispitivanjima je korišćena sorta krmnog sirka Titan i sorta sudanske trave Sava. I Titan i Sava su sorte koje se gaje za istu namenu, u ishrani preživara koriste se kao zelena krma, senaža ili seno. Ove sorte pripadaju novoj generaciji i selekcionisane su u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

Ogled je postavljen 2016. godine na oglednom polju na lokalitetu Rimski Šančevi, na zemljištu tipa černozem. Korišćen je dizajn potpuno slučajnog blok sistema u dva ponavljanja, pri čemu su sorte krmnog sirka i sudanske trave sejane u tri varijante međurednog razmaka: 12,5 cm, 25 cm i 50 cm. Veličina osnovne parcele iznosila je 10 m² (2 m x 5 m). Ogled je posejan 14. aprila, a biljke su košene početkom metličanja (11. jul).

Prinos zelene krme je utvrđen merenjem celokupne mase sa parcele neposredno nakon košenja i preračunavanjem u t ha⁻¹, a prinos suve materije (t ha⁻¹) je izračunat na osnovu sadržaja suve materije (%) i prinosa zelene krme (t ha⁻¹). U svakoj parceli, na deset biljaka, merene su sledeće osobine: visina biljke (cm), broj internodija po stabljici i prečnik stabljike (mm).

Za sve morfološke osobine i prinos izračunate su prosečne vrednosti i lsd-vrednosti za testiranje značajnosti razlika. Primenjena je dvofaktorijalna analiza varijanse (ANOVA), u cilju određivanja uticaja faktora, A – sorte krmnog sirka i sudanske trave i B - međuredno rastojanje, na ispitivane osobine i prinos.

Rezultati istraživanja i diskusija

U jednogodišnjem istraživanju, analizom varijanse je utvrđeno da posmatrane morfološke osobine (visina biljke, broj internodija, prečnik stabljike) nisu bile pod uticajem ispitivanih faktora, dok su prinos zelene krme i suve materije značajno varirali u zavisnosti od sorte, međurednog rastojanja, kao i njihove interakcije (Tabela 1).

Tabela 1. Dvofaktorijska ANOVA za ispitivane osobine
 Table 1. Two-way ANOVA for tested traits

Izvor varijacije <i>Source of variation</i>	Stepeni slobode <i>Degrees of freedom</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>				
		Visina biljke <i>Plant height</i>	Broj internodija <i>Number of internodes</i>	Prečnik stabljike <i>Stalk diameter</i>	Prinos zelene krme <i>Green forage yield</i>	Prinos suve materije <i>Dry matter yield</i>
Sorta <i>Variety</i>	1	200,1	0,6533	1,6133	102,083**	14,301
Međuredni razmak <i>Row spacing</i>	2	152,7	0,3900	2,1175	524,777**	63,286**
Sorta x međuredni razmak <i>Variety x row spacing</i>	2	426,1	0,2133	0,7308	28,901*	2,056
Greška <i>Error</i>	5	219,0	0,2173	0,6100	4,510	3,505

** p < 0,01 * p < 0,05

Na osnovu rezultata prikazanih u Tabeli 2, može se zaključiti da visina biljke, broj internodija i prečnik stabljike nisu zavisili od ispitivanih faktora. Gondal et al. (2018.) su, nasuprot rezultatima dobijenim u ovom istraživanju, utvrdili da postoje značajne razlike u vrednostima agronomskih osobina (visina biljke i prinos zrna) pri različitim međurednim razmacima (30, 45 i 60 cm) kod sorte sirka za zrno Sorghum 2011. Prema istim autorima, prečnik stabljike sirka ne zavisi od međurednog razmaka. Pojedini istraživači (Venuto i Kindiger, 2008.) su dobili suprotne rezultate i zaključili da veća gustina useva smanjuje prečnik stabljike, što objašnjavaju tendencijom biljaka da se izdužuju, te ukazuju na to da usev krmnog sirka i sudanske trave ne treba da ima preveliku gustinu, posebno u regionima gde se javlja poleganje.

Sorte krmnog sirka i sudanske trave vrlo su se značajno razlikovale u prinosu zelene krme, pri čemu je sorta krmnog sirka Titan ostvarila značajno veći prosečan prinos zelene krme (62,1 t ha⁻¹) od sorte sudanske trave Sava (56,3 t ha⁻¹), kao što je prikazano u Tabeli 3. U ispitivanim varijantama međurednog razmaka (12,5 cm, 25 cm i 50 cm), uočene su vrlo značajne razlike prinosa zelene krme i prinosa suve materije, pri čemu su najveće vrednosti ova dva parametra ostvarena pri uskorenoj setvi na 12,5 cm i iznosile su 70,1 t ha⁻¹, odnosno 21,0 t ha⁻¹. Čitav niz istraživača dobio je slične rezultate. Snider et al. (2012.) zaključuju da su prinosi sirka veći u manjim međurednim rastojanjima, nego u većim (38 i 76 cm). Isti autori su najveću produkciju biomase sirka dobili pri razmaku redova od 19 cm, a svako povećanje razmaka vodilo je padu prinosa. Conley et al. (2005.) izveštavaju da jačina odgovora prinosa na promenu razmaka redova zavisi od spoljnih uslova u kojima se gaji sorta, odnosno od padavina, temperature i tipa zemljišta. Interakcija sorte i međurednog razmaka bila je značajna samo za prinos zelene krme.

Posmatrajući interakciju, najveći prinos zelene krmе (74,8 t ha⁻¹) i suve materije (22,0 t ha⁻¹) imala je sorta Titan u setvi na međuredni razmak od 12,5 cm, dok je najmanji prinos zelene krmе (43,0 t ha⁻¹) i suve materije (11,2 t ha⁻¹) zabeležen kod sorte Sava u setvi na međuredni razmak od 50 cm.

Tabela 2. Morfološke osobine krmnog sirka i sudanske trave
 Table 2. Forage sorghum and Sudan grass morphological traits

Tretman <i>Treatment</i>	Varijanta <i>Variant</i>	Visina biljke (cm) <i>Plant height (cm)</i>	Broj internodija <i>Number of internodes</i>	Prečnik stabljike (mm) <i>Stalk diameter (mm)</i>	
Sorta <i>Variety</i>	Titan	244,83	6,98	12,47	
	Sava	236,67	6,52	11,73	
<i>lsd0,05</i>		21,96	0,69	1,16	
<i>lsd0,01</i>		34,45	1,09	1,82	
Međuredni razmak (cm) <i>Row spacing (cm)</i>	12,5	246,12	7,10	11,28	
	25	242,12	6,65	12,37	
	50	234,00	6,50	12,65	
<i>lsd0,05</i>		26,90	0,85	1,42	
<i>lsd0,01</i>		42,19	1,33	2,23	
Interakcija <i>Interaction</i>	Titan x 12,5 cm	250,70	7,20	11,84	
	Titan x 25 cm	235,65	6,75	12,27	
	Titan x 50 cm	248,15	7,00	13,29	
	Sava x 12,5 cm	241,55	7,00	10,71	
	Sava x 25 cm	248,60	6,55	12,47	
	Sava x 50 cm	219,85	6,00	12,01	
	<i>lsd0,05</i>		38,04	1,20	2,01
	<i>lsd0,01</i>		59,67	1,88	3,15

Tabela 3. Prinos zelene krme i prinos suve materije krmnog sirka i sudanske trave
 Table 3. Green forage and dry matter yield of forage sorghum and Sudan grass

Tretman <i>Treatment</i>	Varijanta <i>Variant</i>	Prinos zelene krme (t ha ⁻¹) <i>Green forage yield</i> (t ha ⁻¹)	Prinos suve materije (t ha ⁻¹) <i>Dry matter yield</i> (t ha ⁻¹)
Sorta <i>Variety</i>	Titan	62,1	18,2
	Sava	56,3	16,0
<i>lsd0,05</i>		3,15	2,78
<i>lsd0,01</i>		4,94	4,36
Međuredni razmak (cm) <i>Row spacing</i> (cm)	12,5	70,1	21,0
	25	60,3	17,3
	50	47,2	13,1
<i>lsd0,05</i>		3,86	3,40
<i>lsd0,01</i>		6,06	5,34
Interakcija <i>Interaction</i>	Titan x 12,5 cm	74,8	22,0
	Titan x 25 cm	60,2	17,7
	Titan x 50 cm	51,5	14,9
	Sava x 12,5 cm	65,4	20,0
	Sava x 25 cm	60,5	16,9
	Sava x 50 cm	43,0	11,2
<i>lsd0,05</i>		5,46	4,81
<i>lsd0,01</i>		8,56	7,55

Zaključak

Ispitivane morfološke osobine nisu značajno varirale pod uticajem sorte, međurednog razmaka i interakcije sorte i međurednog razmaka.

Sorta krmnog sirka Titan i sorta sudanske trave Sava su se veoma značajno razlikovale po prinosu zelene krme. Sorta krmnog sirka Titan je ostvarila veći prinos zelene krme i suve materije od sorte sudanske trave Sava.

Međuredni razmak vrlo je značajno menjao vrednosti prinosa zelene krme i prinosa suve materije. Uzevši u obzir obe ispitivane sorte, u međurednim razmacima većim od 12,5 cm, visina biljaka i broj internodija bili su manji, a prečnik stabljike veći. U međurednim razmacima većim od 12,5 cm uočava se pad prinosa zelene krme i suve materije krmnog sirka i sudanske trave.

Sorta krmnog sirka Titan setvom na međuredni razmak od 12,5 cm i 50 cm ostvarila je veće prinose zelene krme u odnosu na sortu sudanske trave Sava. Setvom na

25 cm međurednog razmaka postignut je gotovo isti prinos zelene krme kod obe ispitivane sorte.

Preliminarni rezultati pokazali su da je, u cilju ostvarivanja što većeg prinosa zelene krme i prinosa sena, opravdano sejati sorte krmnog sirka Titan i sudanske trave Sava uskoredno na međuredni razmak od 12,5 cm.

Literatura

- Conley S.P., Stevens W.G., Dunn D.D. (2005). Grain sorghum response to row spacing, plant density, and planter skips. *Crop Management*. 4 (1): 10-18.
- Ćupina B., Đukić D., Erić P. (2002). Mesto i uloga sirka i sudanske trave u proizvodnji stočne hrane. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 36: 93-102.
- Ćupina B., Pejić B., Erić P., Krstić Đ., Vučković S. (2007). Specifičnosti u tehnologiji proizvodnje krmnog sirka i sudanske trave u agroekološkim uslovima Vojvodine. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 44 (1): 291-300.
- Erić P., Ćupina B., Mihailović V., Pataki I. (1995). Uticaj roka setve i košenja na prinos i kvalitet krme NS-sorti sudanske trave. *Savremena poljoprivreda, Novi Sad*. 43 (1-2): 53-59.
- Gondal M.R., Hussain A., Yasin S., Musa M., Rehman H.S. (2018). Effect of seed rate and row spacing on grain yield of sorghum. *SAARC Journal of Agriculture*. 15 (2): 81-91.
- Hamza N.B., Idris A.E., Elmunsor I.I., Ibrahim A.I.A., Abuali A.I. (2016). Drought Tolerance Assessment in Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) Genotypes Using Agro-morphological Traits and DNA Markers. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 10 (3): 125-131.
- Pataki I. (2011). Kombinacione sposobnosti i način nasleđivanja debljine stabla F1 hibrida krmnog sirka (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 48: 99-106.
- Pataki I., Marinković R., Vasiljević S., Mikić A., Milić D. (2007). Kombinacione sposobnosti za visinu biljke kod krmnog sirka i sudanske trave analizom linija x tester. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 44: 185-192.
- Sikora V., Berenji J. (2007). Formiranje jezgra kolekcije sirka metlaša. *Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje*. 39 (80): 5-15.
- Sikora V., Berenji J. (2011). Sirak za zrno i sirak metlaš kao alternativne kulture. *Zbornik referata sa 45. Savetovanja agronoma Srbije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 171-180.
- Snider J.L., Raper R.L., Schwab E.B. (2012). The effect of row spacing and seed rate on biomass production and plant stand characteristics of non-irrigated photoperiod-sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Industrial Crops and Products*. 37: 527-535.
- Venuto B., Kindiger B. (2008). Forage and biomass feedstock production from hybrid forage sorghum and sorghum-sudangrass hybrids. *Grassland Science*. 54 (4): 189-196.
- Wani S.P., Sawargaonkar G.L., Pavani E., Rao S.S., Sharma H.C. (2013). Production technologies for enhancing sweet sorghum yields. Objavljeno u *Developing a Sweet sorghum Ethanol value chain*, Reddy B.V.S., Kumar A.A., Reddy Ch.R., Rao P.P., Patil J.V. (eds.), 45-62. Patancheru, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

EFFECT OF ROW SPACING ON MORPHOLOGICAL TRAITS AND YIELD OF FORAGE SORGHUM AND SUDAN GRASS

Anja Dolapčev¹, Slaven Prodanović², Đura Karagić¹, Dragan Milić¹, Snežana Katanski¹, Sanja Vasiljević¹, Ana Uhlarik¹

Abstract

Forage sorghum and Sudan grass represent a significant carbohydrate component in ruminant nutrition. In order to achieve high yield of green forage, it is important to apply quality agro-technology, mainly to seed at the appropriate row spacing. The aim of the paper is to determine the effect of row spacing on the morphological traits and yield of forage sorghum and Sudan grass varieties. Tested morphological traits did not differ significantly due to the effect of the row spacing, while green forage and dry matter yield were significantly different. At row spacing of 12.5 cm, the average green forage and dry matter yields were the highest (70.1 t ha⁻¹ and 21.0 t ha⁻¹). Seeding at the narrow rows is recommended for the production of these crops.

Key words: forage sorghum, Sudan grass, row spacing, forage yield

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia (anja.dolapcev@nsseme.com);

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia.

FENOLOŠKI RAZVOJ CRVENE DJETELINE (*Trifolium pretense* L.) U BRDSKOM PODRUČJU GRADA BANJA LUKA

Borislav Petković¹, Ilija Komljenović², Vesna Milić³

Izvod: Cilj naših istraživanja bio je da se utvrdi period nastupanja fenoloških faza četiri linije crvene djeteline DS-1, DS-2, DS-3 i DS-4 i četiri sorte crvene djeteline Kolubara, Viola, Nike i Start u prvom otkosu prve godine i prvom i drugom otkosu druge godine života. Istraživanjem je utvrđen vremenski period (broja dana) od proljetne sjetve crvene djeteline u 2010. godini do nastupanja fenoloških faza nicanje, početak cvjetanja, puno cvjetanje, sazrijevanje sjemena i puna zrelost sjemena. Druge godine utvrđen je početak nastupanja fenoloških faza kretanje vegetacije i početak cvjetanja u prvom otkosu, kao i početak cvjetanja, puno cvjetanje, sazrijevanje sjemena i puna zrelost sjemena u drugom otkosu. Većina fenoloških faza je najkasnije nastupila kod sorte Viola, dok je najranije nastupanje bilo kod sorte Nike. Praćene fenološke faze nastupaju brže u drugoj godini života u odnosu na prvu. Nastupanje fenoloških faza crvene djeteline pored životnog perioda uslovljeno je i vremenskim uslovima.

Ključne reči: crvena djetelina, fenološke faze, razviće, vegetacija, prezimljavanje

Uvod

Crvena djetelina je višegodišnja leguminoza značajna za proizvodnju stočne hrane. Uspješno se gaji na brdsko-planinskim područjima i to na: kiselim, siromašnim, plitkim, zemljištima iznad 250 m nadmorske visine i na zemljištima na kojima lucerka ne daje zadovoljavajuće rezultate (Osztóics i sar., 2005). Takva zemljišta su dominantna u Republici Srpskoj i Bosni i Hercegovini. Ima umjerene zahtjeve prema toploti, s razvićem počinje na temperaturi 3° C. Osjetljivija je od lucerke na niske temperature. Izmrzava na temperaturi ispod -15° C, ukoliko nije pokrivena debljim slojem snježnog pokrivača, a pod snježnim pokrivačem izdržava i do -25° S (Vučković, 1999; Sivesind i sar., 2005).

U agroekološkim uslovima grada Banja Luke obično kreće s vegetacijom u periodu 5-15. marta, kada su srednje dnevne temperature 3-4° C. Područja koja se odlikuju sa manje od 500 mm padavina u toku godine nisu pogodna za proizvodnju sjemena crvene djeteline. Područja koja se odlikuju sa 800-900 mm padavina u toku godine su pogodna za proizvodnju sjemena uz uslov da budu pravilno raspoređene u toku vegetacije (Gatarić, 2005). U mlađim fazama porasta ima velike zahtjeve u pogledu vlage. Osjetljiva je na deficit vode, tako da je u suvim predjelima ne bi trebalo gajiti (Vučković, 1999; Gaudin i sar., 2013).

¹Centar za razvoj poljoprivrede i sela, Vojvode Momčila 10-12, Banja Luka, Bosna i Hercegovina (borislav.p1980@gmail.com)

²Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

³Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Generalno visoke temperature ne podnosi, a najznačajniji faktor uspijevanja je dovoljna količina padavina. Prezimljavanje je najviše uslovljeno vremenskim prilikama u rano proljeće, pri čemu temperaturna kolebanja nakon topljenja snijega nanose velike štete (Očokoljić, 1975).

Leto i sar. (1998) su na području Maksimira i Medvednice proučavali morfološka svojstva šest sorti crvene djeteline (nicanje, cvjetanje, visina biljaka, udio lista), njihovo zdravstveno stanje, polijeganje i prezimljavanje. Najslabije nicanje su imale sorte K- 17 i Reichersberger. Cvjetanje kod svih diploidnih sorti je bilo gotovo istovremeno, a sorta Nada je cvjetala 5-20 dana kasnije, ovisno o otkosu. U cilju postizanja maksimalnog prinosa hranljivih jedinica po jedinici površine, značajni rezultati su postignuti na određivanju tehnološke zrelosti krmnih leguminoza. Krmne leguminoze su genetički predodređene za bujan vegetativni razvoj, sukcesivno cvjetaju i sazrijevaju, što otežava određivanje faze porasta za košenje usjeva, odnosno tehnološku zrelost. Vrijeme košenja uslovljeno je namjenom korišćenja zelene krme- sijeno, silaža, dehidracija, ispaša (Mihailović sar., 2008). Dvogodišnjim ispitivanjem je utvrđeno da je optimalno vrijeme košenja crvene djeteline u fazi pojave 20% cvasti i košenjem tri puta godišnje (Katić i sar., 2004). Cilj istraživanja je bio da se utvrdi period nastupanja fenoloških faza crvene djeteline u procesu proizvodnje zelene mase i sjemena u prvom otkosu prve godine (proljetnoj sjetvi) i prvom i drugom otkosu druge godine.

Materijal i metode rada

Ogled je postavljen na parceli Košarište u Dobrnji (na Manjači, n.v. 527 m, 44°39'57" s.g.š i 17°00'24" i.g.š., teritorija Grada Banja Luka), zemljište je bilo kisele reakcije (pH u KCL - 4,0). Istraživanja su trajala dvije godine: 2010. i 2011. Sjetva ogleđa je obavljena 13.05.2010. godine, po potpuno randomiziranom blok sistemu u četiri ponavljanja, sa četiri linije crvene djeteline domaće selekcije (DS-1, DS-2, DS-3 i DS-4) i četiri sorte crvene djeteline (Kolubara, Start, Nike i Viola). Sjetva je obavljena kasno a jedan od ciljeva istraživanja je bio da se utvrdi produkcija zelene mase, sijena i sjemena crvene djeteline u prvoj godini korišćenja i kasnom proljetnom roku sjetve (što će biti elaborirano u drugim radovima). Sjetvena norma je iznosila 17 kg ha⁻¹, sjetva je obavljena (ručno) na dubinu 1,5-2 cm. Razmak između redova je bio 20 cm. Za sjetvu je korišćeno sjeme linija crvene djeteline iz oplemenjivačkog programa Poljoprivrednog instituta Republike Srpske, dok je sjeme sorti Kolubara Viola, Nike i Start kupljeno u maloprodaji.

Tokom vegetacije praćene su sljedeće fenološke faze razvića: nicanje, kao broj dana od sjetve do pojave kotiledona (na površini zemljišta u kompletnom redu). Ocjena nicanja je određena po skali 1-9, gdje 1 predstavlja da nema izniklih biljaka, 3 da je niklo do 25% biljaka, 5 da je niklo 25-50% biljaka, 7 da je niklo 50-75% biljaka i 9 da je niklih 75-100% biljaka. Ocjena bokorenja je određena po skali 1-9, gdje skala 1 predstavlja vrlo slabo formiranje izdanaka, 3 slabo, 5 dobro, 7 vrlo dobro, 9 odlično formiranje izdanaka. U ovom radu s brojem 7 označeni su genotipovi koji su prosječno imali manje od osam stabala po biljci, a sa 9 kod kojih je bilo iznad osam stabala.

Prezimljavanje je određeno brojanjem biljaka prije i poslije zimskog perioda (2010/11) po skali 1-9, gdje skala 1 predstavlja da u usjevu ima 75-100% oštećenja, 3

da je 50-75% oštećenih biljaka, 5 da je 25-50% oštećenih biljaka, 7 da je do 25% oštećenih biljaka i 9 da nema oštećenih biljaka. Kretanje vegetacije prvog otkosa (druge godine života) predstavlja momenat, datum kretanja vegetacije nakon zimskog perioda. Početak cvjetanja predstavlja datum pojave cvjetova na 10% biljaka. Kretanje vegetacije drugog otkosa, regeneracija, predstavlja broj dana od kosidbe prethodnog otkosa do kretanja vegetacije narednog otkosa. Puno cvjetanje predstavlja momenat, datum kada je procvjetalo 50% biljaka. Sazrijevanje sjemena predstavlja momenat, datum kada je 10% mahuna bilo u punoj zrelosti. Puna zrelost sjemena predstavlja momenat, datum kada je u usjevu 70% zrelog sjemena. Zrelim sjemenom crvene djeteline se smatra kad cvjetne glavice dobiju tamnomrku ili mrkosivu boju, mahunice crvene djeteline se lako krune i otpadaju iz cvjetne glavice, zbog čega se ne bi trebalo kasniti s procesom žetve (Gatarić i sar., 2014). Prema pdacima Hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske, mjerne stanice u Banjoj Luci srednja mjesečna temperatura za period maj-oktobar mjesec u 2010. godini je bila 17,8 °C, dok je u 2011. godini za period mart-avgust mjesec iznosila 17,4 °C. Količina padavina za analizirani period u 2010. godini je iznosila 815,7 mm/m². Analizirani period u 2011. godini se odlikovao manjom količinom padavina, ukupna količina padavina je iznosila 293,1 mm/m².

Rezultati istraživanja i diskusija

Nicanje crvene djeteline, koje se određuje pojavom kotiledona na površini zemljišta nastupilo je u periodu od 9 do 12 dana nakon sjetve, u periodu od 22. do 25. maja. Najranije nicanje je utvrđeno kod genotipova DS-2, DS-4 i Kolubara 22. maja, odnosno 9 dana nakon sjetve, dok je najspornije nicanje imala sorta Viola 25. maja, odnosno 12 dana nakon sjetve (Tabela 1). Nicanje je bilo ujednačeno, što potvrđuje da je za sjetvu upotrijebljeno kvalitetno sjeme. Najveći procenat posijanog sjemena je nikao, tako da je ocjena nicanja za sve linije i sorte bila 9. Do sličnih podataka došli su Leto i sar. (1998) kod istraživanja obavljenih u brdsko-planinskom području konatatovano je nicanje crvene djeteline u nperiodu od 7 do 13 dana nakon sjetve.

Početak cvjetanja u prvom otkosu prve godine bio je od 75 do 94 dana nakon sjetve. Najraniji početak cvjetanja imali su genotipovi DS-1 i Kolubara kod kojih je početak cvjetanja evidentiran 27. jula, odnosno 75 dana nakon sjetve. Najkasniji početak cvjetanja je imala sorta Viola 15. avgusta, odnosno 94 dana nakon sjetve (Tabela 1). U prvom otkosu druge godine najranije je počela cvjetati sorta Nike 21. maja, odnosno 62 dana nakon kretanja vegetacije, sorta Viola najkasnije 30. maja, odnosno 65 dana nakon kretanja vegetacije (Tabela 2). Početak cvjetanja u drugom otkosu druge godine bio je u intrvalu od 35 do 44 dana nakon kosidbe prvog otkosa (Tabela 1). Sjetvom domaćih populacija crvene djeteline u proljećnom periodu Miladinović (1965) je utvrdio broj dana do početka cvjetanja u prvom otkosu prve godine korišćenja koji je bio u intervalu od 76 do 81 dan. U našim istraživanjima u prvom otkosu u prvoj godini svi genotipovi osim sorte Viole su počeli cvjetati u periodu od 75 do 82 dana nakon sjetve. Do početka punog cvjetanja bio je neophodan duži period u prvom otkosu prve godine od 96 do 112 dana nakon sjetve. U drugom otkosu druge godine je bio neophodan znatno kraći vremenski period u odnosu na prvu godinu, kretao se u intervalu od 49 do 61 dan nakon

kosidbe prvog otkosa. Najranije puno cvjetanje u drugom otkosu druge godine imali su genotipovi: DS-2, DS-4 i Nike 18. jula (Tabela 1).

Tabela 1. Trajanje fenofaza kod crvene djeteline (datum početka fenofaze i broj dana-broj u zagradi)- od sjetve do početka fenofaze u prvom otkosu prve godine (2010), a u drugom druge godine (2011) od kosidbe prvog otkosa do početka fenofaze.

Table 1. Duration phenophases of red clover the start date of the phenophase and number of days- (number in bracket)- from sowing to the beginning of the phenophase in the first crop of the first year (2010) and from of the first slope until the beginning of the phenophase in the second crop the second year (2011).

Genotip <i>Genotype</i>	Nicanje <i>Sprung</i>	Početak cvjetanja <i>Beginning of flowering</i>	Puno cvjetanje <i>Full of flowering</i>	Sazrijevanje sjemena <i>Maturation seeds</i>	Puna zrelost sjemena <i>Full maturity of the seeds</i>
Prvi otkos 2010. godine <i>First crop 2010. Year</i>					
DS-1	23.05. (10)	27.07. (75)	17.08. (96)	11.09. (121)	30.09.(140)
DS-2	22.05. (9)	29.07. (77)	18.08. (97)	10.09. (120)	29.09.(139)
DS-3	23.05. (10)	29.07. (77)	19.08. (98)	08.09. (118)	28.09.(138)
DS-4	22.05. (9)	01.08. (80)	17.08. (96)	09.09. (119)	29.09.(139)
Nike	23.05. (10)	01.08. (80)	17.08. (96)	07.09. (117)	26.09.(136)
Viola	25.05. (12)	15.08. (94)	02.09. (112)	23.09. (133)	03.10.(143)
Kolubara	22.05. (9)	27.07. (75)	19.08. (98)	12.09. (122)	30.09.(140)
Start	24.05. (11)	03.08. (82)	21.08. (100)	10.09. (120)	29.09.(139)
Genotip <i>Genotype</i>	Kretanje vegetacije <i>Start of vegetation</i>	Početak cvjetanja <i>Beginning of flowering</i>	Puno cvjetanje <i>Full of flowering</i>	Sazrijevanje sjemena <i>Maturation seeds</i>	Puna zrelost sjemena <i>Full maturity of the seeds</i>
Drugi otkos 2011. godine <i>Second crop 2011. Year</i>					
DS-1	06.06. (7)	08.07. (39)	20.07. (51)	29.07. (60)	12.08. (74)
DS-2	05.06. (6)	05.07. (36)	18.07. (49)	27.07. (58)	11.08. (73)
DS-3	06.06. (7)	07.07. (38)	20.07. (51)	28.07. (59)	12.08. (74)
DS-4	05.06. (6)	05.07. (36)	18.07. (49)	27.07. (58)	11.08. (73)
Nike	05.06. (6)	04.07. (35)	18.07. (49)	26.07. (57)	09.08. (71)
Viola	07.06. (8)	13.07. (44)	30.07. (61)	05.08. (67)	15.08. (77)
Kolubara	05.06. (6)	06.07. (37)	19.07. (50)	27.07. (58)	12.08. (74)
Start	06.06. (7)	08.07. (39)	20.07. (51)	29.07. (60)	11.08. (73)

Sazrijevanje sjemena u prvoj godini odvijalo se u septembru mjesecu koji je bio karakterističan po nižoj srednjoj mjesečnoj temperaturi i većoj količini padavina u odnosu na višegodišnji prosjek za mjesec septembar. Do sazrijevanja sjemena u drugom otkosu druge godnine bio je neophodan kraći vremenski period u odnosu na prvi otkos u

prvoj godini, nastupanje i ove faze ovisilo o genotipu (Tabela 1). Puna zrelost sjemena prve godine ispitivanja je nastupila u periodu od 136 do 143 dana nakon sjetve. U drugom otkosu druge godine puna zrelost sjemena bila je od 71 do 77 dana nakon kosidbe prvog otkosa. U obje godine sjeme je najranije sazrelo kod sorte Nike, a najkasnije kod sorte Violen (Tabela 1).

Kosidba prvog otkosa u drugoj godini je obavljena 30. maja. Sorte Viola i Start su nešto slabije bokorile-ocjena sedam, svi ostali genotipovi su bokorili bolje-ocjene 9. Kretanje vegetacije-regeneracija nakon kosidbe prvog otkosa bila je od 6 do 8 dana nakon kosidbe ovisno o genotipu (Tabela 2). U istraživanjima Gatarića i sar. (2010) kosidba zelene mase crvene djeteline - prvog otkosa druge i treće godine u agroekološkim uslovima Manjače obavljena je u prvoj dekadi juna mjeseca.

Tabela 2. Prezimljavanje biljaka u 2010/11. godini (%), kretanje vegetacije u 2011. godini (datum kretanja) i početak cvjetanja u prvom otkosu u 2011. godini datum početka fenofaze i broj dana- (broj u zagradi)- od kretanja vegetacije.
Table 2. Overwintering plants in 2010/11 year (%), start of vegetation in 2011 year (date of start vegetation) and the beginning of flowering at the first crop in the 2011. year, the start date of the phenophase and number of days- (number in bracket)- from the start of vegetation.

Genotip <i>Genotype</i>	DS-1	DS-2	DS-3	DS-4	Nike	Viola	Kolubara	Start
Prezimljavanje % Overwintering %	89,72	97,16	95,52	95,30	88,98	85,44	90,91	89,17
Kretanje vegetacije <i>Start of vegetation</i>	20.03.	20.03.	22.03.	20.03.	20.03.	26.03.	22.03.	23.03.
Početak cvjetanja <i>Beginning of flowering</i>	26.05. (67)	25.05. (66)	28.05. (67)	23.05. (64)	21.05. (62)	30.05. (65)	28.05. (67)	26.05. (64)

Na osnovu broja preživjelih biljaka ocjena prezimljavanja za sve genotipove je sedam. Može se zaključiti da su sve linije i sorte dobro podnijele zimski period. Prezimljavanje se kretalo od 85,44% kod sorte Violen do 97,16% kod linije DS-2. Linije su imale veći broj prezimjelih biljaka u odnosu na sorte (Tabela 2). Istraživanjima obavljenim u Hrvatskoj Leto i sar. (1998) su utvrdili da je najveće prezimljavanje u trećoj godini imala sorta Croatia (37,1%) u Maksimiru, i Nada (60,8%) na Medvednici.

Popović i sar. (2007) utvrdili su da je nakon dvogodišnjeg istraživanja prosječan udio preživjelih biljaka populacija/sorti crvene djeteline bio od 34,10% do 86,24%. Za visok udio preživjelih biljaka istraživanih populacija smatraju da je posljedica ciljane selekcije na dugovječnost i višegodišnjeg izbora genotipova otpornih na abiotske stresove. Pored genetičke osnove na dugovječnost materijala mogu uticati i drugi faktori, poput bolesti i raznih štetnika. Početak kretanja vegetacije u proljeće 2011. godine, bilo je od 20. do 26. marta (Tabela 2). Vasiljević i sar. (2001) navode da je kretanje vegetacije crvene djeteline sorti Kolubara i K-9 u prvom otkosu bilo u trećoj

dekadi februara mjeseca na lokalitetu Kruševac, a na lokalitetu Novi Sad u prvoj dekadi aprila mjeseca.

Zaključak

Fenofaze početak cvjetanja, puno cvjetanje, sazrijevanje sjemena i puna zrelost sjemena nastupaju znatno brže u drugom otkosu druge godine u odnosu na prvi otkos prve godine. U ovim istraživanjima velika količina padavina u prvoj godini dovela je do produžetka vremenskog perioda od sjetve do nastupanja određene fenološke faze. Sve linije i sorte su imale dobro i ujednačeno nicanje, vosoku otpornost na zimske uslove i brzu regeneraciju nakon kosidbe prvog otkosa u drugoj godini života.

Literatura

- Vasiljević, S., Milić, D., Karagić, Đ., Bokan, N., Dugalić, G. (2011). Variranje kvaliteta krme crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) zavisno od sorte i otkosa. Zbornik radova XVI, Savetovanja o biotehnoogiji, Agronomski fakultet, Čačak, str. 27-32.
- Vučković, S. (1999). Krmno bilje. Monografija. Institut za istraživanja u poljoprivredi, Srbija, Beograd i Bonart, Nova Pazova.
- Gatarić, Đ. (2005). Sjemenarstvo sa osnovama oplemenjivanja. Univerzitet u Banjoj Luci.
- Gatarić, Đ., Radić, V., Đurić, B., Kovačević, Z., Petković, B. (2010). Varijabilnost produktivnih osobina i kvaliteta krme genotipova crvene djetelie (*Trifolium pratense* L.). Agroznanje. Vol. 11, br. 3, str. 117-123.
- Gatarić, Đ., Drinić, M., Radić, V., Kralj, A. (2014). Proizvodnja na oranicama i hranljiva vrijednost krmnog bilja. Univerzitet u Istočnom Sarajevu.
- Gaudin, C. M. A., Westra, S., Loucks, E. S. C. Janovicek, K., Martin, C. F., Deen, W. (2013). Review Improving Resilience of Northern Field Crop Systems Using Inter-Seeded Red Clover A Review. *Agronomy* 3, pp. 148-180.
- Katić, S., Mihailović, V., Karagić, Đ., Milić, D., Vasiljević, S. (2004). Uticaj vremena košenja na prinose i kvalitet krme lucerke i crvene deteline. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sveska 40, str. 389-402.
- Leto, J., Knežević, M., Kozumplik, V., Maćešić, D. (1998). Morfološka svojstva kultivara crvene djeteline u nizinskom i brdsko-planinskom području. Poljoprivredna znanstvena smotra. Vol. 63, br. 3, str. 139-146.
- Mihailović, V., Katić, S., Čupina, B., Vasiljević, S., Karagić, Đ., Pataki, I., Mikić, A., Milić, D. (2008). Rezultati u oplemenjivanju, agrotehnici i semenarstvu krmnih biljaka u institutu za ratarstvo i povrtarstvo. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sveska 45, str. 81-101.
- Miladinović, M. (1965). Biološke osobine i privredna vrednost populacija crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) u S.R. Srbiji. Doktorska disertacija. Univerzitet u Kragujevcu.
- Ocokoljić, S. (1975). Leptiraste biljke u ishrani stoke. Nolit, Beograd.
- Osztoics, E., Csathó, P., Németh, T., Baczó, Gy., Magyar, M., Radimsky, L., Osztoics, A. (2005). Influence of Phosphate Fertilizer Sources and Soil Properties on Trace

- Element Concentrations of Red Clover. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36, pp. 557-570.
- Popović, S., Tucak, T., Čupić, M., Stjepanović, M. (2007). Varijabilnost populacija crvene djeteline procijenjena morfo-agronomskim svojstvima. Agronomski glasnik 6, str. 483-494.
- Sivesind, E., Seguin, P. (2005). Effects of the Environment, Cultivar, Maturity, and Preservation Method on Red Clover Isoflavone Concentration. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53 (16), pp. 6397-6402.

PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF RED CLOVER (*Trifolium pratense* L.) IN THE HILY AREA OF CITY BANJA LUKA

Borislav Petković¹, Ilija Komljenović², Vesna Milić³

Abstracts

The aim of our research was to determine the period the appearance of the phenology phases of the four lines of red clover DS-1, DS-2, DS-3 and DS-4 and four varieties of red clover Kolubara, Viola, Nike and Start in the first swath of the first year and the first and second swath of the second year. The research was determined the time period (number of days) from the spring sowing of red clover in 2010th year to the emergence of phenology phases sprung, the beginning of flowering, a full of flowering, seed maturation and full maturity of the seed. The second year was determined beginning of performance phenology phases the start of vegetation and beginning of flowering in the first swath, as well as beginning of flowering, full flowering, ripening of the seeds and full maturity of the seed in the second swath. Most of the phenology phases at the earliest variety Viola, while the earliest in the variety Nike. The monitored phenology phases perform faster in the second year of life in related to the first one. Appearance of the phenology phase of red clover, beside the life time of period, it is also conditioned also weather conditions.

Key words: red clover, phenology phases, development, vegetation, overwintering.

¹Centre for Development of Agriculture and Villages, Vojvode Momčila 10-12, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina (borislav.p1980@gmail.com)

²University of Banja Luka, Faculty of Agriculture Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

³University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture East Sarajevo, Vuka Karadžića 30, East Sarajevo Bosnia and Herzegovina

PRINOS I FLORISTIČKI SASTAV SEJANIH TRAVNJAKA NAKON VIŠEGODIŠNJEG ISKORIŠĆAVANJA

Dalibor Tomić^{1}, Vladeta Stevović¹, Dragan Đurović¹, Nikola Bokan¹, Jasmina Knežević², Đorđe Lazarević³, Vladimir Zornić³*

Izvod: Cilj rada je bio da se analizira produktivnost i floristički sastav travnjaka, nakon višegodišnjeg iskorišćavanja travno-detelinskih smeša. Faktorijalni ogled je postavljen 2014. godine u Čačku po potpuno slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja, sa veličinom elementarne parcele 5m². Paralelno su zasejane tri travno detelinske smeše: crvena detelina (Kolubara) u kombinaciji sa francuskim ljuljem (K12), ježevicom (Amba) i visokim vijukom (K20). Nakon treće godine iskorišćavanja, crvene deteline više nije bilo, a na travnjaku su ostale sejane trave i korovi. Analize su vršene na tri dobijena otkosa u petoj godini gajenja (2018). U sva tri otkosa, najveći prinos krme i sena je imao visoki vijuk. Ukupni prinos sena u svim otkosima je iznosio kod francuskog ljulja 13,5 t ha⁻¹, kod ježevice 9,74 t ha⁻¹, a kod visokog vijuka 17,2 t ha⁻¹. Značajno manji udeo korova u prva dva otkosa je zabeležen kod visokog vijuka i francuskog ljulja u odnosu na ježevicu, dok je u trećem otkosu udeo korova bio značajno manji kod visokog vijuka u odnosu na francuski ljulj i ježevicu.

Gljučne reči: francuski ljulj, ježevica, visoki vijuk, prinos, korovi

Uvod

Travnjaci predstavljaju najrasprostranjeniju biljnu zajednicu na svetu i u Srbiji. Oni su najznačajniji izvor stočne hrane za životinje i veoma su važna komponenta ekološkog sistema u zaštiti zemljišta od erozije.

Travna masa proizvedena na dobrim travnjacima, naročito sejanim travno-leguminoznim smešama, obezbeđuje veoma pogodnu hranu za goveda i ovce u pogledu sastava i hranljive vrednosti. Proizvodna vrednost travnjaka se ne ocenjuje samo veličinom prinosa, već veliku ulogu ima i kvalitet hranljivih materija, od koga u velikoj meri zavisi stočarska proizvodnja (Ocokoljić, 1983.). Floristički sastav travnjaka je pokazatelj produktivnosti i kvaliteta krme (Fraser et al., 1997.). Korovi na travnjacima zauzimaju i umanjuju vegetacioni prostor korisnih biljaka, brže koriste i iscrpljuju mineralne materije i vodu od korisne flore, koja zato gladuje i zaostaje u porastu, pati od suše, podbacuje u prinosu i kvalitetu i uginjava (Mišković, 1986.).

Cilj rada je bio da se analizira produktivnost i floristički sastav travnjaka, odnosno udeo korisnih trava i korovskih vrsta, nakon četiri godine iskorišćavanja travno-detelinskih smeša.

¹ Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija, dalibort@kg.ac.rs;

² Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, 38219, Lešak, Srbija;

³ Institut za krmno bilje, 37251 Globoder, Kruševac, Srbija.

Materijal i metode rada

Ogled je postavljen 2014. godine u Čačku (43°54'39.06" H, 20°19'10.21" E. 246 m n.v.) na zemljištu tipa lesivirana smonica, kisele reakcije (pH H₂O = 4,8), koje sadrži 3,2% organskih materija, 0% CaCO₃, 22,08 mg P₂O₅, 30,0 mg K₂O na 100g zemljišta. Osnovna obrada je izvršena oranjem na dubini od 30 cm, a predsetvena priprema freziranjem na dubinu od 10 cm. Pre setve i nakon svake vegetacione sezone u zemljište je uneto 300 kg ha⁻¹ NPK (15:15:15).

Faktorijalni ogled je postavljen po potpuno slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja sa veličinom elementarne parcele 5m² (5x1 m). Paralelno su zasejane tri travno detelinske smeše: crvena detelina i francuski ljulj, crvena detelina i ježevica i crvena detelina i visoki vijuk. Nakon treće godine iskorišćavanja, crvene deteline više nije bilo, a na travnjaku su ostale sejane trave i korovi. Za setvu je korišćena sorta francuskog ljulja K12, sorta ježevice Amba, sorta visokog vijuka K20 i sorta crvene deteline kolubara. Setva je obavljena na rastojanju 20 cm međuredno (trave i crvena detelina su sejani u iste redove), sa količinom semena 12 kg ha⁻¹ crvene deteline i 12 kg ha⁻¹ trava. Usev je gajen bez primene navodnjavanja.

Analize su vršene na tri dobijena otkosa u petoj godini gajenja (2018). Praćeni su sledeći parametri: prinos zelene krme, prinos sena, udeo trave i udeo korova. Prinos zelene krme je određen merenjem ukupne mase sa eksperimentalne parcele odmah nakon košenja i izražen u kg ha⁻¹. Košenje je vršeno u fenofazi klasanja trave. Posle košenja, sa svake elementarne parcele je uzet uzorak od 500 g koji je sušen na sobnoj temperaturi, a nakon merenja suvog uzorka, preračunavanjem je određen prinos sena u kg ha⁻¹. Iz odmerenog uzorka posle sušenja je određeno težinsko učeće trave (koje su sejane) i ostalih biljnih vrsta (korova).

Tokom 2018. godine su zabeležena dva sušna perioda, april-maj i avgust-oktobar, dok su u junu i julu zabeležene visoke mesečne količine padavina od preko 200 mm.

Dobijeni rezultati su obrađeni metodom analize varijanse jednofaktorskog ogleda (ANOVA) upotrebom SPSS 4.5 softvera. Značajnost razlika srednjih vrednosti je određena LSD-testom

Rezultati istraživanja i diskusija

U sva tri otkosa, značajno veći prinos krme u odnosu na francuski ljulj i ježevicu je imao visoki vijuk (Tabela 1). Prema Krstić i sar. (1982.), sorte visokog vijuka K19 i K20 daju visok prinos krme, uz veliki udeo lisne mase, visokog kvaliteta. Na ogledu postavljenom na Kopaoniku 1991. godine, sa 11 sorti, 7 različitih vrsta trave, najveći prinos su ostvarile dve sorte visokog vijuka (Tomić i sar., 2002.). Prema navodima Vučkovića (1999.), ježevica može u povoljnim agroekološkim uslovima ostvariti prinos zelene biomase 40-65 t ha⁻¹. U trogodišnjim ispitivanjima Mihajlović i sar. (2001.) su sa više sorti ježevice ostvarili prosečan prinos zelene mase od 42-46,5 t ha⁻¹. Manji prinos ježevice u ovim istraživanjima je posledica proređenosti useva usled višegodišnjeg iskorišćavanja.

Najveći prinos sena je takođe zabeležen kod visokog vijuka. Međutim značajno veći prinos sena je imao i francuski ljulj u odnosu na ježevicu, što je rezultat većeg sadržaja suve materije usled ranijeg stasavnaja.

Tabela 1. Prinos i sastav sejanoj travnjaka u petoj godini proizvodnje.
Table 1. Yield and composition of sown grassland in the fifth year of production

	Travna vrsta <i>Grass species</i>	Prinos krme <i>Forage yield</i> (t ha ⁻¹)	Prinos sena <i>Hay yield</i> (t ha ⁻¹)	Udeo trava Share of grass (%)	Udeo korova Share of weeds (t ha ⁻¹)
1. otkos <i>1. cut</i>	fr. ljulj	22,022 b	8,006 b	89,7 a	10,3 b
	ježevica	18,622 b	5,292 c	44,2 b	55,8 a
	v. vijuk	33,200 a	9,676 a	95,0 a	5,0 b
2. otkos <i>2. cut</i>	fr. ljulj	8,817 b	2,752 b	89,0 a	11 b
	ježevica	7,033 b	2,213 c	73,96 b	26,04 a
	v. vijuk	10,900 a	3,396 a	92,17 a	7,83 b
3. otkos <i>3. cut</i>	fr. ljulj	4,583 b	2,742 b	95,65 b	4,35 a
	ježevica	4,117 b	2,235 c	94,94 b	5,06 a
	v. vijuk	8,633 a	4,134 a	98,48 a	1,52 b

Vrednosti obeležene različitim malim slovima po kolonama se značajno razlikuju ($P < 0,05$) u skladu sa LSD testom ($P < 0,05$). The values denoted with different small letters within columns are significantly different ($P < 0,05$) in accordance with the LSD test.

Ukupni prinos sena u sva tri otkosa kod francuskog ljulja je iznosio 13,5 t ha⁻¹, kod ježevice 9,74 t ha⁻¹, a kod visokog vijuka 17,2 t ha⁻¹. Krstić i sar. (1982.), navode da sorte visokog vijuka K19 i K20 daju visok prinos sena visokog kvaliteta, do preko 13 t ha⁻¹. Prema Tomić i sar. (2002.) sorta visokog vijuka K19 je u agroekološkim uslovima Kopaonika ostvarila prinos sena od 21,20 t ha⁻¹, dok je sorta K20 ostvarila prinos od 20,24 t ha⁻¹. Autori takođe navode da je prosečan prinos sena sorte francuskog ljulja K12 iznosio 12,5 t ha⁻¹. Đukić i sar. (2008.) ukazuju ukazuju da visoki vijuk ima najveći proizvodni potencijal za prinos biomase i može da ostvari prinos od 13-18 t ha⁻¹, a francuski ljulj 5-10 t ha⁻¹.

Na našim proizvodnim parcelama se može postići prinos sena ježevice od 10-14 t ha⁻¹ (Gatarić i sar., 2014.). Prinosi zavise od uslova gajenja i agrotehničkih mera, ali i od sorte, s obzirom da postoje selekcionisane sorte za posebne namene, kao sorte za proizvodnju sena, senaže i sorte namenjene za ispašu. Sokolović i sar. (2004.) su u trogodišnjem ispitivanju više genotipova ježevice dobili prosečan prinos suve materije od 9,20-10,59 t ha⁻¹. Od ukupnog prinosa suve materije u prvom otkosu je ostvareno 69,63%, a zajedno u drugom i trećem košenju 30,7%. Prema Đukić i sar. (2008.), u zavisnosti od uslova uspevanja, i drugih činilaca, u prvom redu od količine mineralnih hraniva, ježevica može da ostvari ukupan godišnji prinos 12-16 t ha⁻¹ suve materije. Po visini prinosa biomase ježevica može da se upoređuje sa visoko prinosnim sortama visokog vijuka i drugim prinosnim vrstama.

Značajno manji udeo korova u prvom i drugom otkosu su imali visoki vijuk i francuski ljulj u odnosu na ježevicu. U trećem otkosu udeo korova je bio manji u odnosu na prethodna dva otkosa, a značajno manji udeo korova je imao visoki vijuk u odnosu na francuski ljulj i ježevicu. Prema Đukić i sar. (2008.), udeo korova na varijanti sa visokim vijukom u prvom otkosu je bio 4,64%, a u drugom 7,1%. Ovako mali udeo

korova se može objasniti biološkom činjenicom da visoki vijuk pripada grupi višegodišnjih biljaka sa dužinom života preko 10 godina. Zahvaljujući sposobnosti bokorenja, biljke brzo osvajaju površinu, te nakon nekoliko godina u smeši dominira samo ova vrsta. Živanović-Katić (2004.) navodi da se u retkim usevima korovi masovno javljaju, troše hranljive materije i vodu, i utiču na smanjenje prinosa gajenih biljaka, dok usevi sa gušćim sklopom „guše” korove i onemogućavaju njihovu masovniju pojavu.

Korovske vrste koje su bile zastupljene na ogledu su: poponac (*Convolvulus arvensis*), cikorija (*Cichorium intybus*), hajdučka trava (*Achillea millefolium*), maslačak (*Taraxacum officinale*), medunica (*Holcus lanatus*), crvena detelina (*Trifolium pretense*), velika bokvica (*Plantago major*), jednogodišnja krasolika (*Erigeron annuus*). Erić (2016.) navodi da su najčešće vrste korova na travnjacima: hajdučka trava, bela rada, glatka čekinja, različak, palamida, maslačak, obični rožac, uskolisna bokvica, širokolisna bokvica, bela detelina, mali kiseljak, troskot, mišjakinja, obični crnjevac, sitnogrozdasta veronika. Najrašireniji travni korovi na travnjaku su: pirevina, zubača, jednogodišnja livadarka i veliki muhar.

Zaključak

U sva tri otkosa, najveći prinos krme je imao visoki vijuk. Najveći prinos sena je takođe zabeležen kod visokog vijuka, s tim što je veći prinos sena imao i francuski ljulj u odnosu na ježevicu. To je rezultat većeg sadržaja suve materije usled ranijeg stasavanja.

Ukupni prinos sena u sva tri otkosa je bio od 9,74 t ha⁻¹ kod ježevice, 13,5 t ha⁻¹ kod francuskog ljulja do 17,2 t ha⁻¹ kod visokog vijuka.

Značajno manji udeo korova u prva dva otkosa je zabeležen kod visokog vijuka i francuskog ljulja, dok je u trećem otkosu udeo korova bio značajno manji kod visokog vijuka u odnosu na francuski ljulj i ježevicu.

Najzastupljenije korovske vrste na ogledu su bile: poponac, cikorija, hajdučka trava, maslačak, medunica, crvena detelina, velika bokvica, jednogodišnja krasolika.

U poređenju sa ostalim istraživanjima koja su obuhvatala gajenje čistih useva trava u ranijim godinama proizvodnje, u ovom eksperimentu su dobijeni prinosi koji su bili na sličnom nivou ili ne mnogo niži, što može opravdati produženo iskorišćavanje ovakvih travnjaka.

Napomena

Rad je deo istraživanja na projektu TR-31016, finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Đukić D., Stevović V., Janjić V. (2008). Proizvodnja stočne hrane na oranicama i travnjacima. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad; Agronomski fakultet, Čačak, 591.
- Erić P., Čupina B., Krstić Đ., Vujić K. (2016). Travnjaci. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 435.

- Fraser T.J., Rowarth J.S, Knight L.T. (1997). Pasture Species Effects on Animal Performance. Proceedings of the XVIII International Grassland Congress, Winnipeg, Manitoba, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 29-23.
- Gatarić Đ., Drinić M., Radić V., Kralj A. (2014). Proizvodnja na oranicama i hranjiva vrednost krmnog bilja. Poljoprivredni fakultet, Istočno Sarajevo, 306.
- Krstić O., Tešić-Jovanović B., Tomić Z. (1982). Osobine sorti visokog vijuka. Zbornik radova IV jugoslovenskog simpozijuma o krmon bilju, Novi Sad, 84-96.
- Mihajlović I., Mladenović G., Vučković S. (2001). Proizvodne karakteristike trava u agroekološkim uslovima istočne Srbije. J. Sci. Agric. Research/Arh. poljoprivredne nauke 62, 220 (2001/vanredna sv.), Beograd, 267-274.
- Mišković B. (1986). Krmno bilje. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 503.
- Ocokoljić S., Mijatović M., Čolić D., Bošnjak D., Milošević P. (1983). Prirodni i sejani travnjaci: proizvodnja i iskorišćavanje. Nolit, Beograd, 410.
- Sokolović D., Ignjatić S., Tomić Z. (2004). Prinos i kvalitet krme eksperimentalnih genotipova višegodišnjih trava. X simpozijum o krmnom bilju Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učešćem, Čačak, 9(17): 135-142.
- SPSS 4.5 Inc. (1993). STATISTICA for Windows (Computer program manual). Tulsa. OK
- Tomić Z., Sokolović D., Ignjatović S., Žujović M., Negovanović D, Krnjaja V., Nešić Z., Vorkapić M. (2002). Chemical Composition of Domestic and Foreign Cultivars of Perennial Grasses According to Cuts For Animal. 15th Symposium on Innovation in Animal Science and Production, Biotechnology in Animal Husbandry, 18(5- 6): 251-256.
- Vučković S. (1999). Krmno bilje. Monografija, Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd, 553.
- Živanović-Katić S. (2004). Uticaj kalcizacije na floristički sastav korovske zajednice i prinos strnih žita. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1-166.

YIELD AND FLORISTIC COMPOSITION OF SOWN GRASSLANDS AFTER MULTI-YEAR EXPLOITATION

Dalibor Tomić^{1}, Vladeta Stevović¹, Dragan Đurović¹, Nikola Bokan¹, Jasmina Knežević², Đorđe Lazarević³, Vladimir Zornić³*

Abstract

The aim of this paper was to analyze the productivity and floristic composition of the grasslands, after multi-years exploitation of grass-legume mixtures. The trial was set up in 2014 in Čačak by a completely randomized block design, in three repetitions with the size of an elementary plot of 5 m². Three grass-clover mixtures were sown parallel: red clover (Kolubara) in combination with tall oat grass (K12), orchard grass (Amba) and tall fescue (K20). After the third year of exploitation, the red clover was gone, and grass and weeds remained on the grassland. The analysis were carried out on three obtained cuts in the fifth year of cultivation (2018). In all three cuts, the highest forage and hay yield had a tall fescue. The total hay yield in all three cuts was at the tall oat grass 13.5 t ha⁻¹, at the orchard grass 9.74 t ha⁻¹, and at the tall fescue 17.2 t ha⁻¹. A significantly lower share of the weed in the first two cuts was recorded at the tall fescue and tall oat grass, while in the third cut the share of weeds was significantly lower at the tall fescue in compare to tall oat grass and orchard grass.

Key words: tall oat grass, orchard grass, tall fescue, yield, weeds

¹ Univerzity of Kragujevac, Faculty of agronomy in Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia, dalibort@kg.ac.rs

² Univerzity of Priština, Faculty of agriculture, Kopaonička bb, 38219, Lešak, Serbia

³ Institute of Forage Crops, 37251 Globoder, Kruševac, Serbia

EFFECT OF EXTRACTION SOLVENTS ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF INDUSTRIAL HEMP EXTRACTS

Dejan Prvulović¹, Sonja Gvozdenac², Marijana Peić Tukuljac¹,
Đorđe Malenčić¹, Biljana Kiprovska², Vladimir Sikora², Dragana Latković¹

Abstract: The objective of this study was to determine the content of phenolic compounds (total phenolics, total tannins and total flavonoids) and antioxidant capacity by six different assays in industrial hemp (‘Helena’ variety) extracted by four different extraction solvents: 70% methanol, 70% ethanol, 70% acetone and water. Out of the four solvent mixtures evaluated in the current study for the extraction of phenolic compounds, the use of 70% acetone yielded to the highest total contents of phenolics and exhibited the highest antioxidant activity in all performed assays.

Key words: antioxidant capacity, *Cannabis sativa* L., hemp, phenolics

Introduction

Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) is a quick growing annual dioecious or monocious plant with a multitude of uses. Morphologically, the male and the female plants do not differ much with regards to their vegetative growth and they can be identified only during flowering (Kaushal, 2012).

Hemp is known throughout the world and has been cultivated for thousands of years. Because of its unique properties, hemp is valuable for the bio-based economy. Hemp can be grown as a fiber, seed, or dual-purpose crop. Hemp fibers are used in fabrics and textiles, paper, construction and insulation materials etc. However, hemp has far more potential as an oilseed crop than as a fiber crop at this time (Karus and Vogt, 2004). Industrial hemp is currently witnessing a revival, because of its rich spectrum of bioactive compounds, its fibers and its agricultural features, namely lower water requirement with respect to other crops, good resistance to pest and drought, well-developed root system preventing soil erosion etc. (Andre et al., 2016).

There is also a growing interest over the valorization of hemp secondary metabolites. Seeds of hemp are a rich source of proteins, arginine and essentially polyunsaturated fatty acids. The whole plant is rich in different phytochemicals, including cannabinoids, terpenes and phenolic compounds (Andre et al., 2016). Flours from hemp are also a rich source of bioactive compounds from the polyphenols group (Mikulec et al., 2019).

The aim of this study was to investigate the antioxidant capacity of industrial hemp cv. ‘Helena’ affected by different extraction solvents and to determine the relationship between the antioxidant activity of extracts and different phenolic groups in hemp flowering tops.

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia (dejanp@polj.uns.ac.rs)

²Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

Material and methods

The analysis was performed on industrial (fiber) monoecious hemp variety ‘Helena’ supplied by the Institute of Field and Vegetable Crops, Department for Alternative Crops, Novi Sad, Serbia. Plants used for analysis were harvested in flowering phase and only flowering tops were used. Industrial hemp flowering tops were dried till constant weight and then grounded to a fine powder using laboratory mill. One gram of plant material was extracted overnight with 50 mL of 70% acetone, 70% ethanol or 70% methanol. Aqueous extracts were prepared with boiling distilled water. The extracts were filtered and kept refrigerated until assayed.

The contents of total phenolics (TP) and total tannins (TT) was determined using a Folin-Ciocalteu colorimetric method (Nagavani and Raghava Rao, 2010) and the results were expressed in milligrams of quercetin equivalents per 1 g of dry plant weight (mg QE/g). Data are reported as means for at least three replications for all performed assays. The total flavonoids (TF) content was determined spectrophotometrically (Saha et al., 2013). The amount of flavonoids was calculated as a quercetin equivalent (QE) from the calibration curve of quercetin standard solutions.

Scavenging of free radicals was tested in a DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) acetone solution (Lai and Lim, 2011). The degree of decoloration of solution indicates the scavenging efficiency of the substance added. The standard curve was constructed using different concentrations of Trolox, and the results were expressed as mg Trolox equivalents per gram of dry plant material (mg TE/g). Ferric-reducing antioxidant power (FRAP) assay was carried out according to the procedure described in the literature (Valentão et al., 2002). The ABTS assay was based on a method developed by Miller et al. (1993). Methanolic solution of known Trolox concentrations were used for calibration and the results were expressed as mg Trolox equivalents per g of dry plant material (mg TE/g). The total antioxidant activity (TAA) of plant extracts were evaluated by phosphomolybdenum method as reported by Kalaskar and Surana (2014). Trolox was used as a standard. A reducing power assay (total reduction capacity-TRC) was performed by method of Saha et al. (2013). The standard curve for total antioxidant activity was plotted using Trolox solution. The superoxide free radical scavenging activity was carried out by NBT (nitroblue tetrazolium) test (Kalaskar and Surana, 2014). The results were expressed as number of International Units (IU) of superoxide dismutase (SOD) equivalents per gram of dry plant material (IU SOD/g).

Statistical analysis. Results were expressed as a mean value of determinations of 3 independent samples made in triplicates. Statistical significance was tested by analysis of variance followed by a comparison of means by Duncan’s multiple range test ($P < 0.05$) calculated using STATISTICA for Windows version 12.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA). Stepwise multiple regression analyses were used to determine correlation among variables.

Results and discussion

The content of total phenolics (TP), total tannins (TT) and total flavonoid (TF) was examined and the results are presented in table 1. Content of phenolic compounds

depends on many different factors: The different solvent extraction systems showed a wide range of TP concentrations from 2.107 up to 6.316 mg QE/g. The TP content values were significantly different among different solvent systems used for extraction. In particular, 70% acetone extract of flowering tops showed the highest TP content, followed by 70% ethanol and 70% methanol extracts while the aqueous extract possesses the lowest concentration of TP. This data are partially in the agreement with results of other researchers (Mkpenie et al., 2012). Our previous research on soybean seeds demonstrates that 70% acetone solvent is superior solvent over 70% methanol and 70% ethanol systems in extracting TP from plant material (Prvulović et al., 2016). Kosakowska et al. (2018) also found that ethanolic (60%) solvent system extract significantly more phenolic components compared with pure water extraction system from roseroot underground organs.

Tabela 1. Sadržaj fenolnih jedinjenja u ekstraktima konoplje
 Table 1. Content of phenolic compounds in extracts of industrial hemp

Parametar <i>Parameter</i>	Estrakcioni rastvarač <i>Extraction solvent</i>			
	Voda <i>Water</i>	70% metanol <i>70% Methanol</i>	70% etanol <i>70% Ethanol</i>	70% aceton <i>70% Acetone</i>
Ukupni fenoli ¹ <i>Total phenolics¹</i>	2.107 ± 0.301a	5.576 ± 0.063b	5.767 ± 0.260b	6.316 ± 0.224c
Ukupni tanini ¹ <i>Total tannins¹</i>	0.760 ± 0.036a	2.378 ± 0.148b	2.321 ± 0.113b	0.929 ± 0.025c
Ukupni flavonoidi ¹ <i>Total flavonoids¹</i>	0.125 ± 0.014a	3.740 ± 0.167b	4.467 ± 0.026c	3.245 ± 0.689b
¹ mg kvercetina/g suvog biljnog materijala ¹ mg quercetin equivalents/g dry plant material (mg QE/g) a-c vrednosti u okviru istog reda sa različitom slovnom oznakom se statistički značajno razlikuju (P < 0,01) a-c values without the same letter within each row differ significantly (P < 0.01)				

Tannins are very useful from an agricultural point of view, as a protector from biotic stress, but they are undesirable compounds when plant-parts are consumed as food. Tannins are synthesized in plants not only through genetic determinants, physiological demands and evolution-controlled protection needs, but also by the influence of biotic and abiotic stress factors (Furlan et al., 2010). The range of total tannins in tested hemp flowering tips varied between 0.760 and 2.378 mg QE/g. Methanolic and ethanolic solvent systems extracted 2-3 times more total tannins from hemp than aqueous and acetone extraction systems.

Flavonoids are low molecular weight polyphenolic secondary metabolic molecules and play a variety of significant roles in plants. Flavonoids act as detoxifying agents,

signal molecules, stimulants for germination, stress resistance, phytoalexines etc (Samanta et al., 2011). However, a high intrapopulation variability concerning the content and composition of flavonoids were found in different plant species (Kosakowska, 2017). The total flavonoids content in flowering tips of industrial hemp ranged from 0.125 mg QE/g (aqueous extract) to 4.467 mg QE/g (70% ethanol extract).

Tabela 2. Antioksidativna aktivnost ekstrakata konoplje
 Table 2. Antioxidant activity of extracts of industrial hemp

Test <i>Test</i>	Estrakcioni rastvarač <i>Extraction solvent</i>			
	Voda <i>Water</i>	70% metanol <i>70% Methanol</i>	70% etanol <i>70% Ethanol</i>	70% aceton <i>70% Acetone</i>
DPPH ^{1,3} <i>DPPH^{1,3}</i>	1.740 ± 0.105a	3.433 ± 0.082b	3.600 ± 0.348b	5.517 ± 0.303c
FRAP ^{1,4} <i>FRAP^{1,4}</i>	9.470 ± 0.794a	9.016 ± 0.464a	9.996 ± 0.229a	11.673 ± 0.398b
ABTS ^{1,5} <i>ABTS^{1,5}</i>	26.148 ± 2.899a	45.758 ± 3.634b	51.633 ± 3.071b	50.108 ± 2.440b
NBT ^{2,6} <i>NBT^{2,6}</i>	0.674 ± 0.047a	0.714 ± 0.074a	1.194 ± 0.007b	1.427 ± 0.147c
URK ^{1,7} <i>TRC^{1,7}</i>	3.472 ± 0.191a	7.561 ± 0.406b	10.055 ± 0.726c	9.300 ± 0.287c
UAA ^{1,8} <i>TAA^{1,8}</i>	60.88 ± 5.90a	97.10 ± 8.47b	115.00 ± 12.42c	143.08 ± 11.39d

¹mg troloksa/g suvog biljnog materijala; ¹mg trolox equivalents/g dry plant material
²IU SOD/g suvog biljnog materijala; ²IU SOD equivalents/g dry plant material
³DPPH-2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
⁴FRAP-Ferric-reducing antioxidant power
⁵ABTS-2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)
⁶NBT-Nitroblue tetrazolium
⁷URK-Ukupni redukциони kapacitet; ⁷TRC-Total Reduction Capacity
⁸UAA-Ukupna antioksidativna aktivnost; ⁸TAA-Total Antioxidant Activity
 a-c vrednosti u okviru istog reda sa različitim slovnim oznakom se statistički značajno razlikuju (P < 0,01)
 a-c values without the same letter within each row differ significantly (P < 0.01)

An antioxidant is a chemical compound that prevents the oxidation of substrates. They protect the key cell compounds and components by neutralizing the damaging effects of different free radicals. The different types of assays and methods published in the scientific literature for the determinations of antioxidant activity of different biological systems involve more than one mechanism. There must be used more than one method for comparing the mode of antioxidant action of selected compound or mixture (Shalaby and Shanab, 2013). Antioxidant capacities of different extracts of flowering tips of industrial hemp were determined with six different assays. Antioxidant activities measured in four different extracts obtained using FRAP, ABTS, DPPH, NBT, TAA and TRC assays are presented in Table 2. The results obtained in this work showed that the hemp acetone extract possesses the strongest antioxidant activity, followed by ethanolic and methanolic

extracts, compared to the aqueous extract. Presented results are mostly in agreement with work of other researchers (Kosakowska et al., 2018; Meneses et al., 2013; Stroe et al., 2018; Zhang, 2015) on different plant species.

Conclusion

The results of the present investigation revealed that phenolic compound contents and antioxidant capacity of extracts of industrial hemp are significantly affected by the solvent system used for the extraction process. Out of the four solvent mixtures evaluated in the current study for the extraction of phenolic compounds, the use of 70% acetone yielded to the highest total contents of phenolics and exhibited the highest antioxidant activity in most of the assays applied.

The use of pure distilled water as the solvent resulted in lowest extraction of all measured phenolic compounds and lowest antioxidant capacity. Data on phenolic compounds investigated in this study, as well as the antioxidant activity of extracts of industrial hemp could be valuable to the food and pharmaceutical industries.

Acknowledgment

The research presented in this article is part of project “Renaissance of industrial hemp in the light of current agronomical and medicinal challenges” (No. 114-451-2126/2016-03) financially supported by Provincial Secretariat for Higher Education and Scientific Research, Vojvodina, Serbia

References

- Andre C.M., Hausman J-F., Guerriero G. (2016). *Cannabis sativa*: The plant of the thousand and one molecules. *Frontiers in Plant Science*, 7:19.
- Furlan C.M., Motta L.B., Santos D.Y.A.C.dos. (2010). Tannins: What do they represent in plant life? Published in: *Tannins: Types, Foods Containing, and Nutrition*, Petridis G.K. (ed.), 251-264, New York, USA, Nova Science Publishers.
- Kalaskar M.G., Surana S.J. (2014). Free radical scavenging, immunomodulatory activity and chemical composition of *Luffa acutangula* var. *Amara* (Cucurbitaceae) pericarp. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 59 (1): 2299-2302.
- Karus M., Vogt D. (2004). European hemp industry: Cultivation, processing and product lines. *Euphytica*, 140: 7-12.
- Kaushal S. (2012). Impact of physical and chemical mutagens of sex expression in *Cannabis sativa*. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 2 (4): 97-103.
- Kosakowska O. (2017). Intrapopulation variability of flavonoid content in roots of Baikal skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi). *Herba Polonica*, 63 (1): 20-31.
- Kosakowska O., Bączek K., Przybył J.L., Pióro-Jabrucka E., Czupa W., Synowiec A., Gniewosz M., Costa R., Mondello L., Węglarz Z. (2018). Antioxidant and antibacterial activity of roseroot (*Rhodiola rosea* L.) dry extracts. *Molecules*, 23: 1767, doi:[10.3390/molecules23071767](https://doi.org/10.3390/molecules23071767).

- Lai H. Y., Lim Y.Y. (2011). Evaluation of antioxidant activities of the methanolic extracts of selected ferns in Malaysia. *International Journal of Environmental Science and Development*, 2 (6): 442-447.
- Mikulec A., Kowalski S., Sabat R., Skoczylas Ł., Tabaszewska M., Wywrocka-Gurgul A. (2019). Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 102: 164-172.
- Miller N.J., Rice-Evans C., Davies M.J., Gopinathan V., Milner A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring and antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84: 407-412.
- Mkpenie V.N., Essien E.E., Udoh I.I. (2012). Effect of extraction conditions on total polyphenol contents, antioxidant and antimicrobial activities of *Cannabis sativa* L. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 11 (4): 300-307.
- Nagavani V., Raghava Rao T. (2010). Evaluation of antioxidant potential and identification of polyphenols by RP-HPLC in *Michelia champaca* flowers. *Advances in Biological Research*, 4 (3): 159-168.
- Meneses N.G.T., Martins S., Teixeira J.A., Mussatto S.I. (2013). Influence of extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from brewer's spent grains. *Separation and Purification Technology*, 108: 152-158.
- Prvulović D., Malenčić Đ., Miladinović J. (2016). Antioxidant activity and phenolic content of soybean seeds extracts. *Agro-knowledge Journal*, 17 (2): 121-132.
- Saha A.K., Rahman Md. R., Shahriar M., Saha S.K., Al Azad N., Das S. (2013). Screening of six Ayurvedic medicinal plant extracts for antioxidant and cytotoxic activity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2 (2): 181-188.
- Samanta A., Das G., Das S.K. (2011). Roles of flavonoids in plants. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Technology*, 6 (1): 12-35.
- Shalaby E.A., Shanab S.M.M. (2013). Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7 (19): 528-539.
- Stroe A-C., Draghici O., Oanacea S. (2018). Influence of pretreatment conditions on the content of antioxidant compounds extracted from *Cucurbita maxima*. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, 2.-8. July, 2016, Albena, Bulgaria, Conference Proceedings: pp. 261-267.
- Valentão P., Fernandes E., Carvalho F., Andrade P.B., Seabra R.M., Bastos M.L. (2002). Antioxidative properties of cardoon (*Cynara cardunculus* L.) infusion against superoxide radical, hydroxyl radical, and hypochlorous acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (17): 4989-4993.
- Zhang Q. (2015). Effects of extraction solvents on phytochemicals and antioxidant activities of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *European Journal of Food Science and Technology*, 3 (5): 15-21.

VARIJABILNOST MASE KLASA SORTI OZIME PŠENICE (*Triticum aestivum* L.)

Desimir Knežević¹, Aleksandar Paunović², Veselinka Zečević³, Dušan Urošević³, Danijela Kondić⁴, Danica Mićanović⁵, Jelica Živić⁶, Milomirka Madić², Vesna Djurović², Sretenka Srdić⁴, Vlado Kovačević⁷

Izvod: Masa klasa je osobina koja predstavlja indikator produktivnosti tako da može biti kriterijum u odabiranju biljaka u programima oplemenjivanja pšenice. Cilj ovog rada bio je da se proceni varijabilnost mase klasa kod 20 genetički divergentnih sorti pšenice u različitim agroekološkim uslovima. Poljski ogledi postavljeni su po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja u dve vegetacione sezone. U fazi pune zrelosti od svake sorte za analizu uzet je uzorak po 20 biljaka iz svakog ponavljanja. Utvrđene su značajne razlike između sorti za masu klasa. U prvoj godini prosečna masa klasa je varirala od 3,30 g kod sorte Zadruga do 4,49 g kod sorte Milica, a u drugoj godini od 3,20g kod sorte Alfa do 3,92 g kod sorte Oplenka. Prosečna vrednost za sve sorte je bila veća u prvoj godini (3,97g) u odnosu na drugu (3,61g). Varijabilnost mase klasa kod sorti pšenice, kao i značajne razlike između njih, uslovljene su genotipom, faktorima spoljašnje sredine i interakcijom genotip/spoljašnja sredina.

Ključne reči: pšenica, sorta, varijabilnost, klas, masa

Uvod

Pšenica je biljna vrsta koja je značajan izvor organskih i mineralnih materija u ljudskoj ishrani. Stvaranje novih sorti koje karakteriše veći prinos, bolji kvalitet i veća adaptivna sposobnost na promenljive uslove spoljašnje sredine predstavlja permanentan zadatak oplemenjivača pšenice (Branković i sar., 2015; Knezevic i sar., 2015.). Zahvaljujući oplemenjivanju pšenice, u svetu je ostvareno povećanje prinosa za ~1% na godišnjem nivou u dosadašnjem periodu (Ray i sar., 2013.) kao i poboljšan kvalitet semena. Postignuti uspeh je rezultat poboljšanja genetičke osnove i optimizacije tehnologije proizvodnje pšenice. Zahvaljujući tome ostvareno je povećanje ukupne proizvodnje pšenice i količine semena u svetu, koja danas iznosi preko 700 miliona tona. Uspeh u oplemenjivanju je postignut u kontinuiranom radu, koji je usmeren na kombinovanje genotipova sa poželjnim svojstvima prema koncipiranom modelu sorte (Zečević i sar., 2005; Knežević i sar., 2009.), korišćenjem saznanja o genetičkoj kontroli

¹Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica-Lešak, Kopaonička bb.,38219 Lešak, Kosovo i Metohija, Srbija, deskoa@ptt.rs

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija;

³Megatrend univerzitet, Beograd, Fakultet za Biofarming Bačka Topola, M. Tita 39, Srbija;

⁴Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića, 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina;

⁵Privredna Komora Srbije, Resavska15, Beograd, Srbija;

⁶Visoka Poljoprivredno-prehambena škola, Prokuplje, Srbija;

⁷Sveučilište J.J. Štrossmajera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska...

osobina pšenice, njihove promjenljivosti i međuzavisnosti. Prinos semena pšenice se formira kao rezultat vrednosti komponenti prinosa: visina biljke, bokorenje, masa klasa, broj klasaka u klasu, broj zrna u klasu, masa zrna u klasu, žetveni indeks biljke i masa 1000 zrna (Knežević i sar., 2006; Stupar i sar., 2017.). Visok i stabilan prinos i adaptabilnost genotipova pšenice se može ostvariti pri maloj reakciji biljaka na različite agroekološke uslove (Dodig i sar. 2008; Dimitrijević i sar., 2011.).

Masa klasa je kvantitativno svojstvo i predstavlja masu generativnog dela biljke pšenice, čije nasleđivanje je pod kontrolom sistema minor gena koji, u interakciji sa faktorima spoljašnje sredine, utiču na njeno variranje (Petrović i sar. 2001). Efekat genetičkih faktora i spoljašnje sredine, kao i njihova interakcija za ovo svojstvo, je značajana (Knežević i sar. 2010.). Autori su takođe, ustanovili da u ukupnoj varijansi za masu klasa najveći udeo ima varijansa godine (38,6%) a zatim varijansa sorte (32,2%). Abiotički faktori (plodnost zemljišta, ishrana useva, temperatura i vlaga zemljišta) mogu imati direktan uticaj na formiranje produktivnih izdanaka (Kondić i sar., 2016; Valerio i sar., 2009; Xie i sar., 2016.) čiji je broj zavisno od tipa zemljišta povezan sa variranjem mase klasa, (Dimitrijević i sar., 2009.) i primene meliorativnih mera (Banjac i sar., 2014; Dimitrijević i sar., 2006; 2012.).

Cilj ovog rada bio je da se odredi varijabilnost mase klasa kod sorti ozime pšenice gajenih u retkoj setvi u različitim agroekološkim uslovima.

Materijal i metode rada

Istraživanjima je obuhvaćeno 20 genetički divergentnih sorti pšenice stvorenih u različitim selekcionim centrima. Poljski ogledi postavljeni su u Kraljevu po šemi slučajnog blok sistema u tri ponavljanja u toku dve vegetacione sezone, (2015/16 i 2016/17). Setva je obavljena ručno u redove dužine 1,0 m, sa razmakom 0,20 m između redova i 0,10 m između biljaka u redu. Uzorci biljaka za analizu mase klasa su prikupljeni u fazi pune zrelosti. Za sve sorte je analizirano ukupno 60 biljaka (20 biljaka u 3 ponavljanja). Rezultati su obrađeni metodom analize varijanse monofaktorijskog oglada odvojeno za prvu i drugu godinu. Značajnost razlika je testirana pomoću LSD testa (0,05 i 0,01), korišćenjem programa MSTAT C 5.0 verzija.

Meteorološki uslovi

U toku vegetacione sezone 2015/2016, prosečna temperatura vazduha je iznosila 9,9 °C, nešto viša u odnosu na prosečnu temperaturu u drugoj godini (2016/17) koja je iznosila 8,7 °C (Tabela 1.). Prosečna temperatura od 8,5 °C za period od deset godina (2000/2010) bila je nešto niža u odnosu na godine u kojima su obavljena istraživanja. Ukupna količina padavina u prvoj godini je bila 651 mm i znatno je veća od ukupne količine padavina u drugoj godini koja je iznosila 523,1 mm. Ukupna količina padavina u prvoj i u drugoj godini eksperimenta je bila značajno veća od prosečne ukupne količine padavina (417,8 mm) za period od deset godina (2000/2010) (Tabela 1.). Za razviće biljaka, dosta povoljniji režim temperature i padavina je bio u prvoj godini.

Tabela 1. Prosečne mesečna temperature vazduha i ukupne količine padavina u Kraljevu
Table 1. Average monthly temperature air and total amount of precipitation in Kraljevo

Temp./padav. <i>Temp/precipit</i>	Period <i>Year</i>	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Xm/Ukupno <i>Total</i>
⁰ C	2015/16	11,6	7,3	3,3	-0,1	8,8	7,8	14,1	15,5	21,3	9,96
⁰ C	2016/17	10,6	6,8	0,0	-4,7	5,2	10,8	11,1	16,8	22,1	8,74
	2000-2010	11,8	6,4	1,7	-0,1	2,6	5,9	11,6	16,4	20,4	8,5
(mm)	2015/16	56,8	64,0	9,0	86,2	52,7	157,9	39,9	135,9	48,6	651,0
(mm)	2016/17	84,1	77,6	9,4	22,0	35,0	57,0	82,0	100,0	56,0	523,1
	2000-2010	61,0	44,3	44,6	30,0	29,9	33,2	52,9	52,6	69,3	417,8

U periodu oktobar-novembar, količina vodenog taloga u obe godine (161,7 mm odnosno 120,8 mm) je bila dovoljna za nicanje i razviće biljaka pre ulazka u zimski period. Takodje, u obe godine eksperimenta, u periodu februar-april, količina vodenog taloga je bila dovoljna za razviće biljaka i prolazak kroz faze organogeneze (250,5 mm odnosno 174,0 mm). Sume prosečnih vrednosti temperatura za isti period su, takođe bile slične, pri čemu je suma temperatura za period februar-april u prvoj godini (30,7 °C), bila veća od sume za isti period u drugoj godini (27,1°C) (tab. 1).

Rezultati istraživanja i diskusija

U obe godine istraživanja vrednosti mase klasa kod sorti pšenice bile su različite. Masa klasa za obe godine istraživanja je varirala od 3,34 g kod sorte Alfa do 4,18 g kod sorte Milica. Prosečna masa klasa za sve sorte i godine iznosila je 3,79 g (Tabela 2.).

U prvoj godini masa klasa je varirala u rasponu od 3,30 g kod sorte Zadruga do 4,49 g kod sorte Milica, a u drugoj godini prosečna masa klasa je varirala između 3,20 g kod sorte Alfa i 3,92 g kod sorte Oplenka. Prosečna masa klasa za sve sorte je bila veća u prvoj godini (3,97 g) u odnosu na drugu godinu (3,61 g). Kod sorti Zadruga i KG 75 masa klasa je bila neznatno niža u prvoj godini (3,30 g i 3,84 g) u odnosu na drugu (3,67 g i 3,90 g) (tab. 2.). Razlika u masi klasa u proseku za sve sorte, između godina ukazuje da postoji značajan uticaj agroekoloških faktora na ispoljavanje ovog svojstva. Značajne razlike ($P < 0,05$; $P < 0,01$) između sorti pšenice prisutne su u obe godine (Tabela 2. i 3.).

Klas pšenice je produktivni organ čija masa varira u zavisnosti od genotipa i delovanja faktora spoljašnje sredine. Masa klasa, zajedno sa ostalim komponentama prinosa (visina bijke, bokorenje, broj klasaka u klasu, broj zrna u klasu, masa zrna u klasu, žetveni indeks biljke, masa 1000 zrna) ima udela u formiranju ukupnog prinosa (Knežević i sar., 2006; Stupar i sar., 2017.). Postoje različiti rezultati u pogledu karaktera i jačine korelacija između mase klasa i ovih komponenti, naročito mase zrna po klasu i broja zrna po klasu koji se, takođe, nalaze pod poligenom kontrolom (Banjac i sar., 2010, Petrović i sar. 2016.).

Tabela 2. Prosečne vrednosti mase klasa sorti ozime pšenice
Table 2. *Aerage values for mass of spike in winter wheat cultivars*

Sorta <i>Cultivar</i>	Godina-Year		Prosek <i>Average</i>
	2015/16	2016/17	
Evropa 90 (NS)	3,84h	3,37bc	3,60
Dejana (NS)	3,92d-g	3,80ab	3,86
Sila (NS)	4,03c-g	3,67abc	3,85
Omega (NS)	3,84fgh	3,80ab	3,82
Lasta (NS)	4,05b-g	3,79ab	3,92
Milica (NS)	4,49a	3,88ab	4,18
Partizanka (NS)	3,60hij	3,25c	3,42
Pobeda (NS)	4,32abc	3,41abc	3,86
Dična (NS)	4,15b-f	3,58abc	3,86
NSR-5 (NS)	4,14b-f	3,60abc	3,87
Alfa (NS)	3,49ij	3,20c	3,34
Rodna (NS)	3,77ghi	3,53abc	3,65
Agrounija (IND)	3,91d-h	3,27c	3,59
Zadruga (IND)	3,30j	3,67abc	3,48
KG -75 (KG)	3,84fgh	3,90a	3,87
Šumadinka (KG)	4,22a-d	3,80ab	4,01
Levčanka (KG)	4,04c-g	3,63abc	3,83
Oplenka (KG)	4,37ab	3,92a	4,14
Gruža (KG)	3,95d-g	3,65abc	3,80
KG-56 (KG)	4,16b-e	3,56abc	3,86
Prosek-Average	3,97	3,61	3,79
LSD (0,05)	0.3197	0.5183	-
LSD (0,01)	0.4370	0.7085	-

Srednje vrednosti po kolonama koje su označene istim malim slovom ne razlikuju se značajno na nivou 95% na osnovu LSD-testa / Mean values designated with the same lowercase letter are not significantly different at the 95% level according to the LSD test

Tabela 3. Analiza varijanse mase klasa
Table 3. *Analysis of variance for mass of spike*

		2015/16		2016/17	
Izvori varijacije – <i>Source of variation</i>	DF	MS	F	MS	F
Sorta - <i>Cultivar</i>	19	0.258	7.3861**	0.147	1.5901 ^{ns}
Greška - <i>Error</i>	38	0.035	-	0.092	-
Ukupno - <i>Total</i>	59			-	-

** F –test značajan na nivou 0.01; ns nije značajno

** F-test significant at 0.01; ns non-significant

Jačina međuzavisnosti mase klasa i komponenti prinosa zavisi od načina ishrane, gustne useva, plodnosti zemljišta i drugih faktora koji deluju u agro-ekosistemu u toku vegetativnog razvoja pšenice (Dimitrijević i sar. 2009.). Autori su ustanovili da je masa klasa bila najmanja na solonjecu bez popravke, lagano se povećavala sa dodavanjem fosfogipsa u jednoj godini, u drugoj godini je imala približno iste vrednosti na svim

tretmanima, dok je u trećoj najveća masa klasa zabeležena na solonjecu bez popravke. Genotipska specifičnost se ogleda u različitoj reakciji na agroekološke uslove, što ukazuje da je za svaki genotip potrebno odrediti optimalnu gustinu setve (Kondić i sar., 2016; Petrović i sar., 2008.) i optimalne doze mineralne ishrane (Knežević i sar., 2016.).

U toku vegetacione sezone prve godine vremenski uslovi su bili povoljniji u odnosu na drugu godinu. U ovim istraživanjima, kod većine sorti pšenice masa primarnog klasa je bila veća u prvoj godini, izuzev sorti Zadruga i KG 75, kod kojih je masa klasa bila neznatno veća u drugoj godini. Sorte Dijana, Omega, Alfa i KG 75 su imale stabilnu vrednost mase klasa u obe godine.

Masa klasa varira u zavisnosti od genotipa i faktora spoljašnje sredine i njihove interakcije, što ukazuje na razlike genotipova u zahtevima za prostorom, odnosno potrebu da se za svaku sortu odredi optimalna gustina setve (Kondić i sar., 2018.), kao i optimalna količina mineralnih hraniva (Knežević i sar., 2016.). Sve to utiče na efikasnost usvajanja mineralnih materija i vode, fotosinteza, takođe, na razvoj reproduktivnih organa u toku ontogeneze, i naročito nalivanje semena. U optimalnim ekološkim uslovima, formiranje većeg broja klasaka u klasu i većeg broja semena kao rezultat efikasne oplodnje kao i nalivanja semena neposredno utiču na povećanje mase semena, a time i mase klasa, što doprinosi povećanju ukupnog prinosa. U uslovima optimalne mineralne ishrane, vlage, temperature, svetlosti, pozicije listova i klasa biljke prema svetlosti, a time i efikasne fotosinteze reproduktivni organi se intenzivnije razvijaju (Baillot i sar., 2018.).

U ovim istraživanjima, sorte su pokazale visoku vrednost mase klasa, koja varira u rasponu od 3,20 g do 4,49 g, što je rezultat genetičke divergentnosti sorti i njihove specifične reakcije na uslove sredine u kojima su se biljke razvijale. Kada je reč o ekološkim uslovima, na varijabilnost mase klasa značajno mogu da utiču mineralna ishrana, naročito fosforom (Jelić i sar., 2017.), kao i veličina vegetacionog prostora i povoljan raspored padavina.

Zaključak

Variranje mase klasa kod sorti pšenice u dve proizvodne godine u određenom obimu je uslovljeno različitim vremenskim uslovima u toku vegetacionih sezona. Ustanovljena je visoka varijabilnost mase klasa čije ispoljavanje je determinisano genotipskom prirodom i delovanjem faktora spoljašnje sredine. Pored toga variranje mase klasa kod iste sorte u dve klimatski različite godine je rezultat reakcije genotipa na promenljive agrometeorološke uslove. Kod većine sorti pšenice, osim kod sorti Zadruga i KG 75, prosečna masa klasa je bila veća u prvoj u odnosu na drugu godinu. Prosečna vrednost mase klasa za sve sorte je bila veća u prvoj godini (3,97 g), u odnosu na drugu (3,61 g). Sorta Milica je imala najveću prosečnu masu klasa u prvoj godini (4,49 g) kao i prosečno za obe godine (4,18g). Sorta Oplenka je imala najveću prosečnu masu klasa u drugoj godini.

Napomena

Istraživanja su deo projekta TR 31092 „Izučavanje genetičke osnove poboljšanja prinosa i kvaliteta strnih žita u različitim ekološkim uslovima”, koji finansira Ministarstvo Prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Literatura

- Baillot N., Girousse C., Allard V., Piquet-Pissaloux A., Le Gouis, J. (2018). Different grain filling rates explain grain-weight differences along the wheat ear. PLoS ONE 13(12): e0209597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209597>
- Banjac B., Petrović S., Dimitrijević M., Dozet D. (2010). Procena korelacione povezanosti komponenta prinosa pšenice u uslovima stresa. Letopis naučnih radova / Annals of agronomy, Novi Sad, 34(1): 60-68.
- Banjac B., Mladenov V., Dimitrijević M., Petrović S., Boćanski J. (2014). Genotype x environment interactions and phenotypic stability for wheat grown in stressful conditions. Genetika, 46 (3): 799-806.
- Branković G., Dodig D., Knežević D., Kandić V., Pavlov J. (2015). Heritability, genetic advance and correlations of plant height, spike length and productive tillering in bread wheat and durum wheat. Contemporary Agriculture 64(3-4): 150-157.
- Dimitrijević M., Petrović S., Belić M., Vuković N. (2006). Fenotipska varijacija parametara klasa pšenice na meliorisanom solonjcu. Sel. i Sem., 1-2: 27-33.
- Dimitrijević M., Petrović S., Mladenov N., Belić M., Hristov N., Banjac B., Vukosavljev M. (2009). Phenotypic reaction of wheat grown on different soil types. Genetika, 41 (2): 169-177.
- Dimitrijević M., Knežević D., Petrović S., Zečević V., Bošković J., Belić M., Pejić B., Banjac B. (2011). Stability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). Genetika, 43(1): 29-39.
- Dimitrijević M., Petrović S., Banjac B. (2012). Wheat breeding in abiotic stress conditions of olonetz. Genetika, 44 (1): 91-100.
- Dodig D., Zoric M., Knezevic D., King S.R., Surlan-Momirovic G. (2008). Genotype x environment interaction for wheat yield in different drought stress conditions and agronomic traits suitable for selection. Austral. J. of Agric. Res., 59, 536-545.
- Jelic M., Maklenovic V., Kovacevic V., Knezevic D., Paunovic A. (2017). Status of plant available phosphorus in Nisava area of the South and Eastern Serbia. Columella – Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 4(1):271-274.
- Knežević D., Zečević V., Mićanović D., Djukić N., Milinković J. (2006). Yield and quality parameters of winter wheat lines (*Triticum aestivum* L.) . Proc. of 2nd Int. Symp. of ecologist of Montenegro. 20-24 Septembar, Kotor. pp.423-429.
- Knežević D., Madić M., Zečević V., Paunović A., Dodig D., Đukić N. (2009). Varijabilnost bokorenja kod pšenice (*Triticum aestivum* L.). Zbornik radova sa XIV Savetovanja o biotehnologiji. Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, Čačak, 27. i 28. mart, 2009., 14 (15): 31-37.

- Knežević D., Branković G., Šurlan-Momirović G., Stamenković S., Knežević J. (2010). Fenotipska varijabilnost mase primarnog klasa pšenice (*Triticum aestivum* L.). Arhiv za poljoprivredne nauke, 71 (3): 15-21.
- Knezevic D., Radosavac A., Zelenika M., (2015). Variability of grain weight per spike of wheat grown in different ecological conditions. *Acta Agric. Serb.*, **XX (39):85-95**.
- Knežević D., Maklenović, V., Kolarić, Lj., Mićanović, D., Šekularac, A., Knežević, J. (2016). Variation and inheritance of nitrogen content in seed of wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, 48(2): 579-586.
- Kondić D., Bajić M., Knežević D., Hajder Đ. (2016). Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Overwintering under different sowing densities. *Agroznanje*. 17(4): 307–317.
- Kondić D., Bajić M., Hajder Đ., Knežević D., Bosančić B. (2017). The Spike Characteristics of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties in agro–ecological conditions of Banja Luka region. *Agroznanje*. 18(4): 263–274.
- Petrović S., Dimitrijević M., Kraljević-Balalić M. (2001). Stabilnost mase klasa divergentnih genotipova pšenice. *Letopis naučnih radova*, Novi Sad, 25(1-2):32-39
- Petrović S., Dimitrijević M., Banjac B. (2016). Varijabilnost i međuzavisnost komponenti prinosa pšenice na solonjcu i černozeu. *Letopis naučnih radova / annals of agronomy*, Novi Sad, 40(1):47-52.
- Petrović S., Marić S., Guberac V., Drezner G., Eđed A. (2008). Influence of environmental conditions and sowing rates on winter wheat yield. *Cer.Res.Comm.*, 36:1307-1310.
- Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE* 8(6): e66428. doi:10.1371/journal.pone.0066428.
- Stupar V., Paunović A., Madić M., Knežević D. (2017). Influence of genotype and nitrogen nutrition on grain size variability in spring malting barley. *Genetika*, 49 (3):1095-1104.
- Valerio I.P., Carvalho F.I.F., Oliveira A.C., Benin G., Souza V.Q., Machado A.A., Bertan I., Busato C.C., Silveira G., Fonseca, D.A.R. (2009). Seeding density in wheat genotypes as a function of tillering potential. *Scientia Agricola*, 66(1): 28-39.
- Xie Q., Mayes, S., Sparkes L. D. (2016). Optimizing tiller production and survival for grain yield improvement in a bread wheat spelt mapping population, *Annals of Botany* 117: 51–66.
- Zečević V., Knezevic D., Micanovic D. (2005). Genetic and phenotypic variability of productive tillering in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Balkan Sci. Confer., Karnobat, Bulgaria, Proc.”Breeding and cultural practices of the crops”*, 1: 211-214.

VARIABILITY OF MASS OF SPIKE IN WINTER WHEAT (*Triticum aestivum* L.) CULTIVARS

Desimir Knežević¹, Aleksandar Paunović², Veselinka Zečević³, Dušan Urošević³, Danijela Kondić⁴, Danica Mićanović⁵, Jelica Živić⁶, Milomirka Madić², Vesna Djurović², Sretenka Srdić⁴, Vlado Kovačević⁷

Abstract

The mass of spike is an indicator of grain yield productivity and can be used as a criterion for selection in wheat breeding programs. The aim of this study is to examine the variability of mass of spike in 20 genetically divergent wheat cultivars in different agroecological conditions. Field experiments were arranged as a randomized block design with three replications in two vegetation seasons. For analysis, a sample of 20 plants, for each cultivar and replication, was taken in the maturity phase. Significant differences were found between the cultivars. In the first year, the average mass of spike varied from 3.30 g in cultivar Zadruga to 4.49 g in cultivar Milica, and in the second year from 3.20 g in cultivar Alfa to 3.92 g in cultivar Oplenka. The average value for all cultivars was higher in the first year (3.97g) compared to the other (3.61g). Variability of mass of spike in cultivars, as well as significant differences between them, are conditioned by genotype, environmental factors and genotype /environment interaction.

Key words: wheat, cultivar, variability, spike, mass

¹University of Pristina, Faculty of Agriculture, Kosovska Mitrovica-Lesak, Kopaonicka bb.,38219 Lesak, Kosovo and Metohija, Serbia, deskoa@ptt.rs

²University of Kragujevac Faculty of Agronomy, Cara Dusana 34, 32000 Cacak, Serbia;

³Megatrend University, Belgrade, Faculty of Biofarming Backa Topola, M. Tita 39, Serbia;

⁴University of Banja Luka, Faculty of Agriculture Banja Luka, Boulevard Vojvode Petra Bojovića, 1A, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

⁵Serbian Chamber of Commerce and Industry, Resavska 15, Belgrade, Serbia;

⁶College of Agriculture and Food Technology, Prokuplje, Serbia

⁷J.J.Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia ...

UTICAJ GODINE I TEMPERATURE NA KVALITET SEMENA LUBENICE

*Dobrivoj Poštić¹, Rade Stanisavljević¹, Nenad Đurić², Željko Dolijanović³,
Ratibor Štrbanović¹, Jasmina Oljača³, Zoran Bročić³*

Izvod: Cilj istraživanja je bio da se utvrdi uticaj godine i temperature na kvalitet semena lubenice. Kao materijal u ispitivanjima korišćena je sorta lubenice Crimson Sweet i hibrid lubenice Pata Negra F₁. Ocena pokazatelja kvaliteta semena lubenice izvedena je 2017. i 2018. godine. Analiza energije klijanja i ukupne klijavosti semena pokazala je vrlo značajne razlike pod uticajem svih pojedinačnih faktora godine (faktor A), sorte semena (faktor B) i temperature (faktor C). Sa povećanjem starosti semena kod hibrida lubenice sporije opada enerģija klijanja i ukupna klijavost, u odnosu na sortu lubenice. Optimalna temperatura za klijanje semena lubenice je 25°C, jer temperature preko 25°C utiču na povećanje broja nenormalnih klijanaca.

Ključne reči: klijavost, sorta, hibrid, seme, lubenica

Uvod

Seme predstavlja jedan od osnovnih preduslova uspešne poljoprivredne proizvodnje, odnosno stabilnih, visokih prinosa dobrog kvaliteta, te je utvrđivanje i ispitivanje kvaliteta semena od izuzetne važnosti. Kvalitet semena lubenice je sortna osobina i istovremeno zavisi od bioloških i agroekoloških uslova gajenja (Gvozdenović i sar., 1995). Najvažniji pokazatelj kvaliteta semena svakako je klijavost semena, koja ujedno predstavlja i pokazatelj životne sposobnosti od koje zavisi i upotrebna vrednost semena (Poštić i sar., 2010b). Ukoliko su zemljišni uslovi skoro idealni (temperatura i vlažnost zemljišta) klijavost semena dobijena u laboratorijskim uslovima dobar je pokazatelj životne sposobnosti semena na osnovu kojeg se može predvideti nicanje semena u polju (Durrant and Gummerson, 1990). Međutim, ukupna klijavost semena nije dovoljan pokazatelj kvaliteta semena. Osim ispunjavanja normativa koji su propisani pravilnikom o kvalitetu semena, važno je da seme ima visoku i energiju klijanja, naročito ako se setva semena izvodi na otvorenom polju (uglavnom u proizvodnji za industrijsku preradu) Poštić i sar., 2010a. U praksi veoma je važno brzo i ujednačeno nicanje biljaka. Energija klijanja je važan pokazatelj kvaliteta semena koji upravo govori o sposobnosti semena za brzo i ujednačeno klijanje i nicanje (Veselinov, 1984; Gvozdenović i sar., 1995; Poštić i sar., 2010a). Temperatura predstavlja jedan od najznačajnijih činilaca klijanja semena. Seme svake biljne vrste ima svoj temperaturni interval u okviru kojeg klija. Unutar temperaturnog intervala nalazi se optimalna temperatura pri kojoj se postiže najviši procenat klijanja semena za određeno vreme predviđeno Pravilnikom o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja (Sl. list SFRJ br.

¹Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drajzera 9, Beograd, Srbija (pdobrivoj@yahoo.com);

²Univerzitet Megatrend, Fakultet za biofarming, Maršala Tita 39, Bačka Topola, Srbija;

³Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet-Zemun, Nemanjina 6, Beograd, Srbija.

47/87). Temperatura klijanja svake biljne vrste zavisi od uslova proizvodnje, tehnologije gajenja, uslova čuvanja, starosti semena i dr.

Ukoliko je klijanje semena i nicanje biljaka sporije, utoliko će veći procenat semena i klijanaca uginе zbog napada bolesti i štetočina, obrazovanja pokorice, odnosno zbog odstupanja od optimalnih uslova za klijanje i nicanje. Cilj istraživanja je bio da se izvrši ocena uticaja godine i temperature dva najznačajnija pokazatelja kvaliteta semena lubenice.

Materijal i metode rada

Kao materijal u istraživanjima korišćena je sorta lubenice (Crimson Sweet) i seme hibrida lubenice (Pata Negra F₁). Seme je proizvedeno u 2017. godini. Ocena pokazatelja kvaliteta (energija klijanja i ukupna klijavost) semena lubenice izvedena je 2017. i 2018. godine u Laboratoriji za ispitivanje kvaliteta semena poljoprivrednog bilja Instituta za zaštitu bilja i životnu sredinu u Beogradu. Ocena klijavosti semena izvršena je standardnom laboratorijskom metodom između filter papira navlaženog H₂O na četiri različite temperature 10, 15, 25 i 30°C. Seme je inkubirano 14 dana na četiri različite temperature i relativnoj vlažnosti vazduha od 95%. Petog dana inkubacije ocenjena je energija klijanja (EK), a 14 dana ukupna klijavost (UK), odnosno broj tipičnih ponika (ISTA Rules, 2009). Prema Pravilniku o kvalitetu semena poljoprivredno bilja (Sl. list SFRJ br. 47/87) minimalna dozvoljena klijavost semena lubenice je 80% za puštanje semena u promet.

Rezultati istraživanja obrađeni su metodom trofaktorijalne analize varijanse (ANOVA) korišćenjem statističkog paketa Statistica 5.5 (Windows, analitički softver), a ocena razlika između srednjih vrijednosti urađena je LSD testom.

Rezultati istraživanja i diskusija

Analiza energije klijanja i ukupne klijavosti semena lubenice (Tabela 1) pokazala je vrlo značajne razlike pod uticajem svih pojedinačnih faktora godine (faktor A), sorte semena (faktor B) i temperature (faktor C). Veoma značajne interakcije ispitivanih faktora u pogledu energije klijanja i ukupne klijavost semena lubenice dobijene su kod međusobnog uticaja faktora B × C.

Tabela 1. Uticaj faktora na ispitivane osobine
Table 1. Effects factors on observed characteristics

Faktori/ <i>Factors</i>	Energija klijanja/ Energy germination	Ukupna klijavost/ Total germination
Godina/ <i>Year</i> (A)	**	**
Sorta/ <i>Variety</i> (B)	**	**
Temperatura/ <i>Temperature</i> (C)	**	**
A × B	ns	ns
A × C	**	ns
B × C	**	**
A × B × C	*	ns

** - značajno na 0,01; * - značajno na 0,05; ns - nije značajno

** - significant at 0.01; * - significant at 0.05; ns - not significant

Kod sorte Crismom Sweet na temperaturama 10 i 15°C petog dana inkubacije nije zabeleženo klijanje semena, odnosno energija klijanja je bila 0% (Tabela 2). Na temperaturama 25 i 30°C kod sorte Crismom Sweet konstatovana je energija klijanja 84, odnosno 86% u prvoj godini istraživanja. U drugoj godini energija klijanja je opala za 4, odnosno 5% zbog procesa starenja semena.

Kada je u pitanju hibrid Pata Negra utvrđeno je da seme petog dana inkubacije ne klija na temperaturi 10°C, odnosno da je energija klijanja 0% (Tabela 2). Na temperaturi 15°C zabeležena je prosečna energija klijanja semena od 5%. Kod hibrida Pata Negra F₁ na temperaturama 25 i 30°C ustanovljena je energija klijanja 93, odnosno 94% u prvoj godini istraživanja. U drugoj godini energija klijanja je opala za 3% zbog procesa starenja semena (Tabela 2).

Na temperaturi 30°C zabeležena je veća energija klijanja u obe godine ispitivanja kod ispitivane sorte i hibrida semena lubenice, u odnosu na temperaturu od 25°C. Utvrđeno je da seme hibrida lubenice Pata Negra F₁ ima veću energiju klijanja od sorte Crismom Sweet, ovakvi rezultati su u saglasnosti sa ispitivanjima (Poštić et al., 2011a,b).

Tabela 2. Uticaj godine, sorte i temperature na energiju klijanja (%)
 Table 2. Effect of year, variety and temperature on germination energy (%)

Sorta (B) Variety (B)	Temperatura (C) Temperature (C)	Godina (A) Year (A)		Prosek Average			
		2017	2018				
Crismom Sweet	10	0	0	0			
	15	0	0	0			
	25	84	80	82			
	30	86	81	83,50			
Prosek / Average		42,50	40,25	41,38			
Pata Negra F ₁	10	0	0	0			
	15	6	4	5			
	25	93	90	91,50			
	30	94	91	92,50			
Prosek / Average		48,25	46,25	47,25			
LSD	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
	0,05	0,71	0,69	0,99	1,00	1,39	1,41
	0,01	1,21	1,18	1,70	1,71	2,41	2,42
							3,43

Kod sorte Crismom Sweet na temperaturi 10°C četrnaestog dana inkubacije semena ukupna klijavost je bila 1% u prvoj godini istraživanja, dok u drugoj godini nije klijalno ni jedno seme (Tabela 3). Na temperaturi 15°C kod sorte Crismom Sweet konstatovana ukupna klijavost od 15% u prvoj godini istraživanja, dok je u drugoj godini ukupna klijavost pala na 12%. Najveća ukupna klijavost semena od 95% utvrđena je kod sorte Crismom Sweet na temperaturi od 25°C, dok je na temperaturi 30°C konstatovana 5% niža ukupna klijavost od 90% (Tabela 3) u prvoj godini istraživanja. Ista tendencija ukupne klijavosti zabeležena je u drugoj godini istraživanja, kada je na temperaturi 25°C utvrđena ukupna klijavost 91%, odnosno 88% na temperaturi 30°C. U drugoj godini kod

sorte Crimson Sweet ukupna klijavost semena je opala za 2, odnosno 4% zbog procesa starenja semena.

Možemo konstatovati da seme lubenice ne klija na temperaturi 10°C, dok na temperaturi 15°C klija usporeno. Najveća ukupna klijavost semena lubenice utvrđena je na temperaturi 25°C i kod ispitivane sorte i hibrida u obe godine istraživanja, jer je na temperaturi 30°C zabeležen veći broj nenormalnih klijanaca. Procenat nenormalnih klijanaca raste sa smanjenjem ukupne klijavosti semena (Poštić et al., 2011a,b).

Prosečna utvrđena dvogodišnja ukupna klijavost bila je 4,50% kod hibrida Pata Negra F₁ na temperaturi 10°C, dok je na temperaturi 15°C prosečna dvogodišnja ukupna klijavost iznosila 15% (Tabela 3).

Tabela 3. Uticaj godine, sorte i temperature na ukupnu klijavost (%)
 Table 3. Effect of year, variety and temperature on total germination (%)

Sorta (B) Variety (B)	Temperatura (C) Temperature (C)	Godina (A) Year (A)		Prosek Average
		2017	2018	
Crimson Sweet	10	1	0	0,50
	15	15	12	13,50
	25	95	91	93
	30	90	88	89
Prosek / Average		50,25	47,75	49,0
Pata Negra F ₁	10	5	4	4,50
	15	17	13	15
	25	99	97	98
	30	96	94	95
Prosek / Average		54,25	52,0	53,13

	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
LSD	0,05	0,78	0,80	1,13	1,11	1,58	1,59
	0,01	1,36	1,37	1,90	1,93	2,73	2,72

Kao kod sorte Crimson Sweet, ista tendencija je utvrđena kod hibrida Pata Negra F₁ kada je u pitanju ukupna klijavost semena na temperaturama 25 i 30°C. Najveća ukupna klijavost u obe godine ispitivanja ustanovljena je na temperaturi 25°C, dok je na temperaturi 30°C zabeležena u obe godine za 3% niža ukupna klijavost semena. Niža ukupna klijavost za 3% na temperaturi 30°C, u odnosu na temperaturu 25°C zabeležena je zbog povećanog broja nenormalnih klijanaca (Tabela 3). Utvrđeno je da seme hibrida lubenice Pata Negra F₁ ima veću ukupnu klijavost od sorte Crimson Sweet.

Zaključak

Na osnovu dvogodišnjih istraživanja uticaja godine i različite temperature na kvalitet semena lubenice možemo zaključiti sledeće:

- Seme lubenice ne klija na temperaturi 10°C, dok na temperaturi 15°C klija usporeno.
- Optimalna temperatura za klijanje semena lubenice je 25°C.

- Seme lubenice na temperaturi 25°C ima nižu energiju klijanja, u odnosu na temperaturu 30°C, ali je ukupna klijavost semena veća na temperaturi 25 °C.
- Temperatura od 30°C utiče da seme lubenice klija brže i ima veću energiju klijanja za 1-2%, u odnosu utvrđenu energiju klijanja semena na temperaturi 25°C. Međutim, temperatura od 30°C posle prvog ocenjivanja ima za posledicu povećanje broja nenormalnih klijanaca.
- Utvrđeno je da seme hibrida lubenice Pata Negra F₁ ima veću energiju klijanja i ukupnu klijavost od sorte Crimson Sweet.
- Sa povećanjem starosti semena kod hibrida lubenice sporije opada energija klijanja i ukupna klijavost, u odnosu na ispitivanu sortu lubenice.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su dva projekta (Razrada integrisanog upravljanja i primene savremenih principa suzbijanja štetnih organizama u zaštiti bilja - TR 31018) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja RS i projekta (Poboljšanje kvaliteta semena i porasta klijanaca za organsku i konvencionalnu proizvodnju povrća - IP 285), koji finansira Fond za inovacionu delatnost RS.

Literatura

- Durrant M. J., Gummerson, R. J. (1990). Factors associated with germination of sugarbeet seed in the standard test establishment in the field. *Seed Sci. and Technology*, (18): 1-10.
- Gvozdenović Đ., Takač A., Jovićević D., Bugarski D., Červenski D. (1995).
Proizvodnja semena paprike, *Zbornik radova Instituta* (23): 397-403. ISTA (2009).
International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Switzerland.
- Pravilnik o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja (1987), Službeni list SFRJ broj 47
- Poštić D., Momirović N., Dolijanović Ž. (2010a). Ocena kvaliteta semena paprike. Međunarodni naučni skup, *Zbornik radova*, 09-11. decembra, Jahorina, BiH, 405-410.
- Poštić D., Protić R., Aleksić G., Gavrilović V., Živković S., Trkulja N., Ivanović Ž., (2010b). Ispitivanje kvaliteta semena ozime pšenice u periodu 2000-2005 godina. *Zaštita bilja*, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd, 61, 20-24.
- Poštić D., Momirović N., Bročić Z., Dolijanović Ž., Trkulja N., Dolovac N., Ivanović Ž. (2011a). Ocena kvaliteta semena paradajza (*Lycopersicon esculentum* L.). *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, Vol. 17 (1-2): 131-135.
- Poštić D., Momirović, N., Z., Bročić, Ž., Dolijanović, N., Trkulja, N., Dolovac, Ž., Ivanović (2011b). Ocena kvaliteta semena hibrida paradajza (*Lycopersicon esculentum* L.). *Zbornik radova, XVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem*, 4-5 Marta 2011, Čačak, Srbija, Vol.16 (18): 183-187.
- Veselinov, E. (1984). Piper, Sofija.

IMPACT OF THE YEAR AND TEMPERATURE ON SEEDS QUALITY OF WATERMELON

*Dobrivoj Poštić¹, Rade Stanisavljević¹, Nenad Đurić², Željko Dolijanović³,
Ratibor Štrbanović¹, Jasmina Oljača³, Zoran Bročić³*

Abstract

The aim of the research was to determine the effect of the year and the temperature on seeds quality of watermelon. As the material in the tests, the variety of the watermelon Crimson Sweet and the Pata Negra F1 hybrid were used. Evaluation of seed quality indicator of watermelon was carried out in 2017 and 2018. Analysis of germination energy and total seed germination showed very significant differences under the influence of all individual factors of the year (factor A), seed varieties (factor B) and temperature (factor C). With the increase in seed age in the hybrid of watermelon, the energy germination and total germination decreases more slowly, compared to the watermelon variety. The optimal temperature for germination of the watermelon is 25°C, because temperatures above 25°C influence the increase in the number of abnormal seedlings.

Key words: germination, variety, hybrid, seeds, watermelon

¹Institute for Plant Protection and Environment, Teodora Drajzera 9, Belgrad, Serbia (pdobrivoj@yahoo.com);

²University Megatrend, Faculty of Biofarming, Maršala Tita 39, Bačka Topola, Serbia;

³University in Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Belgrad, Serbia.

DORMANTNOST LUCERKE - ZNAČAJ I POSLEDICE IZBORA SORTE

Dragan Milić, Snežana Katanski, Đura Karagić, Branko Milošević¹

Izvod: Široki areal gajenja, adaptabilnost, visoki prinosi suve materije odličnog kvaliteta uslovaljavaju ne samo veliki agronomski nego i ekonomski značaj lucerke (*M. sativa* L.). Glavna osobina koja se koristi za klasifikaciju sorti i populacija lucerke je dormantnost - jesenji porast. Izbor sorte lucerke određene grupe dormantnosti je izuzetno važan, kako zbog otpornosti na niske i visoke temperature, tako i zbog trajnosti, kvaliteta i prinosa. Dobijeni rezultati jasno ukazuju na značaj indeksa dormantnosti na prinosa i visinu biljaka ispitivanih sorti i populacija lucerke. Najveći prinosi suve materije i najviše biljke lucerke ostvareni su sa srpskim sortama klasa dormantnosti 4-5, Nijagara, Nera i NS Mediana ZMS V i američkom sortom OK 49. U Srbiji i regionu najveći prinos i balans prinosa i kvaliteta se ostvaruje gajenjem sorti lucerke indeksa dormantnosti 4-6.

Ključne reči: dormantnost, kvalitet, lucerka, prinos, sorta

Uvod

Gajena lucerka (*Medicago sativa* L.) je jedna od najvažnijih krmnih biljaka koja se gaji širom sveta na preko 30 miliona hektara, i zastupljena je na skoro svim kontinentima (Bouton, 2012). Lucerka se gaji za proizvodnju zelene krme, sena, senaže, ispašu, a glavni razlozi za različite tipove proizvodnje su visoka hranljiva vrednost i široka adaptabilnost ove višegodišnje leguminoze (Li and Brummer, 2012). To je polimorfna, ksenogamna i autotetraploidna vrsta koju karakteriše izuzetno visoka genetička divergentnost, tako da sorte i populacije lucerke ispoljavaju široku varijabilnost (Veronesi et al., 2010). Široki areal gajenja, adaptabilnost, ostvareni prinosi suve materije visokog kvaliteta uslovaljavaju ne samo veliki agronomski nego i ekonomski značaj. Noviji američki podaci (NASS, 2015) govore o vrednosti proizvodnje sena lucerke od oko 10 milijardi dolara. Katić i sar. (2014), procenjuju da je vrednost proizvodnje sena u Srbiji oko 150 miliona eura. Ekonomska vrednost proizvodnje lucerke, globalno i na nacionalnom nivou, bi bila značajno veća ukoliko se izražava kroz vrednost proizvodnje mleka, mesa, mlečnih proizvoda i ostalih artikala dobijenih iz prehrambene industrije.

Velika genetička raznovrsnost lucerke uslovljava stvaranje sorti adaptiranih na specifične agroekološke uslove i načine proizvodnje (Pembleton et al., 2010). U cilju postizanja uravnotežene proizvodnje stočne hrane sa stanovišta prinosa i kvaliteta neophodno je sejati sorte različitog vremena stasavanja (Kallenbach et al., 2002). U SAD setva sorti lucerke različitih grupa dormantnosti utiče na povećanje kvaliteta sena zato što bi se nedormantne sorte trebale kositi u ranijim fazama rasta i time usporiti pad kvaliteta pokošene mase, jer hranljiva vrednost lucerke opada sporije kosidbom u

¹ Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

kasnijim fazama rasta (Orloff and Putnam, 2004). Pored razlika u jesenjem porastu i otpornosti na niske temperature, manje dormantne sorte lucerke (klase 1-3) imaju osobinu da brže regenerišu posle otkosa nego dormantne sorte lucerke (Frate et al., 2012). Međutim, dormantnost sorti lucerke u Srbiji je još uvek velika nepoznanica, kako među proizvođačima tako i u stručnim i naučnim krugovima. Dormantnost kod lucerke se definiše kao odgovor biljaka na skraćenje fotoperioda (dužine dana) i sniženje temperature u jesen (Castonguay et al., 2006). Ova osobina predstavlja ključnu ulogu u adaptabilnosti sorti u različitim rejonima gajenja lucerke u svetu. Mnoge važne agronomске osobine (vigor biljaka lucerke, brzina porasta posle kosidbe, prinos suve materije, trajnost, hranljiva vrednost, reakcija na neke bolesti) povezane su sa brzinom porasta lucerke u jesen – dormantnošću (Knippe et al., 1998). Glavna osobina koja se koristi za klasifikaciju sorti i populacija lucerke je dormantnost - jesenji porast (Wang et al., 2009). Metod koji se koristi u kvantifikaciji sorti lucerke na osnovu grupa dormantnosti ustanovili su Teuber et. al. (1998), i zasniva se na skoriranju visine sorti nepoznate dormantnosti u jesenjem porastu poređenjem sa američkim standardnim sortama klasa 1-11, tako da je najdormantniji standard klasifikovan kao 1, a potpuno nedormantna germplazma kao 11. Izbor sorte, odnosno poznavanje dormantnosti je od izuzetnog značaja jer se time određuje način proizvodnje (sistem kosidbe), otpornost na niske i visoke temperature, trajnost lucerišta.

Cilj rada je bio da se ispita i uporedi genetički potencijal za prinos i adaptabilnost američkih, srpskih i beloruske sorte lucerke poznate dormantnosti sa kineskim populacijama nepoznate dormantnosti i utvrdi potencijal neadaptirane germplazme u cilju integrisanja u oplemenjivačke programe u Srbiji.

Materijal i metode rada

Poljski ogled je postavljen 07. aprila 2012. godine na Rimskim Šančevima na oplemenjivačkom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja. Nakon osnovne obrade i predsetvene pripreme zemljišta, setva je obavljena ručnom sejalicom „Wintersteiger“, na dubinu od 1 cm. Mere nege tokom trajanja ogleda (hemijska zaštita useva od korova, bolesti i štetočina) rađene su prema potrebi, u zavisnosti od uslova godine, kada je to bilo neophodno. U istraživanja su bile uključene domaće komercijalne NS sorte (5), američke sorte (5), kineske sorte/populacije lucerke (9), kao i jedna sorta iz Belorusije (Tabela 1). Američke, srpske i beloruska sorta imaju poznate klase dormantnosti, a indeksi dormantnosti za kinesku germplazmu nisu bili poznati. Veličina osnovne parcele bila je 5 m² (1 x 5 m), sa međurednim razmakom u parceli od 20 cm, između parcela 40 cm dok je razmak između blokova iznosio 1 m. Prikazani su rezultati iz druge i treće godine ogleda (2013 i 2014), a podaci nisu praćeni u godini zasnivanja (2012). U drugoj godini života biljaka ogled je košen 6 puta, a u trećoj godini je primenjen petootkosni sistem kosidbe. Podaci su prikazani kao prosek 2013-2014. godine. Prinos zelene krme je određen u polju sa kombajnom „Cibus“, a uzorci težine 200 g su uzeti iz svake parcele (80) i sušeni na 60°C tokom 72 h u cilju određivanja sadržaja i izračunavanja prinosa suve materije (prinos zelene krme x sadržaj suve materije). Visina biljaka merena je u momentu kosidbe u svim otkosima (11), sa 3 merenja po ponavljanju. Podaci za obe praćene

osobine su obrađeni analizom varijanse za jednofaktorijski ogled. Značajnost razlika između srednjih vrednosti sorti i populacija lucerke određena je LSD testom. Statistička obrada podataka urađena je u programu Statistika 13.0 (StatSoft, Nemačka).

Rezultati istraživanja i diskusija

Dobijeni rezultati ukazuju na značajne razlike između ispitivanih sorti i populacija lucerke u prinosu suve materije i visini biljaka u momentu kosidbe (Tabela 1). Takođe, podaci ukazuju na značaj dormantnosti na prinos i visinu biljaka. Najveći prinos zabeležen je kod sorti Nijagara, Nera i NS Mediana ZMS V (16,7 i 16,3 t/ha), dok su se visokim prinosima suve materije odlikovale i kineska populacija Guanzhong i američka sorta OK 49 (16,0 t/ha), zatim Bulldog 505 i Banat VS (15,9 t/ha).

Tabela 1. Prinos suve materije, visina biljaka i procenjena dormantnost sorti i populacija lucerke tokom 2013-2014. godine

Table 1. Dry matter yield, plant height and estimated dormancy classes of alfalfa varieties and populations during 2013-2014.

Sorta (Variety)	Dormantnost Dormancy	Prinos suve materije t/ha Dry matter yield t ha ⁻¹	Visina (cm) Plant height
Banat VS	5	15,9	71,4
NS Mediana ZMS V	4,5	16,3	72,8
NS Alfa	4,5	15,2	71,6
Nera	5	16,3	70,1
Nijagara	4-4,5	16,7	70,9
Guanzhong	-	16,0	67,4
Rytway	-	13,2	57,1
Gannong 1	-	13,0	57,0
Shanbei	-	13,8	58,5
Gannong 3	-	12,9	54,2
Yanling pop.	-	9,5	58,3
Ningxia	-	15,8	67,1
Longxi	-	14,7	69,9
Zongmu 1	-	15,6	66,8
Bulldog 805	8	14,2	68,3
Alfagraze	2	13,7	63,5
Bulldog 505	5	15,9	67,3
OK 49	5	16,0	69,5
Amerygraze 702	7	15,6	69,7
Prevashodnaja (BLR)	3	11,8	53,6
Prosek (Mean)	-	14,6	65,3
CV (%)	-	7,5	5,1
LSD	0.05	1,3	2,3
	0.01	1,7	3,1

Najveće prinose suve materije ostvarile su sorte poznatih grupa dormantnosti 4-5, kao i kineska populacija Guanzhong nepoznatih grupa dormantnosti (Tabela 1). Takođe, zadovoljavajući prinosi suve materije postignuti su sa semidormantom sortom Amerygraze 702 (klasa 7-15,6 t/ha) i kineskim populacijama Ningxia i Zongmu 1 (15,8 i 15,6 t/ha). Najmanji prinosi suve materije lucerke kineskih populacija su zabeleženi kod genotipova nepoznate dormantnosti, Yanling (9,5 t/ha) i Gannong 3 (12,9 t/ha), a značajno niži prinosi suve materije od proseka ogleada su zabeleženi kod beloruske sorte Prevashodnaja (11,8 t/ha) koja ima indeks dormantnosti 3 (Tabela 1). Sveobuhvatna analiza rezultata ukazuje na manju adaptabilnost i stabilnost prinosa sorti i populacija lucerke većih klasa, to jest kod dormantnih genotipova. Međutim, indikativno je da su zabeleženi značajno niži prinosi i visina biljaka kod kineskih populacija nepoznatih grupa dormantnosti, što ukazuje da se one takođe mogu svrstati u dormantne sorte i populacije. Naime, najniže biljke su registrovane kod kineskih populacija Gannong 3 i Gannong 1 (54,2 cm i 57,0 cm), i kod beloruske sorte indeksa dormantnosti 3 Prevashodnaja (53,6 cm), koja je imala najniži prinos na nivou ogleada. Prema Teuber et al., (1998), koji su klasifikovali sorte lucerke prema indeksu dormantnosti, upravo visina biljaka (merena u jesen), određuje pripadnost populacija lucerke određenoj grupi dormantnosti. Dobijeni rezultati jasno ukazuju na vezu između visine biljaka i grupe dormantnosti sa ostvarenim prinosisima suve materije što potvrđuje rezultate prethodnih istraživanja (Kallenbach et al., 2002, Pemberton et al., 2010, Frate et al., 2012). Beloruska sorta Prevashodnaja indeksa dormantnosti 3, imala je najniže biljke i najniži prinos na nivou ogleada (Tabela 1). Takođe, američka sorta Alfagrade koja ima indeks 2 ima niske biljke (63,7 cm), sa prinosisima značajno nižim od proseka ogleada i semidormantnih sorti (indeks 5-8). Srpske sorte lucerke koje imaju poznatu dormantnost (4-5), imale su najviše biljke (preko 70 cm), i ostvaruju najveće prinose suve materije, izuzev sorte NS Alfa (Tabela 1). Među najprinosnijim sortama na nivou ogleada, zajedno sa sortama Nijagara, Nera i NS Mediana ZMS V, bila je američka sorta OK 49 sa ostvarenim prinosisom od 16,0 t/ha i visinom biljaka od 69,7 cm. Analiza američkog sortimenta veoma jasno ukazuje na značaj ekspresije dormantnosti kod lucerke. Sorte Bulldog 805 i Bulldog 505 imaju sličnu genetičku osnovu ali umaju različitu dormantnost - 8 i 5. Bulldog 805 je sorta koja je preporečena za gajenje u južnom humidnijem delu SAD (Florida, Južna Džordžija), dok Bulldog 505 najbolje rezultate ostvaruje u kontinentalnom delu SAD: Oklahoma, Pensilvanija, Kentaki (<https://hancockseed.com>.) Rezultati istraživanja ukazuju na razlike između ovih sorti u prinosu suve materije (15,9 t/ha i 14,2 t/ha), zbog različite dormantnosti. Kineske populacije takođe ispoljavaju razlike u prinosu i visini biljaka. Ove razlike su posledica različitih grupa dormantnosti praćenog sortimenta. Može se reći da prinosnija germplazma pripada klasama 4-6, dok populacije nižih prinosa i visina pripadaju dormantnim grupama (2-3).

Na osnovu dobijenih rezultata, kineske populacije Guanzhong, Ningxia, Zongmu 1, kao i američke sorte Bulldog 505 i OK 49, mogu se uključiti u programe oplemenjivanja lucerke na veći prinos suve materije zbog odlične adaptabilnosti i stabilnosti u našoj zemlji.

Zaključak

Dobijeni rezultati jasno ukazuju na značaj indeksa dormantnosti na prinos i visinu biljaka ispitivanih sorti i populacija lucerke. Najveći prinosi suve materije lucerke ostvareni su sa srpskim sortama klasa doramntnosti 4-5, Nijagara, Nera i NS Mediana ZMS V i američkom sortom OK 49 (klasa 5). Kineska gerpmplazma pokazuje visoku varijabilnost prinosa i visine biljaka, a te razlike uslovljene su grupama dormantnosti. Populacije Guanzhong, Ningxia, Zongmu 1 ispoljavaju visok stepen adaptabilnosti i trebaju biti uključene u programe oplemenjivanja lucerke na prinos *per se*.

Dormantne sorte indeksa dormantnosti 1-3 se mogu gajiti u Srbiji, ali je njihov genetički potencijal prinosa nizak i trebaju se sejati isključivo u brdskim i planinskim rejonima gde se lucerka kosi najviše 3 puta godišnje.

U Srbiji i regionu Jugoistočne Evrope najveći prinos, i balans prinosa i kvaliteta se ostvaruje gajenjem sorti lucerke indeksa dormantnosti 4-6.

Srpske sorte lucerke ispunjavaju sve agronomske parametre (prinos, trajnost, otpornost na niske i visoke temperature) neophodne za uspešno gajenje.

Institut za ratarstvo i povrtarstvo ima apsolutnu pokrivenost Srbije i regiona sortama lucerke različitih klasa dormantnosti (3-6), koje omogućavaju visoke prinose kabaste stočne hrane, odlične hranljive vrednosti.

Napomena

Istraživanja su deo projekta TR 31024: „Povećanje tržišnog značaja krmnih biljaka oplemenjivanjem i optimizacijom tehnologije proizvodnje semena“ MNTR-a Republike Srbije. Zahvalnost autora Dr Čarliju Brameru (UC Davis, SAD) i Noble Research Institute-u (Ardmor, Oklahoma, SAD), za obezbeđeno seme američkih sorti lucerke korišćenih u istraživanju.

Literatura

- Bouton J. (2012). Breeding lucerne for persistence. *Crop & Pasture Science*, 63: 95–106.
- Castonguay Y., Laberge S., Brummer E.C., Volenec J.J. (2006). Alfalfa Winter Hardiness: A Research Retrospective and Integrated Perspective. *Advances in Agronomy* 90: 203–265.
- Kallenbach R.L., Nelson C.J., Coutts J.H. (2002). Yield, quality, and persistence of grazing- and hay-type alfalfa under three harvest frequencies. *Agronomy Journal*, 94: 1094–1103.
- Frate E.C., Mueller S.C., Orloff S., Putnam D. (2012). Variety selection – choosing the best for your field. *Proceedings of the 2012 California Alfalfa & Grain Symposium*. 10-12 December, Sacramento, CA, USA.
- <https://hancockseed.com>
- Li, X., Brummer E.C. (2012). Applied Genetics and Genomics in Alfalfa Breeding. *Agronomy*, 2: 40-61.
- NASS (2015). <https://www.nass.usda.gov>

- Orloff S., Putnam D.H. (2010). Adjusting alfalfa cutting schedules for economic conditions. Proceedings of the 2010 California Alfalfa & Forage and Corn/Cereal Silage Mini-Symposium. November 30 - 2 December, Visalia, CA, USA.
<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/>
- Katić S., Milić D., Katanski S. (2014). Prinos i kvalitet lucerke u zavisnosti od tehnologije oplemenjivanja i tehnologije gajenja. Usmeno saopštenje, 48. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, 26.01. -01. 02. 2014.
- Knipe B., Reisen P., McCaslin M. (1998). The relationship between fall dormancy and stand persistence in alfalfa varieties. p. 203–208. In Proceedings of the 1998 California Alfalfa Symposium.
- Pembleton K.G., Donaghy D.J., Volenec J.J., Smith R.S., Rawnsley R.P. (2010). Yield, yield components and shoot morphology of four contrasting lucerne (*Medicago sativa*) varieties grown in 3 cool temperate environments. Crop and Pasture Science, 61: 503-511.
- Teuber, L.R., Taggard, K.L., Gibss L.K., McCaslin M.H., Peterson M.A., Barnes D.K. (1998). Fall dormancy. In: Fox, C., Berberet, R., Gray, F., Grau, C., Jessen, D., Peterson, M. (Eds.), Standar Test to Characterize Alfalfa Cultivars 3rd ed. North American Alfalfa Improvement Conference. Agronomic Test, p. A-1
- Veronesi F., Brummer E.C., Huyghe C. (2010): Alfalfa. In: B Boller, UK Posselt, F Veronesi (Eds.), Fodder Crops and Amenity Grasses. Series: Handbook of Plant Breeding, Springer, New York, USA, 5: 395 – 437.
- Wang C., Ma B.L., Yan X. Han J., Guo Y., Wang Y., Li P. (2009). Yields of Alfalfa Varieties with Different Fall-Dormancy Levels in a Temperate Environment. Agronomy Journal, 101 (5), 1146-1152. doi:10.2134/agronj2009.0026.

ALFALFA DORMANCY – impact and consequences of variety selection

Dragan Milić, Snežana Katanski, Đura Karagić, Branko Milošević¹

Abstract

Alfalfa (*M. sativa* L.), is the most important forage crop in Serbia and worldwide. The aim of this paper was to examine impact of alfalfa varieties different in dormancy classes and geographic on dry matter yield and plant height. Fall dormancy in alfalfa is defined as the plant's response to shortening photoperiod and temperature in autumn and plays a main role in worldwide adaptation of alfalfa germplasm. Various agronomical traits such as plant vigor, recovery rate after cutting, dry matter yield, stand persistence, reaction to some diseases were related to fall dormancy. Obtained results clearly demonstrate importance and impact of different dormancy rates on alfalfa yield and plant height among followed alfalfa variteis and populations.

Key words: alfalfa, dormancy, quality, variety, yield

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

AGREGATNI SASTAV I STABILNOST STRUKTURNIH AGREGATA PSEUDOGLEJNIH ZEMLJIŠTA KRALJEVAČKE KOTLINE

Goran Dugalić¹, Nikola Bokan¹ Marijana Dugalić², Svetlana Jerinić³

Izvod: Za ocenu agregatnog sastava i stabilnosti strukturnih agregata pseudoglejnih zemljišta okoline Kraljeva korišćeni su podaci suvog i mokrog prosejavanja zemljišnih uzoraka uzetih iz dva šumska, dva livadska i dva njivska profila pseudogleja. Uzorci su uzeti iz humusnog, eluvijalnog i iluvijalnog horizonta. Struktura ovih zemljišta može se okarakterisati kao nepovoljna naročito u oraničnom horizontu njivskih pseudogleja, pogotovu kada je reč o sadržaju u njima agronomski najpovoljnijih stabilnih strukturnih agregata s prečnikom od 1 do 5 mm, čiji sadržaj u Ahp horizontu je znatno manji nego u Ah horizontu šumskih i livadskih zemljišta. Pseudoglejna zemljišta pod šumama pokazuju povoljniju strukturu u odnosu na livadski, a naročito njivski pseudoglej. Zbog male vodootpornosti strukturnih makroagregata, kako njivski tako i livadski i šumski varijeteti ovih zemljišta pokazuju veliku zbijenost.

Ključne reči: agregatni sastav, stabilnost agregata, pseudoglej, šuma, livada, njiva

Uvod

Pseudoglejna zemljišta u kraljevačkoj kotlini zauzimaju površinu od 32 000 ha i jedan su od najtipičnijih reiona njihove rasprostranjenosti u Srbiji (Dugalić, 1998). Strukturu zemljišta čini skup agregata različite veličine, forme, mehaničke čvrstoće i vodootpornosti. Značaj agregatnosti zemljišta za njihovu proizvodnu sposobnost je veliki, a oblik, veličina i građa agregata su tesno povezani sa mehaničkim i hemijskim sastavom i osobinama, kao i sa pedogenetskim procesima koji u zemljištu protiču (Gajić, 1997). S poljoprivrednog gledišta najpovoljnija je struktura zemljišta koju čine mrvičasto-graškasti agregati, s prečnikom od 1 do 10 mm, koji su uz to i vodootporni i sa visokom agregatnom poroznošću u kojoj preovlađuju agregati sa prečnikom od 3 do 5 mm (Kačinski, 1956).

Uloga strukture naročito je važna u pseudoglejnim zemljištima sa teškim mehaničkim sastavom, na ravnim platoima gde se zadržava voda dugo vremena, zbog čega dolazi do raspadanja strukturnih agregata. Od dobre strukture u agronomskom smislu zahteva se da obezbedi rastresitu masu zemljišta, da su agregati sitni i otporni prema rasplinjavanju i da između njih postoje makropore (Dugalić i sar., 2012). Strukturna zemljišta zahvaljujući prisustvu kapilarnih pora dobro upijaju vodu, koju pri njenom kretanju apsorbuju agregati, a šupljine između agregata ispunjavaju se vazduhom.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (gorandugalic@yahoo.com);

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21 000 Novi Sad (marijanadugalic80@gmail.com);

³Poljoprivredna savetodavna i stručna služba "Valjevo" d.o.o, Birčaninova 128A, 14 000 Valjevo (svetlana.jerinic@gmail.com).

Materijal i metode rada

U cilju ispitivanja agregatnog sastava i stabilnosti strukturnih agregata pseudoglejnih zemljišta okoline Kraljeva otvoreni su profili šumskih, livadskih i njivskih varijeteta pseudogleja u atarima sela Jarčujak, Adrani i Samaila. Pri izboru mesta za kopanje profila nastojalo se da budu što ravnomernije raspoređeni po teritoriji koju zauzima pseudoglej, a istovremeno da reprezentuju različite reljefne i vegetacijske uslove, kako bi se dobila što vernija predstava o agregatnom sastavu pseudoglejnih zemljišta rasprostranjenih u kraljevačkoj kotlini. Iz otvorenih zemljišnih profila, koji su prethodno morfološki opisani uzeti su kontinuirano uzorci zemljišta i to: 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm i 60-80 cm. U laboratoriji Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu suvim prosejavanjem metodom Savinova urađena je strukturna analiza, a stabilnost mikroagregata metodom Tjulin-Savinova.

Rezultati istraživanja i diskusija

Struktura zemljišta je dinamična, razara se i obnavlja pod uticajem različitih faktora, naročito u površinskom horizontu zemljišta (Dugalić i sar., 2012). U tabeli 1 prikazani su podaci o sadržaju agregata dobijeni suvim i mokrim prosejavanjem, koeficijent strukturnosti, kao i sadržaj agronomski najpovoljnijih agregata veličine od 1 do 5 mm. Rezultati analiza pokazuju velike razlike u agregatnom sastavu između humusnog, podhumusnog i Btg horizonta. Pseudoglejna zemljišta pod šumom pokazuju povoljniju strukturu kako u površinskim horizontima tako i u dubljim u odnosu na livadski a naročito njivski pseudoglej. U oba analizirana profila pod šumskom vegetacijom maksimalni sadržaj agregata sa dijametrom od 1 do 5 mm pokazala je druga dubinska zona profila, tj. Eg horizont na dubini od 20-40 cm, odnosno 15-35 cm, što ukazuje da je u toj šumi možda bio prisutan sprat žbunja, čiji korenovi su zajedno sa zemljišnom faunom mogli povoljno uticati na agregatni sastav. Pseudoglejevi pod livadama nešto su slabije ostrukturaleni u poređenju sa onim pod šumama, a bolje nego njivski varijeteti. Pri višegodišnjem korišćenju pseudogleja došlo je do pogoršanja strukture u oraničnom horizontu a i u dubljim zonama profila. Ovako slične rezultate dobili su Dugonjić i saradnici (2008) ispitujući agregatni sastav i stabilnost agregata pseudoglejnih zemljišta Mačve. Sadržaj najpovoljnijih mrvičastih agregata sa prečnikom 1 do 5 mm kao i najsitnijih praškastih (sa prečnikom manjim od 0.20 mm), kao i onih sa prečnikom od 0.5 do 0.25, čiji je sadržaj opšte uzev mali i sa dubinom se jako smanjuje. Sadržaj najkrupnijih agregata sa prečnikom većim od 10 mm se sa dubinom jako povećava i to je najviše u njivskim zemljištima, nešto manje u livadskim a najmanje u šumskim. Sa agronomске tačke gledišta nemoguće je jednim pokazateljem oceniti strukturnost zemljišta, stoga je pri agronomskoj oceni agregatnog sastava, pored određivanja udela agregata određenih dimenzija, korišćen i koeficijent strukturnosti zemljišta. Iako je broj ispitanih profila mali (2 šumska, 2 livadska i 2 njivska), može se zapaziti da najveće vrednosti tog koeficijenta pokazuju šumska zemljišta, uglavnom veće od dva, u livadskim nešto manje od dva, a u njivskim zemljištima taj koeficijent se kreće oko jedan.

Tabela 1. Agregatni sastav pseudogleja pod šumom, livadom i njivom
 Table 1. Aggregate size distribution of pseudogleys under forests, meadows and croplands

No profilu Profile No.	Dubina Depth cm	Makro agreg. Macro- aggr. >10	Mezoagregati – Mesoaggregates							Mikro agreg. Micro- aggr. <0.25	Suma Sum 1 - 5 mm	K _s * C _s *
			10-5	5-3	3-2	2-1	1.0- 0.5	0.5- 0.25	10.0- 0.25			
1. Šume – Forests												
1	0 - 20	12.60	22.50	14.30	13.60	20.00	8.90	1.20	80.50	6.90	47.90	4.12
	20 - 40	16.72	22.66	15.81	23.03	13.30	5.26	1.13	81.19	2.08	52.14	4.32
	40 - 60	32.30	32.36	6.72	11.30	14.90	1.33	0.32	66.93	0.67	32.92	2.03
	60 - 80	34.63	31.02	15.97	13.26	3.18	1.00	0.39	64.82	0.55	32.41	1.84
2	0 - 15	24.35	25.48	15.75	12.05	10.57	4.60	0.94	69.37	6.28	38.35	2.26
	15 - 35	14.74	23.32	13.99	14.13	19.62	6.96	0.69	78.71	6.55	47.74	3.69
	35 - 60	40.30	25.10	12.75	10.12	8.85	1.78	0.23	58.83	0.87	31.72	1.43
	60 - 80	40.76	28.84	10.30	10.20	7.61	1.36	0.26	38.57	0.67	28.11	1.41
2. Livade – Meadows												
8	0 - 15	29.57	25.51	13.74	9.61	11.50	3.46	0.77	64.59	5.84	34.85	1.82
	15 - 30	40.88	22.61	11.04	8.76	9.67	3.09	0.52	55.69	3.43	29.47	1.26
	30 - 50	44.39	20.65	11.32	8.72	9.10	2.60	0.46	52.85	2.76	29.14	1.12
	50 - 70	86.87	8.22	2.10	1.27	1.06	0.25	0.06	12.96	0.17	4.43	0.15
9	0 - 15	15.43	24.73	16.94	13.30	14.56	4.12	1.01	74.49	10.08	44.63	2.92
	15 - 30	29.62	25.48	12.01	10.77	12.24	3.93	0.65	65.08	5.30	35.02	1.86
	30 - 50	37.99	22.21	11.25	9.10	9.55	2.98	0.08	55.17	6.84	29.90	1.23
	50 - 70	56.56	22.99	9.39	5.71	4.05	0.72	0.18	43.04	0.45	19.10	0.75
3. Njive – Croplands												
15	0 - 15	17.89	23.23	13.78	12.84	17.97	6.06	0.76	74.64	6.97	44.59	3.02
	15 - 40	57.83	17.88	7.53	5.43	6.43	1.72	0.40	39.39	2.78	19.39	0.65
	40 - 60	75.75	12.27	5.12	3.29	2.69	0.50	0.11	23.98	0.27	11.11	0.35
	60 - 80	73.32	13.97	5.25	3.48	2.95	0.58	0.14	26.37	0.31	11.68	0.30
16	0 - 20	33.37	18.58	11.16	10.39	15.30	5.29	0.94	61.66	4.97	38.85	1.60
	20 - 40	50.09	20.05	9.83	7.55	7.87	2.02	0.43	47.75	2.16	25.25	0.9
	40 - 60	56.83	20.80	10.15	6.03	4.78	0.83	0.16	42.75	0.42	20.96	0.7
	60 - 80	52.08	24.94	11.04	6.09	4.59	0.75	0.16	47.57	0.35	21.72	0.9

*K_s = a/b gde je K_s - koeficijent strukturalnosti zemljišta,
 a - sadržaj mezoagregata,
 b - suma makro i mikroagregata

Ukupno uzev profili šumskih pseudogleja pokazuju najpovoljniji, ali ne i povoljan agregatni sastav, povoljniji nego varijeteti pod livadskom, pogotovu pod njivskom vegetacijom. To upućuje na zaključak da je slično kao kod drugih tipova zemljišta i kod pseudogleja, uništavanje prirodne šumske vegetacije praćeno slabije ili jače izraženom degradacijom njihove strukture.

Podaci o vodootpornosti ispitanih profila pseudoglejnih zemljišta okoline Kraljeva prikazanih u Tabeli 2. pokazuju da je najveći deo sadržaja vodootpornih agregata u Ah horizontu livadskih, zatim u šumskim, a najmanji u njivskim pseudoglejima.

Tabela 2. Vodootpornost agregata (u %) pseudoglejnih zemljišta pod šumskom, livadskom i njivskom vegetacijom
 Table 2. Water stability of aggregates (%) of pseudogleys under forests, meadows and croplands

No Profila Profile No.	Dubina Depth cm	Dijametar agregata (mm) – Aggregate diameter (mm)						1-5mm
		>3 mm	3 - 2	2 -1	1.0 - 0.5	0.5 - 0.25	<0.25 mm	
1. Šume – Forests								
1	0 - 20	1.36	1.80	10.66	30.22	11.58	44.38	13.82
	20 - 40	0.50	0.90	4.22	16.52	15.22	62.24	5.62
	40 - 60	1.26	3.26	25.16	32.36	10.90	27.06	29.68
	60 - 80	0.74	2.70	36.90	23.60	9.82	26.24	40.34
2	0 - 15	12.14	6.31	21.64	16.56	9.28	34.06	40.09
	15 - 35	1.02	1.72	7.54	13.28	14.92	61.52	10.28
	35 - 60	0.92	2.16	20.24	23.48	15.96	37.24	23.32
	60 - 80	1.42	3.12	23.78	23.62	24.62	23.44	28.32
2. Livade – Meadows								
8	0 - 15	20.66	5.12	13.66	10.26	8.16	42.18	39.44
	15 - 30	5.38	3.86	23.84	11.50	11.86	43.56	33.08
	30 - 50	1.94	2.80	19.82	14.96	10.14	50.34	24.56
	50 - 70	0.76	3.58	52.90	12.44	6.48	23.84	57.24
9	0 - 15	12.24	7.10	21.34	14.18	8.16	36.98	40.68
	15 - 30	4.84	3.94	16.14	16.96	13.06	45.06	24.92
	30 - 50	1.38	2.36	6.62	11.74	15.58	62.32	10.36
	50 - 70	1.66	3.86	51.02	13.72	5.46	24.28	56.54
3. Njive – Croplands								
15	0 - 15	2.48	2.38	6.22	10.20	10.68	68.04	11.08
	15 - 40	2.82	2.92	13.66	14.10	13.30	53.20	19.40
	40 - 60	1.36	4.66	52.34	12.14	4.48	25.02	58.36
	60 - 80	1.00	3.92	57.50	13.30	4.78	19.50	62.42
16	0 - 20	6.18	4.52	13.30	20.48	10.90	44.62	24.00
	20 - 40	3.28	3.38	18.30	21.76	11.74	41.54	24.96
	40 - 60	2.00	5.60	50.10	15.14	5.40	21.76	57.70
	60 - 80	1.76	4.80	44.66	14.80	6.88	21.10	51.22

Dakle, pod uticajem obrade zemljišta u njivskim varijetetima smanjen je sadržaj vodootpornih strukturnih agregata sa prečnikom većim od 1 mm, pogotovu onih krupnijih od 3 mm, u ornično-humusnom horizontu na dubini od 0 – 20 cm, u poređenju

sa livadskim, kao i trajno šumski korišćenim pseudoglejnim zemljištima. Po razoravanju livada i šuma došlo je do smanjenja vodootpornosti strukture, tako da njivski varijeteti sadrže najmanje tih agregata.

Zaključak

Struktura pseudoglejnih zemljišta kraljevačke kotline može se okarakterisati kao prilično nepovoljna, naročito u oraničnom horizontu njivskih pseudogleja, pogotovu kada je reč o sadržaju u njima agronomski najpovoljnijih strukturnih agregata s prečnikom od 1 – 5 mm.

Pseudoglejna zemljišta pod šumom pokazuju povoljniju strukturu, kako u površinskim horizontima tako i u dubljim u odnosu na livadski a naročito njivski pseudoglej, što ukazuju da je uništavanje prirodne šumske vegetacije pseudogleja praćeno slabije ili jače izraženom degradacijom njihove strukture.

Zbog male vodootpornosti strukturnih makroagregata, kako njivski tako i livadski i šumski varijeteti, pokazuju veliku zbijenost.

Najveći sadržaj vodootpornih agregata u humusnom horizontu sadrže livadski, zatim šumski, a najmanje njivski pseudogleji.

Literatura

- Gajić, B., Stojanović, S., Pejković, M., Živković, M., Đurović, N. (1997): Uticaj navodnjavanja na strukturu černoze. Zbornik radova IX Kongresa JDPZ-a „Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta“. Novi Sad, 45-50.
- Gajić, B., Nevenka Đurović, Dugalić, G. (2010): Composition and stability of soil aggregates in Fluvisols under forest meadows, and 100 years of conventional tillage (Article). Journal of plant nutrition and soil science, vol. 173 br. 4, str. 502 - 509.
- Dugalić, G. (1998): Karakteristike kraljevačkog pseudogleja i iznalaženje mogućnosti za povećanje njegove produktivne sposobnosti. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Beograd
- Dugalić, G., Gajić, B. (2005): Pedologija - Praktikum. Agronomski fakultet Čačak. 1-175
- Dugalić, G., Gajić, B. (2012): Pedologija. Agronomski fakultet Čačak. 1-295
- Dugonjić, M., Đorđević, A., Svjetlana Čupać, Zorica Tomić (2008): Aggregate composition and the stability of structural aggregates of pseudogley in south Mačva. Zemljište i biljka, Vol.57, No.3.

AGGREGATE SIZE DISTRIBUTION AND AGGREGATE STABILITY OF PSEUDOGLEYS IN THE KRALJEVO BASIN

Goran Dugalić¹, Nikola Bokan¹, Marijana Dugalić², Svetlana Jerinić³

Abstract

Data obtained by dry and wet sieving of soil samples collected from two forest, two meadow and two cropland pseudogley profiles were used to evaluate the aggregate size distribution and aggregate stability of pseudogleys in the surroundings of Kraljevo. The samples were taken from humus, eluvial and illuvial horizons. The structure of these soils is unfavourable, particularly in the topsoil of cropland pseudogleys, especially as regards the content of agronomically most favourable stable aggregates between 1 and 5 mm in diameter. This content in the Ahp horizon is considerably lower than in the Ah horizons of forest and meadow soils. Pseudogleys under forests have a more favourable structure compared to meadow pseudogleys and particularly cropland soils.

Due to the low water stability of macroaggregates, these soils under all three land use types exhibit a high degree of compactness.

Key words: aggregate size distribution, aggregate stability, pseudogley, forest, meadow, cropland

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (gorandugalic@yahoo.com)

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21 000 Novi Sad, Serbia (marijanadugalic80@gmail.com)

³Valjevo d.o.o. Agricultural Extension Service, Birčaninova 128A, 14 000 Valjevo, Serbia (svetlana.jerinic@gmail.com)

ZNAČAJ ŽETVENIH OSTATAKA U POVRTARSKOJ PROIZVODNJI

Goran Perković¹, Aleksandra Govedarica-Lučić¹, Nikolina Kulina¹, Alma Rahimić²

Izvod: Povrtarske kulture zahtijevaju najkvalitetnije zemljište, a uslijed nedostatka kvalitetnog zemljišta postojeće zemljište se intenzivno i najčešće nepravilno koristi što dovodi do gubitka kvaliteta zemljišta. Smanjen obim stočarske proizvodnje, samim tim i stajnjaka, koji bi trebao biti vraćen u zemljište, dovodi do pada sadržaja organske materije u zemljištu. Intenzivna povrtarska proizvodnja ubrzava oksidacione procese i razlaganje organske materije što dovodi do pada koncentracije humusa. Upotreba isključivo mineralnih đubriva pospješuje degradacione procese i dovodi do pogoršanja fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta, a samim tim može se očekivati smanjenje plodnosti zemljišta. Samo pravilnim izborom predusjeva koji imaju značajnu količinu žetvenih ostataka i njihovim zaoravanjem može se povećati sadržaj organske materije. Rezultati istraživanja ukazuju da pšenica ostavlja značajne količine žetvenih ostataka što zavisi od primjenjene agrotehlike, sorte i klimatskih prilika. Ovim radom se želi ukazati na izuzetan značaj žetvenih ostataka u povećanju plodnosti zemljišta i na potpuno pogrešnu praksu spaljivanja ili odvoženja sa parcele.

Gljučne reči: pšenica, prinos zrna, žetveni ostaci, organska materija

Uvod

Osnovni uzroci smanjenja sadržaja organske materije u zemljištu su u prvom redu izostavljanje đubrenja stajnjakom, spaljivanjem ili odvoženjem žetvenih ostataka sa parcela i upotrebom u nepoljoprivredne svrhe. Odvajanje ratarske od stočarske proizvodnje, pad broja uslovnih grla po jedinici obradive površine i uvođenje promjena u ishrani i načinu držanja stoke dovodi do stalnog pada količina raspoloživog stajnjaka. Da bi se zemljištu vratila organska materija i time spriječilo narušavanje plodnosti, neophodno je redovno izvoditi zaoravanje žetvenih ostataka. Organska materija žetvenih ostataka ima važnu ulogu u kruženju materije u agroekosistemu, a redovno odnošenje žetvenih ostataka sa njiva bez redovne primjene organskih đubriva, dugoročno može da bude veoma štetno (Kastori i sar., 2012). Zaoravanje žetvenih ostataka daje iste rezultate kao i primjena stajnjaka u poboljšanju osobina zemljišta. Proces humifikacije žetvenih ostataka odvija se kao i proces razlaganja stajnjaka.

Materije koje nastaju kao proizvodi tih procesa imaju slično dejstvo na osnovne osobine zemljišta, a prije svega na vodni, vazdušni i toplotni režim, na strukturu, adsorptivnu sposobnost i na stvaranje humusa.

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet u Istočnom Sarajevu, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Republika Srpska (perkan66@gmail.com);

² Agromediterranski fakultet Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru, USRC Midhad Hujdur Hujka, Mostar; Bosna i Hercegovina

Postoji značajan broj oglada kojim je dokazano i potvrđeno da se zaoravanjem žetvenih ostataka dobijaju približno isti rezultati kao i pri zaoravanju stajnjaka, a pozitivan efekat zaoravanja žetvenih ostataka se najviše ispoljava u vidu poboljšanja osnovnih svojstava zemljišta i povećanja prinosa (Jaćimović i sar., 2016., Lemon-Ortega et al., 2000., Latković i sar., 2015). Žetveni ostaci predstavljaju osnovni izvor organske mase, odlikuju se i relativno velikim sadržajem biogenih elemenata značajnih u ishrani biljaka (Kastori i sar., 2006). Približno polovinu stvorene biomase potrebno je vratiti zemljištu u obliku žetvenih ostataka ili u putem stajnjaka. Ni u kom slučaju se ne smije zaboraviti činjenica da nakon žetve u zemljištu ostaje značajna količina korijenovog sistema što predstavlja značajan dio ukupne količine žetvenih ostataka. Pravilnim izborom gajene kulture, uzeti u obzir ostvareni prinos i količinu žetvenih ostataka, sadržaj organske materije u zemljištu može se održavati na zadovoljavajućem nivou.

Pšenica je najzastupljenija ratarska kultura koja nakon žetve ostavlja značajne količine žetvenih ostataka i često se pojavljuje kao predusjev u povrtarskoj proizvodnji. Zaoravanje slame ne dovodi do brzog povećanja količine humusa u zemljištu, ali efikasno utiče na poboljšanje strukture što je posebno značajno kod teških zemljišta. Time se obezbjeđuje povoljniji vodni i vazdušni režim zemljišta, bolje primanje i čuvanje vlage, formiranje povoljne strukture i „biološke“ zrelosti zemljišta što omogućava lakšu i kvalitetniju obradu uz smanjenu potrošnju goriva (Jaćimović i sar., 2009). Odvoženje žetvenih ostataka sa parcela, narušava proces kruženja materije, nepovoljno deluje na plodnost zemljišta i dovodi do opadanja prinosa gajenih usjeva (Malešević i Jaćimović, 2010).

Cilj ovog rada bio je da ukaže na značaj gajenja pšenice kao preduseva u povrtarstvu, koji ostavlja veliku količinu žetvenih ostataka - slame. Žetveni ostaci se moraju posmatrati kao visoko vrijedan biljni proizvod koji je potrebno pravilnim zaoravanjem vratiti zemljištu da bi se poboljšao bilans organske i mineralne materije. Jedan od značajnijih odgovora u ovom radu je podatak količinama slame koja ostaje nakon žetve pšenice.

Materijal i metode rada

Za utvrđivanje prinosa zrna i količina žetvenih ostataka postavljen je ogled sa četiri sorte pšenice (Rapsopdija, Simonida, Nova Bosanka i Renesansa) na devet lokacija u Semberiji sa ukupnom površinom od 278 ha, pri čemu je najmanja površina parcele bila 7 ha, a najveća 111 ha. Na svim parcelama setva pšenice je obavljena u optimalnom roku (kraj oktobra-početak novembra) sa količinom semena od 270-330 kg ha⁻¹. Usev pšenice je gajen u standardnim uslovima agrotehnike u proleće bez navodnjavanja (Tabela 1.).

Žetva pšenice obavljena je žitnim kombajnom sa visinom reza od 13 do 15 cm, nakon čega je vršeno mjerenje mase i vlage zrna. Nakon žetve slama je balirana i izmjerena ukupna količina.

Rezultati istraživanja i diskusija

Na području Semberije pšenica predstavlja veoma značajnu ratarsku kulturu koja poslije kukuruza zauzima najveće površine. Podaci o odnosu zrno - slama računaju se za nadzemni dio biljke i iznose između 1,0 i 1,2 u odnosu na zrno (Sekulić i sar., 2010). Uz prinos zrna od 6 t ha⁻¹ prosječno raspoloživa količina slame je od 2,5 t ha⁻¹ do 3 t ha⁻¹ (Martinov i sar., 2005).

Ostatak slame koji ostaje ispod reza kose kombajna ne treba zanemariti i na osnovu rezultata zrno+slama, ostatak slame na strništu za visinu reza od 15 cm je u „vlažnoj“ sezoni oko 33%, a u sušnoj oko 39% u odnosu na prinos zrna (Martinov, 1984).

Tabela 1. Prinos zrna i slame pšenice (kg ha⁻¹)

Table 1. Grain yield and straw of wheat

Parcela Lot	Površina/ Surface (ha)	Sorta i vrijeme sjetve Sort and date sowing	Prinos zrna Yield of grain	Prinos slame Yield of straw
1	22	RAPSODIJA 23. oktobar	4.630	2.760
2	7	SIMONIDA 26. oktobar	4.100	2.400
3	13	NOVA BOSANKA 10. novembar	4.120	2.753
4	13	RENESANSA 26. oktobar	4.895	2.640
5	12	NOVA BOSANKA 26. oktobar	4.340	2.888
6	30	RAPSODIJA 10-13. novembar	4.000	2.760
7	111	RENESANSA 3-5. novembar	4.288	2.760
8	45	SIMONIDA 11-16. novembar	4.500	2.357
9	25	NOVA BOSANKA 11-16. novembar	4.200	2.160
	278		4.341	2.631

Na površini od 278 ha ukupan prinos zrna pšenice je iznosio 1.208.350 kg, odnosno prosječno 4.341 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Prosječan prinos zrna značajno se razlikovao u između istih sorti na različitim parcelama, kao i između različitih sorti pšenice. Sorta *Rapsodija* gajena na dvije parcele površine 22 i 30 ha, imala je prinos zrna 4.630 kg ha⁻¹ odnosno 4.000 kg ha⁻¹ što predstavlja značajnu razliku od 630 kg ha⁻¹. Na razlike u prinosu zrna uticali su agroekološki uslovi kao i plodnost zemljišta.

Prosječan prinos zrna sorte *Simonida* na dvije proizvodne parcele bio je 4.100 kg ha⁻¹ (7 ha) i 4.500 kg ha⁻¹ (45 ha) što, takođe predstavlja značajnu razliku. Značajna razlika prosječnog prinosa zrna bila je i kod sorte *Renesansa* (607 kg) (Tabela 1).

Ukupna površina sorte *Revensansa* je bila 124, na dvije proizvodne parcele sa površinom od 13 i 111 ha, sa prosečnim prinosom zrna od 4.895 kg ha⁻¹ i 4.288 kg ha⁻¹. Najmanja razlika u prinosu zrna utvrđena je kod sorte *Nova bosanka* (BL). Na tri proizvodne parcele od 13, 12 i 15 ha prosječan prinos zrna bio je 4.120, 4.340 odnosno 4.200 kg ha⁻¹. U proseku najveći prinos zrna imala je sorta *Revensansa* (4.895 kg ha⁻¹) dok najmanji sorta *Rapsodija* (4.000 kg ha⁻¹).

Analizirajući prinos slame sorta *Rapsodija* je na dvije proizvodne parcele od 22 i 30 ha ostvarila isti prinos od 2.760 kg ha⁻¹ (Tabela 1.), što je svrstava u sorte pšenice sa najstabilnijim prinosom slame. Sorta *Revensansa* je, takođe ostvarila prinos slame 2.760 kg ha⁻¹ na proizvodnoj parceli od 111 ha. Na drugoj proizvodnoj parceli (13 ha) *Revensansa* je ostvarila prinos slame od 2.640 kg ha⁻¹ što i ovu sortu pšenice ubraja u veoma stabilne sorte u pogledu prinosa žetvenih ostataka - slame.

Sorta *Simonida* je imla ujednačene vrijednosti žetvenih ostataka, i na dvije proizvodne parcele od 7 i 45 ha u prosječan prinos slame bio je 2.400 odnosno 2.357 kg ha⁻¹. Najveće razlike u količini slame koja ostaje nakon žetve bile su kod sorte *Nova bosanka* koja je imala i najveći prinos slame. Na tri parcele od 13, 12 i 25 ha utvrđen je prosječan prinos slame od 2.753, 2.888 odnosno 2.160 kg ha⁻¹.

Na proizvodnoj površini od 278 ha ostvaren je prosječan prinos zrna pšenice od 4.341 kg ha⁻¹ dok je prosječan prinos slame iznosio 2.631 kg ha⁻¹. Podatak o najvećem prosječnom prinosu slame od 2.888 kg ha⁻¹, i opšti prosječni prinos slame od 2.631 kg ha⁻¹ su u saglasnosti sa rezultatima Martinova i sar. (2005), koji su utvrdili da se prosječan prinos slame kreće od 2,5 do 3 t ha⁻¹. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su razlike u prosječnom prinosu slame manje u odnosu na prinos zrna i da je prinos slame stabilnija sortna osobina koja je pod manjim uticajem agroekoloških uslova. Uzimajući u obzir broj agrotehničkih mjera (8-10) koje se primjenjuju tokom proizvodnje pšenice, može se ukazati i na ovu prednost koja daje posebnu vrijednost pšenice kao predusjeva za povrtarske kulture. Jedan od najznačajnijih zadataka kod povrtarske proizvodnje je uspostavljanje i održavanje povoljne strukture zemljišta, što se postiže primjenom pravilne odrade zemljišta, smjene usjeva i primjene organskih đubriva. Pravilna smjena usjeva u plodoredu ima veliki uticaj na formiranje povoljne strukture zemljišta. Uticaj pojedinih kultura se prije svega manifestuje preko broja, kvaliteta i vremena izvođenja agrotehničkih mjera (Šeremešić, 2005.). Obrada pri nepovoljnom stanju vlažnosti zemljišta, bez obzira da li je zemljište previše suvo ili prevlažno, glavni je uzrok razbijanja zemljišne strukture.

Osnovna prednost pšenice kao predusjeva je i manji broj agrotehničkih mjera, odsustvo navodnjavanja i obrade u toku vegetacije, što doprinosi stvaranju povoljnije strukture zemljišta.. Masa korijenovog sistema pšenice predstavlja značajnu količinu organske materije koja ostaje u zemljištu. Korijenovi eksudati i slične želatinozne supstance koje korijen izlučuje u zemljište igraju značajnu ulogu u stabilizaciji zemljišnih agregata (Vučić, 1987.; Chan i Heenan, 1996.).

Zaključak

Žetvene ostatke treba posmatrati kao veoma vrijednu organsku materiju sa relativno velikim sadržajem biogenih elemenata. Pšenica kao predusjev za povrtarske kulture

ispoljava niz pozitivnih osobina na kvalitet zemljišta. U zavisnosti od sorte pšenice zavisi i količina žetvenih ostataka koja ostaje nakon žetve, što predstavlja sortnu osobinu, koji je dijelom uslovljen i uslovima uspijevanja i primjenjenom agrotehnikom. Nakon žetve pšenice količina žetvenih ostataka koja ostane na parceli se kreće od 2.500 do 3.000 kg ha⁻¹.

Prosječan prinos zrna pšenice je 4.341 kg ha⁻¹ na površini od 278 ha a prosječan prinos slame 2.631 kg ha⁻¹. Najveći prinos slame (2.888 kg ha⁻¹) zabeležen je kod sorte *Nova bosanka* na površini od 12ha.

Pravilnim izborom predusjeva obezbjeđuje se značajan dio žetvenih ostataka koji nakon zaoravanja prelazi u veoma značajnu organsku materiju.

Literatura

- Chan K.Y., Heenan D.P.(1996): The influence of crop rotation on soil structure and soil physical properties under convention tillage. *Soil and Tillage Research*, Vol. 37,113-125.
- Jaćimović G., Malešević M., Bogdanović D., Marinković B., Crnobarac J., Latković D., Aćin, V. (2009). Prinos pšenice u zavisnosti od dugogodišnjeg zaoravanja žetvenih ostataka. *Letopis naučnih radova*, godina 33, broj 1, str. 85-92.
- Jaćimović G., Aćin V., Miroslavljević M., Crnobarac J., Marinković B., Latković D., (2016): Long-term effects of straw incorporation and increasing doses of nitrogen on the wheat yield. *Book of proceedings VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016."* page.644-649.
- Kastori R., Maksimović I., Delić-Putnik M. (2012). Ekološki aspekti spaljivanja žetvenih ostataka kao alternativnog goriva, *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(3): 313-319.
- Kastori R., Tešić M. (2006). Ekološki aspekti primene žetvenih ostataka njivskih biljaka kao alternativna goriva. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 42: 3-13.
- Lemon-Ortega A., Sayere K.D., Francis C.A. (2000): Wheat and maize yields in response to straw management and nitrogen under a bed planting system. *Agron.J.*92:pg.295-302.
- Latković D., Marinković B., Crnobarac J., Berenji J., Sikorav V., Jaćimović G.(2015): Long-term effects of incorporation of crop residues and increasing doses nitrogen on the maize yield. *Book of proceedings VI International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2015."* page.395-400.
- Malešević M., Jaćimović G. (2010). Agronomski i ekološki aspekti različitih postupaka sa žetvenim ostacima u poljoprivredi. *Dnevnik - Poljoprivrednik*, str. 243-245
- Martinov M. (1984). Mogućnost korištenja slame kao izvora toplotne energije. *Magistarska teza*, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Zagrebu.
- Martinov M., Tešić M., Konstantinović M., Stepanov B. (2005). Perspektive u korištenju biomase za gajenje domaćinstva u seoskim područjima. *Savremena poljoprivredna tehnika* 31: 155-264.
- Sekulić P., Ninkov J., Hristov N., Vasin J., Šeremešić S., Škorić T. (2010). Sadržaj organske materije u zemljištima AP Vojvodine i mogućnost korištenja žetvenih ostataka kao obnovljivog izvora energije. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 47: 591-598.

- Vučić N.(1987): Vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta. Vojvodanska akademija nauka i umjetnosti. Hrvatska.
- Šeremešić S.(2005): Uticaj plodoreda i đubrenja na fizička i hemijska svojstva černozema. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.

IMPORTANCE HARVEST RESIDUES IN VEGETABLE PRODUCTION

Goran Perković¹, Aleksandra Govedarica-Lučić¹, Nikolina Kulina¹, Alma Rahimić²

Abstract

Vegetable crops require the highest quality land, and due to the lack of quality land, the existing land is intensively and most often improperly used which leads to loss of land quality. The reduced volume of livestock production, and the stakes, which should be returned to the land, lead to a fall in the content of organic matter in the soil. Intensive vegetable production accelerates oxidation processes and degradation of organic matter, leading to a drop in humus concentration. The use of exclusively mineral fertilizers promotes degradation processes and leads to deterioration of the physical, chemical and biological properties of the soil, and thus a decrease in soil fertility can be expected.

Only with a proper choice of previous crop that have a significant amount of harvested remains and their drowning can increase the content of organic matter. Research findings indicate that wheat leaves significant amounts of harvested remains, depending on the applied agrotechnics, varieties and climatic conditions. This work seeks to highlight the remarkable significance of harvested remains in increasing fertility of the land and to the completely erroneous practice of burning or taking off from the plot

Key words: wheat, yield of grain, harvest remains, organic matter

¹ University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Vuka Karadžića 30, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina (perkan66@gmail.com)

² Agromediterranean Faculty, University of “Džemal Bijedić”, Mostar, Bosnia and Herzegovina

UTICAJ VITAL TRICHA I VODENOG EKSTRAKTA KOPRIVE NA NEKE MORFOLOŠKE OSOBINE SOJE

Gordana Dozet¹, Vojin Đukić², Zlatica Miladinov², Marija Cvijanović³, Rialda Kolić¹, Vladan Ugrenović⁴

Izvod: Poljski eksperimentalni dvofaktorijalni ogled bio je postavljen po dizajnu split-plot sa dve sorte soje i tretmanima sa Vital Trichom, vodenim ekstraktom koprive, uključujući i kontrolnu varijantu. Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi uticaj različitih genotipova, primene Vital Tricha i biljnog ekstrakta od koprive na neke morfološke osobine soje (broj bočnih grana, visina biljaka) i prinos soje. Na osnovu toga da se preporuči u organskoj proizvodnji primena navedenog mikrobiološkog preparata i pripremljenog ekstrakta od koprive, kao i sorta koja bolje reaguje na primenjene navedene tretmane. U organskom sistemu sa primenjenim tretmanima u gajenju pokazala se bolja sorta Rubin.

Cljučne reči: morfološke osobine, soja, Vital Tricho, vodeni ekstrakt koprive

Uvod

Soja (lat. *Glycine max*) je biljka mahunarka visoke hranjive vrednosti, pripada familiji *Fabaceae*. Njeno seme se u doradi ne tretira pesticidima, pa je vrlo pogodna za proizvodnju u organskom sistemu gajenja. Sojino zrno se koristi u vidu raznih prerađevina za ljudsku ishranu. Stoga, neophodno je da deo proizvodnje soje bude bez primene mineralnih đubriva i pesticida. Organska poljoprivreda je sistem ekološkog upravljanja proizvodnjom koji promovise i unapređuje biodiverzitet, kruženje materija i biološku aktivnost zemljišta (Kovačević i Oljača, 2005). Organska poljoprivreda uklapa se u opšti koncept održivog razvoja, jer teži ekološki čistoj, isplativoj, etički prihvatljivoj i socijalno pravednoj poljoprivrednoj proizvodnji. Modernizacija poljoprivrede dovela je do narušavanja veze između ekologije i poljoprivredne proizvodnje, pošto su ekološki principi često ignorisani ili zanemareni (Pretty, 2008). Organska poljoprivreda je održiva, prirodna alternativa za intenziviranje proizvodnih metoda. Koristi tradicionalne metode obrade i održavanja zemljišta i kontrole korova, štetočina i oboljenja. Organska proizvodnja se bazira na modernom naučnom shvatanju ekologije i poljoprivrede i u potpunosti podržava i prati tehnološki razvoj i mehanizaciju (Cvijanović i sar., 2013). Proizvodi dobijeni ovim putem su visokog kvaliteta, bezbedni po zdravlje ljudi, a sama proizvodnja doprinosi zaštiti životne sredine. Proizvođači u organskoj poljoprivredi svoje delatnosti moraju bazirati na više važnih principa, od kojih je među najvažnijima obezbeđenje biološke aktivnosti zemljišta (princip da se održi „zdravlje“ zemljišta). Sve veći je broj istraživanja koja su usmerena na iznalaženje

¹Megatrend Univerzitet, Fakultet za Biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija (gdozet@biofarming.edu.rs);

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

³Dunav osiguranje a.d.o., Beograd, Makedonska 4, 11000 Beograd, Srbija;

⁴Institut Tamiš, Novoseljski put 33, 26101 Pančevo, Srbija.

primene alternativnih mera u biljnoj proizvodnji kako bi se izbegle neželjene posledice. Jedna od mera jeste primena mikrobioloških preparata. Ekstrakti pojedinih biljaka se sve češće koriste za đubrenje u organskoj proizvodnji. Jednostavno se pripremaju na manjim gazdinstvima i u industrijskim postrojenjima. U tu svrhu, kod nas se najviše koriste kopriva, gavez i mešavina različitih biljaka (Mirecki i sar., 2011). Kopriva se koristi u biodinamičkoj poljoprivredi za kontrolu štetočina i kao sredstvo za stimulaciju u gajenju biljaka (Di Virgilio, 2013). Biljni ekstrakti su proizvodi koji mogu biti značajan izvor raznih elemenata, i u tragovima, zavisno o vrsti i kvalitetu zemljišta na kojem je gajena biljna vrsta od koje se priprema otopina (Popescu i sar., 2010). Primena ekstrakata koprive (*Urtica dioica*) ima za cilj preventivnu zaštitu useva od bolesti i štetočina i svojstvo folijarne prihrane.

Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi uticaj različitih genotipova, primene Vital Tricha, biljnog ekstrakta od koprive na neke morfološke osobine soje (broj bočnih grana, visina biljaka) i prinos soje. Na osnovu toga bi se preporučila u organskoj proizvodnji primena navedenog mikrobiološkog preparata i pripremljenog ekstrakta od koprive, kao i sorta koja bolje reaguje na primenjene navedene tretmane.

Materijal i metode rada

Istraživanje je obavljeno u toku 2018. godine. Na oglednoj parceli koja je bila u sastavu privatne proizvodne parcele sa sojom kod Bačke Topole na karbonatnom černozeu. U eksperimentalnom poljskom ogledu u suvom ratarenju korišćene su dve kasnostasne sorte soje: Trijumf i Rubin, stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Obe pripadaju II grupi zrenja. Vital Tricho je mikrobiološki preparat koji sadrži antagonističke gljive *Trichoderma asperellum* i *Trichoderma viride* u koncentraciji 5×10^9 koje su nanešene na anorganski poboljšivač zemljišta. Koristi se kao sredstvo za biološku kontrolu patogenih mikroorganizama, za poboljšanje strukture zemljišta i stvaranje povoljnih uslova za rast i razvoj biljke. Vital Tricho ne sadrži genetski modificirane organizme. Vodeni biljni ekstrakt od koprive pripremao se tako što je ubrana mlada kopriva bez korena. Usitnjeno je 1 kg koprive koja je stavljena u bure i prelivena sa 10 litara odstojale kišnice. U buretu je odstajala 15 dana na senovitom mestu i fermentisala. Nakon toga proceden je ekstrakt i razređen sa vodom u razmeri 1:15. Ogled je bio postavljen po dizajnu split-plot (podeljene parcele), gde su velike parcele bile sorte, a potparcele tretmani sa varijantama: 1 - kontrola, 2 - Vital Tricho, 3 - vodeni ekstrakt koprive i 4 - kombinacija Vital Tricho + vodeni ekstrakt koprive. Seme soje je pre setve inokulisano NS Nitaginom. Setva je obavljena mašinski četvororednom sejalicom na 70 cm međurednog razmaka. Posle setve izmereni su redovi od 5 m, tako da je bilo 4 ponavljanja, a razmak između ponavljanja bio je 1 m. Veličina osnovne parcelice iznosila je 14 m². Vital Tricho i vodeni ekstrakt koprive primenjeni su ručno, leđnom prskalicom u početku i punom cvetanju soje. U fazi tehnološke zrelosti uzeto je po 10 biljaka za utvrđivanje broja bočnih grana i visinu biljaka. U fiziološkoj zrelosti ubrane su sve biljke, pažljivo vezane u snopove, koji su obeleženi i preveženi na Institut za ratarstvo i povrtarstvo gde su ovršeni i na osnovu prinosa svake varijante utvrđen je prinos po jedinici površine. Rezultati istraživanja obrađeni su statistički analizom varijanse dvofaktorijalnog ogleda, a značajnost razlika

testirana LSD testom na nivou značajnosti od 5 i 1% primenom računarskog softvera STATISTICA V12.6. Rezultati su prikazani tabelarno.

Rezultati istraživanja i diskusija

Sa aspekta zahteva soje prema osobinama zemljišta, zemljište na kome je sproveden mikroogled bilo je optimalnih svojstava za gajenje soje. Soja ima najveće potrebe za vodom prelaskom u reproduktivnu fazu razvoja, od cvetanja do formiranja mahuna i nalivanja zrna. Podaci o temperaturama, padavinama i relativnoj vlazi vazduha preuzeti su sa validne meteorološke stanice Poljoprivredno stručne službe Bačka Topola iz Bačke Topole.

Prosečna temperatura u 2018. godini bila je u svakom od vegetacionih meseci viša u odnosu na višegodišnji prosek (Tab. 1), dok su padavine za ceo vegetacioni period bile više za 6,7% u odnosu na višegodišnji prosek. U reproduktivnoj fazi bilo je dovoljno padavina i to je pozitivno uticalo na biljke soje.

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanoj godini
Table 1. Weather conditions in the study years

Mesec <i>Month</i>	Srednje mesečne temperature (°C) <i>Mean monthly temperature (°C)</i>		Padavine (l m ⁻²) <i>Precipitation (l m⁻²)</i>	
	2018	Prosek 1964-2017 <i>Average 1964-2017</i>	2018	Prosek 1964-2017 <i>Average 1964-2017</i>
IV	17,1	11,8	12,0	44,1
V	20,8	17,2	43,6	65,4
VI	21,7	20,5	122,8	69,4
VII	22,8	22,2	108,8	61,6
VIII	24,9	21,6	39,2	53,6
IX	18,5	17,2	38,8	48,1
Prosek/Suma <i>Average/Total</i>	21,0	18,4	365,2	342,2

Prosečan broj bočnih grana u ogledu iznosio je 1,6 (Tab. 2). Kod sagledavanja broja bočnih grana nije utvrđena statistički značajna razlika između sorti. To nije u saglasnosti sa rezultatima koje navodi Dozet (2006). Slične rezultate navode Dozet i Crnobarac (2007).

Uticaj primenjenih tretmana bio je statistički značajan u poređenju sa kontrolom, jer je na kontrolnoj varijanti utvrđen statistički značajno manji broj bočnih grana u odnosu na tretmane od 52,9% do 57,9%. Interakcija AxB bila je na nivou statističke značajnosti, dok interakcija BxA nije bila statistički značajna.

Prosečna visina biljaka kod obe sorte bila je 93,4 cm (Tab. 3). Visina biljaka bila je statistički značajno viša kod sorte Trijumf za 14,7% u odnosu na sortu Rubin. Razlike između sorti u visini biljaka navode i drugi autori (Relić, 1996; Dozet, 2009; Kandil, 2013). Najniža izmerena visina biljaka bila je u kontrolnoj varijanti (83,9 cm) u odnosu na primenjene tretmane. Razlika je bila na nivou statističke značajnosti. Takođe, interakcije AxB i BxA su bile značajne.

Tabela 2. Broj bočnih grana
Table 2. Number of lateral branches

Folijarni tretmani/ Foliar treatment (B)	Sorta/Variety (A)		Prosek/ Average B	Faktor/ Factor	LSD	
	Trijumf	Rubin			1%	5%
Kontrola/Control	0,5	1,1	0,8	A	0,81	0,44
Vital Tricho (VT)	1,7	2,0	1,9	B	0,69	0,50
Kopriva/Nettle (K)	1,5	2,0	1,7	AxB	0,98	0,68
VT+K	1,9	1,8	1,9	BxA	0,92	0,71
Prosek/Average A	1,4	1,7	1,6			

Tabela 3. Visina biljke (cm)
Table 3. Plant height (cm)

Folijarni tretmani/ Foliar treatment (B)	Sorta/Variety (A)		Prosek/ Average B	Faktor/ Factor	LSD	
	Trijumf	Rubin			1%	5%
Kontrola/Control	84,4	83,4	83,9	A	8,3	4,5
Vital Tricho (VT)	101,0	82,9	92,0	B	12,0	8,0
Kopriva/Nettle (K)	104,6	87,7	96,2	AxB	17,0	12,4
VT+K	109,1	94,1	101,6	BxA	15,1	11,0
Prosek/Average A	99,8	87,0	93,4			

Tabela 4. Prinos (kg ha⁻¹)
Table 4. Yield (kg ha⁻¹)

Folijarni tretmani/ Foliar treatment (B)	Sorta/Variety (A)		Prosek/ Average B	Faktor/ Factor	LSD	
	Trijumf	Rubin			1%	5%
Kontrola/Control	3467	5227	4347	A	670	406
Vital Tricho (VT)	5947	8133	7040	B	2315	1968
Kopriva/Nettle (K)	7307	9333	8320	AxB	3014	2753
VT+K	8373	8800	8587	BxA	2753	2421
Prosek/Average A	6273	7873	7073			

Prosečan prinos po hektaru bio je 7073 kg ha⁻¹ (Tab. 4), s tim da je sa sortom Rubin ostvaren viši prinos (7873 kg ha⁻¹) u poređenju sa sortom Trijumf (6273 kg ha⁻¹), iako ne dovoljno za statističku značajnost. Dozet (2006, 2009; Đukić i sar., 2011) utvrdili su takođe, razlike u prinosu između sorti. Kod kontrolne varijante izmeren je statistički vrlo značajno niži prinos (4347 kg ha⁻¹) u odnosu na ostale primenjene tretmane.

Interakcija AxB bila je statistički značajna, dok BxA nije bila na nivou statističke značajnosti. Sagledavanjem interaktivnog odnosa između broja bočnih grana i prinosa nije utvrđena pravilnost. Međutim, što su biljke bile više bio je i viši prinos.

Zaključak

U organskom sistemu gajenja soje broj bočnih grana nije bio uslovljen sortom, dok je visina biljaka bila statistički vrlo značajna. Primenjeni tretmani su statistički značajno uticali na ispitivane osobine. Interakcija između broja bočnih grana i prinosa nije bila značajna, dok je između visine biljaka i prinosa bila. Preporuka za široku poljoprivrednu proizvodnju u organskom sistemu gajenja je da se gaji sorta Rubin sa primenom mikrobiološkog tretmana *Vital Tricho* i vodenim ekstraktom koprive.

Literatura

- Cvijanović G., Dozet G., Cvijanović D. (2013). Menadžment u organskoj biljnoj proizvodnji, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd.
- Di Virgilio N. (2013). Stinging nettle: a neglected species with a high potential as multi-purpose crop, 23. National Research Council of Italy. Institut of Biometeorology. Catania, Italy.
- Dozet G. (2006). Prinos i kvalitet soje u zavisnosti od međurednog razmaka i grupe zrenja u uslovima navodnjavanja. Magistarska teza. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Dozet G. (2009). Uticaj dubrenja predkulture azotom i primene Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija. Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.
- Dozet G. i Crnobarac J. (2007). Uticaj međurednog razmaka na broj bočnih grana kod soje u uslovima navodnjavanja, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, vol.43(1), 217-223. Novi sad, Srbija, Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Dostupno: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0351-4781/2007/0351-47810743217D.pdf>.
- Đukić V., Balešević-Tubić S., Đorđević V., Tatić M., Dozet G., Jaćimović G., Petrović K. (2011). Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. *Ratarstvo i povrtarstvo/Field Veg. Crop. Res. Vol. 48 (1)*, 137-142. Dostupno: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1821-3944/2011/1821-39441101137D.pdf>.
- Kandil A. A., Sharief A. E., Morsy A.R. El-Sayed, A.I.M. (2013). Influence of Planting Date on Some Genotypes of Soybean Growth, Yield and Seed Quality. *Journal of Biological Sciences*, 13: 146-151. Dostupno: <https://scialert.net/fulltext/?doi=jbs.2013.146.151>.
- Kovačević D., Oljača S. (2005). Organsko ratarstvo iz Organska poljoprivredna proizvodnja, Univerzitet u Beogradu, Polj. Fakultet Zemun, 39.
- Mirecki N., Whinger T., Repič P. (2011). *Priručnik za organsku proizvodnju*, 30-31. Biotehnički fakultet, Podgorica, Crna Gora.
- Popescu M., Dune, A., Ivopol G., Ionescu D. (2019). Powders And Extracts Of Plants As An Interesting Source Of Bioavailable Minerals. A Focus Upon The Mineral

- Content Of Certain Agricultural Soils. Proceeding of the International Conference Bioatlas 2010 Transilvania University of Brasov, Romania.
- Pretty J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B., 363:447-465. Dostupno: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2610163/>.
- Relić S. (1996). Variranje komponenata visine prinosa u zavisnosti od genotipova i gustine sklopa i njihov uticaj na prinos soje. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

INFLUENCE OF VITAL TRICHO AND AQUEOUS NETTLE EXTRACT ON SOME MORPHOLOGICAL SOYBEAN CHARACTERISTICS

Gordana Dozet¹, Vojin Đukić², Zlatica Miladinov², Marija Cvijanović³, Rialda Kolić¹, Vladan Ugrenović⁴

Abstract

The two-factorial field experiment was set by split-plot design, with two varieties of soybean and treatments with Vital Tricho, aqueous nettle extract, including the control variant as well. The aim of this research was to determine the influence of various genotypes, the use of Vital Tricho and aqueous nettle extract on some morphological soybean characteristics (number of side branches, plant height) and soybean yield. On the basis of this, application of the stated microbiological fertilizer and prepared nettle extract should be recommended for organic production, as well as the variety that reacts better with the mentioned applied treatments. In an organic system with the applied treatments, the variety Rubin showed it self better in terms of breeding.

Key words: morphological characteristics, soybean, Vital Tricho, aqueous nettle extract

¹Megatrend University, Faculty of Biofarming, Bačka Topola, MaršalaTita 39, Bačka Topola, Serbia (gdozet@biofarming.edu.rs)

²Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

³Company Dunav Insurance a.d.o., Beograd, Makedonska 4, 11000 Beograd, Serbia

⁴Institute of the Tamiš, Novoseljski put 33, 26101 Pančevo, Serbia

MORFOLOŠKE OSOBINE PASULJA GAJENOG PO ORGANSKIM PRINCIPIMA

Gordana Dozet¹, Sufyan Abuatwarat¹, Snežana Jakšić², Vojin Đukić², Nenad Đurić¹, Mirjana Vasić², Milan Ugrinović³

Izvod: Dvogodišnji poljski eksperimentalni dvofaktorijski ogled bio je postavljen po dizajnu split-plot sa dve sorte pasulja i pet tretmana sa organskim đubrivom i mikrobiološkim preparatima. Cilj je bio da se utvrdi uticaj faktora ispitivanja na morfološke osobine – broj bočnih grana i visinu biljaka koje indirektno utiču na prinos u organskom sistemu gajenja. Sorta Zlatko u proseku je formirala 7,80% više bočnih grana i 2,05% veću visinu biljaka u odnosu na sortu Maksa.

Gljučne reči: morfološke osobine, organsko gajenje, pasulj

Uvod

Pasulj je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice *Fabaceae*, rod *Phaseolus*. Osnovno je varivo u ishrani ne samo našeg već i celokupnog svetskog stanovništva (Graham i Ranali, 1997). Proizvodnja pasulja je najčešće bez navodnjavanja, posebno kod pasulja u čistom usevu i sa malo mehanizovanih operacija (Bošnjak i Vasić, 2006). U strukturi ukupne potrošnje povrća u Srbiji, pasulj učestvuje sa 4,3%. Svetska potrošnja pasulja iznosi 2,4 kilograma po stanovniku. U Evropi je potrošnja vrlo skromna i iznosi 0,7 kilograma, što je za 4,5 kilograma niže nego u Srbiji. Potrošnja pasulja u Srbiji beleži porast (Vlahović i sar., 2010). Zahtevi tržišta su mnogo veći, posebno proizvedenog po ekološkim principima gajenja u odnosu na ukupnu proizvodnju. Organska poljoprivreda kombinuje tradiciju, inovaciju i nauku u korist održavanja životne sredine, promoviše korektne odnose i dobar kvalitet života za sve koji su u nju uključeni. Vrlo je važno izabrati pravilno sortu koja će se gajiti po ekološkim principima (Vasić, 2016). Ukupne površine u procesu sertifikacije (računajući organski status parcela i parcela u konverzivnom periodu) su u Srbiji 7998 ha, plus livade i pašnjaci 1549 ha. U 2014. godini povrće je zauzimalo svega 2% od biljnih vrsta koje su bile predmet sertifikacije. Proizvodnja pasulja po ekološkim principima (organska proizvodnja) ima tendenciju povećanja površina i 2015. godine je posejano više organskog pasulja za 10,71% u odnosu na 2014. godinu. U odnosu na ostalo sertifikovano povrće taj procenat je od 2% porastao na 9,17% u poređenju sa drugim povrćem. S tim, da u konverzivnom periodu za 9,78%, dok sa organskim statusom za 8,95% u poređenju sa ostalim povrćem (<http://www.dnrl.minpolj.gov.rs/aktuelnosti/obuka-sept2013.html>). Morfološke osobine pasulja su važno svojstvo, jer one indirektno utiču na komponente prinosa i prinos zrna

¹Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Maršala Tita 39, Bačka Topola, Srbija (gdozet@biofarming.edu.rs);

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

³Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Karadorjeva 71, 11420 Smederevska Palanka, Srbija

(Abuatwarat, 2018). Broj grana i oblik grananja je sortna osobina, ali se menja u zavisnosti od plodnosti zemljišta, vremenskih prilika, kao i veličine vegetacionog prostora i predstavlja korisno svojstvo kod kompenzacije nedovoljnog broja biljaka, koji može nastati zbog niza nepovoljnih faktora. Ukoliko su biljke više, očekuje se veći broj fertilnih nodija, a samim tim to povoljno utiče na visinu prinosa.

Materijal i metode rada

Istraživanja su izvršena u trajanju od dve godine, tokom 2014. i 2015. godine. Na oglednoj parceli posejan je pasulj koji je praćen u toku navedenih vegetacionih godina. Ogledno polje se nalazilo u mestu Bajša, opština Bačka Topola. U eksperimentalnom poljskom ogledu korišćene su dve sorte pasulja determinantnog tipa rasta: Zlatko i Maksa, stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. U ogledu na otvorenom polju primenjeno je peletirano organsko đubrivo (Guanito) i mikrobiološko đubrivo sa efektivnim mikroorganizmima EM - aktiv. Guanito je peletirano organsko đubrivo sa formulacijom hranjivih elemenata N:P:K 6:15:3 + 10 Ca + 2 Mg. EM aktiv je koncentrat u tečnom stanju, u kojem je uzgajano više od 80 sojeva glavnih anabiotskih organizama koji se u prirodi nalaze u zemljištu. Preparat ne sadrži genski izmenjene mikroorganizme, već čvrstu zajednicu aerobnih i anaerobnih mikroorganizama. *Trichoderma atroviride* prastavlja sastavni deo komercijalnog bio preparata Tiffi, koji služi u kontroli patogenih gljiva. Ona je filamentozna kosmopolitska gljiva, koja se obično nalazi u zemljištu tropskih i umerenih klimatskih uslova. Preparat Tiffi je poznat po svojim mogućnostima biokontrole protiv niza fitopatogenih gljiva. Eksperimentalni dvofaktorijalni poljski ogled u suvom povrtarenju bio je postavljen na karbonatnom černozemu po dizajnu split - plot ogleda na površini od 550 m². Velike parcele su bile sorte, a potparcele đubrenje sa sledećim varijantama: 1 – kontrola, 2 - tretman zemljišta 7 dana pred setvu EM aktivom. 3 - tretman zemljišta 7 dana pred setvu sa *Trichoderma atroviride* (Tiffi), 4 - tretman zemljišta 7 dana pred setvu peletiranim organskim đubrivom Guanito, a u istoj varijanti primenjen je EM aktiv u butonizaciji pasulja i 5 - tretman semena pasulja neposredno pred setvu sa *Trichoderma atroviride* (Tiffi). EM aktiv i peletirano organsko đubrivo uneti su na dubinu setvenog sloja. Pasulj je sejan po 4 reda sa međurednim razmakom od 50 cm, dužine 5 m u četiri ponavljanja. Prvi i četvrti red, predstavljali su izolaciju, a dva središnja su poslužili za uzimanje uzoraka biljaka za dalje analize. Veličina osnovne parcelice iznosila je 10 m². U fazi tehnološke zrelosti uzeto je po 10 biljaka za utvrđivanje broja bočnih grana i visine biljkaka. Rezultati istraživanja obrađeni su statistički analizom varijanse dvofaktorijalnog ogleda, a značajnost razlika testirana LSD testom na nivou značajnosti od 5 i 1% primenom računarskog softvera STATISTICA V12.6. Rezultati su prikazani tabelarno. Cilj istraživanja bio je da se utvrdi uticaj sorte i primenjenih tretmana na morfološke osobine pasulja – broj bočnih grana i visinu biljaka u organskom sistemu gajenja pasulja. Na osnovu dobijenih rezultata morfoloških osobina koje indirektno utiču na visinu prinosa dala bi se preporuka adekvatne agrotehnike za široku organsku proizvodnju gajenja pasulja.

Rezultati istraživanja i diskusija

Pasulj ima osrednje zahteve prema vlazi, ali je veoma osetljiv na nedostatak vlage u kritičnom periodu. Kritičan period je od pojave pupoljaka do sazrevanja. Naročito su štetni suvi vetrovi. Protiv suše pasulj se bori opuštanjem listova. Bolje podnosi sušu u prvom periodu vegetacije. Ako se suša desi u periodu sazrevanja, zrno ima grublju semanjaču, teško se kuva i vari. U cvetanju pasulj je osetljiv na zemljišnu i vazдушnu sušu. Stvaranje mahuna i sazrevanje kod čučavih sorti traje 30 - 45 dana. Prema toploti ima visoke zahteve. Međutim, pri visokoj temperaturi bez vlage, opadaju pupoljci, cvetovi, ponekad i mlade mahune. Podaci o temperaturama, padavinama i relativnoj vlazi vazduha preuzeti su sa validne meteorološke stanice Poljoprivredno stručne službe Bačka Topola iz Bačke Topole.

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanim godinama
Table 1. Weather conditions in the study years

Mesec Month	Srednje mesečne temperature (°C) Mean monthly temperature (°C)			Padavine (l m ⁻²) Precipitation (l m ⁻²)		
	2014	2015	Prosek 1964-2015 Average 1964-2015	2014	2015	Prosek 1964-2016 Average 1964-2016
V	15,6	17,4	17,2	168,0	128,4	65,4
VI	20,0	20,6	20,5	48,0	20,4	69,4
VII	21,9	24,1	22,2	88,2	15,0	61,6
VIII	20,7	23,8	21,6	67,0	66,6	53,6
Prosek/Suma Average/total	19,5	21,5	20,4	371,2	230,4	250,0

Temperature su u za vegetacioni period pasulja odstupale od višegodišnjeg proseka i to u 2014. godini prosečna temperatura bila je niža za 0,9 °C, a u 2015. godini viša za 1,1 °C. U 2015. godini prosečna temperatura za vegetacioni period pasulja bila je viša za čak 2 °C u odnosu na 2014. godinu. Padavine u 2014. godini su bile u vegetacionom periodu pasulja više (371,2 l m⁻²), u poređenju sa 2015. godinom (230,4 l m⁻²). U prvoj godini istraživanja suma padavina u vegetacionom periodu bila je viša za 48,5% u odnosu na višegodišnji prosek, dok je u drugoj istraživačkoj godini suma padavina bila manja za 7,8% u poređenju sa višegodišnjim prosekom (Tab. 1). Iz navedenog i sa aspekta zahteva pasulja prema temperaturama i padavinama bila je povoljnija 2014. godina za proizvodnju pasulja bez navodnjavanja.

Prosečan broj bočnih grana za obe godine iznosio je 5,81 (Tab. 2). S tim da je u 2014. godini bio 5,25, a u 2015. godini 5,72. U 2015. godini su bili nepovoljniji vremenski uslovi i biljke pasulja su svojstvo za grananjem više ispoljile. Takve rezultate kod soje navode Dozet (2006), Dozet i Crnobarac (2007). U 2014. godini izbrojan je veći broj bočnih grana kod sorte Maksa (5,46) u odnosu na sortu Zlatko (5,05), dok je u 2015. godini sorta Maksa imala manji broj bočnih grana (5,11) u poređenju sa sortom Zlatko (6,34). U prvoj godini razlika je bila značajna na nivou 5%, dok u drugoj godini visoko statistički značajna na nivou od 1%. To se objašnjava postojanjem interakcije između

genotipa i vremenskih uslova u vegetacionom periodu. Kazemi i sar. (2012) nisu ustanovili statistički značajnu razliku u broju bočnih grana kod dve ispitivane sorte u Iranu. U proseku, sorta Zlatko formirala je za 7,8% više bočnih grana u odnosu Na sortu Maksa.

Tabela 2. Broj bočnih grana
Table 2. Number of lateral branches

Godina Year	Sorta Variety (A)	Tretmani/Treatments (B)					\bar{x} A
		1	2	3	4	5	
2014	Zlatko	5,37	4,67	4,50	4,80	5,90	5,05
	Maksa	4,07	5,97	4,80	6,03	6,43	5,46
	\bar{x} B	4,72	5,32	4,65	5,42	6,17	5,25
2015	Zlatko	6,75	4,73	6,93	6,93	6,35	6,34
	Maksa	6,73	4,28	5,48	4,50	4,58	5,11
	\bar{x} B	6,74	4,50	6,20	5,71	5,46	5,72
Prosek/Average 2014-2015							5,81
Godina Year	LSD	Faktor/Factor				\bar{x} A	
		A	B	AxB	BxA		
2014	5%	0,41	0,40	0,72	0,85		
	1%	0,58	0,57	1,03	1,13		
2015	5%	0,63	0,59	0,94	0,99		
	1%	0,90	0,95	1,18	1,25		

Tabela 3. Visina biljke (cm)
Table 3. Plant height (cm)

Godina Year	Sorta Variety (A)	Tretmani/Treatments (B)					\bar{x} A
		1	2	3	4	5	
2014	Zlatko	54,7	55,4	56,7	57,4	54,8	55,8
	Maksa	46,5	53,4	55,7	56,0	53,0	49,9
	\bar{x} B	50,6	54,4	56,2	56,7	53,9	52,9
2015	Zlatko	42,0	42,1	46,7	45,2	43,2	43,8
	Maksa	47,6	47,8	49,5	47,7	49,1	47,7
	\bar{x} B	44,8	44,9	48,1	46,4	46,2	45,8
Prosek/Average 2014-2015							49,3
Godina Year	LSD	Faktor/Factor				\bar{x} A	
		A	B	AxB	BxA		
2014	5%	0,5	2,1	2,3	2,8		
	1%	0,9	2,8	3,3	3,7		
2015	5%	1,0	3,1	3,9	4,1		
	1%	1,9	3,8	4,7	5,7		

Nije ustanovljena pravilnost u broju bočnih grana kod primenjenih tretmana, jer je u 2014. godini najveći broj bočnih grana izbrojan u 5. varijanti (6,17) što je bilo statistički vrlo značajno više u odnosu na ostale tretmane, dok je u 2015. godini statistički vrlo značajno bio manji broj bočnih grana u 2. varijanti u poređenju sa ostalim primenjenim tretmanima. Interakcija AxB i BxA bila je statistički značajna za broj bočnih grana. Prosečna visina biljke za obe istraživačke godine iznosila je 49,3 cm (Tab.3). U vremenski povoljnijoj godini bila je veća visina biljke (52,9 cm) u odnosu na nepovoljniju 2015. godinu (45,8 cm). Da proizvodna godina utiče na visinu biljaka, odnosno vremenski uslovi u godinama istraživanja navodi kod soje (Dozet, 2006, 2009). U zavisnosti od vremenskih uslova, sorte su imale različitu visinu biljaka. U 2014. godini statistički vrlo značajno veća visina izmerena je kod sorte Zlatko (55,8 cm) u odnosu na sortu Maksa (49,9 cm). U 2015. godini statistički vrlo značajno veću visinu imala je sorta Maksa (47,7 cm) u poređenju sa sortom Zlatko (43,8 cm). Takve rezultate iznosi Kazemi i sar. (2012) i Petrović (2015). Sorta Zlatko je u proseku imala za 2,05% višu stabljiku od sorte Maksa. Uticaj tretmana ispoljio je delimičnu pravilnost, jer je u obe godine na kontrolnoj varijanti izmerena najmanja visina biljaka. U 2014. godini statistički vrlo značajno manja visina (50,5 cm) bila je u odnosu na sve ostale ispitivane tretmane (varijante), a najveća visina bila je u varijanti 4 (56,7 cm). U 2015. godini statistički značajno veća visina bila je u varijanti 3 (48,1 cm) u odnosu na kontrolu (44,8 cm). Ostale razlike nisu bile na nivou statističke značajnosti. Interakcije AxB i BxA bile su samo delom na nivou statističke značajnosti.

Zaključak

Za proizvodnju pasulja bez navodnjavanja više je pogodovala 2014. godina. u organskom sistemu gajenja. Sorta Zlatko u proseku je formirala 7,80% više bočnih grana i 2,05% veću visinu biljaka u odnosu na sortu Maksa.

Literatura

- Abuatwarat S. (2018). Uticaj sorte, organskog đubriva i mikrobioloških preparata na prinos i kvalitet pasulja (*Phaseolus vulgaris* L.) gajenom po ekološkim principima. Doktorska disertacija. Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.
- Bošnjak Đ., Vasić M. (2006). Pasulj u strukturi setve Vojvodine, Ekonomika poljoprivrede, God. LIII, br.4, Beograd, 1055-1063.
- Graham P.H., Ranalli P. (1997). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research, 53, 131-146.
- Dozet G. (2006). Prinos i kvalitet soje u zavisnosti od međurednog razmaka i grupe zrenja u uslovima navodnjavanja. Magistarska teza. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Dozet G. (2009). Uticaj dubrenja predkulture azotom i primene Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija. Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.

- Dozet G. i Crnobarac J. (2007). Uticaj međurednog razmaka na broj bočnih grana kod soje u uslovima navodnjavanja, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, vol.43(1), 217-223. Novi sad, Srbija, Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Dostupno: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0351-4781/2007/0351-47810743217D.pdf>.
- Kazemi E. R., Naseri Z. K., Tahereh E. (2012). Variability of Grain Yield and Yield Components of White Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars as Affected by Different Plant Density in Western Iran. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental. Sciences*. Volumen 12 (1): 17-22.
- Petrović, Bojana (2015). Pasulj u organskoj ikonvencionalnoj proizvodnji. Master rad. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Vasić M. (2016). Sorte pasulja u različitim sistemima gajenja. *50. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika*, 24.01. – 30.01.2016., Zlatibor. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi sad.
- Vlahović B., Tomić D., Andrić, N. (2010). Potrošnja povrća u Srbiji- komparativni pristup. *Zbornik referata sa 45. Savetovanja agronoma Srbije*, 79-88. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BEAN BRED BY ORGANIC PRINCIPLES

Dozet Gordana¹, Abuatwarat Sufyan¹, Jakšić Snežana², Đukić Vojin², Đurić Nenad¹, Vasić Mirjana², Ugrinović Milan³

Abstract

The biennial two-factorial field experiment was set by split-plot design with two bean varieties and five treatments with organic fertilizer and microbiological preparations. The aim was to identify the influence of the examination factors on the morphological characteristics – number of side branches and plant height which indirectly affects the yield in an organic system of production. Variety Zlatko has, in average, formed 7.80% more side branches and a 2.50% greater height in comparison with the variety Maksa.

Key words: morphological characteristics, Organic breeding, bean

¹Megatrend University, Faculty of Biofarming Bačka Topola, Maršala Tita 39, Bačka Topola, Serbia (gdozet@biofarming.edu.rs)

²Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

³Institute for Vegetable Crops, Karadordeva 71, 11420 Smederevska Palanka, Serbia

STAVOVI POTROŠAČA O KARAKTERISTIKAMA NEVESINJSKOG KROMPIRA

Grujica Vico¹, Radomir Bodiroga¹, Dajana Drašković²

Izvod: U radu su ispitivani stavovi potrošača o Nevesinjskom krompiru, odnosno krompiru koji se proizvodi u opštini Nevesinje (Bosna i Hercegovina) čiji ugled i prepoznatljivost datiraju već duže vrijeme i prisutni su i na širem prostoru u odnosu na regiju Hercegovine gdje je vršeno istraživanje. Cilj rada bio je analizirati informisanost potrošača kada je u pitanju Nevesinjski krompir, mišljenje o njegovom kvalitetu, zastupljenosti na tržištu, spremnosti na plaćanje viših cijena u odnosu na ostali krompir kao i redovnosti konzumiranja istog. Rezultati istraživanja ukazuju da je 99% ispitanika konzumiralo Nevesinjski krompir, dok povjerenje u prodavce koji isti nude na tržištu ima nešto više od polovine ispitanika. U intervalu od 1 do 5 prosječna ocjena zastupljenosti Nevesinjskog krompira na tržištu iznosila je 3,93. Najveći procenat ispitanika ocjenio je ovaj krompir kao znatno bolji u odnosu na ostale dostupne na tržištu (50% ispitanika) te izrazio spremnost plaćanja veće cijene za isti (89% ispitanika). U narednom periodu javlja se potreba kreiranja rješenja koje će omogućiti sljedljivost u proizvodnji Nevesinjskog krompira odnosno precizniji uvid u više karakteristika proizvodnje što bi kao krajnji rezultat imalo egzaktne dokaze da proizvod ponuđen na tržištu potiče iz datog geografskog područja i time doprinijelo jačanju povjerenja potrošača.

Ključne reči: krompir, stavovi potrošača, kvalitet, Nevesinje

Uvod

Krompir (*Solanum tuberosum*) je vrsta biljaka skrivenosjemenica iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*). Uzgaja se širom svijeta za ishranu ljudi i domaćih životinja, jer posjeduje podzemno stablo veoma bogato skrobom. Pored primjene u domaćinstvima koristi se i u industrijskoj preradi, na prvom mjestu prehrambenoj, a skrob iz krtola se koristi u tekstilnoj, kožarskoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Kao krmna biljka veoma je cijenjen, u prvom redu zbog visoke svarljivosti (97%). Poriijeklo vodi iz peruanskih Anda odakle su ga Španski istraživači u Evropu donijeli u XVI vijeku.

Gajenje krompira na području Bosne i Hercegovine počinje početkom XVIII vijeka. Razmatrajući istorijat gajenja krompira u Bosni i Hercegovini Muminović i sar. (2014) navode “Kad je stigao u Bosnu i Hercegovinu nije tačno utvrđeno, ali se uzgaja kao kulturna biljka od kraja 18. stoljeća”. O načinu dolaska krompira na prostore Bosne i Hercegovine, a na osnovu istorijskih činjenica piše i Olga Zirojević (2011). Autor navodi svjedočenje francuskog konzula Paskal Tomas Fukarda (1769-1813.) prema kojem je krompir, zahvaljujući senatoru Dandolu u Bosnu stigao iz Dalmacije. Svjedočenje kaže da „Taj poštovani gospodin imao je dosta muke da navikne svoje

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina (radomir.bodiroga@gmail.com);

²Student drugog ciklusa, Ekonomski fakultet Pale, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Bosna i Hercegovina

potčinjene na ovu biljku“. Isti autor navodi da je Ali-paša-Rizvanbegović-Stočević „nešto milom, nešto silom“ rasprostranio gajenje krompira na području Hercegovine.

Krompir se u Bosni i Hercegovini uzgaja na površini od oko 35.000 ha i ova vrijednost u posljednjoj deceniji ne bilježi veće oscilacije. Variranje pokazuje ukupna proizvodnja na godišnjem nivou koja se kreće od 300.000 do 450.000 tona, zavisno od uslova u datoj godini. Krompir se na području Nevesinja u kontinuitetu gaji više od dva vijeka. Prema dobijenim podacima iz opštinske uprave u strukturi od 51.396 ha ukupnog poljoprivrednog zemljišta 68% su pašnjaci (35.122 ha), 10% livade (5.037 ha), 21% oranice (10.942 ha) i voćnjaci 295 ha, odnosno manje od 1%.

U radu su istraženi stavovi potrošača u regiji Hercegovine o Nevesinjskom krompiru koji se odnose na informisanost potrošača u vezi sa proizvodom. Pored toga, istraživanje je obuhvatilo prikupljanje informacija o stavovima koji se odnose na kvalitet Nevesinjskog krompira, kao i na redovnost konzumiranja, te spremnost na kupovinu istog pri višim cijenama u odnosu na istu vrstu proizvoda zastupljenih na tržištu.

Materijal i metode rada

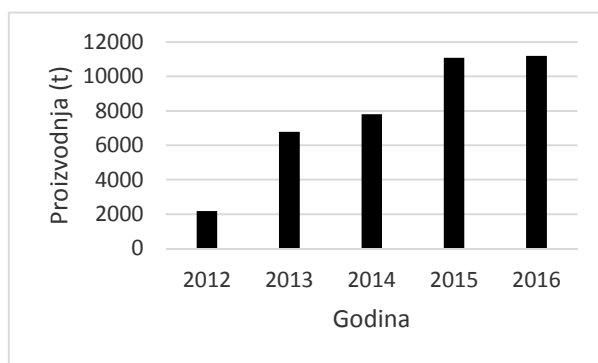
Prikupljanje podataka je sprovedeno putem ankete, a na osnovu prethodno sačinjenog anketnog upitnika. Kombinovana su pitanja otvorenog i zatvorenog tipa. Uzorak je formiran od 90 na slučaj odabranih ispitanika iz Hercegovine. Geografsko područje na kojem je istraživanje izvršeno obuhvatilo je više opština sa područja Hercegovine iz razloga što je to ključno tržište na kojem se prodaje Nevesinjski krompir. Podaci iz upitnika su uneseni, klasifikovani i obradjeni uz pomoć programa MS Excel. Korišćena je OLAP (eng. Online analytical processing) tehnologija za primarnu obradu podataka (Vico i sar., 2017). Za dalju obradu podataka korišćene su odabrane metode deskriptivne statističke analize (Lovrić i sar., 2006).

Rezultati istraživanja i diskusija

Proizvodnja krompira u opštini Nevesinje

Dugogodišnja tradicija gajenja krompira na teritoriji opštine Nevesinje nastavlja se i danas, sa posebnom specifičnošću posljednjih godina. Navedena specifičnost se ogleda u činjenici da, dok na širem području Bosne i Hercegovine proizvedene količine krompira (kao i površine) ne bilježe veće oscilacije (osim oscilacija prouzrokovanih ekološkim faktorima), proizvodnja krompira na teritoriji opštine Nevesinje u posljednjim godinama bilježi ubrzan rast.

Ukupna proizvodnja krompira u 2016. godini iznosila je skoro 11,2 hiljade tona (Graf.1), što je povećanje za preko 500% u odnosu na 2012. godinu. Rapidan i konstantan rast proizvodnje krompira na području opštine Nevesinje, vjerovatno je odraz povoljne pozicije Nevesinjskog krompira na tržištu, kao i dostizanja pozitivnih ekonomskih rezultata u proizvodnji. Do povećanja ukupne proizvodnje dolazi više zbog povećanja ukupnih površina pod krompirom, nego do povećanja prinosa po jedinici površine.



Graf. 1. Dinamika proizvodnje krompira u opštini Nevesinje
Graph. 1. Dynamic of potato production in Nevesinje municipality

Prema statističkim podacima ostvareni prinosi bilježe variranja po posmatranim godinama. Variranja u pogledu ostvarenih prosječnih prinosa kreću se u rasponu od 11,40 t/ha u 2012. godini do 25,41 t/ha u 2015. godini. Poznata je zavisnost prinosa krompira od meteoroloških faktora, pa se pretpostavlja da su oni ključni i u ovom slučaju.

Osnovne karakteristike uzorka

Istraživanje je sprovedeno na uzorku od 90 ispitanika, od čega je 50 ženskih (56 %) i 40 muških (44 %). Prosječna starost ispitanika iznosila je 46,61 godinu (Tabela 1.)

Tabela 1. Deskriptivni statistički pokazatelji za starost ispitanika
Table 1. Descriptive statistics for age of survey participants

Indikatori Indicators	Vrijednost indikatora Indicators values
Aritmetika sredina (godina)	46,61
Standardna devijacija (godina)	15,36
Minimalna vrijednost obilježja (godina)	18,00
Maksimalna vrijednost obilježja (godina)	92,00
Koeficijent varijacije (%)	32,96

Uzorkom su obuhvaćene različite starosne kategorije, gdje je najmlađi ispitanik bio starosti 18 godina, dok je najstariji imao 92 godine.

Stavovi potrošača o tržištu Nevesinjskog krompira

Iskustva iz prakse ukazuju da su vrlo česti slučajevi u kojima se poljoprivredno-prehrambeni proizvodi stavljaju u promet sa neodgovarajućim informacijama kojima se potrošači dovode u zabludu. Ovo ukazuje da je pitanje sljedljivosti poljoprivredno-

prehrambenih proizvoda jako važno pitanje i oblast u kojoj je potrebno učiniti značajna poboljšanja.

Navedene, ali i druge činjenice, uslovile su potrebu da se ova oblast posebno tretira u legislativi koja reguliše oblast Zaštite oznake geografskog porijekla. Tako u Pravilniku o oznakama originalnosti i oznakama geografskog porijekla hrane (Sl. Glasnik BiH 27/2010) u članu 10. koji govori o sadržaju proizvođačke specifikacije, između ostalog navodi se da ista mora sadržati “dokaz da prehrambeni proizvod potiče iz određenog geografskog područja”.

S obizorm na geografsko područje istraživanja, čak 99% ispitanika Hercegovačke regije izjavilo je da je konzumiralo Nevesinjski krompir, odnosno, na 90 ispitanika samo jedan nije konzumirao dati krompir. Daljim sprovođenjem ankete o konzumiranju Nevesinjskog krompira, ispitanici su dali odgovor na pitanje da li prilikom kupovine vjeruju svom prodavcu. Rezultati su pokazali da kupci nemaju veće povjerenje prema prodavcima. Tek nešto više od polovine, tačnije 51% ispitanika vjeruje svom prodavcu, dok 49% nije ukazalo povjerenje.

Zastupljenost proizvoda na tržištu preduslov je svakako njegovog korištenja, što važi i kada je u pitanju Nevesinjski krompir. Ispitanici sa regije Istočne Hercegovine imaju različito mišljenje po tom pitanju, te su zastupljenost Nevesinjskog krompira ocjenjivali kako minimalnom tako i maksimalnom ponuđenom ocjenom. Deskriptivni statistički pokazatelji za ovo obilježje prikazani su u narednoj tabeli 2.

Tabela 2. Deskriptivni statistički pokazatelji za zastupljenost Nevesinjskog krompira na tržištu

Table 2. Descriptive statistics for presence of Nevesinjski krompir on the market

Indikatori <i>Indicators</i>	Vrijednost indikatora <i>Indicators values</i>
Aritmetika sredina	3,93
Standardna devijacija	1,19
Minimalna vrijednost obilježja	0,00
Maksimalna vrijednost obilježja	5,00
Koeficijent varijacije (%)	30,20

U istraživanju se od potrošača tražilo da ocijene zastupljenost Nevesinjskog krompira na tržištu ocjenama od 1 do 5, gdje je „1“ najlošija ocjena, a „5“ najbolja. Prosječna ocjena kod ovog indikatora iznosila je 3,93, dok je standardna devijacija za isti pokazatelj imala vrijednost 1,19.

Prethodne informacije upućuju na postojanje potrebe kreiranja rješenja koja će omogućiti sljedljivost u proizvodnji Nevesinjskog krompira. Takvim pristupom omogućio bi se egzaktniji uvid u više karakteristika proizvodnje Nevesinjskog krompira (npr. broj proizvođača, zasađene površine, proizvedene, uskladištene i prodate količine i sl.) Navedeno bi kao krajnji rezultat imalo egzaktno dokaze da proizvod ponuđen na tržištu potiče iz datog geografskog područja, što bi doprinijelo jačanju povjerenja potrošača.

Statovi potrošača o kvalitetu Nevesinjskog krompira

Ugled i prepoznatljivost Nevesinjskog krompira datiraju već duže vrijeme i prisutni su i na širem prostoru u odnosu na regiju Hercegovine. Sam naziv krompira vezan za toponim Nevesinje datira više decenija i koristi se ne samo u regiji Hercegovine već i šire. Potrvdu za to nalazimo u monografskoj publikaciji Stare sorte krompira u Crnoj Gori (Jovović i sar, 2013). Autori navode da se u brdsko-planinskim područjima krajem sedamdesetih godina prošlog vijeka rasprostranila sorta Resy „odnosno nevesinjka kako su je popularno zvali proizvođači“. Ovaj naziv je vezan za porijeklo sadnog materijala koji je stizao iz Centra za krompir u Nevesinju.

Kvalitet krompira ima značajan uticaj na njegovu konkurentnost. Bročić i sar. (2016) u istraživanju karakteristika i razvojnih trendova proizvodnje krompira u Republici Srbiji za kvalitet krompira navode sljedeće:

“Kvaliteta krumpira predstavlja važan, a često i odlučujući trenutak za odluku potrošača o kupovini proizvoda. On, također, predstavlja značajan faktor konkurentnosti ovog proizvoda na tržištu. Zbog toga se proizvođačima nameće potreba da naročito obrate pažnju na izbor odgovarajuće sorte, koja treba biti u funkciji dobijanja što kvalitetnijeg proizvoda. Krompir mora imati sljedeće karakteristike: da je ukusan, da prilikom prženja ne upija puno masnoće i da ima lijep vizuelni izgled nakon pripremanja”.

U istraživanju je ispitan i kvalitet Nevesinjskog krompira i u odnosu na druge vrste krompira u regiji. Istraživanje je pokazalo da su ispitanici stekli različita iskustva. Najveći broj ispitanika tvrdi da je Nevesinjski krompir znatno bolji u odnosu na ostale (50%). Jedan dio ispitanika izjavio je da je bolji od ostalih (40%), dok znatno manji broj (10%) tvrdi da je kvalitet Nevesinjskog krompira dosta sličan ostalim krompirima u regiji.

Rezultati istraživanja su pokali da žene, kao i ispitanici koji u domaćinstvu najčešće kupuju voće i povrće, posebno favorizuju Nevesinjski krompir, ocjenivši njegov kvalitet kao znatno bolji od ostalih na tržištu u preko 50% slučajeva.

Posljednji dio anketnog istraživanja odnosio se na spremnost potrošača da plate višu cijenu za Nevesinjski krompir koji je od provjerenog proizvođača sa standardizovanom tehnologijom gajenja. Krajnjim rezultatom došli smo do zaključka da je većinski broj ispitanika spreman da uz ovakve uslove plati veću cijenu za Nevesinjski krompir, odnosno 89% ispitanika.

Zaključak

Na području opštine Nevesinje postoji duga tradicija bavljenja proizvodnjom krompira. U posljednjih pet godina došlo je do značajnijeg rasta proizvodnih površina i proizvedenih količina krompira na teritoriji posmatrane opštine.

Ispitanici su pokazali podijeljen stav kada je u pitanju povjerenje u prodavce, tako da se polovina ispitanika izjasnila da ima povjerenje, a druga polovina da nema.

Nevesinjski krompir u regiji obuhvaćenom istraživanjem kotira se kao najkvalitetniji, jer je polovina (50%) od ukupnog broja ispitanika isti ocijenila kao najkvalitetniji, dok

su žene iskazale još bolji stav (54%) kao i članovi domaćinstva koji najčešće kupuju voće i povrće u domaćinstvu (53%).

Shodno stavovima potrošača o kvalitetu Nevesinjskog krompira, velika većina je spremna platiti višu cijenu za Nevesinjski krompir, s tim da postoji potpuno međusobno povjerenje aktera na tržištu.

Literatura

- Bročić Z., Stefanović R., Momirović N., Kovačević D., Poštić D., Dolijanović Ž. (2016). Development trends and characteristics of potato production in the Republic of Serbia. Rašić (ed), 9th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, 20-28. Vukovar, Croatia, Croatian Soil Tillage Research Organization (CROSTRO).
- Vico G., Mijić D., Bodiroga R. (2017). Primjena poslovne inteligencije za analizu podataka i podršku odlučivanju u poljoprivredi. Zbornik radova XXII savjetovanje o biotehnologiji, Petrović (ed), 303-309. Čačak, Srbija, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku.
- Zirojević O. (2011). Prilozi za istoriju privrede II, Putevi krompira. Beogradski istorijski glasnik, (2).
- Jovović Z., Stešević D., Meglič V., Dolničar P. (2013). Stare sorte krompira u Crnoj Gori, Monografija. Podgorica, Crna Gora, Univerzitet Crne Gore Biotehnički fakultet.
- Lovrić M., Komić S., Stević S. (2006). Statistička analiza, metodi i primjena. Banja Luka, Bosna i Hercegovina, Ekonomski fakultet Banja Luka
- Muminović Š., Karić L., Jovović Z., Žurovec J. (2014). Krompir. Sarajevo, Bosna i Hercegovina, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Pravilnik o oznakama originalnosti i oznakama geografskog porijekla hrane. Službeni glasnik Bosne i Hercegovine, 27.

CONSUMER ATTITUDE ABOUT CHARACTERISTICS NEVESINJE’S POTATO

Grijica Vico¹, Radomir Bodiroga¹ Dajana Drašković²

Abstract

The paper examines consumer attitudes about Nevesinje's potato, ie potato produced in the municipality of Nevesinje (Bosnia and Herzegovina), whose reputation and recognition date back a long time and are present in the wider area in relation to the region of Herzegovina. The aim of the paper was to analyze consumer awareness in the case of Nevesinje's potato, opinion on its quality, market presence, readiness to pay higher prices in relation to other potatoes, as well as the regularity of consuming it. The results of the study indicate that 99% of the respondents consumed Nevesinje's potato, while the trust in sellers who offered it on the market has more than half of the respondents. In the range from 1 to 5, the average estimation of Nevesinje's potato sales on the market was 3.93. The highest percentage of respondents rated this potato as significantly better than other available on the market (50% of respondents) and expressed willingness to pay higher prices for the same (89% of respondents). In the coming period there is a need to create solutions that will enable the traceability in the production of Nevesinje's potato, or a more precise insight into several characteristics of production, which would have exact evidence that the product offered on the market originated from a given geographical area and thus contributed to the strengthening of consumer confidence.

Key words: potato, consumer attitudes, quality, Nevesinje

¹University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Vuka Karadžića 30, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina (radomir.bodiroga@gmail.com);

²Student of the second cycle, Faculty of Economics Pale, University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

UTICAJ GENOTIPA I GODINE NA KVALITET PLODOVA SORTI PAPRIKE U TIPU KANIJE

Ivan Tupajić¹, Nebojša Đinović¹, Aleksandra Stanimirović¹, Dragoljub Pavlović², Jasmina Pajičić², Katarina Zarubica³, Đorđe Moravčević⁴

Izvod: Potrošačke navike, nameću i nove trendove u selekciji paprika. Sorte paprika dugih, crvenih plodova, namenjenih preradi su veoma popularne u ovom delu Evrope. U dvogodišnjem periodu ispitivane su četiri domaće sorte paprika *slonovo uvo*, *prizrenka*, *emina* i *slonova noga* u tipu kanije (kapije). Značajno veću prosečnu masu ploda kao i randman ploda u odnosu na vrednost drugih sorti imala je sorta *slonova noga* (275,15 g). Debljina perikarpa se kretala od 4,30 (*prizrenka*) do 6,28 mm (*slonovo uvo*). Kod sorti *slonovo uvo* i *slonova noga* zabeležene su najmanje i najveće vrednosti za ukupno rastvorljivu suhu materiju (4,03 odnosno 5,77%), pri čemu se sorte nisu značajno razlikovale. Ispitivani parametri nisu se značajno razlikovali po godinama. Sorte *slonovo uvo* i *slonova noga*, se na osnovu analiziranih osobina mogu preporučiti kao sorte sa najkvalitetnijim plodovima.

Ključne reči: paprika, masa ploda, debljina perikarpa, randman, rastvorljiva suva materija

Uvod

Paprika (*Capsicum annum* L.) je jedna od najznačajnijih povrtarskih vrsta u svetu i kod nas. Gen centar porekla paprike je Južna Amerika. U Evropu je, iz Novog Sveta prenosi Kolumbo. Bile su to sorte sa sitnim i ljutim plodovima. Širila se brže od paradajza i krompira, jer je prvobitno korišćena kao začin, umesto bibera.

Postoje različiti tipovi paprika: tip feferone, šipke, turšijare ili roge, kanije ili kapije, babure, rotunda (paradajz paprike) i trešnjolike paprike (CPVO, 2007.). Danas se kao zaseban tip pominju i buketne-dekorativne paprike (Gvozdenović i Cvejić, 2009.).

Paprika se u svetu gaji na oko 1,600.000 ha, dok je u Evropi površina pod paprikom 130.000 ha. U Srbiji se paprika proizvodi na oko 17.000 ha, tako da se po zastupljenosti, među povrtarskim vrstama, nalazi na prvom mestu (RSZ, 2018). Paprika ima visoku hranljivu i biološku vrednost. Koristi se na različite načine: sveža, kisela, pečena, smrznuta, kao dodatak raznim jelima, a u industriji predstavlja sirovinu za mnoge proizvode.

Imajući u vidu potrebe i zahteve proizvodnje, potrošnje odnosno prerade paprike, oplemenjivanje je usmereno na odgovarajuće načine gajenja i korišćenja (Gvozdenović, 2010.).

Naši i potrošači srednje Evrope više cene paprike sa plodovima svetložute i bele boje, a u zapadnoj Evropi i Engleskoj tamnozeleno u tehnološkoj, a crvene u fiziološkoj

¹ Superior d.o.o.; Republika Srbija, Velika Plana

² Elixir Food d.o.o., Republika Srbija, Šabac

³ Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede RS; Republika Srbija, Beograd

⁴ Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet; Republika Srbija, Zemun (djordjemor@agrif.bg.ac.rs)

zrelosti. Industrija konzervisanja kod nas najviše koristi paprike belog ploda i to za spravljanje salata i đuveča, a crvene za ajvar, filete, ekstrakte i dr. Imajući u vidu agroekološke uslove, nivo tehnologije gajenja, zahteve tržišta kao i raspoloživa varijabilnost germ plazme cilj selekcije paprike jeste stvaranje sorti određenog modela, sa potencijalom za prinos ploda preko 50 t ha⁻¹, dobre adaptabilnosti i stabilnosti, otpornosti na visoke i niske temperature, sa dobrim apsorpcionim sposobnostima, određenog tipa, boje, veličine i oblika ploda, dobrog kvaliteta, za određene vidove upotrebe i tolerantne prema osnovnim bolestima (Soare et al., 2017.).

Najtraženiji tipovi poprike na tržištu Srbije su kanija ili kapija i roga ili turšijara. Tip roge je uglavnom namenjen svežoj potrošnji, dok se tip kanije tradicionalno koristi za konzervisanje i preradu na različite načine. Upravo iz tih razloga postoji potreba da se ispita koja bi od poznatih i novih sorti ispunila postavljene zahteve tržišta.

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita uticaj agroekoloških uslova na kvalitet plodova četiri sorte paprika u tipu kanije, kao i da se uporedi njihov kvalitet.

Materijal i metode rada

Ogledi su postavljeni u 2017. i 2018. godini u Velikoj Plani na oglednom i selekcionom polju firme “Superior d.o.o.” u poluvisokom tunelu, po slučajnom blok sitemu u tri ponavljanja. U ispitivanje su bile uključene četiri slatke sorte paprike u tipu kanije, od kojih su dve *slonovo uvo* i *prizrenka* veoma popularne i poznate kod proizvođača, dok su druge dve *emina* i *slonova noga* novoselekcionisane.

Prizrenka je paprika sa povećanim sadržajem suve materije. Formira robusnu biljku sa dosta plodova čija je dužina 12-15 cm, a širina oko 5 cm. Debljina perikarpa je oko 4 mm. Mladi plodovi su tamnozeleni, a zreli tamnocrveni, mase 120-150 g. *Slonovo uvo* je paprika sa vrlo krupnim i mesnatim plodovima. Plod je dužine do 20 cm, sa prečnikom u središnjem delu do 12 cm i masom 150-250 g. Veoma je otporna na bolesti, naročito TMV, te daje stabilne prinose u različitim uslovima gajenja. *Slonova noga* je paprika velike bujnosti. Može se gajiti na otvorenom polju, ali i u zaštićenom prostoru. Spada u srednje kasnu grupu zrenja. U tehnološkoj zrelosti plodovi su zelene do tamnozeleno boje, a u fiziloškoj crveni. Prosečna masa ploda iznosi 230 g, dužina 18 cm, a širina 8 cm. Ima perikarp debljine oko 6 mm. *Emina* je paprika srednje kasne grupe zrenja, velike bujnosti i namenjena je za gajenje na otvorenom polju i u zaštićenom prostoru. Ima plod prosečne mase 160 g, dužine 18 cm, širine 6 cm, čija je debljina perikarpa 5 mm.

Oglei su postavljeni u poluvisokim tunelima dimenzija 5x25 m, u tri dvostruka reda, sa 3,6 biljke m⁻². Rasad je odgajen u plastičnim kontejnerima sa 72 otvora. U obe godine setva semena je obavljena 10. marta, dok je rasađivanje izvršeno 5. maja 2017. odnosno 7. maja 2018. U toku vegetacije primenjivane su standardne agrotehničke mere. Tokom 2017. godine prva berba plodova je obavljena kod sorti *slonova noga* i *emina* (7. avgust), a kod sorti *slonovo uvo* i *prizrenka* 20. avgusta. Druge godine prve berbe su za sve sorte počele u proseku 12 dana ranije.

Od svake sorte, u obe godine, sredinom septembra, analizirano je po 90 plodova ubratih u fiziološkoj zrelosti. Merena je masa ploda (MP), indeks oblika ploda (IO-odnos dužine i širine ploda), debljina perikarpa (DP), randman ploda (R-% ploda bez

semene lože i semena), broj semenih komora, kao i ukupno rastvorljiva suva materija (°Brix). Sadržaj ukupne suve materije je određena na digitalnom refraktometru (HI96800). Rezultati su obrađeni metodom ANOVA, dok je značajnost razlika testirana LSD testom (DSAASTAT2011).

Rezultati istraživanja i diskusija

Prosečna masa ploda za sve sorte, u obe godine, iznosila je 195,05 g (Tabela 1.). Značajno veću prosečnu masu ploda, koja je bila i statistički veoma od vrednosti za masu ploda od drugih sorti, imala je sorta *slonova noga* (275,15 g). Sve sorte, sem *prizrenke* koja ima krupne plodove, odlikuju veoma krupni plodovi (Gvozdenović i Cvejić, 2009.). Indeks oblika ploda kod klasičnih sorti u tipu kanija ima najčešće vrednost oko 2 (Moravčević i sar., 2017.). U ovom ogledu približne vrednosti su zabeležene kod sorti *slonovo uvo* i *slonova noga* (Tabeal 1.).

Tabela 1. Masa ploda i Indeks oblika ploda
Table 1. Fruit weight and Fruit shape index

Sorta (A) <i>Variety (A)</i>	Masa ploda [g] <i>Fruit weight</i>			Indeks oblika ploda <i>Fruit shape index</i>		
	2017 (B)	2018 (B)	Prosek <i>Average</i>	2017 (B)	2018 (B)	Prosek <i>Average</i>
Emina	159,60	150,90	155,25	2,84	3,09	2,97
Prizrenka	116,00	116,90	116,45	2,27	2,41	2,34
Slonova noga	282,60	267,70	275,15	1,96	2,11	2,04
Slonovo uvo	222,80	243,80	233,30	2,01	1,95	1,98
Prosek <i>Average</i>	195,25	194,83	195,04	2,27	2,39	2,33
LSD	A	B	A x B	A	B	A x B
0,05	22,9	16,2	32,4	0,20	0,14	0,29
0,01	30,4	21,5	43,1	0,27	0,19	0,38

Debljina perikarpa plodova sorti u ovom ogledu iznosila je u proseku 5,35 mm (Tabela 2.). Paprike sa debljim perikarpom su cenjenije, a debljina njihovog perikarpa uslovljena je pre svega sortom, tehnologijom gajenja i agroekološkim uslovima (Gvozdenović, 2010.; Bogevska et al., 2017., Todorova i Djinovic, 2017.; Zečević i sar., 2011.; Tsonev et al., 2017.). Sorte *slonovo uvo* i *slonova noga* su imale značajno veću debljinu perikarpa (6,28 odnosno 6,04 mm) u odnosu na sorte *prizrenka* (4,30) i *emina* (4,80 mm). Na vrednost ove osobine godina je takođe imala značajan uticaj.

Nakon čišćenja semena i odvajanja semene lože ostaje jestivi deo paprike (perikarp) koji u stvari predstavlja randman ploda. Njegova težina je proseku bila veoma visoka (86,60%) (Tabela 2.). Najveći randman zabeležen je kod sorte *slonova noga* (89,84%) značajno veći od randmana ostalih sorti. Godina nije značajno uticala na vrednost ove osobine ploda.

Tabela 2. Debljina perikarpa i Randman ploda sorti paprike
 Table 2. *Pericarp thickness and Randman in pepper variety*

Sorta (A) <i>Variety (A)</i>	Debljina perikarpa [mm] <i>Pericarp thickness</i>			Randman [%] <i>Randman</i>		
	2017 (B)	2018 (B)	Prosek <i>Average</i>	2017 (B)	2018 (B)	Prosek <i>Average</i>
Emina	5,60	4,00	4,80	86,23	85,93	86,08
Prizrenka	4,00	4,60	4,30	83,58	83,22	83,40
Slonova noga	5,82	6,25	6,04	89,86	89,81	89,84
Slonovo uvo	6,55	6,00	6,28	87,78	86,35	87,06
Prosek <i>Average</i>	5,49	5,21	5,35	86,86	86,33	86,60
LSD	A	B	A x B	A	B	A x B
0,05	0,42	0,30	0,59	1,05	0,74	1,49
0,01	0,56	0,39	0,79	1,39	0,99	1,97

Broj semenih komora paprika zavisi pre svega od genotipa i uslova uspevanja. U ovom ogledu broj semenih komora, u proseku za sve sorte, iznosio je 2,19 (Tabela 3.). Najveći broj komora zabeležen je u sorte *slonova noga* (2,5) značajno veći od broja komora kod drugih i sorti. kao i kod predhodne osobine broj semenih komora nije se značajno menjao po godinama.

Ukupno rastvorljiva suva materija (briks), prosečno za sve sorte, u obe godine, je imala vrednost 5,22% (Tabela 3.). Najmanji sadržaj suve materije imala je sorta *slonova noga* (4,03%) značajno manje u odnosu na vrednosti dobijene kod drugih sorti. Razlike u ovom parametru kod ostale tri sorte nisu bile značajne, pri čemu je brojčano najveći sadržaj suve materije imala sorta *slonovo uvo* (5,77%).

Tabela 3. Broj semenih komora i Ukupno rasvorljiva suva materija (Briks)
 Table 3. *Number of locules and Total soluble solids-brix*

Sorta (A) <i>Variety (A)</i>	Broj semenih komora <i>Number of locules</i>			Briks [%] <i>Brix</i>		
	2017 (B)	2018 (B)	Prosek <i>Average</i>	2017 (B)	2018 (B)	Prosek <i>Average</i>
Emina	2,20	2,10	2,15	5,33	5,61	5,47
Prizrenka	2,00	2,00	2,00	5,44	5,76	5,60
Slonova noga	2,40	2,60	2,50	4,38	3,68	4,03
Slonovo uvo	2,20	2,00	2,10	6,02	5,53	5,77
Prosek <i>Average</i>	2,20	2,18	2,19	5,29	5,15	5,22
LSD	A	B	A x B	A	B	A x B
0,05	0,36	0,28	0,22	0,46	0,33	0,66
0,01	0,48	0,37	0,29	0,62	0,44	0,87

Zaključak

Srte *slonovo uvo* i *slonova noga* su tipični predstavnici iz grupe kanija. One imaju veoma krupne plodove, sa debelim perikarpom. Sorta *slonova noga*, kao novoselekcionisana, ima veoma dobre osobine koje je kvalifikuju kao perspektivnu sortu. Treba istaći značajnu razliku između sorti u sadržaju rastvorljive suve materije, koji je kod sorte *slonova noga* bio značajno niži u poređenju sa ostalim sortama.

Uslovi gajenja nisu značajno uticali na ispitivane osobine, što ukazuje na to da su sorte stabilne i kao takve sposobne da odgovore različitim proizvodnim uslovima.

Napomena

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja projekta TR31030, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Bogevska Z., Popsimonova G., Agic R., Davitkovska M. (2017). Comparative trials on kapija type pepper cultivars. Proceedings, 3rd International Symposium for Agriculture and Food, 18-20. October 2017, Republic of Macedonia, 71(2):15-22.
- CPVO - Community plant variety office (2007): Protocol for distinctness, uniformity and stability tests *Capsicum annuum* L., sweet pepper, hot pepper, paprika, chili. European Union.
- Gvozdenović Đ. (2010). Paprika. Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad.
- Gvozdenović Đ., Cvejić S. (2009). Oplemenjivanje paprike. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Moravčević Đ., Todorović V., Pavlović N. (2017). Povrtarstvo (praktikum). Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 11-15.
- Republički statistički Zavod Srbije (RSZ), 2018.
- Soare R., Dinu M., Babeanu C., Popescu M., Popescu A. (2017). Nutritional value and antioxidant activities in fruit of some cultivars of pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Agroalimentary Processes and Technologies 23(4): 217-222.
- Todorova V., Djinovic I. (2017). Assessment of Serbian pepper varieties grown in conditions of south Bulgaria. Genetika, 49(1):161-172.
- Tsonev S., Todorova V., Groseva S., Popova T., Todorovska E.G. (2017). Evaluation of diversity in Bulgarian pepper cultivars by agronomical traits and ISSR markers. Genetika, 49 (2): 647-662.
- Zečević B., Đorđević R., Balkaya A., Damnjanović J., Đorđević M., Vujošević A. (2011). Influence of parental germplasm for fruit characters in F1, F2 and F3 generations of pepper (*Capsicum annuum* L.). Genetika, 43 (2): 209-216.

INFLUENCE OF GENOTYPE AND YEAR ON QUALITY OF KANIA-TYPE PEPPER FRUIT

Ivan Tupajić¹, Nebojša Đinović¹, Aleksandra Stanimirović¹, Dragoljub Pavlović², Jasmina Pajičić², Katarina Zarubica³, Đorđe Moravčević⁴

Abstract

The most wanted pepper type in Balkan agro-ecological conditions is kania –type (kapia-type). More than 500 varieties in this type are present on European market. In this research, four pepper varieties in kania-type were tested: *emina*, *prizrenka*, *slonova noga* and *slonovo uvo* during two years. Peppers were grown in low tunnels using standard agrotechnics. In full physiological maturity, the quality of fruits was examined using following parameters: fruit weight, fruit shape index, pericarp thickness, randman, number of locules and total soluble solids-brix.

Variety *slonova noga* had significantly higher fruit mass (275,15 g) and this value was statistically comparing to other varieties. The similar trend was also noted for randman of fruits. Thickness of pericarp was between 4,30 and 6,28 mm (*prizrenka* and *slonova noga*). For this parameter there was no difference between varieties *slonova noga* and *slonovo uvo*. Values for total soluble solids varied between 4,03 (*slonova noga*) and 5,77% (*slonovo uvo*).

Varieties *slonovo uvo* and *slonova noga* had the best quality of fruits among all tested.

Key words: pepper, fruit weight, pericarp thickness, randman, total soluble solids.

¹ Superior d.o.o.; Republic of Serbia, Velika Plana

² Elixir Food d.o.o., Republic of Serbia, Šabac

³ Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management; Republic of Serbia, Belgrade

⁴ Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Republic of Serbia (djordjemor@agrif.bg.ac.rs)

RAZVIJENOST KORENOVOG SISTEMA KUKURUZA: POLAZNA OSNOVA ZA EFIKASNIJE USVAJANJE AZOTA

*Ivica Đalović¹, P. V. Vara Prasad², Yinglong Chen³,
Aleksandar Paunović⁴, Željana Prijić⁵*

Izvod: Povećanje efikasnosti usvajanja mineralnih materija, posebno azota dovodi do uštede u potrošnji mineralnih đubriva, kao i smanjenja zagađenja životne sredine. Stvaranje genotipova kukuruza sa bolje razvijenim korenovim sistemom je od posebne važnosti, jer dovodi do povećanja sposobnosti usvajanja hranljivih materija, kao i povećane tolerantnosti na sušu, a time i na povećanje i stabilnost prinosa. Dosadašnje studije pokazuju da arhitektura korenovog sistema kukuruza, broj i dužina korenova, ugao grananja lateralnih korenova, kao i gustina i dužina korenskih dlačica u ukupnoj masi korena imaju ključnu ulogu u stepenu efikasnosti usvajanja azota.

Ključne reči: kukuruz, korenov sistem, azot.

Uvod

Godišnje se u svetu upotrebi blizu 150 miliona tona azotnih đubriva (FAO, 2015.), od čega se u proseku 65% potroši u proizvodnji žitarica. Iako primena đubriva značajno dovodi do povećanja prinosa, stepen iskorišćenosti kod žitarica je svega 33% (Raun and Johnson, 1999.). Novija istraživanja su pokazala da bi povećanje efikasnosti usvajanja N (NUE – Nitrogen Use Efficiency) za 1% dovelo do uštede od 1,1 bilion dolara (\$) godišnje (Kant et al., 2011.).

Budući da biljke kukuruza usvoje više od 50% azota i fosfora, kao i do 80% kalijuma pre ulaska u reproduktivnu fazu, neophodna je dovoljna količina ovih hraniva već na samom početku vegetacije. S druge strane, iako se male količine hraniva usvajaju u početnim fazama rasta, u zoni korenovog sistema je neophodna viša koncentracija hraniva, jer je koren u početku slabije razvijen, a veoma često je i zemljište po pravilu hladnije.

Cilj ovog rada je bio da se ukaže na značaj razvijenosti korenovog sistema kukuruza sa aspekta efikasnijeg usvajanja azota.

Korenov sistem kukuruza i azot

Zahvaljujući aktivnosti korenovog sistema, biljke usvajaju mineralne materije iz zemljišta koje se potom uključuju u metabolizam i ispoljavaju svoj uticaj na sintezu

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija (maizescience@yahoo.com);

²Department of Agronomy, Kansas State University, 2004 Throckmorton Plant Science Center, Manhattan, KS, USA;

³Institute School of Earth and Environment, and UWA Institute of Agriculture, The University of Western Australia, Perth 6009, Australia;

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32 000 Čačak, Srbija;

⁵Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Nemanjina 22-26, 11000 Beograd, Srbija;

organske materije i stvaranje prinosa. Sadržaj hraniva u biljci pri kome se postižu maksimalni prinosi je optimalni sadržaj hraniva i on se ostvaruje pri normalnoj aktivnosti korenovog sistema u uslovima adekvatne obezbeđenosti zemljišta neophodnim mineralnim hranivima (Ubavić and Bogdanović, 2001.). Biljke usvajaju azot u nitratnom i amonijačnom obliku, pri čemu se u biljci oksidovana forma mora redukovati do amonijačnog oblika, kako bi učestvovao u sintezi organskih jedinjenja. Ova biološka transformacija odvija se uz pomoć enzima koji redukuju nitrat, a čija aktivnost, pored ostalog, zavisi od koncentracije i oblika azota u hranljivoj sredini. Usvajanje mineralnog azota na površini korena odvija se preko plazmaleme epidermalnih ćelija. Da bi se povećalo usvajanje hranljivih materija, vršna zona korena je pokrivena korenskim dlačicama, koje čine od 70 do 80% površine korena (Miller and Cramer, 2004.). Oblik u kome se azot transportuje u biljkama zavisi od forme usvajanja i metabolizma korena. Glass et al. (2001.) navode da usvajanje nitratnih ili amonijum jona zavisi od njihove koncentracije u hranljivom rastvoru, kao i da se njihova koncentracija u biljkama povećava sa povećanjem primenjenih doza azota (Li et al., 2016.). Preobilno đubrenje može dovesti do oštećenja korenovog sistema i povećanog ispiranja NO_3 . Lokalizovana primena amonijačnih đubriva u kombinaciji sa fosforim značajno povećava količinu hlorofila u listu kukuruza i utiče na njihov ukupan sadržaj u rasponu od 20 do 50%, potom na dužinu korena za 23 do 30%, kao i njegovu gustinu u sloju zemljišta od 0 do 15 cm dubine profila (Ma et al., 2004.). Coque and Gallais (2006.) su utvrdili da arhitektura korena ima značajan uticaj na prinos kukuruza bez obzira da li je gajen u uslovima visoke ili niske koncentracije azota. U novije vreme proučavaju se različiti molekularni i fiziološki aspekti usvajanja azota od strane korenovog sistema kukuruza, pri čemu je utvrđeno da se sposobnost usvajanja NO_3^- menja tokom fenoloških faza rasta i razvoja (Garnett et al. 2013.). Aktivnost nitrat reduktaze u listovima povećana je pri primeni NO_3^- oblika azota, dok je smanjena u prisustvu NH_4^+ jona (Mengel and Kirby., 2001.). Na osnovu proučavanja hromozomskih regiona koji određuju kvantitativne osobine (QTL) (Coque et al., 2008.) i kloniranih gena (Hochholdinger et al. 2018.) na regulatorne mehanizme, utvrđena je pozitivna genetska korelacija za usvajanje N i gena odgovornih za razvoj korenovog sistema i korenskih dlačica kod kukuruza.

Efekat primene azota na rast i razvoj korenovog sistema kukuruza: novija saznanja

Manipulacijom koncentracije N u području rizosfere može se uticati na porast korenovog sistema. Wiesler and Horst (1994.) navode da je dužina i gustina korena u zemljištu od 30 do 150 cm u pozitivnoj korelaciji sa usvajanjem N. Nedostatak azota dovodi do smanjenja mase korenovog sistema, pri čemu i vrlo mali nedostatak prouzrokuje smanjenje broja adventivnih korenova, ali i njihovog izduživanja. Nedostatak azota takođe dovodi do smanjenja nadzemnog dela biljke i povećava odnos korena i nadzemnog dela (*root:shoot ratio*) (Li et al., 2014; Peng et al., 2015.).

Lokalizovana primena azota redukuje transport auksina iz nadzemnog dela biljke u koren, kao i koncentraciju navedenog hormona u korenu što pospešuje rast lateralnih korenova (Liu et al., 2010.). Iako najveću količinu azota od 35 do 55% biljke kukuruza

usvajaju u reproduktivnoj fazi (Hirel et al., 2007.), na dužinu porasta aksijalnih korenova najznačajniju ulogu igra koncentracija azota u fazi klijanaca (Orman-Ligeza et al., 2013; Yu et al., 2016.). Manji nedostatak azota u fazi klijanaca kukuruza dovodi do smanjenja broja, ali i povećanja rasta aksijalnih korenova. Količina N utiče i na ugao rasta korena i on je manji pri manjem nedostatku azota (Gaudin et. al., 2011.), što potvrđuju i rezultati Dathe et al. (2016.) koji navode da prinrodniji hibridi kukuruza imaju manji ugao rasta korena i da je navedena osobina u pozitivnoj korelaciji sa dubinom korenovog sistema (Qiao et al., 2018). Korenov sistem sa sposobnošću brzog izduživanja u dublje slojeve bi optimizirao usvajanje pomenutog elementa zbog njegove pokretljivosti po profilu (Lynch, 2013.), kao i usvajanje vode i otpornosti prema suši (Gowda et al., 2011.).

Obzirom da nedostatak azota dovodi do izduživanja korenovog sistema, na osnovu detaljne studije sprovedene od strane Ma and Song (2016.) utvrđeno je da kukuruz najvećim delom vodu usvaja iz sloja 0 do 20 cm, osim u fazi cvetanja kada vodu usvaja iz dubljih slojeva (najčešće iz sloja 20 do 50 cm). Navedeno je u saglasnosti sa istraživanjima Gao and Lynch (2016.) koji ističu da smanjen broj adventivnih korenova i povećanje njihove dužine povećava sposobnost usvajanja vode i povećava tolerantnost na sušu. Lynch (2013.) i Lynch and Wojciechowski (2015.) su definisali osobine korena potrebne za poboljšanje metaboličke efikasnosti i smanjenje unutar korenske kompeticije i označili je kao SCD (*steep, cheap, deep*): mala gustina lateralnih korenova i povećana dužina adventivnih. Efekat azota i fosfora na grananje lateralnih korenova kukuruza proučavana je od strane Postma et al. (2014.) koji su utvrdili da kod većine genotipova grananje ovih tipova korena prvenstveno zavisi od dostupnosti oba elementa. Tipovi korenovog sistema kukuruza se razlikuju po načinu grananja i obrazovanja lateralnih korenova u uslovima visoke koncentracije nitrata (Yu et al., 2016.). U uslovima povišene koncentracije azota dolazi do povećanog rasta nadzemnog dela, a smanjenog rasta korena. Rezultati Manoli et al. (2014.) ukazuju da u uslovima povećane koncentracije azota u nadzemnom delu dolazi do “*sistemskog inhibiranja rasta*” lateralnog korenovog sistema van područja bogatog azotom. Visoke doze nitrata nemaju efekat na inicijaciju porasta lateralnih korenova, ali dolazi do potpune inhibicije njihovog rasta u koncentracijama višim od 50 mmol l⁻¹ (Forde and Lorenzo, 2001.). Glass (2003.) navodi da u pomenutim uslovima na intenzitet usvajanja N više utiču fiziološki činioci (pH i temperatura), nego morfologija korena. Previsoke doze nitrata inhibiraju rast korena u svim fazama rasta i ne mogu povećati njegov sadržaj u biljci, kao ni prinos (Shen et al., 2013.).

Zaključak

Biljke kukuruza rastu u veoma kompleksnim i promenljivim uslovima spoljašnje sredine. Sposobnost korenovog sistema u usvajanju vode i hraniva iz zemljišta utiče na otpornost biljke, njenu prilagodljivost i produktivnost. Razvoj budućih genotipova kukuruza tolerantnih na sušu sa povećanom efikasnošću za usvajanje vode i hranljivih materija je od suštinskog značaja za poboljšanje adaptacije useva u oplemenjivačkom radu, a oslanja se na boljem razumevanju strukture i funkcije korena. Dosadašnje studije pokazuju da arhitektura korenovog sistema kukuruza, broj i dužina korenova, ugao

grananja lateralnih korenova, kao i gustina i dužina korenskih dlačica u ukupnoj masi korena imaju ključnu ulogu u stepenu efikasnosti usvajanja azota.

Napomena

Ovaj rad je deo projekta TR 31073 „Unapređenje proizvodnje kukuruza i sirka u uslovima stresa“ koji se finansira od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Coque M., Gallais A. (2006). Genomic regions involved in response to grain yield selection at high and low nitrogen fertilization in maize. *Theoretical and Applied Genetics*, 112: 1205–1220.
- Coque M., Martin A., Veyrieras J., Hirel B., Gallais A. (2008). Genetic variation for N-remobilization and postsilking N-uptake in a set of maize recombinant inbred lines. 3. QTL detection and coincidences. *Theoretical and Applied Genetics*, 117: 729–747.
- Dathe A., Postma J. A., Postma–Blauw M. B. Lynch J. P. (2016). Impact of axial root growth angles on nitrogen acquisition in maize depends on environmental conditions. *Annals of Botany* 118: 401–414.
- de Dorlodot S., Forster B., Pages L., Price A., Tuberosa R., Draye X. (2007). Root system architecture: opportunities and constraints for genetic improvement of crops. *Trends in Plant Science* 12: 474–481.
- FAO (2015). *World Fertilizer Trends and Outlook to 2018*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Forde B. G., Lorenzo H. (2001). The nutritional control of root development. *Plant and Soil*, 232: 51–68.
- Gao Y., Lynch P. J. (2016). Reduced crown root number improves water acquisition under water deficit stress in maize (*Zea mays* L.) *Journal of Experimental Botany*, 67 (15): 4545–4557.
- [Garnett T.](#), [Conn V.](#), [Plett D.](#), [Conn S.](#), [Zanghellini J.](#), [Mackenzie N.](#), [Enju A.](#), [Francis K.](#), [Holtham L.](#), [Roessner U.](#), [Boughton B.](#), [Bacic A.](#), [Shirley N.](#), [Rafalski A.](#), [Dhugga K.](#), [Tester M.](#), [Kaiser B. N.](#) (2013). The response of the maize nitrate transport system to nitrogen demand and supply across the lifecycle. *New Phytol.* 198 (1): 82–94.
- Gaudin A. C. M., Mcclymont S. A., Holmes B. M., Lyons E., Raizada M. N. (2011). Novel temporal, fine-scale and growth variation phenotypes in roots of adult-stage maize (*Zea mays* L.) in response to low nitrogen stress. *Plant, Cell and Environment*, 34: 2122–2137.
- Glass A. D., Brito D. T., Kaiser B. N., Kronzucker H. J., Kumar A., Okamoto M., Rawat S. R., Siddiqi M. Y., Silim S. M., Vidmar J. J., Zhuo D. (2001). Nitrogen transport in plants, with an emphasis on the regulation of fluxes to match plant demand. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 164: 199–207.

- Glass A. D. M. (2003). Nitrogen use efficiency of crop plants: physiological constraints upon nitrogen absorption. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22: 453–470.
- Gowda V. R. P., Henry A., Yamauchi A., Shashidhar H. E., Serraj R. (2011). Root biology and genetic improvement for drought avoidance in rice. *Field Crops Research* 122: 1–13.
- Hirel B., Le, Gouis J., Ney B., Gallais A., Le Gouis J. (2007). The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *Journal of Experimental Botany* 58: 2369–2387.
- Hochholdinger F., Yu P., Marcon C. (2018). Genetic Control of Root System Development in Maize. *Trends Plant Science* 1: 79–88.
- Kant S., Bi Y.M., Rothstein S. J. (2011). Understanding plant response to nitrogen limitation for the improvement of crop nitrogen use efficiency. *Journal of Experimental Botany* 62: 1499–1509.
- Li H., Ma Q., Li Ha., Zhang F., Rengel Z., Shen J. (2014). Root morphological responses to localized nutrient supply differ among crop species with contrasting root traits. *Plant Soil* 376: 151–163.
- Li P., Zhuang Z., Cai H., Cheng S., Soomro A. A., Liu Z., Gu R., Mi G., Yuan L., Chen, F. (2016). Use of genotype – environment interactions to elucidate the pattern of maize root plasticity to nitrogen deficiency. *Journal of Integrative Plant Biology*, 58: 242–253.
- Liu J., An X., Cheng L., Chen F., Bao J., Yuan L., Zhang F., Mi G. (2010). Auxin transport in maize roots in response to localized nitrate supply. *Annals of Botany*, 106: 1019–1026.
- Lynch J. P. (2013). Steep, cheap and deep: an ideotype to optimize water and N acquisition by maize root systems. *Annals of Botany*, 112: 347–357.
- Lynch J. P., Wojciechowski, T. (2015). Opportunities and challenges in the subsoil: pathways to deeper rooted crops. *Journal of Experimental Botany*, 66: 2199–2210.
- Ma Q., Wang X., Li H., Li Ha., Cheng L., Zhang F., Rengel Z., Shen J. (2014). Localized application of NH_4^+ – N plus P enhances zinc and iron accumulation in maize via modifying root traits and rhizosphere processes. *Field Crops Research*, 164 (1): 107–116.
- Ma Y., Song X. F. (2016). Using stable isotopes to determine seasonal variations in water uptake of summer maize under different fertilization treatments. *Science Total Environment*, 550: 471–483.
- Manoli A., Begheldo M., Genre A., Lanfranco L., Trevisan S., Quaggiotti S. (2014). NO homeostasis is a key regulator of early nitrate perception and root elongation in maize. *Journal of Experimental Botany* 65: 185–200.
- Mengel K., Kirkby E. (2001). *Principles of plant nutrition*. 5^{ed}. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic, 849 p.
- Miller A. J., Cramer M. D. (2004). Root nitrogen acquisition and assimilation. *Plant and Soil* 274: 1–36.
- Orman–Ligeza B., Parizot B., Gantet P. P., Beekman T., Bennett M. J., Draye X. (2013). Post–embryonic root organogenesis in cereals: branching out from model plants. *Trends Plant Science*, 18: 459–467.

- [Peng Yu.](#), [Xuexian Li.](#), [White J. P.](#), Chunjian Li. (2015). A Large and Deep Root System Underlies High Nitrogen-Use Efficiency in Maize Production. [PLoS One](#). 10 (5): e0126293.
- Postma J. A., Dathe A., Lynch J. P. (2014). The optimal lateral root branching density for maize depends on nitrogen and phosphorus availability. *Plant Physiology*, 166: 590–602.
- Raun W. R., Johnson G. V. (1999). Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*, 91: 357–363.
- Shen J., Li C., Mi G., Li L., Yuan L., Jiang R., Zhang F. (2013). Maximizing root/rhizosphere efficiency to improve crop productivity and nutrient use efficiency in intensive agriculture of China. *Journal of Experimental Botany*, 64: 1181–1192.
- Qiao S., Fang Y., Wu A., Xu B., Zhang S., Djalovic I., Siddique H. M. K., Chen Y. (2018). Dissecting root trait variability in maize genotypes using the semi-hydroponic phenotyping platform. *Plant and Soil*, 1–16.
- Yu P., Gutjahr C., Li C., Hochholdinger F. (2016). Genetic control of lateral root formation in cereals. *Trends in Plant Science*, 21: 951–961.
- Ubavić M., Bogdanović D. (2001). *Agrohemija*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Wieslerm F., Horst W. J. (1994). Root growth and nitrate utilization of maize cultivars under field conditions. *Plant and Soil*, 163: 267–277.

ROOT SYSTEM DEVELOPMENT IN MAIZE: OPTIMIZING NITROGEN USE EFFICIENCY

*Ivica Đalović¹, P. V. Vara Prasad², Yinglong Chen³,
Aleksandar Paunović⁴, Željana Prijić⁵*

The maize nodal root system plays a crucial role in the development of the aboveground plant and determines the yield via the uptake of water and nutrients in the field. Selection of genotypes with a better developed root system is of particular importance, because it leads to an increase in the ability to adopt nutrients, as well as increased tolerance to drought, and thus to increase the yield and its stability. Previous studies show that the architecture of the root system of maize, the number and length of the roots, the angle of branching the lateral roots, and the density and length of the root hairs in the total mass of the root show a positive correlation for the adoption of nitrogen.

Key words: maize, root, nitrogen.

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maxim Gorki 30, 21000 Novi Sad, Serbia (maizescience@yahoo.com);

²Department of Agronomy, Kansas State University, 2004 Throckmorton Plant Science Center, Manhattan, KS, USA;

³Institute School of Earth and Environment, and UWA Institute of Agriculture, The University of Western Australia, Perth 6009, Australia;

⁴University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak, Cara Dušana 34, 32 000 Cacak, Serbia;

⁵Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, Nemanjina 22–26, Belgrade, Serbia;

UTICAJ VREMENSKIH USLOVA I NAČINA ĐUBRENJA NA VISINU BILJKE KOD RAZLIČITIH SORTI JAROG PIVSKOG JEČMA

*Jasmina Knežević¹, Snežana Tošković², Dalibor Tomić³, Desimir Knežević¹,
Miroljub Aksić¹, Nebojša Gudžić¹, Dragoslav Đokić⁴*

Izvod: U ovom radu je izučavana varijabilnost visine stabla, pod uticajem vremenskih uslova i načina đubrenja, kod dve sorte jarog ječma. Visina stala je varirala kod izučavanih sorti ječma. Primenom rastućih doza azota utvrđena je najveća visina biljaka (90.49 cm) pri upotrebi doza azota od N₁₂₀. Različita reakcija ispitivanih sorti na primenu mineralnih đubriva rezultat je njihove sortne specifičnosti.

Ključne reči: jari ječam, đubrenje, sorta, visina biljaka

Uvod

Visina biljaka ječma zavisi od sortnih osobina, klimatskih uslova i primenjenih mera tehnologije proizvodnje (Paunović i Madić, 2011.). Značaj ječma se ogleda u mogućnosti njegovog gajenja u vrlo različitim agroekološkim uslovima. Zahvaljujući velikom polimorfizmu, odnosno postojanju, ozimih i jarih formi, zatim tipova i sorti različite dužine vegetacije, ječam ima najširi areal gajenja od svih žita (Пауновић и Мадјић, 2011.). S obzirom da poseduje bolju adaptabilnost u odnosu na kukuruz, ječam predstavlja značajan usev u suvim i hladnim regionima gde je gajenje kukuruza ograničeno (Urlich, 2011.). Uticaj mineralne ishrane na osobine pivskog ječma potiče kako od količine pojedinih hraniva tako i od njihovog odnosa, a takođe i od načina njihovog unošenja u zemljište i vremena njihove primene (Станковић и сар. 2000.). Složenost azotne ishrane dolazi do punog izražaja pod uticajem klimatskih uslova tokom vegetacije (ukupne količine padavina, rasporeda padavina, temperature vazduha). Pivski ječam zahteva umerenu klimu bez velikih kolebanja, a posebno u periodu sazrevanja zrna kada je naročito osetljiv na povećanje temperature (Старчевић, 1992.). Zapadna Evropa je poznata kao proizvođač odličnog jarog pivskog ječma zbog povoljnih ekoloških uslova, odnosno dovoljne količine vlage i umerenih temperatura tokom njegovog rasta i razvoja (Пржуљ и Момчиловић, 2002.). Vaumer et al. (1994.) (цит. Пржуљ и Момчиловић, 2002.) smatraju da je u tom području interes za ozimim pivskim ječmom skromniji, zbog njegovog lošijeg tehnološkog kvaliteta u odnosu na jari i zbog znatno nižih prinosa u odnosu na ozimi stočni ječam. Velike količine padavina i visoke temperature na plodnim zemljištima dovode da jari dvoredi ječam lako usvaja veću količinu azota od one koja mu je potrebna, što se odražava na povećanje sadržaja proteina u zrnu, bilo direktno još više indirektno preko poleganja biljaka.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (ime.prezime@kg.ac.rs);

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

³Institute of Barley and Malt Sciences, PO Box 6050, Fargo, North Dakota, USA.

Ječam se u svetu gaji na površinama od oko 49,43 miliona ha, sa ukupnom godišnjom proizvodnjom od oko 144, 49 miliona t i prosečnim prinosom od 2,9 t ha⁻¹ (FAOSTAT 2015). Ječam (*Hordeum vulgare* L.) je veoma značajna žitarica koja po zasejanim površinama u svetu zauzima četvrto mesto iza pšenice, kukuruza i pirinča (Zecevic et. al., 2011; Awika, 2016.). Ječam se gaji širom sveta i koristi se kao važna komponenta u proizvodnji piva i slada, važna i kvalitetna komponenta u ishrani domaćih životinja, dok delimično se koristi u ishrani ljudi. U Srbiji poslednjih pet godina oko 50% proizvodnje se koristio za proizvodnju stočne hrane, a 50% u pivarskoj industriji (Kandić, 2015.). U odnosu na starije sorte ječma koje su bile u proizvodnji osamdesetih godina novije sorte se odlikuju dobrim tehnološkim kvalitetom, boljom otpornošću na poleganje i bolesti, kraćom stabljikom i efikasnijim korišćenjem asimilativa (Đekić i sar., 2010.).

Izborom sorti i primenom optimalnih doza azota je moguće direktno uticati preko komponenti prinosa (visina stabla je jedna od značajnijih) na prinos.

Stoga je cilj ovih ispitivanja bio utvrđivanje uticaja sorti i nivoa primene azota na visinu stabla ječma.

Materijal i metode rada

U toku dvogodišnjeg perioda vršena su ispitivanja dve sorte jarog pivskog ječma, Mile i Marko, stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Ispitivan je uticaj različitih doza i odnosa mineralnih đubriva na visinu biljke. Postavljen je ogled u okolini Kruševca (selo Globoder). Veličina osnovne parcelice iznosila je 5 m² u četiri ponavljanja po split-plot metodu sa slučajnim rasporedom tretmana. Setva je obavljena ručno u redove sa 400 kljavih zrna m². U ogled je uključen faktor đubrenja sa rastućim dozama azota N₀, N₈₀, N₁₀₀, N₁₂₀. Na varijantama sa dozom azota upotrebljeno je još po 90 kg ha⁻¹ P₂O₅ i K₂O. Analizirana je visina biljaka (cm). Zemljište na kome je ogled izveden po tipu je aluvijalno (fluvisol). Ne sadrži CaCO₃ u oraničnom horizontu, poseduje prilično povoljne hemijske osobine. Srednje obezbeđeno humusom (3,25%), pH u H₂O 6,50 u KCl 5,72, dok je sadržaj ukupnog azota 0,23. Sadržaj lakopristupačnog fosfora je bio 17 mg 100 g⁻¹ zemljišta, sadržaj lakopristupačnog kalijuma je bio 20 mg 100 g⁻¹ zemljišta. Klima je umereno kontinentalna.

Ječam ima relativno male potrebe za toplotom. Za uspevanje jarog ječma potrebna je ukupna temperaturna suma od 1750° C (Miržinski i sar., 1966.). Godine u kojima su izvedena ispitivanja po meteorološkim uslovima razlikovale su se od višegodišnjeg proseka karakterističnog za ovo područje (Tabela 1). Prosečna temperatura vazduha bila je veća za 1,3° C u 2014. godini u odnosu na višegodišnji prosek. Toplotni uslovi za nicanje u 2014. godini su bili povoljni. Padavina je bilo u manjim količinama te je nicanje bilo neravnomerno i neujednačeno. Relativno povoljan toplotni režim biljaka u mesecu maju bio je praćen većom količinom padavina. Povišene temperature su ubrzale vegetacioni ciklus što je uslovalo ubrzano zrenje ječma i raniji početak žetve. Prosečna količina padavina za vegetacioni period jarog ječma (februar - juli) iznosila je 595,9 mm, dok je višegodišnji prosek padavina 320,5 mm. Kritični period u pogledu zahteva prema vodi je i u fazi nalivanja zrna. Jari ječam je najosetljiviji na smanjenje vlažnosti u zemljištu u fazi šest listova.

U 2015. godini prosečna temperatura vazduha bila je veća za 0,8° C u odnosu na višegodišnji prosek. Prva tri meseca u ovoj godini ispitivanja obeležena su nešto toplijim vremenom u odnosu na višegodišnji prosek. Padavina je bilo u dovoljnim količinama te je nicanje bilo ravnomerno i ujednačeno za razliku od 2014. godine. Relativno povoljan toplotni režim u preostala četiri meseca vegetacionog perioda u ovoj godini ispitivanja praćen je manjom količinom padavina u odnosu na isti period 2014. godine što nije smetalo daljem toku odvijanja životnih procesa kod jarog ječma u daljim fazama razvića u godini ispitivanja. Prosečna količina padavina za vegetacioni period februar – juli u ovoj godini ispitivanja iznosila je 379,0 mm u odnosu na višegodišnji prosek padavina 320,5 mm, što je znatno manje u odnosu na prvu godinu ispitivanja. Zaključujemo da su vremenski uslovi različiti po godinama, posebno u pogledu količine i rasporeda padavina i da su nešto nepovoljniji u 2014. godini.

Tabela 1. Prosečna mesečna temperatura i količina padavina
 Table 1. Average monthly temperature and precipitation sum

Godina Year	Meseci Months						Prosek Average
	II	III	IV	V	VI	VII	
Srednje mesečne temperature vazduha (C°) Mean monthly air temperatures (C°)							
2014	6.6	9.4	11.9	15.9	19.7	21.7	14.2
2015	2.9	6.3	11.4	17.7	19.7	24.2	13.7
Prosek Average	2.6	5.9	11.3	16.3	20.1	21.6	12.9
Количина падавина (mm) Precipitation amount (mm)							
2014	9.3	63.5	188.8	126.6	115.3	92.4	595.9
2015	50.9	105.8	55.2	62.6	101.7	2.8	379.0
Prosek Average	33.2	41.7	54.4	61.0	66.4	63.8	320.5

Rezultati istraživanja i diskusija

Visina stabla ima značajan uticaj na formiranje prinosa ječma. To potvrđuju rezultati iz Srbije prema kojima je utvrđena jaka pozitivna korelacija između visine biljaka i: dužine klasa ($r=0,51$) i mase zrna po klasu ($r=0,51$), zatim srednja pozitivna zavisnost sa: brojem zrna po klasu ($r=0,49$) i brojem biljaka po m^{-2} (0,45), kao i slabo pozitivna korelacija sa brojem klasova m^{-2} ($r=0,36$) (Stupar, 2017.). I u istraživanjima u svetu je utvrđena pozitivna korelacija između visine stabla i prinosa zrna ječma (Sharief et al., 2011; Tofiq et al., 2015.).

Uticaj mineralne ishrane na osobine pivskog ječma zavisi kako od količine pojedinih hraniva tako i od njihovog odnosa, a takođe i od načina njihovog unošenja u zemljište i vremena njihove primene (Stanković i sar. 2000.). I pored direktnog uticaja azota na povećanje sadržaja proteina u zrnu, značajan je i njegov indirektan uticaj preko poleganja biljaka (Paunović, 2001.).

Proizvodnja jarog pivskog ječma s visokim prinosom zrna i odgovarajućim kvalitetom je moguća samo izborom kvalitetnog sortimenta uz odgovarajuće uslove gajenja i odgovarajuću tehnologiju proizvodnje.

Tabela 2. Visina biljaka (cm) po sortama, varijantama azotom i godinama ispitivanja

Table 1. Height of plants (cm) by varieties, fertilization variants and years

Cupra <i>Cultivar</i>	Godina <i>Year</i>	Varijante đubrenja <i>Fertilization variants</i>					
		0	80	100	120	Prosek <i>Average</i>	
Mile	2014	80.9	84.28	87.13	88.33	85.16	
	2015	77.90	82.16	86.20	90.49	84.19	
	Prosek <i>average</i>	79.40	83.22	86.67	89.41	84.68	
Marko	2014	77.69	80.49	84.54	85.06	81.94	
	2015	75.69	79.99	86.14	82.03	80.96	
	Prosek <i>average</i>	76.69	80.24	85.34	83.55	81.45	
Prosek <i>Average</i>		78.04	81.73	86.00	86.48	83.06	
Lsd	(A)	(B)	(AxB)	(C)	(AxC)	(BxC)	(AxBxC)
0,05	1.7	1.7	3.4	1.2	2.4	2.4	4.7
0,01	2.2	2.2	4.4	1.6	3.1	3.1	6.3

A-sorta, B-doza đubriva, C-godina istraživanja

Posmatrajući dvogodišnji prosek uticaj godine pri svim ispitivanim nivoima primene mineralnog azota može se uočiti da su se ispitivane sorte razlikovale u visini stabla za 3,23 cm. (Mile 84.68 cm, Marko 81.45 cm). Primenom većih količina mineralnog azota, visina stabla se povećavala (Tabela 2). Ovako dobijeni rezultati su u saglasnostima sa Gozdowski et al., 2012, Кнежевић и сар., 2014, Кнежевић et al., 2019.). To potvrđuje najmanja visina stabla na kontrolnoj varijanti (Mile 79.40 cm do 76.69 Marko) iz dvogodišnjeg proseka. Međutim najveće visine stabla nisu ostvarene kod obe sorte iz tretmana sa najvećim primenjenim količinama azota (Mile varijanta đubrenja 120 kgha⁻¹ visina stabljika 89.41 cm, Marko varijanta đubrenja 100 kgha⁻¹ visina stabljika 85.34 cm). Što ukazuje na postojanje značajne interakcije sorta x nivo primene azotnog đubriva.

Zaključak

U klimatskim uslovima centralne Srbije dve ispitivane sorte ječma su različito reagovala prema nivou primene azotnog đubriva na visinu stabla.

Sorta Mile je na varijanta đubrenja 120 kgha⁻¹ imala prosečno najveću visinu stabla 89,41 cm, dok je sorta Marko prosečno najveću visinu stabla ostvarila iz varijante đubrenja 100 kgha⁻¹ 85.34 cm.

Utvrđeni značajan uticaj sorta x tretmani primene različitog nivoa mineralnog azota na visinu stabla nam ukazuju na neophodnost određivanja primene mineralnog azota za svaku pojedinačno gajenu sortu.

Napomena

Istraživanja su deo projekta TR 31092 „Izučavanje genetičke osnove poboljšanja prinosa i kvaliteta strnih žita u različitim ekološkim uslovima”, koji finansira Ministarstvo Prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Literatura

- Awika M.J. (2016): Major cereal grains production on use around the world. ASC Symposium, Washington DC, USA.
- Baumer M., Pichlamaier, K., Leny, W. (1994): Bayerische Gerstenernte 1994. Korntrag und Kornqualität der Sommergerste. Brauwelt, 134(48), 2572–2580.
- Đekić V., Staletić, M., Glamočlija, Đ., Branković, S. (2010): Varijabilnost prinosa i komponenata prinosa zrna kg sorti ozimog ječma. Zbornik radova XV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 26-27. mart 2010, Čačak, Vol. 16 (17): 223-226.
- FAOSTAT (2015): Value of Agricultural Production. Доступно на: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>.
- Gozdowski D., Wyszynski, Z., Kalinowska-Zdun, M., Pagowski, K., Pietkiewicz, S. (2012): Zmienność budowy przestrzennej łanu jeczmiennia jarego w zróżnicowanych warunkach Środowiskowo-Agrotechnicznych. Część II. Architektura łanu. Fragmenta Agronomica, 29(3), 20-30.
- Кандић В. (2015): Осена генотипова јечма на отпорност према суши у фази наливања зрна. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет Београд, Универзитет у Београду, Београд, 1–164.
- Knezevic J., Stanisavljevic R., Knezevic D., Ciric S., Stevanovic N., Aksic M., Milenkovic B. (2019): The Effect of Mineral Nitrogen Nutrition on Yield and Grain Yield Components of Spring Malting Barley, The Indian Journal of Agricultural Sciences in press
- Кнежевић Ј.Б., Алексић, М.Б., Тирић, С.С., Гуцић, Н.Д., Тмушић, Н.Д. (2014): Утицај дозе азотних ђубрива на елементе родности јарог пивског јечма. Journal of Agricultural Sciences, 59(1), 15–24.
- Miržinski J., Popović, S., Popović, A., Janković, M. (1966): Ječam, raž i ovas. Zadruga knjiga, Beograd.
- Пауновић А. (2001): Генотипска варирања приноса и квалитета зрна јарог јечма у зависности од исхране азотом и густине сетве. Докторска дисертација. Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет у Чачаку.
- Пауновић А., Матић, Миломирка (2011): Јечам. Монографија, Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет у Чачаку, 256.
- Sharief A. E., Attia, A. N., Saied, M., El-Sayed, A. A., El-Hag, A. (2011): Agronomic studies on barley: Yield analysis. Crop Environment, 2, 11-18.
- Станковић С., Стојановић, Ж., Дидиг, Д., Јовић, М. (2000): Утицај различитих доза азота на неке физичке, физиолошке и продуктивне особине озимог јечма сорте Кристал. Селекција и семенарство, 7(3–4), 129–133.

- Старчевић Љ., Малешевић, М., Црнобарац, Ј. (1992): Утицај температура и падавина на формирање приноса и квалитета пивског јечма. Пивски јечам и слад, V монографија, ДП „20. октобар“ сладара Бачка Паланка, Челарево, 65–76.
- Stupar V. (2017): Uticaj različitih načina gajenja jarog ječma na morfološkr osobine, rodni potencijal i kvalitet zrna. Doktorska disertacija. Univerzitet u Kragujevcu Agronomski fakultet u Čačku, 1-277.
- Tofiq S.E., Amin, T.N.H., Abdulla, S.M.S., Abdulkhaleq, D.A. (2015): Correlation and path coefficient analysis of grain yield and yield components in some barley genotypes created by full diallel analysis in sulaimani region for F2 generation. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 76-79.
- Ullrich S.E. (2011): Significance, Adaptation, Production and Trade of Barley. Book chapter in Barley Production, Improvement and Uses, Edited by Stephen E. Ullrich, Blackwell Publishing Ltd, 3–14
- Zecevic V., Zivancev, D., Kondic, D., Markovic, S., Markovic, D. (2011): Effect of nitrogen to crop density of winter barley (*Hordeum vulgare* L.). Proceedings of 10th Alps-Adria Scientific Workshop Opatija, Croatia, 14–19 March 2011. Növénytermelés (Plant Production), 60(1), 133–136

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS AND FERTILIZING METHOD ON PLANT HEIGHT AT DIFFERENT CULTIVARS OF SPRING MALTING BARLEY

Jasmina Knežević¹, Snežana Tošković², Dalibor Tomić³, Desimir Knežević¹, Miroљjub Aksić¹, Neboјša Gudžić¹, Dragoslav Đokić⁴

Abstract

In this paper, the variability of the stem height, under the influence of weather conditions and the method of fertilization, was studied in two varieties of spring barley. The analyzed feature varied among the studied barley varieties. With the application of increased nitrogen doses, the highest plant height (90.49 cm) was determined when using nitrogen doses of N₁₂₀. A different reaction of the tested varieties on the application of mineral fertilizers is the result of their varietal specificity.

Key words: spring barley, fertilization, variety, plant height

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (name.lastname@kg.ac.rs)

²Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

³Institute of Barley and Malt Sciences, PO Box 6050, Fargo, North Dakota, USA ...

OSOBINE KLASA KOD RAZLIČITIH SORTI I LINIJA DVOREDOG JEČMA

*Kamenko Bratković¹, Vera Đekić¹, Kristina Luković¹, Dragan Terzić²,
Zoran Jovović³, Vera Popović⁴*

Izvod: Istraživanja su sprovedena tokom dve godine na oglednom polju Instituta za kukuruz u Zemun Polju. Cilj ovog istraživanja je bio utvrđivanje značajnosti izvora varijacije dužine klasa, mase zrna i broja zrna po klasu kod dvoredog ječma, kao i sorti i linija na bazi ispitivanih osobina i izdvajanje superiornih genotipova. Prosečna dužina klasa za sve ispitivane genotipove dvoredog ječma varirala je od 8,07 cm (2010) do 8,87 cm (2009), dok je prosečna dvogodišnja dužina klasa iznosila 8,47 cm. Prosečan broj zrna po klasu je iznosio 24,1, dok je prosečna masa zrna po klasu za sve ispitivane genotipove iznosila je 1,132 g.

Gljučne reči: broj zrna po klasu, dužina klasa, ječam

Uvod

Ječam se gaji širom sveta i koristi se kao važna komponenta u proizvodnji piva i slada, važna i kvalitetna komponenta u ishrani domaćih životinja, dok delimično se koristi u ishrani ljudi. Ječam se u svetu gaji na površini od oko 47,5 miliona ha sa prosečnim prinosom od 2,6 t ha⁻¹. Najveće površine pod ječmom su u Rusiji, Australiji, Ukrajini i Kanadi. U Republici Srbiji ječam se gaji na 84.166 ha sa prosečnim prinosom 2,9 t ha⁻¹ i po proizvodnji je treća kultura sa 244.081 tona (FAO 2010).

Poznato je da interakcija genotipa i spoljašnje sredine u velikoj meri ograničava efikasnost selekcije ukoliko se ona vrši samo na osnovu prosečnog prinosa (Pržulj i sar., 2013). Veoma često istraživači izvode oglede u veoma širokom arealu, a svoju odluku zasnivaju pretežno na prosečnim vrednostima genotipa, zanemarujući interakciju (Dodig, 2000; Bratković i sar., 2018a). Sorte koje imaju manji doprinos interakciji manje su osetljive na promenu uslova sredine, pa se vrednosti ispitivanih osobina neće mnogo menjati (Bratković i sar., 2014). Takve sorte su stabilne. Sposobnost sorte da ostvaruje visoke i stabilne prinose naziva se adaptabilnost (Al-Tabbal, 2012). Visina prinosa u velikoj meri zavisi od genetskog potencijala, koji se može definisati kao prinos sorte gajene u uslovima na koje je adaptirana, sa dovoljnim količinama vode i hraniva i efikasnom kontrolom štetočina, bolesti, korova i drugih stresova (Đekić i sar., 2018; Bratković i sar., 2018b). S obzirom da se ne mogu predvideti spoljašnji uslovi za proizvodnju semena u određenom području, veoma je značajno da se prati variranje spoljašnjih činilaca i poznaje njihov uticaj na fiziološke procese koji određuju kvalitet

¹ Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, Kragujevac, Srbija (kamenko@kg.ac.rs)

² Institut za krmno bilje, Globoder bb, Kruševac, Srbija

³ Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

⁴ Univerzitet u Podgorici, Biotehnički fakultet, Podgorica, Crna Gora

zrna (Popović i sar., 2011; Bratković i sar., 2014; Madić i sar., 2014; Przulj i sar., 2014; Đekić i sar., 2015; 2017).

Broj zrna po klasu je direktna komponenta prinosa zrna koje mnogi istraživači smatraju i najvažnijom komponentom prinosa zrna i važnom osobinom u oplemenjivanju i selekciji ječmova. Barczak i Majcherczak (2008) ukazuju da je kod ječmova povećanje prinosa uslovljeno povećanjem broja zrna po klasu, dok Schillinger (2005) smatra da visok broj zrna po klasu može da kompenzira smanjen broj klasova i biljaka po jedinici površine. Isti autor ističe da u sušnim uslovima smanjenje prinosa nastaje zbog smanjenog broja zrna po klasu.

Imajući u vidu značaj i posledice interakcije genotipa i spoljašnje sredine u oplemenjivanju ječma cilj ovog rada je bio da se na osnovu osobina klasa izdvoje superiorni genotipovi koji pokazuju visoku stabilnost, i kao takvi preporučuje za širenje u proizvodnji ili kao roditeljske komponente u ukrštanjima.

Materijal i metode rada

U ogledu je korišćeno 12 priznatih sorti i 8 homozigotnih linija (F7 i F8 generacije) dvoredog ječma. Sorte i linije su bile poreklom iz Centra za strna žita Kragujevac (Jagodinac, Maksa i Rekord) i Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad (NS-587, NS-293, NS-595, NS-519, NS-565, NS-183, NS-525, NS-589, NS-593, J-110, J-90, J-96, J-82, J-103, J-176, J-81 i J-104). Na osnovu prosečne dužine vegetacionog perioda izdvojili su se ranostasni i kasnostasni genotipovi. Ranostasnim genotipovima pripadaju NS-519, J-96, Maksa, NS-565, NS-525, J-110, a kasnostasnim J-176, Jagodinac, NS-183, J-103, Rekord.

Poljski ogledi su izvedeni u dvogodišnjem periodu (2008/09 i 2009/10) na lokalitetu Zemun Polje (Institut za kukuruz) u uslovima suvog ratarenja. Ogledi su postavljeni po metodi slučajnog rasporeda u četiri ponavljanja. Površina elementarne parcele je 5 m² (5m × 1m). Setva je bila mašinska sa međurednim rastojanjem 12,5 cm. Zemljište na kome je ogled izveden je bilo ujednačeno i dobro pripremljeno. Količina semena za setvu po m² je iznosila 400-500 klijavih zrna, u zavisnosti od karakteristika sorti i linija. Tokom vegetacije ječmova primenjene su standardne agrotehničke mere. Uzorak za analizu dužine klasa i broj zrna po klasu sastojao se od 80 biljaka (20 biljaka × 4 ponavljanja) uzetih neposredno pred žetvu.

Osnovni tip zemljišta na kome je izveden ogled u Zemun Polju po tipu je degradirani černozem, srednje karbonatno i neutralne reakcije. Fizičke osobine ovog zemljišta su povoljne. Prema analizi ovo je zemljište alkalne reakcije (pH_{KCl}=7,30) i dobro je obezbeđeno humusom (3,04%). Dobro je obezbeđeno lako pristupačnim fosforom (25,9 mg 100g⁻¹ zemljišta) i lako pristupačnim kalijumom (28,9 mg 100g⁻¹ zemljišta).

Na osnovu ostvarenih rezultata istraživanja izračunati su parametri deskriptivne statistike: prosečne vrednosti, greška aritmetičke sredine i standardna devijacija. Statistička obrada podataka napravljena je u modulu Analyst programa SAS/STAT (SAS Institut, 2000).

Rezultati rada sa diskusijom

Prosečne vrednosti dužine klasa svih ispitivanih genotipova dvoredog ječma, uzgajane u Institutu za kukuruz-Zemun Polje prikazane su u tabeli 1.

Prosečna dužina klasa svih ispitivanih genotipova dvoredog ječma iznosila je 8,47 cm. Najmanju prosečnu dvogodišnju dužinu klasa imala je sorta NS-183 (7,59 cm) dok je najveću imala linija J-176 (9,62 cm) koja je bila sa značajno dužim klasom u odnosu na sve ispitivane genotipove. Ispitivane linije su bile sa većom prosečnom dužinom klasa (8,64 cm) u poređenju sa sortama (8,35 cm). Povoljniji uslovi za razvoj klasa kao i stabiljike bio je u 2009. godini što je uticalo na veću prosečnu vrednost dužine klasa (8,87 cm) u odnosu na drugu godinu ispitivanja (8,07 cm).

Povećanje dužine klasa kod dvoredih i višeredih formi ječma predstavlja jedno od najperspektivnijih pravaca oplemenjivanja kako ječma, tako i pšenice na veću rodnost (Dodig, 2000). Dužina klasa, njegova zbijenost i broj redova zrna utiču na broj zrna (Pržulj i Momčilović, 2002). Značajno veću dužinu klasa kod dvoredog ječma utvrdio je i Dodig (2000).

Na osnovu dobijenih podataka iz tabele 1. može se zaključiti da su najmanji broj zrna po klasu tokom oglada imale linije J-90 i J-96 (22,3), a najveći linija J-176 (27,6). Prosečna dvogodišnja vrednost broja zrna po klasu za sve sorte i linije iznosila je 24,1. U 2009. godini prosek svih genotipova za ovu osobinu iznosio je 24,8 dok je u 2010. godini iznosio 23,5.

Denčić i sar. (1992) smatraju da projektovani ideotip klasa dvoredog ječma podrazumeva 40 zrna po klasu, ali da ta vrednost jos nije dostignuta. U prilog ovoj tezi idu rezultati kako iz ovog istraživanja tako i iz istraživanja drugih autora koji su utvrdili da se broj zrna po klasu kod dvoredog ječma kreće od 20-25 (Dodig, 2000).

Tabela 1. Srednje vrednosti osobina klasa kod genotipova dvoredog ječma
 Table 1. Mean values of class characteristics of two-row barley genotypes

Genotip Genotype		Dužina klasa / Length of class			Broj zrna po klasu / Number of grains per class			Masa zrna po klasu / Mass of grains per class		
		2009	2010	P / A	2009	2010	P / A	2009	2010	P / A
1	Jagodinac	8,53	6,75	7,64	24,6	20,5	22,6	1,145	0,785	0,965
2	Maksa	8,78	7,62	8,20	24,9	22,5	23,7	1,217	0,910	1,064
3	Rekord	9,12	7,72	8,42	24,9	23,9	24,4	1,217	1,055	1,136
4	NS-587	9,29	8,78	9,03	24,9	23,4	24,2	1,275	1,037	1,156
5	NS-293	8,40	8,45	8,42	24,0	25,9	25,0	1,287	1,147	1,217
6	NS-595	8,44	8,49	8,46	24,9	25,8	25,4	1,252	1,095	1,174
7	NS-519	9,28	7,85	8,56	25,8	22,6	24,2	1,342	0,902	1,122
8	NS-565	8,85	8,51	8,68	25,0	23,8	24,4	1,320	1,042	1,181
9	NS-183	8,21	6,97	7,59	22,4	20,1	21,3	1,107	0,827	0,967
10	NS-525	8,90	7,35	8,12	24,2	22,4	23,3	1,280	0,912	1,096
11	NS-589	8,64	7,96	8,30	25,4	23,6	24,5	1,337	0,975	1,156
12	NS-593	9,06	8,51	8,78	27,2	26,0	26,6	1,287	1,002	1,145
13	J-110	9,05	8,06	8,55	24,9	21,6	23,2	1,355	0,935	1,145
14	J-90	8,14	7,17	7,65	23,2	21,3	22,3	1,255	0,942	1,084
15	J-96	8,34	8,02	8,18	22,2	22,3	22,3	1,137	0,977	1,057
16	J-82	8,74	8,46	8,60	23,4	23,6	23,5	1,217	1,120	1,169
17	J-103	9,13	8,69	8,91	25,2	24,7	25,0	1,337	1,180	1,259
18	J-176	10,38	8,87	9,62	28,1	27,1	27,6	1,425	1,177	1,301
19	J-81	9,28	8,70	8,99	24,6	24,0	24,3	1,250	1,100	1,175
20	J-104	8,90	8,42	8,66	25,4	23,8	24,6	1,272	0,885	1,079
Prosek /Average		8,87	8,07	8,47	24,8	23,5	24,1	1,264	1,001	1,132

Prosečna masa zrna po klasu kod svih ispitivanih genotipova dvoredog ječma iznosila je 1,132 g. Najmanju prosečnu dvogodišnju masu zrna po klasu imala je sorta Jagodinac (0,965 g) dok je najveću imala linija J-176 (1,301 g). Ispitivane linije su bile sa većom prosečnom masom zrna po klasu (1,159 g) u poređenju sa sortama (1,115 g). Povoljniji uslovi za razvoj zrna bio je u 2009. godini što je uticalo na veću prosečnu vrednost mase zrna po klasu (1,264 g) u odnosu na drugu godinu ispitivanja (1,001 g).

Uticaj godine i genotipa, kao i interakcija istih na ispitivane osobine kod dvoredog ječma prikazan je u tabeli 2. Na osnovu analize varijanse, može se zaključiti da interakcija genotip x godina vrlo značajno utiče na dužinu klasa ($F_{exp}=115,236^{**}$), broj zrna po klasu ($F_{exp}=27,756^{**}$) i masu zrna po klasu ($F_{exp}=29,730^{**}$). Uticaj godine na dužinu klasa, broj i masu zrna po klasu bio je vrlo visoko značajan. Između ispitivanih genotipova ječma ustanovljen je visoko značajan uticaj sorte na ispitivane osobine.

Tabela 2. Analiza varijanse ispitivanih osobina dvoredog ječma
 Table 2. Analysis of variance of the traits of two-row barley

Uticaj godine na ispitivane osobine / Effect of year on the traits analyzed				
Osobina / Traits	Mean sqr Effect	Mean sqr Error	F(df1,2) 1, 158	p-level
Dužina klasa (cm) / Length class (cm)	25,969	0,318	81,566	0,0000
Broj zrna po klasu / Number of grains per class	69,103	2,707	25,525	0,0000
Masa zrna po klasu / Mass of grains per class (g)	2,788	0,010	283,091	0,0000
Uticaj genotipa na ispitivane osobine / Effect of genotyp on the traits analyzed				
Osobina / Traits	Mean sqr Effect	Mean sqr Error	F(df1,2) 19, 140	p-level
Dužina klasa (cm) / Length class (cm)	2,006	0,272	7,363	0,0000
Broj zrna po klasu / Number of grains per class	17,422	1,184	14,707	0,0000
Masa zrna po klasu / Mass of grains per class (g)	0,056	0,0230	2,381	0,0021
Uticaj interakcije godina x genotip / Effect of the year x genotype interaction				
Osobina / Traits	Mean sqr Effect	Mean sqr Error	F(df1,2) 19, 120	p-level
Dužina klasa (cm) / Length class (cm)	0,608	0,005	115,236	0,0000
Broj zrna po klasu / Number of grains per class	4,147	0,149	27,756	0,0000
Masa zrna po klasu / Mass of grains per class (g)	0,022	0,001	29,730	0,0000

Zaključak

Na osnovu rezultata osobina klasa i stabilnosti može se zaključiti da se među ispitivanim linijama mogu izdvojiti linije J-176, J-82 i J-81 koje nadmašuju ispitivane sorte. U odnosu na sve ispitivane genotipove najveću dužinu klasa, broj zrna po klasu i masu zrna po klasu imala je linija J-176. Prosečna dužina klasa za sve ispitivane genotipove dvoredog ječma iznosila je 8,47 cm. Broj zrna po klasu kod dvoredog ječma varirao je u opsegu od 23,5 (2010) do 24,8 (2009), dok je prosečan broj zrna po klasu iznosio 24,1. Ispitivani genotipovi dvoredog ječma su imali značajno manju masu zrna po klasu u drugoj godini istraživanja (1,001 g) u odnosu na prvu godinu (1,264 g), dok je prosečna masa zrna po klasu za sve ispitivane genotipove iznosila je 1,132 g.

Napomena

Rezultati prikazani u radu su deo istraživanja projekata TR 31054 i TR 31057 koji su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i projekata: FAO: Redesigning the exploitation of small grains genetic resources towards increased sustainability of grain-value chain and improved farmers' livelihoods in Serbia and Bulgaria-GRAINFIT i bilateralnog projekta: Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biogoriva, CG-SR.

Literatura

- Al-Tabbal, J. (2012): Genetic variation, heritability, phenotypic and genotypic correlaton studies for yield and yield components in promising barley genotypes. *Journal of Agricultural Science*, 4(3): 193-210.
- Barczak, B., Majcherczak, E. (2008): Effect of varied fertilization with sulfur on selected spring barley yield structure components. *Journal of Central European Agriculture*, 9(4): 777-784.
- Bratković K., Milovanović M., Perišić V., Đekić V., Luković K. (2014): New cultivar winter two-row barley Kg Zlatnik. *Proceedings, XVIII International Eco-Conference® 2014, 8th Eco-Conference® on Safe Food, 24-27. September, Novi Sad*, 189-197.
- Bratković, K., Đekić, V., Luković, K., Terzić, D., Jovović, Z., Popović, V. (2018a): Yield components and genetic potential of two-rowed barley. *Proceedings, Green Room Sessions 2018 International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference, 1-3 November 2018, Podgorica, Montenegro*, 99-109.
- Bratković, K., Đekić, V., Luković, K., Terzić, D. (2018b): Yield components and genetic potential winter barley. *Proceedings of 22th International ECO-Conference® 10th Eco-Conference on safe food. Novi Sad, Serbia, 26th-28th September*, 112-124.
- FAO STAT (2010): <http://faostat.fao.org/faostat/>
- Denčić, S., Mikić, K., Momčilović, V. (1992): Rezultati rada na genetici i oplemenjivanju ječma. U Lazić, V. (ed.) *Pivski ječam i slad. Monografija*, 52-64.
- Dodig, D. (2000): Morfološke i produktivne osobine hibrida dvoredog i šestoredog ječma u F4 i F5 generaciji. *Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu*.
- Đekić V., Jelić M., Branković S., Đurić N., Perišić V., Perišić V., Bratković K. (2015): Parametri rodnosti različitih sorti ozimog ječma. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Beograd*, 21(1-2): 101-106.
- Đekić V., Popović V., Branković S., Terzić D., Đurić N. (2017): Yield components and grain yield of winter barley. *Agriculture and Forestry*, 63(1): 179-185.
- Đekić, V., Popović, V., Jelić, M., Terzić, D., Branković, S., Đurić, N., Grčak, D. (2018): Parametri rodnosti i kvalitet zrna ozimog ječma. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 24(1-2): 75-80.
- Madić, M., Đurović, D., Knezević, D., Paunović, A., Tanasković, S. (2014): Combining abilities for spike traits in a diallel cross of barley. *Journal of Central European Agriculture*, 15(1): 108-116.
- Popović, V., Glamočlija, Đ., Malešević, M., Ikanović, J., Dražić, G., Spasić, M., Stanković, S. (2011): Genotype specificity in nitrogen nutrition of malting barley. *Genetika*, 43(1): 197-204.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2002): Novosadske sorte ječma za agroekološke uslove jugoistočne Evrope. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Zbornik radova*, (36): 271-282.
- Pržulj, N., Momčilović, V., Crnobarac, J. (2013): Path coefficient analysis of quality of two-row spring barley. *Genetika*, 45(1): 21-30.
- Przulj, N., Momcilovic, V., Simic, J., Miroslavljevic, M. (2014): Effect of year and variety on barley quality. *Genetika*, 46(1): 59-73.

SAS/STAT (2000): User's Guide, Version 9.1.3. SAS Institute Inc.

Schillinger, W.F. (2005): Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley and oat. *Crop Sci.*, (45): 2636-2643.

VARIABILITY OF CLASS PROPERTIES OF DIFFERENT CULTIVARS AND LINES OF TWO-ROW BARLEY

Kamenko Bratković¹, Vera Đekić¹, Kristina Luković¹, Dragan Terzić², Zoran Jovović³, Vera Popović^{4 1}

Abstract

The research was conducted for two years in the experimental field of the Maize Research Institute in Zemun Polje. The aim of this study was to determine the significance of the source of the class components of the two-rowed barley, as well as the varieties and lines based on the investigated properties and the extraction of superior genotypes that exhibit high and stable yields of class. The average length of spike for all examined genotypes of two-rowed barley ranged from 8.07 cm (2010) to 8.87 cm (2009), while the average length of spike was 8.47 cm. The average number of grains per spike was 24.1, while the average grain weight per spike for all investigated genotypes was 1.132 g.

Key words: barley, length of spike, number of grains per spike

¹ Center for Small Grains, Save Kovacevica 31, Kragujevac, Serbia (kamenko@kg.ac.rs)

²Institute for forage crops, Globoder bb, Kruševac, Serbia

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maxim Gorky St. 30, Novi Sad, Serbia

⁴University of Montenegro, Biotechnical Faculty, Mihaila Lalića 1, Podgorica, Montenegro

UTICAJ PRIMENE MINERALNIH ĐUBRIVA NA PRINOS MALINE SORTE FERTODI

Ljiljana Bošković-Rakočević¹, Zoran Dinić², Gorica Paunović¹, Goran Dugalić¹, Ljiljana Gromović¹, Milena Đurić¹, Jelena Mladenović¹

Izvod: Ispitivanje uticaja primene različitih vrsta i doza N:P:K 16:16:16 + N:P:K 8:20:30 mineralnih đubriva na prinos maline sorte Fertodi, izvedeno je na zemljištu tipa luvisol, jako kisele reakcije, na tri ogledna polja, tokom 2017. godine. Primena različitih vrsta i doza mineralnih đubriva uticala je na povećanje sadržaja svih ispitivanih makroelemenata u zemljištu. Primenjena mineralna đubriva povećala su prinos maline u odnosu na prinos sa polja gde je primenjivano samo organsko đubrivo Siforga. Najveći prinos je ostvaren na parceli na kojoj je primenjeno N:P:K 16:16:16 + N:P:K 8:20:30 u količini od 850 + 900 kg ha⁻¹ i organsko đubrivo Siforga 500 kg ha⁻¹.

Ključne reči: mineralna đubriva, prinos, malina, Fertodi

Uvod

Od jagodastih vrsta voćaka koje se gaje u Srbiji, malina je preko dve decenije najznačajnija vrsta uzimajući u obzir obim proizvodnje, ukupne površine i ostvareni izvoz. Agroekološki uslovi optimalni za uspevanje ove vrste skoncentrisali su proizvodnju maline na relativno mali prostor zapadne i centralne Srbije (Nikolić i sar., 2012). Malina spada u voćne vrste koje imaju velike i specifične zahteve prema zemljištu. Od hemijskih osobina zemljišta malina traži blago kisela zemljišta (pH oko 6), koja sadrže 8-10 mg P₂O₅ i 18-20 mg K₂O u 100 g vazdušno suvog zemljišta (Petrović i Milošević, 1995).

Gajenje maline u sistemu špalira zbog visokih prinosa zahteva intenzivno đubrenje organskim i mineralnim đubrivima. Količina zavisi od plodnosti zemljišta (Milošević, 1997). Nikolić i Milivojević (2015) navode da zasade maline treba đubriti kroz osnovno đubrenje, prihranjivanje i folijarno đubrenje. Za osnovno đubrenje organskim đubrivima se upotrebljava 15-20 t/ha stajnjaka. Od mineralnih treba koristiti kompleksno NPK đubrivo formulacije 10:12:26 + 3% MgO. Mogu se koristiti i NPK đubriva formulacija 6:12:24, 7:14:21, 8:16:24. Količina primenjenih kompleksnih đubriva je različita (500-900 kg ha⁻¹) a zavisi od plodnosti zemljišta, količine upotrebljenog stajnjaka i intenziteta gajenja maline.

Na osnovu poznavanja velikog značaja pravilne upotrebe đubriva u ishrani maline, cilj ovog rada je bio da se ispita primena različite vrste i doze mineralnih đubriva na prinos maline sorte Fertodi na lesiviranom planinskom zemljištu zapadne Srbije.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (ljiljabr@kg.ac.rs);

²Institut za zemljište, Teodora Drajzera 6, 11000 Beograd, Srbija.

Materijal i metode rada

Ogledi su izvedeni u tri proizvodna zasada maline, sorte Fertodi, tokom vegetacione sezone 2017. godine u mestu Rokci, 13 km udanjenom od opštine Ivanjica (43°31'59" SGŠ i 20°12'28" IGD), na nadmorskoj visini 572 m. Zasadi maline su podignuti na lesiviranom zemljištu (luvisolu), na blago nagnutim terenima jugozapadne ekpozicije, površine po 0,1 ha, u trećoj godini starosti. Uzgojni oblik je špalirski, razmak sadnje je 2,7 m međuredno i 0,25 m u redu. Izdanci su vezivani na rastojanju 15 -18 cm. Fertodi (*Fertodi Zamatos*) je mađarska sorta maline, bujna i jaka, veoma prinosa, srednje krupnih, sočnih plodova slatkog ukusa. Plodovi su prosečne težine 5,5 g, svetlo-crvene boje i odličnih osobina za zamrzavanje i dalju preradu. Zbog svoje osobine da dobro stoji u svežem stanju, kao i nakon odmrzavanja, veoma je tražena na tržištu.

U zasadima su primenjivane redovne mere nege karakteristične za visokointenzivne zasade, jedina razlika je u primeni različitih doza đubriva. Pri zasnivanju zasada stajsko đubrivo je uneto u količini od 20 t ha⁻¹. Primena različitih vrsta i doza đubriva izvedena je u sledećim varijantama: 1. V1 –obogaćeno organsko đubrivo Siforga, NPK 5:3:8, primenjeno u količini 700 kg ha⁻¹ nakon vezivanja malina, zajedno sa okopavanjem; 2. V2 – NPK 16:16:16 u količini 750 kg ha⁻¹ i NPK 8:20:30 u količini od 800 kg ha⁻¹, u tri navrata: nakon vezivanja, a pre kretanja vegetacije, drugi put po precvetanju i treći put pred berbu; 3. V3 – NPK 16:16:16 u količini od 850 kg ha⁻¹ i NPK 8:20:30 u količini od 900 kg ha⁻¹, u tri navrata: nakon vezivanja, a pre kretanja vegetacije, drugi put po precvetanju i treći put pred berbu. U ovoj varijanti vršena je i primena organskog đubriva Siforga u količini od 500 kg ha⁻¹.

Pre postavljanja ogleada, i nakon berbe maline, uzeti su uzorci zemljišta u kojima su određene sledeće agrohemijske osobine: aktivna i supstitucionna kiselost zemljišta, sadržaj humusa, ukupnog i mineralnih oblika azota, lakopristupačnog fosfora i kalijuma.

Nakon berbe maline izmeren je ukupni prinos sa svake od ispitivanih parcela.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize uzetih uzoraka pre postavljanja ogleada pokazuju da je zemljište jako kisele do kisele reakcije. U pogledu obezbeđenosti hranivima zemljište je dobro obezbeđeno humusom, ukupnim i mineralnim oblicima azota i sa visokim sadržajem pristupačnog kalijuma. Sadržaj pristupačnog fosfora na dva ogleadna polja je bio u granicama srednje obezbeđenosti, dok je treće polje sa izrazito niskim sadržajem fosfora (Tab. 1).

Tabela 1. Agrohemijske osobine zemljišta pre postavljanja ogleada
Table 1. Agrochemical characteristics of the soil before experiment

Variant	Dubina Depth	pH		Humus (%)	N (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ -N	NO ₃ -N	CaCO ₃ (%)
		H ₂ O	KCl			mg/100 g		mg/kg		
V1	0-30	4.70	4.00	5.53	0.34	1.85	27.60	98.0	108.5	IGDM
V2		4.60	3.80	5.07	0.32	17.29	47.39	42.0	112.0	IGDM
V3		6.30	5.40	4.62	0.29	13.55	59.65	38.5	133.0	IGDM

IGDM-ispod granice detekcije

Prema Bošković Rakočević i Dugalić (2015) malina se može gajiti i na zemljištima koja pokazuju nešto jaču kiselu hemijsku reakciju, zbog toga što tu kiselost uslovljavaju H-joni koji preovlađuju nad Al-jonima. Jedna od važnih karakteristika ovih zemljišta je njihova nedovoljna obezbeđenost u pristupačnom fosforu, što je posledica njihovog geološkog supstrata i kisele reakcije zemljišnog rastvora.

Hemijske osobine zemljišta izvršene nakon završetka ogleada prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2. Agrohemijske osobine zemljišta posle završetka ogleada
Table 2. Agrochemical characteristics of the soil after experiment

Variant	Dubina Depth	pH		Humus (%)	N (%)	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/kg	NH ₄ -N mg/kg	NO ₃ -N mg/kg	CaCO ₃ (%)
		H ₂ O	KCl							
V1	0-30	5,20	4,20	5,11	0,31	4,02	52,10	71,75	33,25	IGDM
V2		6,20	5,70	6,00	0,35	34,35	92,69	21,00	96,25	IGDM
V3		5,30	5,20	6,11	0,56	82,60	88,35	38,50	95,00	IGDM

IGDM-ispod granice detekcije

U varijanti V1 primena organskog đubriva Siforga dovela je do blagog smanjenja supstitucione i aktivne kiselosti zemljišta i povećanja sadržaja pristupačnog fosfora i kalijuma. Sadržaj ukupnog azota i humusa se neznatno smanjio, ali je i dalje ostao u granicama visoke obezbeđenosti. Sadržaj mineralnih oblika azota, posebno nitratnog, značajno je smanjen zbog njihovog usvajanja od strane biljaka. U varijanti V2 primenom mineralnih đubriva, nakon izvođenja ogleada, utvrđeno je znatno povećanje pH vrednosti, pa je zemljište od jako kisele postalo blago kisele reakcije. Takođe, došlo je do povećanja sadržaja humusa, ukupnog azota i pristupačnih oblika fosfora i kalijuma, dok se sadržaj nitratnog i amonijačnog azota smanjio. Primenom organskog đubriva Siforga uz mineralna đubriva u V3 varijanti došlo je do značajnog povećanja sadržaja humusa, ukupnog azota i pristupačnog fosfora i kalijuma. Kao i u prethodnim varijantama utvrđeno je smanjenje sadržaja nitratnog oblika azota u zemljištu, dok je sadržaj amonijačnog oblika ostao nepromenjen. Za razliku od varijanti V1 i V2, pH vrednost je smanjena, zemljište je postalo kiselije reakcije. Prisustvo CaCO₃ nije utvrđeno jer je zemljište bilo kisele reakcije pre i posle ogleada.

Analizom podataka iz tabele 3. možemo videti da je najmanji prinos ostvaren u varijanti bez primene mineralnih đubriva, a uz primenu organskog đubriva Siforga.

Primenom različitih vrsta i doza mineralnih NPK-đubriva, utvrđeno je povećanje prinosa maline u odnosu na varijantu V1 (Tab. 4).

Tabela 3. Prinos maline sorte Fertodi
Table 3. Yield raspberry cv. Fertodi

Varijante đubrenja	Prinos (kg ha ⁻¹)	Indeks (%)
V1	14 930	100
V2	17 580	117,75
V3	33 750	226,05

U odnosu na varijantu đubrenu organskim đubrivom, neznatno povećanje prinosa (17,75 %) utvrđeno je unošenjem NPK-đubriva 16:16:16 u količini od 750 kg ha⁻¹ i NPK 8:20:30 u količini od 800 kg ha⁻¹. Primenom NPK 16:16:16 u količini od 850 kg ha⁻¹ i NPK 8:20:30 u količini od 900 kg ha⁻¹ i Siforga– NPK 5:3:8 u količini od 500 kg ha⁻¹ ostvareno je povećanje prinosa od 126,05% u odnosu na varijantu đubrenu samo organskim đubrivom. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa podacima Nikolić i Milivojević (2015) koji navode da malinu treba đubriti sa 500-900 kg ha⁻¹, zavisno od plodnosti zemljišta, količine upotrebljenog stajnjaka i intenziteta gajenja maline.

Analize zemljišta i postignuti prinosi iz ispitivanih zasada ukazuju na to, da je postizanje visokih i stabilnih prinosa maline nemoguće uz primenu samo organskih ili samo mineralnih đubriva. Najveći prinosi se postižu samo u zasadima u kojima se blagovremeno i u odgovarajućim količinama unose i mineralna i organska đubriva. Đubriva se međusobno nadopunjuju u svom delovanju i time doprinose boljem rastu i razviću maline što se direktno odražava na povećanje prinosa i povećanje rentabilnosti proizvodnje.

Zaključak

Zemljišta na kojima su izvedeni ogledi su u pogledu agrohemisjskih osobina jako kisele do kisele reakcije (pH/KCl 3,80-5,40), dobro obezbeđeno humusom (4,62-5,53%), ukupnim azotom (0,29-0,34%) i pristupačnim kalijumom (27,60-59,65 mg 100g⁻¹). Sadržaj pristupačnog fosfora je bio u granicama niske do srednje obezbeđenosti (1,85-17,29 mg 100g⁻¹). Primena različitih vrsta i doza đubriva uticala je na povećanje sadržaja svih ispitivanih makroelemenata u zemljištu. Kombinovanom primenom organskog đubriva Siforga i mineralnih đubriva sadržaj sadržaj humusa, ukupnog azota i pristupačnih oblika fosfora i kalijuma u zemljištu je znatno povećan u odnosu na vrednosti pre postavljanja oglada. Primenjena kompleksna NPK-đubriva, NPK 16:16:16 u količini od 850 kg ha⁻¹ i NPK 8:20:30 u količini od 900 kg ha⁻¹, uz primenu organskog đubriva Siforga u količini od 500 kg ha⁻¹ su znatno povećali prinos maline sorte Fertodi u odnosu na zasad u kojem je primenjeno samo organsko đubrivo, kao i na zasad gde su primenjena samo mineralna đubriva.

Literatura

- Bošković Rakočević, Lj., Dugalić, G. (2015): Agrofizičke i agrohemisjske karakteristike zemljišta zapadne Srbije (Moravički i Kolubarski okrug) sa preporukom njegovog korišćenja za gajenje različitih vrsta voćaka. Institut za Voćarstvo Čačak, Agronomski fakultet u Čačku, 1-132.
- Milošević, T. (1997): Specijalno voćarstvo. Agronomski fakultet Čačak, Zajednica za voće i povrće Beograd, 1-577.
- Nikolić, I., Miljković, M., Okiljević, M. (2012): Potentials for export of fresh raspberries from Serbia to EU fresh markets. *Industrija*, 40:63-88.
- Nikolić, M., Milivojević, J. (2015): Jagodaste voćke tehnologija gajenja. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Petrović, S., Milošević, T. (1995): Specifičnost organizacije rada u proizvodnji maline. *Ekonomika poljoprivrede*, 3, 195-203.

EFFECTS OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON YIELD RASPBERRY VARIETY FERTODI

Ljiljana Bošković-Rakočević¹, Zoran Dinić², Gorica Paunović¹, Goran Dugalić¹, Ljiljana Gromović¹, Milena Đurić¹, Jelena Mladenović¹

Abstract

Examination of the effects of the application of different types and doses mineral fertilizers NPK 16:16:16 + NPK 8:20:30 on raspberries yield variety Fertodi carried out on the land luvisol type, strongly acidic reaction, on three experimental fields, during 2017. The application of different types and doses of mineral fertilizers had influenced on the increase in the content of all the investigated macroelements in the soil. The applied mineral fertilizers increased the yield of raspberries compared to yield from the field where only the organic fertilizer of Siforga was applied. The highest yield was achieved on the plot where it was applied NPK 16:16:16 + NPK 8:20:30 in an amount of 850 + 900 kg ha⁻¹ and organic fertilizer Siforga 500 kg ha⁻¹.

Key words: mineral fertilizers, yield, raspberry, Fertodi

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (ljiljabr@kg.ac.rs)

²Institute of Soil Science, Teodora Dražera 6, 11000 Beograd, Srbija

PRODUKTIVNOST HELJDE U RAZLIČITIM AGROEKOLOŠKIM USLOVIMA ZAVISNO OD OBLIKA VEGETACIONOG PROSTORA I KOLIČINE NPK HRANIVA

Ljubiša Kolarić¹, Branka Žarković¹, Jela Ikanović¹, Ljubica Šarčević-Todosijević², Vera Popović³, Nikola Rakašćan⁴, Ljubiša Živanović¹

Izvod: U ovom radu ispitivan je uticaj tipa zemljišta, startnog đubrenja NPK đubrivima i međurednog rastojanja na produktivnost heljde. Poljski mikroogledi su izvedeni u agroekološkim uslovima južnog Banata na zemljištu tipa černozem i Šumadije na zemljištu tipa gajnjača. Primenjene količine NPK đubriva izražene u kg ha⁻¹ aktivne materije su iznosile – kontrola (bez đubrenja), NPK 30:30:30, NPK 60:60:60 i NPK 90:90:90, a setva heljde je obavljena na 25 i 50 cm međurednog rastojanja. Dobijeni rezultati su pokazali značajne razlike u pogledu parametara produktivnosti heljde u zavisnosti od tipa zemljišta, primenjenih količina NPK hraniva i veličine vegetacionog prostora. Utvrđena je međuzavisnost između ispitivanih faktora.

Gljučne reči: đubrenje, heljda, međuredno rastojanje, tip zemljišta

Uvod

Heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench; sin. *Polygonum fagopyrum* L.) je, za razliku od ostalih žita, predstavnik porodice *Polygonaceae* i roda *Fagopyrum*. Naziv roda dolazi od dveju grčkih reči fagus (bukva, jer je plod tetraedarskog oblika, sličan bukvinom) i pyrus (pšenica, jer se koristi najčešće za dobijanje brašna, slično pšenici).

Danas, prema načinu gajenja i korišćenja, heljda pripada skupini alternativnih žita i poslednjih godina beleži sve veći rast proizvodnje na globalnom nivou (Glamočlija, 2012). Prvenstveno se koristi radi ploda, orašice (u poljoprivrednom smislu zrno) koji se nakon ljušćenja prerađuje u brašno, dok se konzumacija razlikuje od zemlje do zemlje, u zavisnosti od tradicije. Proizvodi od heljdinog brašna imaju značajnu hranljivu vrednost usled visokog sadržaja visokovrednih proteina, vitamina, flavonoida, fitosterola, prehrambenih vlakana i obilja antioksidanasa, naročito rutina, zbog čega poseduje brojne pozitivne i zaštitne efekte po ljudsko zdravlje (Ikeda, 2002).

Sa medicinskog aspekta, naročito važnu ulogu heljda ima u regulaciji dijabetesa, smanjenju nivoa holesterola u serumu, smanjenju hipertenzije, a ispoljava i antikancerogeno, antiinflamatorno i neuroprotektivno dejstvo. S obzirom da ne sadrži gluten, za razliku od drugih vrsta pavih žita, heljdino brašno je pogodno u ishrani osoba alergičnih na ovu vrstu proteina (Golijan i sar., 2017).

Heljda se u Srbiji najčešće gaji u brdsko-planinskim područjima, gde prava žita i kukuruz postižu slabije proizvodne rezultate. Zahvaljujući jednostavnoj agrotehnici koja

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet u Beogradu, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija (ljuba@agrif.bg.ac.rs);

²VZSSSS „Visan“ Tošin bunar 7a, 11080 Zemun, Srbija;

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

⁴Biogas Energy D.O.O. Ekonomija 1 bb, Ilandža, Srbija.

podrazumeva proizvodnju bez upotrebe pesticida, veoma je podesna za sisteme organske poljoprivrede, gde se može gajiti kao glavni ili naknadni usev, ili kao deo „eko-koridora“ između pojedinih useva (Glamočlija et al., 2010).

Cilj ovih istraživanja bio je da se prouči kako različiti agroekološki uslovi, đubrenje NPK hranivima i veličina vegetacionog prostora utiču na rastenje i razviće heljde, kao i na prinos zrna po hektaru.

Materijal i metode rada

Ispitivanja produktivnosti heljde u zavisnosti od tipa zemljišta, količine NPK hraniva i veličine vegetacionog prostora obavljena su u proizvodnoj 2018. godini u agroekološkim uslovima južnog Banata (PSS Institut Tamiš) u Pančevu i Šumadije na privatnom gazdinstvu u okolini Rače (selo Miraševac). Poljski mikroogledi su izvedeni po planu podeljenih parcela (split plot). Površina glavne parcele iznosila je 180,0 m², potparcele 90,0 m², a potpotparcele 3,0 m² pri setvi na 25 cm, odnosno 6,0 m² pri setvi na 50 cm međurednog rastojanja. Obračunska parcela za prinos zrna iznosila je 1,5 m² pri uskorednoj setvi (25 cm), odnosno 3,0 m² pri širokorednoj setvi (50 cm). Predmet istraživanja bila je domaća sorta Novosadska heljda. U ovim istraživanjima zasnovan je trofaktorijalni ogled u sledećim varijantama: A) Tip zemljišta (a₁ – černozem i a₂ – gajnjača); B) Startno đubrenje NPK hranivima (b₁ – kontrola (bez đubrenja), b₂ – NPK 30:30:30 a. m., b₃ – NPK 60:60:60 a. m., i b₄ – NPK 90:90:90 a.m.) i C) Međuredno rastojanje (c₁ – 25 cm i c₂ – 50 cm). Primenjena agrotehnika na ogledima bila je standardna, kao za redovnu proizvodnju heljde. Predusev heljdi bila su ozima strna žita. Osnovna obrada zemljišta je izvedena u jesen, a đubrenje NPK hranivom 15:15:15, prema planu đubrenja, i predsetvena priprema u proleće neposredno pre setve. Ručna setva je izvršena izvlačenjem brazdica pod kanap sa povećanom količinom semena. U Pančevu setva je obavljena 19. aprila, a u Rači 20. maja 2018. godine. Sejana su po četiri reda u svakoj varijanti dužine 3,0 m. Nega useva sa sastojala u ručnom okopavanju i plevljenju korova, u zavisnosti od potrebe i prisustva korovskih biljaka. Ručna berba je obavljena u periodu voštane zrelosti plodova. Uzorci biljnog materijala za analize parametara produktivnosti heljde uzeti su neposredno pred berbu, iz svih varijanti. Plodovi su naknadno čišćeni i dosušeni na vlažnost od 10%. Rezultati istraživanja prikazani su tabelarno.

Rezultati istraživanja i diskusija

U ovom radu ispitan je uticaj tipa zemljišta, količine NPK hraniva i međurednog rastojanja na visinu biljke, broj plodova po biljci i prinos zrna heljde sorte Novosadska.

Visina biljke

Na visinu stabla (biljke) heljde značajno utiču vremenski uslovi, gustina setve i lokalitet (Glamočlija i sar., 2012). Rezultati naših istraživanja pokazuju da je visina biljke, u proseku za ispitivane faktore, iznosila 141,4 cm (tabela 1). U proseku za količine NPK hraniva i međuredna rastojanja, na zemljištu tipa gajnjača izmerena je veća visina biljke za 46,6 cm u poređenju sa černozemom. U odnosu na kontrolu (varijantu bez đubrenja), na oba tipa

zemljišta sa povećanjem količine NPK hraniva visina biljke se povećavala (prosečno od 7,8 do 18,0%). Setvom na veće međuredno rastojanje (50 cm) izmerena je veća visina biljke za 3,1 cm u odnosu na uskoredu setvu (25 cm).

Pružavajući uticaj međurednog rastojanja (25 i 50 cm) na visinu stabla heljde, Glamočlija i sar., (2012) u ukupnom proseku nisu utvrdili značajne razlike u visini stabla, ali jesu po pojedinačnim tretmanima, odnosno po lokacijama.

Tabela 1. Uticaj tipa zemljišta, NPK đubriva i međurednog rastojanja na visinu biljke (cm)
Table 1. The effect of soil type, NPK fertilizers and row spacing on plant height (cm)

Tip zemljišta (A) <i>Type of soil</i>	Količina NPK (B) <i>Amount of NPK</i>	Međuredno rastojanje (C) <i>Row spacing</i>		Prosek AB <i>Average</i>	Indeks (%) <i>Index</i>
		25 cm	50 cm		
Černozem <i>Tchernozem</i>	Kontrola <i>Unfertilized</i>	106,6	109,3	108,0	100,0
	NPK 30	116,6	123,0	119,8	110,9
	NPK 60	112,8	118,3	115,6	107,0
	NPK 90	134,6	123,4	129,0	119,4
	Prosek AC <i>Average</i>	117,8	118,5	118,1	-
	Indeks (%) <i>Index</i>	100,0	100,6	-	100,0
Gajnjača <i>Brown forest soil</i>	Kontrola <i>Unfertilized</i>	149,7	154,9	152,3	100,0
	NPK 30	160,4	166,0	163,2	107,2
	NPK 60	164,1	166,3	165,2	108,5
	NPK 90	173,8	182,4	178,1	116,9
	Prosek AC <i>Average</i>	162,0	167,4	164,7	-
	Indeks (%) <i>Index</i>	100,0	103,3	-	139,5
Prosek BC <i>Average</i>	Kontrola <i>Unfertilized</i>	128,2	132,1	130,2	100,0
	NPK 30	138,5	144,5	141,5	108,7
	NPK 60	138,5	142,3	140,4	107,8
	NPK 90	154,2	152,9	153,6	118,0
Prosek C	<i>Unfertilized</i>	139,9	143,0	141,4	-
	Indeks (%) <i>Index</i>	100,0	102,2	-	-

Broj plodova po biljci

Rezultati naših ispitivanja pokazuju da je, u proseku za istraživane faktore, broj plodova po biljci iznosio 45,1 (tabela 2). U proseku za varijante đubrenja i veličine vegetacionog prostora, na gajnjači je zabeležen veći broj plodova po biljci za 40,3 u odnosu na černozem. U poređenju sa kontrolom, sa povećanjem količine NPK hraniva broj plodova po biljci se povećavao za 92,1 do 316,6% na černozemu i za 16,7 do

72,5% na gajnjači. Pri setvi na veće međuredno rastojanje (50 cm) dobijen je manji broj plodova po biljci (prosečno za 9,4) u odnosu na međuredno rastojanje od 25 cm.

Tabela 2. Uticaj tipa zemljišta, NPK đubriva i međurednog rastojanja na broj plodova po biljci
 Table 2. The effect of soil type, NPK fertilizers and row spacing on number of fruits per plant

Tip zemljišta (A) Type of soil	Količina NPK (B) Amount of NPK	Međuredno rastojanje (C) Row spacing		Prosek AB Average	Indeks (%) Index
		25 cm	50 cm		
Černozem Tchernozem	Kontrola Unfertilized	16,3	6,5	11,4	100,0
	NPK 30	35,6	8,1	21,9	192,1
	NPK 60	38,0	22,5	30,3	265,8
	NPK 90	46,4	25,8	36,1	316,6
	Prosek AC Average	34,1	15,7	25,0	-
	Indeks (%) Index	100,0	46,0	-	-
Gajnjača Brown forest soil	Kontrola Unfertilized	50,2	45,7	48,0	100,0
	NPK 30	52,3	59,6	56,0	116,7
	NPK 60	71,6	76,9	74,3	154,8
	NPK 90	87,8	77,8	82,8	172,5
	Prosek AC Average	65,5	65,0	65,3	-
	Indeks (%) Index	100,0	99,2	-	261,2
Prosek BC Average	Kontrola Unfertilized	33,3	26,1	29,7	100,0
	NPK 30	44,0	33,9	39,0	131,1
	NPK 60	54,8	49,7	52,3	176,1
	NPK 90	67,1	51,8	59,5	200,3
Prosek C	Average	49,8	40,4	45,1	-
Indeks (%)	Index	100,0	81,1	-	-

Prinos zrna

Rezultati naših istraživanja pokazuju da je, u proseku za ispitivane faktore, prinos zrna heljde iznosio 1.066 kg ha⁻¹ (tabela 3). U proseku za količine NPK hraniva i međuredna rastojanja, na zemljištu tipa gajnjača postignut je veći prinos zrna za 586 kg ha⁻¹ u poređenju sa černozemom. U odnosu na kontrolu (varijantu bez đubjenja), na oba tipa zemljišta sa povećanjem količine NPK hraniva prinos zrna se povećavao (prosečno od 22,6 do 57,1%). Setvom na veće međuredno rastojanje (50 cm) utvrđen je manji prinos zrna za 173 kg ha⁻¹ u odnosu na uskorednu setvu (25 cm). Time naši rezultati ne potvrđuju navode Glamočlije i sar. (2012) da između načina setve nema značajnih razlika u prinosu zrna u ukupnom proseku.

Tabela 3. Uticaj tipa zemljišta, NPK đubriva i međurednog rastojanja na prinos zrna (kg ha⁻¹)
 Table 3. The effect of soil type, NPK fertilizers and row spacing on seed yield (kg ha⁻¹)

Tip zemljišta (A) <i>Type of soil</i>	Količina NPK (B) <i>Amount of NPK</i>	Međuredno rastojanje (C) <i>Row spacing</i>		Prosek AB <i>Average</i>	Indeks (%) <i>Index</i>
		25 cm	50 cm		
Černozem <i>Tchernozem</i>	Kontrola <i>Unfertilized</i>	654	426	540	100,0
	NPK 30	812	509	661	122,4
	NPK 60	1.036	675	856	158,8
	NPK 90	1.212	840	1.026	190,0
	Prosek AC <i>Average</i>	929	613	771	-
Indeks (%) <i>Index</i>	100,0	66,0	-	100,0	
Gajnjača Brown forest soil	Kontrola <i>Unfertilized</i>	1.178	966	1.072	100,0
	NPK 30	1.284	1.344	1.314	122,6
	NPK 60	1.505	1.588	1.547	144,3
	NPK 90	1.533	1.478	1.506	140,5
	Prosek AC <i>Average</i>	1.375	1.344	1.360	-
Indeks (%) <i>Index</i>	100,0	97,7	-	176,4	
Prosek BC <i>Average</i>	Kontrola <i>Unfertilized</i>	916	696	806	100,0
	NPK 30	1.048	927	988	122,6
	NPK 60	1.271	1.132	1.202	149,1
	NPK 90	1.373	1.159	1.266	157,1
Prosek C <i>Average</i>		1.152	979	1.066	-
Indeks (%) <i>Index</i>		100,0	85,0	-	-

Zaključak

Na osnovu jednogodišnjih rezultata naših ispitivanja obavljenih u agroekološkim uslovima južnog Banata i Šumadije mogu se izvesti sledeći preliminarni zaključci:

Na visinu biljke, broj plodova po biljci i prinos zrna heljde najznačajniji uticaj ispoljen je od strane tipa zemljišta, zatim količine NPK hraniva i najslabiji u zavisnosti od međurednog rastojanja, odnosno veličine vegetacionog prostora. Na zemljištu tipa gajnjača utvrđena je veća visina biljke za 39,5%, veći broj plodova po biljci za više od 2,5 puta i veći prinos zrna heljde za 76,4% u poređenju sa černozemom. U odnosu na varijantu bez đubrenja, dopunskom ishranom heljde NPK hranivima u najvećoj količini (NPK 90:90:90 a. m.) izmerena je veća visina biljke za 18,0%, veći broj plodova po biljci za 2 puta i veći prinos zrna za 57,1%. Setvom heljde na međuredno rastojanje od 50 cm visina biljke bila je veća za 2,2%. Suprotno tome, broj plodova po biljci i prinos zrna po hektaru bili su veći za 19,9 i 15,0% pri setvi na rastojanju između redova od 25 cm.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekata TR 31006 i TR 31078 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Ikeda, K. (2002). Buckwheat composition, chemistry and processing. *Advances in food and nutrition research*, 44, 395-434.
- Glamočlija, Đ., Staletić, M., Ikanović, J., Đekić, V., Davidović, M. (2010). Possibilities alternative grain production in the highlands area of central Serbia. *International Meeting: Multifunctional Agriculture and Rural Development (V), II Book*, 71-77.
- Glamočlija, Đ. (2012). Posebno ratarstvo: žita i zmene mahunarke. *Poljoprivredni fakultet, Zemun*.
- Glamočlija, Đ., Ćosić, Z., Dražić, S., Ikanović, J., Milutinović, M., Đokić, J. (2012). Uticaj agroekoloških i zemljišnih uslova na morfološke osobine i prinos heljde. *Zbornik radova sa XXVI savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista*, Vol. 18, br.1-2, Institut PKB Agroekonomik, 71-77.
- Golijan, J., Kostić, A., Živanović, LJ. (2017). Hemijski sastav heljde sa nutritivnog aspekta. *Hrana i ishrana*, Vol. 58, N^o 2, 9-16.

PRODUCTIVITY OF BUCKWHEAT IN THE DIFFERENT AGROECOLOGICAL CONDITIONS DEPENDING ON VEGETATION AREA SHAPE AND AMOUNTS OF NPK FERTILIZERS

Ljubiša Kolarić¹, Branka Žarković¹, Jela Ikanović¹, Ljubica Šarčević-Todosijević², Vera Popović³, Nikola Rakašćan⁴, Ljubiša Živanović¹

Abstract

This paper examined the effect of soil type, start fertilization with NPK fertilizers and row spacing on the productivity of buckwheat. Field microexperiments were conducted in the agroecological conditions of South Banat on chernozem soil type and in Šumadija (Central Serbia) on brown forest soil type. The applied amounts of fertilizers expressed in kg ha⁻¹ of active substance, were: Control (unfertilized), NPK 30:30:30, NPK 60:60:60 and NPK 90:90:90. Sowing of buckwheat was carried out on 25 cm and 50 cm row distance. Obtained results showed statistical differences between the parameters of productivity depending on soil type, applied amounts of NPK fertilizers and vegetation area shape. The interdependence between examined factors was determined.

Key words: fertilization, buckwheat, row spacing, soil type.

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Belgrade, Serbia (ljuba@agrif.bg.ac.rs);

²High Medical-sanitary School of Professional Studies „Visan“, Tošin Bunar 7a, Zemun, Belgrade, Serbia;

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia;

⁴Biogas Energy D.O.O. Ekonomija 1 bb, Ilandža, Serbia.

KOMPONENTE PRINOSA I KVALITET ZRNA HIBRIDA KUKURUZA RAZLIČITIH GUPA ZRENJA

*Milomirka Madić¹, Vesna Milić², Dragan Đurović¹, Branka Govedarica²,
Igor Đurđić², Maja Mitrović²*

Izvod: Poljski ogledi sa šest hibrida kukuruza za proizvodnju zrna FAO grupa zrenja 400-600 postavljeni su sa ciljem da se proceni potencijal za prinos, komponente prinosa i kvalitet zrna u uslovima proizvodnog područja istočnog dela Republike Srpske. Najveći prinos zrna i masu 1 000 zrna imao je hibrid P0725, a najmanji hibrid R0023. Kasni hibridi su imali veći sadržaj vode u zrnu, u poređenju sa ranim hibridima. Hibridi ZPSC 677 i ZPSC 560 su imali značajno veći sadržaj mineralnih materija, u odnosu na hibride P0023, P0216 i P0725. ZP hibridi su, i u proseku i po lokalitetima, uglavnom imali značajno veći sadržaj mineralnih materija u odnosu na Pioneer hibride.

Ključne reči: kukuruz, hibrid, prinos zrna, skrob, proteini, mineralne materije

Uvod

Kukuruz predstavlja biljku sa veoma visokim biološkim potencijalom rodnosti i ubraja se u grupu biljaka sa najvećom proizvodnjom organske materije po jedinici površine. Osnovni privredni značaj kukuruza proizilazi iz njegove raznovrsne upotrebe u ishrani ljudi, domaćih životinja i industrijskoj preradi. Kukuruzno zrno u proseku sadrži oko 70% skroba, zbog čega je veoma pogodna sirovina za proizvodnju bioetanola (Semenčenko et al., 2015.). Prinos hibrida kukuruza u velikoj meri zavisi od vremenskih uslova u vegetacionom periodu (Starčević i Latković, 2006.). U poslednjih 25 godina visina prinosa zrna u sve većoj meri zavisi od meteoroloških uslova tokom vegetacionog perioda kukuruza, koji se vrlo često karakterišu pojavom „ekstremnih klimatskih događaja“ (Bekavac i sar., 2010.). Visok potencijal rodnosti hibrida kukuruza najbolje se ispoljava u uslovima kada su u vegetacionom periodu biljke snabdevene sa 550-700 mm vodenih taloga (Filipović i sar., 2015.). U agroekološkim uslovima Čačanske kotline, Bokan i sar. (2001.) za različite gustine useva i šest ZP hibrida kukuruza navode prosečan prinos zrna od 13,1 t ha⁻¹ u 1997. godini, dok je u 1998. godini iznosio samo 4,2 t ha⁻¹. Prema rezultatima Živanović, (2005.) u poređenju sa 1999. godinom, koja se odlikovala optimalnim uslovima za rastenje i razviće biljaka kukuruza, u 1997. godini sa nepovoljnim toplotnim režimom prinos zrna bio je manji za 23,1%, a u sušnoj 1998. godini za 57,2%. Autor navodi da se pojedine godine mogu označiti kao povoljne odnosno nepovoljne za gajenje kukuruza. Jedan od načina da se postigne kompromis i zadovolje interesi i proizvođača i oplemenjivača jeste podela područja gajenja neke kulture na rejone na osnovu geografskih, klimatskih i zemljišnih uslova koji ih karakterišu i preporučuje hibridi za svaki rejon posebno (Babić, 2011., Babić et al., 2013.).

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (mmadic@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, Istočno Novo Sarajevo, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina.

S obzirom da nema univerzalnih agrotehničkih rešenja za sva područja gajenja kukuruza, tehnologiju proizvodnje treba prilagoditi konkretnim uslovima klime, zemljišta i ostalih faktora spoljašnje sredine, kako bi potencijal sredine i genotipa bio iskorišćen u najvećoj mogućoj meri. Cilj ovog rada bio je da se proceni potencijal za prinos, komponente prinosa i kvalitet zrna hibrida kukuruza FAO grupa zrenja 400-600 u uslovima istočnog područja Republike Srpske.

Materijal i metode rada

Poljski ogledi sa hibridima kukuruza postavljeni su tokom 2017. godine u Bratuncu (44° 06' SGŠ; 19° 09' JGD; 189 m.n.v.) i Bijeljini (44° 45' 23.6" SGŠ, 19° 12' 55.7" JGD 90 m.n.v.). Za ogled je odabrano 6 hibrida kukuruza za proizvodnju zrna FAO grupe zrenja 400-600 i to: ZPSC 434 (FAO 400), ZPSC 560 (FAO 500), ZPSC 677 (FAO 600), P0023 (FAO 410), P0216 (FAO 510), P0725 (FAO 630). Ogled je postavljen po šemi slučajnog blok sistema u pet ponavljanja. Dimenzije osnovne parcele bile su 5 m x 4,2 m, sa zasejanih 6 redova na međrednom rastojanju 0,7 m i rastojanjem biljaka u redu preporučenom za svaki hibrid. Između ponavljanja ostavljen je razmak od 1 m. Ukupna površina ogleda na jednom lokalitetu je 730,8 m². Predusev na oglednoj parceli u oba lokaliteta bila je pšenica. Pred osnovnu obradu u zemljište je uneto 300 kg ha⁻¹ mineralnog đubriva formulacije NPK 10:30:20. Tokom proleća urađeno je dopunsko đubrenje azotnim đubrivom KAN (27% N) u količini od 90 kg N ha⁻¹. Setva je izvedena ručno u drugoj polovini aprila na oba lokaliteta. U sklopu mera nege korišćeni su herbicidi za suzbijanje korova (posle setve, a pre nicanja Acetohlor 2 l ha⁻¹ + Atrazin 1 l ha⁻¹, a tokom vegetacionog perioda Motivell 1 l ha⁻¹ + Cambio 2 l ha⁻¹) i po potrebi okopavanje. Berba kukuruza obavljena je ručno krajem septembra odnosno početkom oktobra. Za svaki hibrid iz oba lokaliteta i iz svih ponavljanja uzeti su uzorci od 10 biljaka (klipova) iz srednja dva reda za određivanje mase 1 000 zrna, sadržaja vode u zrnu, procenta koćanke, na osnovu čega je preračunat prinos zrna (t ha⁻¹).

Kvalitet zrna kukuruza je određen u laboratoriji Poljoprivrednog fakulteta u Istočnom Sarajevu i to: sadržaj skroba (%) - po metodi BAS ISO 2173:2008, sadržaj proteina - (Nx6,25) (%) - po metodi BAS ISO 1871:2012 i sadržaj mineralnih materija (%) - po metodi BAS ISO 2918:2007.

Dobijeni rezultati obrađeni su analizom varijanse dvofaktorijalnog ogleda (lokalitet, hibrid), a pojedinačne razlike testirane LSD testom, upotrebom programa SAS/STAT (SAS Institute, 2000).

Meteorološki uslovi

Klimu Bratunca karakterišu duga i topla leta, hladne zime, sa dosta snežnih padavina. Prosečna godišnja temperatura je 7°C. Prosečna količina padavina je 1.000 mm. Padavine su uglavnom ravnomerno raspoređene, a najveće količine su u periodu kada su i najpotrebnije poljoprivrednim kulturama (maj-jun). U godini izvođenja ogleda prosečne temperature u junu, julu i avgustu su bile nešto iznad 20°C, uz dovoljnu količinu padavina u junu i julu, dok je u avgustu palo samo 36,4 mm. Ogled na području

Bratunca je postavljen na zemljištu tipa eutrični kambisol koji je slabo karbonatan, bogat bazama po celom profilu (pH_{KCl} 6,01), blago humozan, sa sadržajem P_2O_5 9,25 mg 100g^{-1} zemljišta i K_2O 8,54 mg 100g^{-1} zemljišta.

Bijeljina pripada području sa kontinentalnom klimom. Najviše padavina je u maju i junu, a najmanje u martu i septembru, tako da je prosečna količina padavina oko 850 mm. Srednja julska temperatura iznosi 22°C , januarska -1°C , dok je srednja godišnja temperatura oko 11°C . U godini izvođenja ogleada na području Bijeljine u junu, julu i avgustu su srednje mesečne temperature bile iznad 23°C , dok je količina padavina bila ispod optimalne (od 35,4 do 47,3 mm). Oglad je postavljen na zemljištu tipa humofluvisol (semiglej), neutralne reakcije (pH_{KCl} 6,61), sa sadržajem $\text{P}_2\text{O}_5 > 40$ mg 100g^{-1} zemljišta i K_2O 36,91 mg 100g^{-1} zemljišta.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize varijanse za masu 1 000 zrna, sadržaj vode u zrnu i prinos zrna ukazuju na značajne razlike između hibrida, dok su značajne razlike između lokaliteta zabeležene za masu 1 000 zrna i prinos zrna (tabela 1). Postojanje interakcije hibrid/lokalitet za sve navedene osobine ukazuje na različitu reakciju hibrida u uslovima ovih lokaliteta.

Masa 1 000 zrna, kao kvantitativna osobina, u pozitivnoj je korelaciji sa prinosom zrna, dužinom vegetacionog perioda, dužinom klipa, brojem zrna na klipu i masom zrna po klipu (Jevtić, 1986.). Istovremeno, kao fizički kriterijum kvaliteta, masa 1 000 zrna zavisi od veličine i oblika zrna (Milašinović i sar., 2004.).

U proseku za oba lokaliteta hibrid P0725 je u poređenju sa svim hibridima imao značajno veću masu 1 000 zrna, dok su hibridi P0023 i ZPSC 434 imali značajno manju masu 1 000 zrna od ostalih hibrida (tabela 1). Na zavisnost mase 1 000 zrna od genotipa ukazali su Ilić (2002.) i Živanović (2005.).

Prosečan sadržaj vode u zrnu kukuruza u vreme berbe nije se značajno razlikovao po lokalitetima (tabela 1). Prosečan sadržaj vode u zrnu u berbi, u proseku za sve hibride i lokalitete bio je 19,61 %. Najveći sadržaj vode u zrnu u proseku za oba lokaliteta imao je hibrid ZPSC 677 (21,61%), a najmanji hibrid ZPSC 434 (18,05%). Kasni hibridi imali su veći sadržaj vode u zrnu, u poređenju sa ranim hibridima. Pored toga Jukić (2004.) ukazuje na značajne razlike u sadržaju vode u zrnu u fiziološkoj zrelosti kod hibrida koji su pripadali istoj vegetacionoj grupi.

Prinos zrna kukuruza zavisi od hibrida, agroekoloških uslova i nivoa primjenjene tehnologije gajenja. U ukupnom prinosu, udeo hibrida se kreće 46 - 51%, agroekoloških uslova 9 - 23%, a agrotehnike 31 - 40% (Jevtić, 1986.). Prema rezultatima Starčevića i sar. (1991.), u godinama sa povoljnim vremenskim uslovima razlika u prinosu zrna je veća u korist hibrida dužeg vegetacionog perioda, (od 18 do 26%), dok su u manje povoljnim godinama prinosi izjednačeni, a u nepovoljnim, rani hibridi daju veći prinos zrna (do 7%) u odnosu na srednje rane i srednje kasne hibride. Prosečan prinos zrna kukuruza u proseku za sve hibride i lokalitete bio je $7,56 \text{ t ha}^{-1}$. Najveći prinos zrna imao je hibrid P0725 ($8,580 \text{ t ha}^{-1}$), a najmanji hibrid R0023 ($6,360 \text{ t ha}^{-1}$). U ogleadima na području Bijeljine prosečan prinos kukuruza je bio $7,893 \text{ t ha}^{-1}$, a na području Bratunca $7,230 \text{ t ha}^{-1}$ (tabela 1). Na značajnu razliku između lokaliteta uticali su klimatski, ali i i zemljišni uslovi.

Tabela 1. Masa 1000 zrna (MHZ), sadržaj vode u zmu (SVZ) i prinos zrna (PZ) kukuruza
 Table 1. Mean values for 1000 grain weight (GW), grain moisture content (GMC) and grain yield (GY) of maize hybrids

		MHZ	SVZ	PZ
		1000 G W (g)	GMC (%)	GY (t ha ⁻¹)
Hibrid (A) <i>Hybrid</i>	ZPSC 434	301,2e	18,05e	7,07e
	ZPSC 560	311,2d	20,40b	7,79cd
	ZPSC 677	331,5b	21,61a	7,96bc
	P0023	300,9e	18,80d	6,36f
	P0216	316,8c	19,24cd	7,61d
	P0725	339,6a	19,50c	8,58a
Lokalitet (B) <i>Locality</i>	Bratunac	313,4b	19,63	7,23b
	Bijeljina	320,3a	19,60	7,89a
AxB Bratunac	ZPSC 434	298,4fg	18,04f	6,92fg
	ZPSC 560	306,4de	20,20cd	7,40e
	ZPSC 677	330,0b	21,28ab	7,50de
	P0023	297,0g	18,50ef	6,06h
	P0216	313,8cd	19,38de	7,32ef
	P0725	334,8b	20,36bc	8,18bc
Bijeljina	ZPSC 434	304,0efg	18,06f	7,22ef
	ZPSC 560	316,0c	20,60bc	8,18bc
	ZPSC 677	333,0b	21,94a	8,42b
	P0023	304,8ef	19,10e	6,66g
	P0216	319,8c	19,10e	7,90cd
	P0725	344,4a	18,80ef	8,98a
ANOVA	A	**	**	**
	B	**	ns	**
	AxB	**	*	**

Srednje vrednosti po kolonama koje su označene istim malim slovom ne razlikuju se značajno na nivou 95% na osnovu LSD-testa / Mean values designated with the same lowercase letter are not significantly different at the 95% level according to the LSD test

** F –test značajan na nivou 0,01; * F –test značajan na nivou 0,05; ns nije značajno

** F-test significant at 0.01; * F-test significant at the 0.05 level; ns non-significant

Hemijski sastav zrna kukuruza zavisi od hibrida, primjenjenih agrotehničkih mera i agroekoloških uslova (Kondić, 1998.). Mada su kvalitativne osobine nasledne, ekološki uslovi i agrotehničke mere mogu u manjoj ili većoj meri da utiču na pojedina kvalitativna svojstva proizvoda gajenih biljaka kao što su: sadržaj ugljenih hidrata, proteina, ulja, mineralnih materija i dr. U tom pogledu, naročito se ističe ishrana azotom (Malešević i sar., 2005.). Ugljeni hidrati imaju veoma važnu i višestruku ulogu u životu biljaka. Neke biljne vrste, među njima i kukuruz, ugljene hidrate nakupljaju kao rezervnu materiju, pre svega skrob. Na tendenciju smanjenja sadržaja skroba sa povećanjem količine azota ukazuju Malešević i sar. (2005.), dok je Blažić (2006.) u svojim istraživanjima došao do potpuno drugačijih zaključaka. U ovim istraživanjima prosečan sadržaj skroba, (tabela 2) bez obzira na hibrid i lokalitet je bio 65,63%. Hibrid ZPSC 677 je u poređenju sa ostalim hibridima

imao značajno veći sadržaj skroba u zrnu (67,26%), dok je najmanji sadržaj skroba u zrnu imao hibrid ZPSC 434 (63,65%).

Tabela 2. Sadržaj skroba (SS), proteina (SP) i mineralnih materija (MM) u zrnu kukuruza
 Table 2. The content of starch (CS), protein (CP) and mineral matter (MM) in maize hybrids grains

		SS	SP	MM
		CS (%)	CP (%)	MM (%)
Hibrid (A) <i>Hybrid</i>	ZPSC 434	63,65e	8,06a	2,34ab
	ZPSC 560	65,51c	8,09a	2,35a
	ZPSC 677	67,26a	7,36b	2,37a
	P0023	66,34b	8,12a	2,03b
	P0216	64,81d	6,93c	2,00b
	P0725	66,19b	7,90a	2,05b
Lokaliteti (B) <i>Locality</i>	Bratunac	65,79a	7,78	2,18
	Bijeljina	65,46b	7,71	2,23
AxB Bratunac	ZPSC 434	63,86de	7,94a	2,28abc
	ZPSC 560	65,68c	8,10a	2,34a
	ZPSC 677	67,14ab	7,30cd	2,40a
	P0023	67,02ab	8,10a	1,92c
	P0216	65,36c	7,20d	1,96bc
	P0725	65,68c	8,02a	2,16abc
Bijeljina	ZPSC 434	63,44e	8,18a	2,40a
	ZPSC 560	65,34c	8,08a	2,36a
	ZPSC 677	67,38a	7,42b	2,34a
	P0023	65,66a	8,14a	2,14abc
	P0216	64,26d	6,66e	2,22abc
	P0725	66,70b	7,78abc	1,94bc
ANOVA	A	**	**	**
	B	*	ns	ns
	AxB	**	*	*

Srednje vrednosti po kolonama koje su označene istim malim slovom ne razlikuju se značajno na nivou 95% na osnovu LSD-testa / Mean values designated with the same lowercase letter are not significantly different at the 95% level according to the LSD test

** F –test značajan na nivou 0,01; * F –test značajan na nivou 0,05; ns nije značajno

** F-test significant at 0.01; * F-test significant at the 0.05 level; ns non-significant

Među svim žitima, kukuruz se odlikuje najmanjim sadržajem proteina i lošim aminokiselinskim sastavom (Đorđević i Dinić, 2011.). Od ukupne količine proteina kukuruznog zrna, 47,2% otpada na zein koji pripada prolaminima, a ostali deo su glutelini i, u manjoj meri, albumini i globulini. Prosečan sadržaj proteina za hibride i lokalitete bio je 7,74%. U oba lokaliteta između hibrida ZPSC 434, P0023, ZPSC 560 nije bilo značajnih razlika u sadržaju proteina, dok je značajno manji procenat proteina u odnosu na njih imao hibrid P0216. U ogleđima na području Bijeljine prosečan sadržaj proteina u zrnu je bio 7,71 %, a na području Bratunca 7,78 %, pri čemu njihova razlika, kao i interakcija hibrid/lokalitet nije bila značajna (tabela 2).

Najveći sadržaj mineralnih materija u zrnu imao je hibrid ZPSC 677, a najmanji hibrid P0023. U proseku za oba lokaliteta hibridi ZPSC 677 i ZPSC 560 su imali značajno više mineralnih materija, u odnosu na hibride P0023, P0216 i P0725., mada su ove razlike u određenoj mere nesaglasne po lokalitetima (interakcija hibrid/lokalitet) (taabela 2). Bekrić (1997.) ističe da su opšte karakteristike hemijskog sastava kukuruznog zrna: prosečan sadržaj skroba od 71% sa variranjem od 3%, sadržaj proteina 10% uz variranje 8%, sadržaj ulja 4,7% sa variranjem 10% i sadržaj celuloze 2,5% uz variranje od 10%.

Najveće variranje zabeleženo je kod sadržaja mineralnih materija i iznosilo je oko 30% u odnosu na prosek. Ispitujući hemijski sastav zrna ZP hibrida kukuruza, Radosavljević et al. (2009.) su utvrdili da se sadržaj skroba u zrnu kukuruza kretao između 67,5 i 73%, sadržaj proteina između 8,6 i 12,7%, sadržaj ulja između 4,7 i 6,7%, sadržaj celuloze između 1,8 i 2,8% i sadržaj pepela od 1,3 do 1,5%. Takođe, Radosavljević et al. (2009.) ukazuju da su razlike između hibrida u pogledu sadržaja mineralnih soli u zrnu neznatne. U ovim istraživanjima hibridi ZP su uglavnom (i prosečno i po lokalitetima) imali značajno veći sadržaj mineralnih materija u odnosu na Pioneer hibride.

Zaključak

Značajne razlike između hibrida su ustanovljene za prinos zrna, masu 1 000 zrna i sadržaj vode u zrnu, dok su značajne razlike između lokaliteta zabeležene za prinos zrna i masu 1 000 zrna. Najveći prinos zrna i masu 1000 zrna imao je hibrid P0725, a najmanji hibrid R0023. Na razliku prinosa između lokaliteta uticali su u najvećoj meri klimatski, ali i zemljišni uslovi. Hibrid ZPSC 677 imao je najveći sadržaj vode i sadržaj skroba u zrnu, dok je hibrid ZPSC 434 imao najmanje vrednosti za oba svojstva. Kasni hibridi su imali veći sadržaj vode u zrnu, u poređenju sa ranim hibridima. Hibrid P0216 imao je značajno manji sadržaj proteina u odnosu na većinu ostalih hibrida. U proseku za oba lokaliteta hibridi ZPSC 677 i ZPSC 560 su imali značajno više mineralnih materija, u odnosu na Pioneer hibride.

Napomena

Istraživanja su deo projekta TR 31092: Izučavanje genetičke osnove poboljšanja prinosa i kvaliteta strnih žita u različitim ekološkim uslovima, koji finansira Ministarstvo Prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Literatura

- Babić V. (2011). Genetičke komponente stabilnosti hibrida kukuruza (*Zea mays* L.), Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Babić V., Prodanović S., Babić M., Deletić N., Anđelković V. (2013). The identification of bands related to yields and stability in maize hybrids and their parental components. *Genetika*, 45(2): 589-599.

- Bekavac G., Purar B., Jocković Đ., Stojaković M., Ivanović M., Malidža G., Đalović I. (2010). Proizvodnja kukuruza u uslovima globalnih klimatskih promena. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47(2): 443-450.
- Bekrić V. (1997). Upotreba kukuruza. Monografija. Institut za kukuruz, Zemun Polje.
- Blažić M. (2006). Uticaj različitih azotnih đubriva na prinose i kvalitet zrna kukuruza. *Magistarska teza*, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun.
- Bokan N., Vesković M., Stevović V., Jovanović Ž., Đurović D. (2001). Uticaj gustine useva na prinose zrna hibrida kukuruza. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 62(220): 127 – 132.
- Đorđević N., Dinić B. (2011). Proizvodnja smeša koncentrata za životinje. Institut za krmno bilje, Kruševac.
- Filipović M., Jovanović Ž., Tolimir M. (2015). Pravci selekcije novih ZP hibrida. *XX Savetovanje o biotehnologiji*, Agronomski fakultet Čačak, 13-14. mart 2015. godine, Čačak. *Zbornik radova* 20 (22): 7-13.
- Ilić T. (2002). Dinamika razvoja i formiranja prinosa kukuruza u zavisnosti od hibrida, agrotehničkih mera i vremenskih uslova. *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet Priština.
- Jevtić S. (1986). *Kukuruz*. Naučna knjiga, Beograd.
- Jukić Ž. (2004). Otpuštanje vode iz zrna kukuruza u polju i u sušionici u procesu konvekcijskog sušenja. *Doktorska disertacija*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Malešević M., Crnobarac J., Kastori R. (2005). Primena azotnih đubriva i njihov uticaj na prinose i kvalitet proizvoda, Azot - agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti, *Novi Sad*, 233 – 267.
- Milašinović M., Radosavljević M., Jovanović S., Jakovljević J. (2004). Fizičke, hemijske i tehnološke karakteristike novih ZP hibrida kukuruza. *Zbornik naučnih radova sa XVIII savetovanja agronoma, veterinarara i tehnologa*, Beograd, 10(1): 27- 34.
- Radosavljević M., Milašinović M., Pajić Z., Filipović M. (2009). Starch in animal feed. *Proceedings of XIII Symposium Feed Technology*, Novi Sad, 29.09. - 1.10., 21-30.
- Semenčenko V., Radosavljević M., Mojović Lj., Terzić D., Milašinović- Šeremešić M., Todorović G. (2015). A genetic base of utilisation of maize grain as a valuable renewable raw material for bioethanol production. *Genetika*, 47(1): 171-184.
- Starčević L. Đ., Latković D. (2006). Povoljna godina za rekordne prinose kukuruza. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 42(2): 299-310.
- Starčević LJ., Marinković B., Rajčan I. (1991). Uloga nekih agrotehničkih mera u proizvodnji kukuruza sa posebnim osvrtom na godine sa nepovoljnim vremenskim uslovima. *Zbornik radova XXI Seminara agronoma*, Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 19: 415 - 424.
- Živanović LJ. (2005). Uticaj vremena setve na ontogenezu i prinose hibrida kukuruza različite dužine vegetacionog perioda. *Magistarska teza*, Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemu

YIELD COMPONENTS AND GRAIN QUALITY OF MAIZE HYBRIDS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

Milomirka Madić¹, Vesna Milić², Dragan Đurović¹, Branka Govedarica², Igor Đurđić², Maja Mitrović²

Abstract

Field trials with six maize hybrids for the grain production of FAO maturity groups 400-600 were set in order to assess the yield potential, yield components and grain quality in the conditions of the production area of the eastern part of the Republic of Srpska. The highest grain yield and 1,000 grain weight had hybrid P0725, and the smallest hybrid R0023. Late hybrids had higher grain moisture content compared to early hybrids. Hybrids ZPSC 677 and ZPSC 560 have significantly greater content of minerals than hybrids P0023, P0216 and P0725. ZP hybrids have, on average and by location, substantially greater content of minerals than Pioneer hybrids.

Key words: maize, hybrid, grain yield, starch, protein, mineral composition

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (mmadic@kg.ac.rs)

²University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Vuka Karadžića 30, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

FTALATNI ESTRI U ZEMLJŠTU

Mira Pucarević¹, Nataša Stojić¹, Dunja Prokić¹, Snežana Štrbac², Željka Jeličić Marinković¹

Izvod: Prisustvo ftalatnih estara je ispitano u zemljištima u neposrednoj blizini divljih deponija u Vojvodini. Ukupno je ispitano zemljište na 56 lokaliteta. Testirano je prisustvo šest predstavnika ove grupe jedinjenja: dimetil-ftalat (DMF), dibutil-ftalat (DBF), dietil-ftalat (DEF), benzil-butil-ftalat (BBF) i dietil-heksil-ftalat (DEHF). Nađene prosečne koncentracije po lokalitetu su na 24 ispitana lokaliteta veće od remedijacione vrednosti (60 mg/kg a.s.z.). Ukupne koncentracije ftalata za pojedine lokalitete koje su premašile remedijacionu vrednost se kreću u opsegu od 60,4 mg/kg a.s.z. do 3648,6 mg/kg a.s.z. U radu su prikazane korelacije koncentracija ftalata i osnovnih hemijskih osobina zemljišta.

Ključne reči: zemljište, divlje deponije, ftalati, korelacija

Uvod

Ftalatni estri su jedinjenja koja se dodaju u plastične mase radi poboljšanja njihovih mehaničkih osobina. Mogu se naći u velikom broju različitih proizvoda kao što su: građevinski materijali, ambalaža prehranbenih proizvoda, odevni predmeti, igračke, kozmetika, ulja za podmazivanja i rastvarači itd. Pošto u plastičnim masama nisu hemijski vezani, lako migriraju i u zemljište dospevaju ispiranjem sa mesta odlaganja, a to su u životnoj sredini najčešće divlje deponije. Prosečna godišnja proizvodnja ftalata u 2004. godini u svetu, procenjena je na 6 miliona tona. Kao deo REACH procedure, u regulativi EU je korišćenje ftalata (DBF, DIBF, BBF, DEHF) predmet posebne autorizacije. Rezultat ovoga je da od 2015. ftalate ipak mogu da koriste određene kompanije koje su prošle autorizaciju. Ftalati su u EU od 1999. godine zabranjeni za upotrebu u igračkama i predmetima namenjenim deci (AGPU 2016). Američka agencija za zaštitu životne sredine je uključila šest jedinjenja iz ove grupe u spisak prioriternih zagađujućih materija (USEPA, 2015). Koncentracije ftalatnih estara u zemljištu su u našoj zemlji regulisane Uredbom o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa (“Sl. Glasnik RS”, br. 88/2010), gde je definisana granična vrednost za zbir svih nađenih ftalatnih estara od 0,1 mg/kg a.s.z. (apsolutno suvog zemljišta) kao i vrednost koja može ukazati na značajnu kontaminaciju od 60 mg/kg a.s.z.

Niske su akutne toksičnosti ali pokazuju negativne efekte na reproduktivni sistem opitnih životinja što zavisi od hemijske strukture alkil/aril bočnih lanaca. Tako su dibutil ftalat (DBF) i di(2-etilheksil) ftalat (DEHF) označeni kao toksični, dok su ftalati

¹Univerzitet Educons, Fakultet zaštite životne sredine. Vojvode Putnika 87, Sremska Kamenica, Srbija (mira.pucarevic@educons.edu.rs);

²Institut za hemiju tehnologiju i metalurgiju, Njegoševa 12, Beograd, Srbija;

kraćih bočnih lanaca: dietil ftalat (DEF) i di-n-oktil ftalat (DOF), manje toksični za reproduktivni sistem (Martino-Andrade i Chahoud 2012). Ftalatni estri su štetni i u ljudskom organizmu interferiraju sa hormonskim sistemom uzrokujući različite poremećaje. Ispitivanja na životinjama su pokazala uticaj ftalata na promene u produkciji muških polnih hormona, pojavu deficita pažnje i hiperaktivnost (Kim i sar. 2009). Izlaganje u kući je povezano sa pojavom astme i alergija kod dece (Jaakkola i Knight. 2008, Bornehag i sar. 2004).

Materijal i metode rada

U radu su ispitane korelacije između sadržaja ftalata i osnovnih hemijskih osobina zemljišta korišćenjem WPS Office Spreadsheet programa.

Ukupno je uzeto 560 uzoraka zemljišta agrohemijskom sondom sa dve dubine (0-30cm i 30-60cm).

Za analizu koncentracija ftalata u zemljištu korišćeni su standardi ftalatnih estara Dr. Ehrenstorfer GmbH: za DMF kataloški broj: DRE-C16174000, za DBF kataloški broj: DRE-C16171000, za DEF kataloški broj: DRE-C16172000, za BBF kataloški broj: DRE-YA08060100IO i za DEHF kataloški broj: MM00334.01. Ekstrakti zemljišta su analizirani sa [GC/MS sistemom Thermo Trace 1300/ISQ/AI 1310](#) opremljenom sa autoinjektorom i na koloni HP-5 MS, 30 m x 0,25mm x 0,25 µm. GC-MS je radio u modu praćenja odabranih jona: za DMF 163 m/z, a za DEF, DBF, BBF i DEHF praćen je jon 149 m/z.

Određivanje osnovnih hemijskih osobina zemljišta: Određivanje aktivne kiselosti pH u vodi, i potencijalne kiselosti u 1 M KCl određena je u suspenziji (10g:25cm³) zemljišta sa vodom /KCl, potenciometrijski, pH metrom. Određivanje sadržaja karbonata (CaCO₃) izvedeno je pomoću Šajblerovog kalcimetra - volumetrijski. Sadržaj organske materije (humusa) određen je metodom po Tjurinu. Sadržaj ukupnog azota je određen primenom CHNS analizatora VarioEL III. Sadržaj lakopristupačnog fosfora je određen spektrofotometrijski amonijum laktatnom metodom, a sadržaj lakopristupačnog kalijuma je određen plamenom fotometrijom nakon ekstrakcije. Sadržaj gline je određen pipet metodom uz kalibraciju metode pomoću sertifikovanog referentnog materijala: Quality Control Material LGCQC3005.

Rezultati istraživanja i diskusija

U Tabeli 1. su prikazani koeficijenti korelacije između koncentracija pojedinih ftalatnih estara i pojedinih osnovnih hemijskih osobina zemljišta.

Tabela 1. Koeficijenti korelacije između koncentracija pojedinih ftalatnih estara i osnovnih hemijskih osobina zemljišta.

Table 1. Correlation analysis between soil phthalate esters concentration and soil basic chemical properties

Korelacija <i>Corelation</i>	% gline, <i>% clay</i>	K2O (mg/100g) <i>K2O</i> (mg/100g)	P2O5 (mg/100g) <i>P2O5</i> (mg/100g)	N (%) <i>N (%)</i>	humus (%) <i>organic</i> <i>matter</i> (%)	CaCO ₃ (%) <i>CaCO₃</i> (%)	pH u H ₂ O <i>pH in</i> <i>H₂O</i>	pH u KCl <i>pH in KCl</i>
DMF <i>DMP</i>	0,003	0,022	0,069	0,089	0,093	-0,024	-0,049	-0,028
DEF <i>DEP</i>	0,024	-0,036	-0,003	0,045	0,046	0,135	0,047	0,045
DBF <i>DBP</i>	0,004	0,148	0,048	0,134	0,135	0,080	0,113	0,093
BBF <i>BBP</i>	-0,024	-0,004	-0,071	-0,081	-0,082	0,180	0,094	0,095
DEHF <i>DEHP</i>	-0,060	0,155	0,158	0,239	0,246	0,041	-0,009	0,042

Divlje deponije na teritoriji Vojvodine predstavljaju izvor zagađujućih supstanci koje mogu da se translociraju i akumuliraju u okolnom poljoprivrednom zemljištu i tako negativno utiču na kvalitet poljoprivrednih proizvoda. Pored divljih deponija izvor ftalatnih estara u životnoj sredini su plastične folije koje se koriste u poljoprivredi za prekrivanje zemljišta kao i za plasteničku proizvodnju (Niu i sar. 2014, Cheng i sar. 2016).

U ovoj studiji je ispitana veza između osnovnih osobina zemljišta i koncentracija ftalatnih estara.

Primenjen je najjednostavniji metod izračunavanja koeficijenta korelacije između serija podataka dobijenih analizom 550 uzoraka.

U Tabeli 1 se može uočiti da postoji slaba pozitivna korelacija između koncentracije DEHF i procenta azota (R=0,239) kao i slaba pozitivna korelacija između koncentracije DEHF i procenta organske materije (R=0,246). Kako je DEHF estar koji ima dva bočna alifatična lanca koja mu daju nepolarni karakter tako je i njegovo vezivanje za organsku materiju zemljišta intenzivnije i potvrđeno korelacijom. Koncentracije DMF, DEF, DBF i BBF ne pokazuju korelaciju sa osnovnim hemijskim osobinama zemljišta.

Zaključak

Ftlatni estri su zagađujuće supstance koje se pojavljuju u zemljištu, nepolarnog su karaktera i imaju afinitet prema organskoj materiji zemljišta. Ovaj afinitet je dokazan postojanjem pozitivne korelacije sa sadržajem organske materije samo za DEHF. DBF,

DEF i BBF su detektovani gotovo u svim uzorcima zemljišta, ali nije dokazana korelacija sa hemijskim osobinama zemljišta kao ni sa sadržajem organske materije.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta **III 43010** Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, kao i Sudije o oceni kvaliteta i proceni stepena ugroženosti zemljišta koju je finansirao Pokrajinski sekretarijat za urbanizam i zaštitu životne sredine 2018. godine,

Literatura

- AGPU: Everything about PVC from manufacturing to recycling, AGPU e.v. am hofgarten 1-2 D-53113 Bonn, Germany. (2016). <https://www.agpu.de/en/all-about-pvc/manufacturing-and-raw-materials>
- Bornehag, C.G., J. Sundell, C.J. Weschler, T. Sigsgaard, B. Lundgren, M. Hasselgren, and L. Hagerhed-Engman. (2004) The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environmental Health Perspectives* 112 (14) : 1393-1397.
- Bruulsema T. (2018). Managing nutrients to mitigate soil pollution. *Environmental Pollution*. Volume 243, Part B, 1602-1605.
- Cheng L., Jiayi C., Jihua W., Ping H., Yunxi L., Xupu M. Anxiang L. (2016). Phthalate esters in soil, plastic film, and vegetable from greenhouse vegetable production bases in Beijing, China: Concentrations, sources, and risk assessment. *Science of The Total Environment*, Volume 568,1037-1043.
- Jaakkola, J.J., and T.L. Knight. (2008) The role of exposure to phthalates from polyvinyl chloride products in the development of asthma and allergies: a systematic review and metaanalysis. *Environmental Health Perspectives* 116 (7): 845-853
- Kim, B.N., S.C. Cho, Y. Kim, M.S. Shin, H.J. Yoo, J.W. Kim, Y.H. Yang, H.W. Kim, S.Y. Bhang, and Y.C. Hong. (2009) Phthalates exposure and attention deficit/hyperactivity disorder in school age children. *Biological Psychiatry* 66 (10):958-963
- Martino-Andrade J.A. and Chahoud I. Phthalates: Chemical Properties, Impacts on Health and the Environment, in *Phthalates* ISBN: 978-1-62081-994-4, Editors: Romano, Drago, and Gerardo L. Moretti. Nova Science Publishers, Inc, 2012. Hauppauge, N.Y.
- Niu L., Xu Y., Lingxiang Y., Weiping L. (2014) Status of phthalate esters contamination in agricultural soils across China and associated health risks, *Environmental Pollution*, Volume 195, 16-23.
- US EPA, Priority Pollutant List (2015) <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/priority-pollutant-list-epa.pdf>

PHTHALATE ESTERS IN SOIL

Mira Pucarević¹, Nataša Stojić¹, Dunja Prokić¹, Snežana Štrbac², Željka Jeličić Marinković¹

Abstract

Phthalate esters are being tested in the soil near the landfill in Vojvodina. A total of 56 locations was tested. The concentrations of six representatives of this group of compounds was investigated: dimethyl phthalate (DMF), dibutyl phthalate (DBF), diethyl phthalate (DEF), benzyl butyl phthalate (BBF) and diethyl hexyl phthalate (DEHF). The average concentrations found per site were at 24 sites tested, above the remediation value (60 mg / kg a.s.z.). The sum of the phthalate concentrations for individual sites that exceeded the remediation range are from 60.4 mg / kg a.s.z. to 3648.6 mg / kg a.s.z. The paper demonstrates the existence of the low correlations of DEHP concentrations with % organic matter of the soil.

Key words: soil, landfill, phthalate, correlation

¹University Educons, Faculty for Environmental Protection, Sremska Kamenica 21208, Vojvode Putnika 87, Serbia (mira.pucarevic@educons.edu.rs)

²Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Njegoševa 12, Belgrade, Serbia

PRINOS PASULJA U ZDRUŽENOJ SETVI SA KUKURUZOM TOLERANTNIM NA CIKLOKSIDIM

Mirjana Vasić¹, Goran Malidža¹, Miloš Rajković¹

Izvod: Pasulj i kukuruz gajili su se združeno pre stvaranja hibrida kukuruza i upotrebe herbicida. Stvaranjem hibrida kukuruza tolerantnih na cikloksidim opet je moguće njihovo združivanje i to uz zaštitu od korova uključujući i višegodišnje travne korove primenom selektivnih herbicida za oba useva. U radu prikazujemo variranje prinosa pasulja (sorta Maksa) posejanog u neizmenične trake sa kukuruzom (NS 444 ultra, tolerantan na cikloksidim) u zavisnosti od načina zaštite od korova (kontrola bez i sa okopavanjem i tri herbicidna tretmana) i vremenskih prilika. Bolja je kombinovana primena herbicida posle setve-pre nicanja i u vegetaciji, posebno u godini lošijoj za razvoj pasulja.

Ključne reči: pasulj, prinos, združena setva, kukuruz, cikloksidim

Uvod

Pasulj je cenjena tradicionalna i savremena namirnica, hrana i lek. U siromašnijem delu sveta je visokoenergetska hrana i izvor belančevina koje su jeftinije od onih iz mesa, a u ishrani urbanog čoveka pre svega izvor balasnih materija sa uravnoteženim svim vrstama hraniva u zrnu (Todorović i sar., 2008; Vasić et al, 2009). Značajan je u poljoprivrednoj proizvodnji i međunarodnoj trgovini. Gaji se širom sveta na preko 26 miliona hektara (<http://faostat.fao.org>). Srbija je značajan proizvođač pasulja u regionu sa površinama od preko 20 hiljada hektara godišnje, ali su proizvedene količine manje od potreba stanovništva, pa je uvoz veliki (Vlahović i sar., 2013). Proizvodnja se odvija najčešće na manjim površinama, bez navodnjavanja, a prosečni prinosi su i niski i kolebljivi. Postoji adekvatan sortiment pasulja (<http://www.sorte.minpolj.gov.rs>). Semena sorata nema dovoljno u prodaji, semenarstvo je nedovoljno razvijeno, koristi se nesortno seme i to prvenstveno odomaćene populacije, ali i strane sorte koje nisu na državnoj sortnoj listi, a česte su i greške u agrotehnici (Vasić, 2018).

Danas su dva najveća i najvažnija problema u prirodi globalna promena klime i degradacija zemljišta, a gajenje združenih useva, žita i leguminoza naročito, je jedan od najefikasnijih doprinosa rešavanju oba ova problema (Oljača i Dolijanović, 2013). Efekat združivanja kukuruza i pasulja utiče pozitivno na produktivnost obe biljne vrste. Za pasulj je prednost povoljnija mikroklima, manja kolebanja temperature i povećana vlažnost vazduha. Za kukuruz je to mogućnost korišćenja azota iz vazduha kojeg pasulj kao zrna mahunjača usvaja preko simbioze sa bakterijama i efekat rubnih redova prilikom setve u trake. U našem agroklimatskom području pasulj i kukuruz gajili su se združeno pre stvaranja hibrida kukuruza i upotrebe herbicida. Da bi sada združena setva bila opravdana potrebno je

¹ Institut za ratarstvo i povratarstvo Novi Sad, M.Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
(mirjana.vasic@ifvcns.ns.ac.rs)

maksimalno je mehanizovati. Osnovna prepreka je istovremeno tretiranje oba useva radi zaštite od korova uključujući i višegodišnje travne korove što je bilo neostvarivo pre stvaranja hibrida kukuruza tolerantnih na herbicide na bazi cikloksidima (Focus® Ultra). U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada stvoren je niz takvih hibrida, prirodno, bez kombinovanja gena nesrodnih organizama (Bekavac i sar., 2010).

U cilju stvaranja specifične tehnologije proizvodnje združenih useva pasulja i kukuruza tolerantnog na cikloksidim ispitivana je mogućnost hemijskog suzbijanja korova primenom selektivnih herbicida za oba useva. U ovom radu je prikazan prinos pasulja u zavisnosti od načina zaštite od korova i vremenskih prilika.

Materijal i metode rada

Ogled je izveden na specijalizovanom eksperimentalnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada sa pojačanom korovskom florom. Zemljište je tipa černozem, povoljnih fizičkih i hemijskih osobina. U prolećnoj setvi, početkom maja, naizmenično su posejane trake pasulja sorte Maksa (redovi na 50 cm, sklop u setvi 400 000 biljaka) i kukuruza NS 444 ultra (redovi na 70 cm, sklop u setvi 65 000 biljaka). Trake sa pasuljem su se u cilju zaštite od bolesti tretirale preparatima na bazi bakra. Žetva pasulja je obavljena ručno, 5.08. 2015. godine i 17.08. 2017. godine.

U ogledu je bilo dve kontrole, bez okopavanja (T1) i sa ručnim okopavanjem (T2). Ispitivana su tri tretmana herbicidima:

T3 dimetenamid-P (1010 g/ha) posle setve a pre nicanja + bentazon (1200 g/ha) rani tretman posle nicanja + cikloksidim (200 g/ha) kasni tretman posle nicanja – Frontier super, Basagran + Focus ultra

T4 dimetenamid-P (1010 g/ha) + linuron (540 g/ha) posle setve a pre nicanja + bentazon (1200 g/ha) rani tretman posle nicanja + cikloksidim (200 g/ha) kasni tretman posle nicanja - Frontier super + linuron, Basagran + Focus ultra

T5 bentazon (1200 g/ha) rano posle nicanja + cikloksidim (200 g/ha) kasni tretman posle nicanja - Basagran + Focus ultra

U momentu primene herbicida posle nicanja pasulj je bio u fazama 1-2 i 2-3 trolista, kukuruz u fazama 6-7 i 7-9 listova, širokolisni korovi 2-4 lista, a sirak (*Sorghum halepense*) 4-6 listova.

Dobijeni podaci o prinosu pasulja preračunati su na prinos u kilogramima po hektaru i obrađeni analizom varijanse u statističkom paketu AR.

Rezultati istraživanja i diskusija

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo se proizvodi seme sedam sorata pasulja različitih trgovačkih klasa, determinantnog rasta, pogodnih zakošnju i vršidbu kombajnom (<http://www.nsseme.com>). Sorta Maksa je odabrana jer je belog pljosnatog zrna, slična populacijama koje su se ranije gajile sa kukuruzom, a može se gajiti uspešno u združenom usevu (Marinković et al, 2016). Iz palete ultra hibrida odabran je NS 444 ultra jer se može sejati u maju kad i pasulj. U nešto ranijoj setvi bi se mogli koristiti i NS 5041 Ultra i NS 640 Ultra.

Izbor herbicida je napravljen na osnovu ranijih istraživanja (Glušac i sar., 1994), uobičajen je i efikasan za ovaj vid proizvodnje (Ružić, 2007), uključujući i cikloksidim koji efikasno uništava i sirak (*Sorghum halepense*) iz rizoma, zubaču (*Cynodon dactylon*) i pirevinu (*Agropyrum repens*) (Malidža i Orbović, 2007).

Dobra efikasnost zaštite od korova svih tretmana (Malidža i sar., 2016) dovela je do toga da postoje visoke razlike za visinu prinosa pasulja u zavisnosti od godine gajenja i nevelike razlike u zavisnosti od načina suzbijanja korova i to bez međusobnog uticaja ova dva faktora (tabela 1.).

Tabela 1. ANOVA za prinos pasulja u zavisnosti od načina suzbijanja korova i vegetacione sezone;

Table 1. ANOVA for beans yield depending on the method of weed control and growing seasons

Izvori variranja <i>Source of variation</i>	Stepeni slobode / <i>df</i>	Sume kvadrata <i>Sum of squares</i>	F vrednosti <i>F value</i>	Verovatnoća postojanja razlika/ <i>Pr (>F)</i>
Ponavljjanja <i>Repetitions</i>	2	424375	2,51	0,11
Godine <i>Years</i>	1	7117992	84,31	3,27 e-08***
Tretman <i>Treatment</i>	4	1276099	3,78	0,02*
godine / tretman <i>years / treatment</i>	4	415830	1,23	0,33
Ostatak <i>Residuals</i>	18	1519669		
Verovatnoća postojanja razlika / <i>Signif. Codes: *** - 0; * - 0,01</i>				

Prosečno gledano u obe godine ispitivanja svi tretmani zaštite od korova herbicidima su bili podjednako uspešni, a kontrole su se razlikovale. Najniži prinos je bio kad se pasulj ne okopava, a najviši u okopavanoj varijanti. Prinosi pasulja u 2015. bili su jednaki u svim ispitivanim kombinacijama i viši od prinosa u 2017. i to za više od trećine. U 2017. je bio izrazito nizak prinos na neokopavanoj varijanti, a najviši u tretmanu T3 - Frontier super, Basagran + Focus ultra (tabela 2.).

Tabela 2. Prinos pasulja u zavisnosti od načina suzbijanja korova i vegetacione sezone
 Table 2. Yield of dry bean depending on the method of weed control and growing

Način suzbijanja korova <i>Method of weed control</i>	Prinos / Yield					
	kg ha ⁻¹			% od kontrole sa okopavanjem % compared to Weed-Free Check		
	2015.	2017.	Prosek <i>The average</i>	2015.	2017.	Prosek <i>The average</i>
Kontrola bez okopavanja <i>Untreated Check</i>	2082,9 ^a	852,6 ^a	1467,8 ^a	79,09	60,05	72,42
Kontrola sa okopavanjem <i>Untreated Weed-Free Check</i>	2633,7 ^a	1419,9 ^{ab}	2026,8 ^b	100	100	100
Frontier super <i>Basagran + Focus ultra</i>	2211,7 ^a	1608,8 ^b	1910,3 ^{ab}	83,97	113,31	94,25
Frontier super + linuron <i>Basagran + Focus ultra</i>	2421,4 ^a	1444,3 ^{ab}	1932,8 ^{ab}	91,93	101,72	95,36
Basagran + Focus ultra	2078,3 ^a	1231,5 ^{ab}	1654,8 ^{ab}	78,91	86,72	81,65
Prosek / <i>The average</i>	2285,58	1311,40	1798,49			

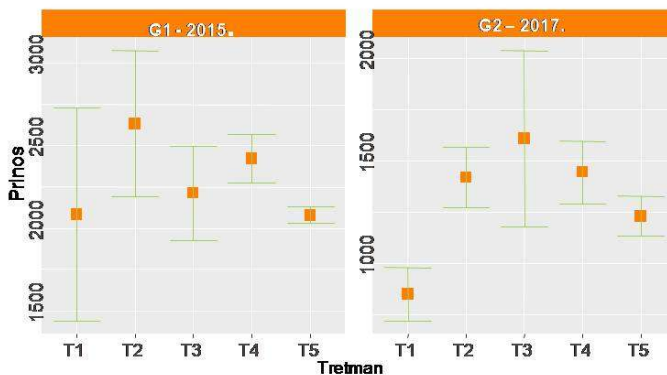
Kad se pogledaju vremenske prilike u godinama ispitivanja uočljiv je manjak padavina u vegetacionoj sezoni (tab.3). Na prvi pogled povoljnija je 2017. godina sa ujednačenim rasporedom padavina. Međutim izuzetno visoka količina padavina u maju 2015., čak 192 lm², ali tek u trećoj dekadi, prosečne temperature u maju i junu i, verovatno, povoljna mikroklima za pasulj u kulisama kukuruza bile su dovoljne za formiranje zadovoljavajućeg prinosa i to čak višeg od onog u 2017. godini.

Tabela. 3. Srednje mesečne temperature vazduha (°C) i padavina (lm⁻²) na Rimskim Šančevima

Table 3. Mean monthly air temperature (°C) and precipitation (lm⁻²) in Rimski Sancevi

Mesec <i>Month</i>	Temperature / temperature (°C)			Padavine / Precipitation - (lm ⁻²)		
	Srednje mesečne <i>Mean monthly</i>		Višegodišnji prosek / Long-term average	Mesečne <i>Monthly</i>		Višegodišnji prosek / Long-term average
	2015.	2017.	1964-2015.	2015.	2017.	1964-2015.
April	12,0	11,1	11,7	16	58	46,9
Maj	18,0	17,6	17,0	192	83	67,1
Jun	20,7	22,9	20,0	27	66	86,5
Jul	24,9	23,9	21,7	3	12	67,4
Avgust	24,5	24,8	21,2	-	18	59,3
	Prosek / <i>Average</i>			Suma / <i>total</i>		
<i>Vegetacija</i> <i>Vegetation</i>	20,02	20,1	17,0	238	237	327,2
<i>Godina</i> <i>year</i>	12,8	11,8	11,4	703	443	630,9

Jedan od razloga nižeg prinosa pasulja u 2017. su bile izuzetno visoke temperature već u junu (Đukić i sar., 2008), u vreme cvetanja pasulja. Sem toga krajem maja, u periodu vrlo značajnom za formiranje prinosa, usev je delimično zahvatio i led, slab, ali dovoljan da uspori rast.



Grafikon. 1. Variranje prinosa pasulja u različitim godinama ispitivanja
 Graph. 1. Variations the yield of beans in different years of testing

Posmatrajući prinos u kontrolama, sa i bez okopavanja, jasan je uticaj primene ove mere na vreme. U 2015. to je bilo moguće, a u kišovitoj 2017. se kasnilo. Ujedno je zbog više kiše, naročito u aprilu i u više navrata tokom celog maja (Đukić i sar., 2018), u 2017. godini bilo i više korova što je naročito nepovoljno uticalo na kontrolu bez okopavanja (Graf.1).

Posmatrajući Grafikon 1. Zapažamo najmanje variranje prinosa pasulja u tretmanu herbicidima samo nakon nicanja (T5), ali, ujedno, i najniži prinos. To se može tumačiti time da se šteta od korova, koji u ovoj varijanti niču zajedno sa pasuljem jer nisu zaustavljeni zemljišnim herbicidima, nastaje u tim najranijim fazama razvoja pasulja kad se, inače, i formira potencijalni prinos.

Zaključak

Prinos pasulja u združenom usevu sa kukuruzom tolerantnim na cikloksidim u neizmeničnim trakama je zadovoljavajuće visine i može se uspešno osigurati primenom iste kombinacije herbicida istovremeno kod obe biljne vrste. Preporuka je da se kombinuju herbicidi posle setve, a pre nicanja sa herbicidima koji se primenjuju tokom vegetacije.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta „Stvaranje i korišćenje sorata i hibrida povrća za gajenje na otvorenom polju i zaštićenom prostoru“, broj TR 31030, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Bekavac G., Malidža G., Purar B., Jocković Đ., Stojaković M. (2010). NS hibridi kukuruza tolerantni prema cikloksidimu. Zbornik referata sa XV Savetovanja o biotehnologiji, Čačak, 51-57.
- Glušac D., Malidža G., Gvozdenović Đ., Vasić M., Dražić D. (1994). Fitofarmakološka vrednost nekih herbicida primenjenih u pasulju. *Acta herbologica*, 3 (2): 43-49.
- Đukić V., Miladinov Z., Balešević-Tubić S., Miladinović J., Đorđević V., Valan D., Petrović K. (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje. Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije i 1. Savetovanja agronoma republike Srbije i Republike Srpske, 21 – 27 januar 2018., Zlatibor, 34-45.
- Malidža G., Bekavac G., Orbović B. (2007). Reakcija tolerantnog kukuruza prema cikloksidimu u zavisnosti od količine i vremena primene herbicida. *Acta herbologica*, 16 (2):127-136.
- Malidža G., Vasić M., Rajković M., Savić A., (2016). Suzbijanje korova u združenoj setvi pasulja i kukuruza tolerantnog na cikloksidim. Zbornik apstrakata X Kongresa o korovima, 21-23. septembar 2016., Vrdnik, Srbija, 84 str.
- Marinković J., Šušnica I., Bjelić D., Tintor B., Vasić M. (2016). Soil microbial activity under conventional and organic production of bean and maize. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke 130: 35–43.
- Oljača S., Dolojanović Ž. (2013). Ekologija i agrotehnika združenih useva. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet – Zemun, 171 str.
- Ružić S. (2007). Suzbijanje korova herbicidima u povrtarstvu. Poljoprivredna stanica Novi Sad, DOO Školska knjiga, Novi Sad, 131 str.
- Todorović J., Vasić Mirjana, Todorović Vida, 2008: Pasulj i boranija. Grafomark, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad i Polj.fak. Banja Luka, 333str. ISBN 987-99955-24-61-6.
- Vasić M., Vujičić B., Tepić A., Gvozdanović-Varga J., Šumić Z. (2009). Dietary fibre content in some dry beans. *Acta Periodica Technologica*, 40, 103-110.
- Vasić M., Šeremešić S., Marinković J., Toman M., Babec B., Gvozdanović Varga J., Milošev D., (2017). The efficiency of maize and beans intercropping in sustainable agricultural systems. Book of Abstracts of Organic of agriculture for agrobiodiversity preservation, 3rd International Conference Agrobiodiversity, Novi Sad, Serbia, 1st - 3rd June 2017., p. 65.
- Vasić A.M. (2018). Proizvodnja pasulja – značaj, sortiment, načini proizvodnje. Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije i 1. Savetovanja agronoma republike Srbije i Republike Srpske, 21 – 27 januar 2018., Zlatibor, 59-67.
- Vlahović B., Ilin Sonja., Puškarić A. (2013). Komparativna analiza proizvodnje povrća u zemljama CEFTA grupacije, XVII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, Vol. 18. (20), 2013, Agronomski fakultet u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, str. 519-526.

<http://www.fao.org/>

<http://www.nsseme.com/>

<http://www.sorte.minpolj.gov.rs/>

YIELD OF DRY BEAN IN INTERCROPPING WITH MAIZE TOLERANT TO CYCLOXYDIM

Mirjana Vasić¹, Goran Malidža¹, Miloš Rajković¹

Abstract

Beans and maize used to be grown in intercropping. With development of maize hybrids tolerant to cycloxydim, it is possible to grow them in intercropping again, with weed control including perennial grass weeds, thus applying selective herbicides for both crops. Bean yield variations (cultivar Maksa) are shown in this paper. Cultivar was sown in alternate bands with maize (NS 444 ultra, tolerant to cycloxydim) depending on methods of weed control (without and with hoeing and three herbicide treatments) and weather conditions during two growing seasons of bean. Combined application of herbicides after sowing, before emergence and during growing season showed better, especially in a year less favourable for bean development.

Key words: dry bean, yield, intercropping, maize, cycloxydim

¹Institute of Field and Rehabilitation Novi Sad, M.Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia
(mirjana.vasic@ifvcns.ns.ac.rs)

ORGANSKO SEMENARSTVO POVRĆA; PERSPEKTIVE

Nenad Pavlović¹, Jasmina Zdravković, Đorđe Moravčević², Jelena Mladenović³

Izvod: Posmatrajući celokupnu svetsku proizvodnju povrća, dominira konvencionalni koncept gajenja, koji je opterećen upotrebom pesticida. Upotreba pesticida direktno ugrožava zdravlje ljudi kao i životnu sredinu. Alternativu predstavlja koncept organske proizvodnje biljaka. Njen glavni nedostatak je cena. Međutim, danas postoji trend povećanja potražnje za organskom hranom. U Srbiji 0,44% obradivih površina je pod organskom proizvodnjom, što je nedovoljno. Pored troškova proizvodnje, kao razlog navodi se i nedostatak organski sertifikovanog semena povrća. Na osnovu analize organske proizvodnje semena cvekle, mrkve, rotkvice, pasulja, salate i tikvica može se zaključiti da su ove proizvodnje ekonomski opravdane.

Ključne reči: organska proizvodnja, seme, povrće

Uvod

Gajenje povrtarskih vrsta može se realizovati kroz različite agronomske sisteme (konvencionalni, organski, integralni, biodinamički itd). Analizirajući celokupnu svetsku proizvodnju povrća, najzastupljeniji koncept gajenja povrća je konvencionalni (Zdravković et al., 2010.). Generalno, zastupljen je stav da je konvencionalna biljna proizvodnja opterećena prevelikom upotrebom pesticida, kako bi se uspešno kontrolisale biljne bolesti, držala pod kontrolom korovska populacija biljaka, a sve u cilju postizanja visokih prinosa i boljeg kvaliteta (Aktar et al., 2009.). Prevelika upotreba pesticida može toksično delovati na zdravlje ljudi kao i ugroziti samu životnu okolinu, utoliko više ukoliko se ne poštuju stručne preporuke (Fernanda et al., 2016.). Alternativa konvencionalnom gajenju je koncept organskog gajenja biljaka. Organski sistem gajenja podrazumeva ekološko upravljanje proizvodnjom, uz unapređenje biodiverziteta, kruženja materije u prirodi, mikrobiološke aktivnosti u zemljištu i zaštitu životne sredine (Zdravković et al., 2010.). Dok kao njen glavni nedostatak navodi se to što je skuplja od konvencionalne (Engindeniz and Tuzel, 2006.). Ukoliko raščlanimo troškove organske proizvodnje jasno se uočava da najveći procenat otpada na utrošak radne snage i nabavku organski sertifikovanog semena povrća (Pavlović et al., 2014.).

Međutim, zbog bojazni od štetnih materija, ostataka pesticida i teških metala u povrću, brojni potrošači su spremni da plate 30 do 80% višu cenu za sertifikovane organske proizvode (Pavlović et al., 2014.). Zahvaljujući višim cenama organskih proizvoda, sertifikovana organska proizvodnja povrća je isplativa uprkos ostvarenim uglavnom nižim prinosisima i većim troškovima (Engindeniz, 2002, Adžić et al., 2010.).

Danas postoji trend povećanja potražnje za organski proizvedenom hranom. Razlog za to leži da potrošači žele hranu iz pouzdanih izvora, gde je proizvodni proces

¹Institut za povrtarstvo, Karadorđeva 71, Srbija (npavlovicpb@gmail.com);

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija;

³Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija.

bezbedan po životnu okolinu (vazduh, zemlja, voda) a proizvedeni prehrambeni proizvod visoko kvalitetan. Mnogobrojna istraživanja su se bavila poređenjem kvaliteta hrane proizvedene organskim i konvencionalnim načinom. Neka istraživanja ukazuju da organski proizvedeni prehrambeni proizvodi sadrže više bioaktivnih komponenti (vitamina i fenola), što se objašnjava zabranom upotrebe sintetičkih pesticida i đubriva (Bavec et al., 2009, Kazimierczak et al., 2014.).

U mnogim zemljama sveta tražnja za organskim proizvodima prevazilazi mogućnost snabdevanja (Bavec et al., 2009, Kazimierczak et al., 2014.). U razvijenim zemljama EU, trište organskih proizvoda raste u proseku za 10 % na godišnjem nivou, pri čemu taj porast ne prati rast proizvodnje i upravo se tu nalazi šansa za srpske proizvode (Berenji i sar., 2013.). U Srbiji 0,44% obradivih površina pod organskom proizvodnjom - Do 2025. predviđen rast na 5%. Podatak da je u 2015. godini u Srbiji bilo 2.000 registrovanih proizvođača organske hrane, dok je ovaj vid proizvodnje bio zasnovan na oko 15.000 hektara, ne deluje ohrabrujuće. Od čega jako malo procenat otpada na gajenje organski sertifikovanog povrća. Razlog za to između ostalog treba tražiti i u nedovoljnoj ponudi organski sertifikovanog semena povrća na domaćem tržištu. Upravo ovde svoju značajnu ulogu imaju Instituti koji se bave proizvodnjom semenskog i sadnog materijala. Zatim, oplemenjivači svoje programe treba da usmere u pravcu oplemenjivanja bilja na specifične osobine koje pogoduju konceptu organskog gajenja. Organski sertifikovano seme je osnovni postulat postojanja i unapređenja organske proizvodnje hrane, što se poklapa sa prioritetima Vlade Republike Srbije kroz programe podrške “ Jačanje konkurentnosti srpske poljoprivrede i proizvodnja zdrave i kvalitetne hrane”.

Materijal i metode rada

Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka ima tradiciju semenske proizvodnje povrtarskih vrsta, još od svog osnivanja. Zatim, poseduje oko 5 ha organski sertifikovanog zemljišta na kojem organizuje semensku organsku proizvodnju povrća, kao i istraživačke eksperimente vezane za ovaj koncept gajenja povrtarskog bilja.

Kao baza podataka u ovom radu, korišćena je evidencija Instituta za povrtarstvo, Smederevska Palanka (obračunske kalkulacije), kao i evidencija o troškovima i prinosima ostvarenim u proizvodnji pasulja, boranije, rotkve, rotkvice, salate i cvekle.

Rezultati istraživanja i diskusija

Proces semenske proizvodnje povrća jako usložnjava poštovanje principa organskog gajenja bilja kao i izbor adekvatnog sortimnta prilagođenog ovom konceptu. Kreiranje sorti povrća za specifične namene jedan je od programa Instituta za povrtarstvo. Postojeći sortiment povrća u Institutu za povrtarstvo, Smederevska Palanka selekcionisan je prema namenskim programima. Oplemenjivački programi baziraju se na konceptu budućeg gajenja biljaka (konvencionalni ili organski), namene (konzumiranje svežeg ili prerađenog povrća), dužina čuvanja plodova, otpornost prema bolestima, stresu itd. Zatim, mora se uzeti u obzir specifičnost zahteva potrošača organski proizvedenog povrća (ukus, miris, boja, oblik plodova itd.) pri kreiranju

sortimenta pogodnog za podršku održivom razvoju organskog agrosistema. Za selekcionu odgovor ovim zahtevima, mora se isplanirati dugoročan plodored, kao i mesto povrtarskih vrsta, u cilju stimulacije diverziteta, održavanja i povećanja kvaliteta i plodnosti zemljišta, korišćenja alelopatije i drugih mehanizama u borbi protiv korova, itd. Zbog ograničenog korišćenja herbicida, kao jednog od glavnih zagađivača zemljišta, osnovni mehanizam borbe protiv korova u proizvodnji je konkurentnost između sorti i korova. Takva mogućnost se postiže razvijenom lisnom masom koja zasenjuje korove, intenzivnim bokorenjem, većom brzinom porasta biljaka na početku vegetacije, itd. Otpornost na bolesti i štetočine je među najvažnijim programima oplemenjivanja povrća. Zaštita se vrši redukovanjem upotrebe pesticida, pa je i potencijalni krug bolesti i štetočina prema kojima treba da poseduju otpornost sorte, veći. Selekcija se treba vršiti i prema tipu otpornosti. Umesto monogene - vertikalne (koja se često koristi kod konvencionalnih sorti), kod sorti za specifične namene akcenat je na poligenoj - horizontalnoj otpornosti. Svaka sorta mora sačuvati svoju prirodnu sposobnost reprodukcije i da sačuva svoja prvobitna (izvorna) genetička i fenotipska svojstva (Zdravković et al., 2010.).

Tabela 1. Prinos (kg ha⁻¹), cena €/kg i ukupna vrednost proizvodnje (€/ha) konvencionalnog semena cvekle, mrkve, rotkvice, pasulja, salate i tikvica
 Table 1. Yields per hectare (kg ha⁻¹), the unit price (€/kg), the value of production (€/ha) beetroot, carrots, radish, beans, salads and zucchini on the principles of conventional vegetable production.

	Cvekla <i>beetroot</i>	Mrkva <i>carrots</i>	Rotkvice <i>radish</i>	Pasulj <i>beans</i>	Salata <i>lettuce</i>	Tikvica <i>zucchini</i>
Ukupan prinos (kg ha ⁻¹) <i>Yield (kg ha⁻¹)</i>	800	1000	1000	1350	200	500
Cena €/kg <i>Price (€/kg)</i>	43,00	38,00	34,00	7,00	34,00	34,00
Ukupna vrednost proizvodnje (€/ha) <i>Production value (€/ha)</i>	34.400,00	38.000,00	34.000,00	9.450,00	6.800,00	17.000,00

Tabela 2. Prinos (kg ha⁻¹), cena €/kg i ukupna vrednost proizvodnje (€/ha) organski sertifikovanog semena cvekle, mrkve, rotkvice, pasulja, salate i tikvica
 Table 2. Yields per hectare (kg ha⁻¹), the unit price (€/kg), the value of production (€/ha) beetroot, carrots, radish, beans, salads and zucchini on the principles of organic

	Cvekla <i>Beet root</i>	Mrkva <i>carrots</i>	Rotkvice <i>radish</i>	Pasulj <i>beans</i>	Salata <i>lettuce</i>	Tikvica <i>zucchini</i>
Ukupan prinos kg ha ⁻¹ <i>Yield (kg ha⁻¹)</i>	720	800	880	940	80	320
Cena €/kg <i>Price (€/kg)</i>	75,00	140,00	90,00	13.80	200,00	110,00
Ukupna vrednost proizvodnje (€/ha) <i>Production value (€/ha)</i>	54.000,00	112.000,00	79.200,00	12.972,00	16.000,00	35.200,00

Prostom komparacijom između dva koncepta (organska i konvencionalna) semenske proizvodnje, uočava se da je veći prinos ostvaren kroz konvencionalan način proizvodnje (tab. 1 i tab. 2). U tabeli 1 vidimo da ostvaren prinos cvekle na jedinici površine od 1 ha iznosi 800kg, dok ista kultura proizvedena po konceptu održive organske proizvodnje postigla je prinos od 720kg, što je 10% manji prinos. Ova semenska proizvodnja pokazuje najmanju ostvarenu razliku u postignutom prinosu između dva analizirana koncepta proizvodnje. Najveća ostvarena razlika u prinosu semena je kod pasulja i iznosi 69% zatim kod tikvice 64% itd.

Takođe, postoji značajna razlika u ceni semena povrća u zavisnosti od načina proizvodnje, što se reflektovalo na ostvaren krajnji ukupan prihod po jedinici površine (tab. 1 i tab. 2). Najveću razliku u ceni po 1 kg semena ostvarila je zelena salata. Njena cena u prodaji ako je konvencionalnim putem proizvedena je 34€, dok je njena cena u organskom konceptu proizvodnje čak 200€. Cena organski proizvedenog semena salate je 5,88 puta veća. Dok, povrtarska vrsta sa ostvarenom najmanjom razlikom u ceni između dva koncepta proizvodnje je cvekla. Kod nje razlika u ceni je od 1,74 puta u korist organskog koncepta proizvodnje semena.

Zaključak

Organska semenska proizvodnja povrća je vrlo specifična i mora se detaljno analizirati pre početka. Trend porasta potražnje za ovom semenskom robom postoji kako u svetu tako i kod nas. Prema analiziranim parametrima možemo zaključiti da semenska proizvodnja povrća po konceptu organske proizvodnje biljaka ekonomski je opravdana, što daje semenskim kompanijama pozitivnu smernicu.

Napomena

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete i nauke Republike Srbije jer je finansiranjem Projekta TR31059, “Novi concept oplemenjivanja sorti i hibrida povrća namenjenih održivim sistemima gajenja uz primenu biotehnoških metoda”, omogućilo ovo istraživanje.

Literatura

- Adžić S., Pavlović S., Zdravković J. (2010). Economic justification for vegetable seed concept of sustainable organic production. *Economics of Agriculture*. 57 (SI-2): 20-24.
- Aktar M.W., Sengupta, D., Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdiscip. Toxicology*. 2 (1): 1-12.
- Bavec M., Mlakar S., Rozman C., Pazek K., Bavec F. (2009). Sustainable agriculture based on integrated and organic guidelines: understanding terms. The case of Slovenian development and strategy. *Outlook Agricola*. 38: 89-95.
- Berenji J, Milenković S, Kalentić M i Stefanović E. (2013). Nacionalna istraživačka agenda za sektor organske proizvodnje. Novi Sad.

- Engindeniz S. (2002). Economic feasibility of organic greenhouse cucumber production: The case of Menderes. *Pakistan journal of biological sciences*. 5 (3): 367-370.
- Engindeniz, S. and Tuzel Y. (2006). Economic analysis of organic greenhouse lettuce production in Turkey. *Scientia Agricola*. 63(3): 285-290.
- Fernanda, de Oliveira Pereira, Renata dos Santos Pereira, Lana de Souza Rosa and Anderson Junger Teodoro (2016). Organic and conventional vegetables: Comparison of the physical and chemical characteristics and antioxidant activity. *African Journal of Biotechnology*. 15 (33): 1746-1755.
- Kazimierczak R., Hallmann E., Lipowski J., Drela N., Kowalik A., Püssa T., Matt D., Luik A., Gozdowski D., Rembiałkowska E. (2014). Beetroot (*Beta vulgaris* L.) and naturally fermented beetroot juices from organic and conventional production: metabolomics, antioxidant levels and anticancer activity. *Journal of the science of food and agriculture*. 94 (13): 2618-29.
- Pavlović Nenad, Ugrinović Milan, Vojnović Boško, Rudež Jovan (2014): Economic and agronomic analysis of conventional and organic concept of cucumber growing. *Economics of Agriculture*. 61: 895-903.
- Zdravković, J., Pavlović, N., Girek, Z., Zdravković, M., Cvikić, D. (2010). Characteristics important for organic breeding of vegetable crops. *Genetika*. 42 (2): 223-233.

ORGANIC VEGETABLE SEED; PERSPECTIVES

Nenad Pavlović¹, Jasmina Zdravković, Đorđe Moravčević², Jelena Mladenović³

Abstract

Analyzing at the world production of vegetables is dominated by the conventional concept of cultivation which is burdened by the use of pesticides. The use of pesticides directly negatively affect to human health and the environment. An alternative is the concept of organic production. Its main disadvantage is the price. However, there is a trend of increasing demand for organic food today. In Serbia, 0.44% of arable land is under organic production, which is insufficient. The reason is also the lack of organically certified vegetable seed. According to the analysis of organic production of seeds of beetroot, carrots, radish, beans, salads and zucchini, it can be concluded that these production is economically justified.

Key words: organic production, seeds, vegetables

¹Institute for vegetable srops, Karadjordjeva 71, Smederevska Palanka, Serbia (npavlovicpb@gmail.com)

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia

³University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Cacak, Cara Dusana 34, Cacak, Serbia

POTENCIJAL ORGANSKE POLJOPRIVREDE U BOSNI I HERCEGOVINI SA POSEBNIM ASPEKTOM NA REPUBLIKU SRPSKU

Saša Lalić¹, Vesna Milić², Branka Govedarica², Igor Đurđić², Siniša Berjan²

Izvod: Organska proizvodnja, kao dio poljoprivredne proizvodnje smatra se najperspektivnijom djelatnošću za dalji rast i povećanje izvoza u razvijenim zemljama, prije svega zbog znatno više cijene od konvencionalnih proizvoda, ali i prirodnih potencijala koja naša zemlja ima u odnosu na ostale države. Međutim, u stvarnosti teško je naći dokaze da se te strateške namjere i realizuju. U posljednje dvije godine počinje značajnije da se razvija proizvodnja povrća što do sada nije bio slučaj. Jedan dio proizvođača se bavi i proizvodnjom žitarica i voća, kao i njihovom preradom. Do sada najveći dio organski proizvedenih proizvoda je plasiran na inostrano tržište. Analizom raspoloživih podataka može se vidjeti stvarno stanje organske poljoprivrede u Republici Srpskoj.

Ključne riječi: organska proizvodnja, potencijali, žita, povrće, ljekovito bilje, krmno bilje.

Uvod

Organska poljoprivredna proizvodnja predstavlja jedan od najprirodnijih načina gajenja biljaka i životinja, sakupljanja samoniklih plodova i proizvodnje ili prerade prehrambenih proizvoda posmatrano sa aspekta bezbjednosti hrane i očuvanja prirodnog kvaliteta ovih namirnica (Milić i sar., 2017; Bogdanović i Milić, 2007; Milić i Petronić, 2007). U posljednjem periodu organska poljoprivreda doživljava snažan rast i razvoj, kako u svijetu tako i u Bosni i Hercegovini. Bosna i Hercegovina obiluje neiskorištenim i nezagađenim zemljišnim resursima koji su pogodni za bavljenje organskom poljoprivredom (Milić i Đurđić, 2011; Kovačević i sar., 2005). Pored toga, u BiH postoje i svi ostali prirodni preduslovi za bavljenje ovom proizvodnjom (Oljača et al., 2014 Kovačević i Milić, 2011). U organskoj poljoprivredi se od poljoprivrednih proizvođača zahtjeva puno više znanja, rada i pažnje prilikom proizvodnje da bi ispunili sve zahtjeve u skladu sa zakonskim propisima i pravilima organske proizvodnje. Ovaj dodatni rad i znanje poljoprivrednih proizvođača se valorizuje kroz veću cijenu koju organski proizvodi imaju u poređenju sa proizvodima koji dolaze iz ostalih vidova poljoprivredne proizvodnje. U početnim godinama uvođenja organske proizvodnje, najveća pažnja je posvećena sertifikovanju tradicionalnih proizvodnji koje su uz nezatne korekcije, odmah mogle zadovoljiti standarde ovog sistema uzgoja. To je prije svega sakupljačka organska proizvodnja, a zatim neke vrste biljnih proizvodnji

¹ Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, Trg Republike Srpske 1, Banja Luka, Republika Srpska, BiH;

² Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Republika Srpska, BiH (vesnamlc@yahoo.co.uk);

(sakupljačka proizvodnja koja obuhvata ljekovito bilje, šumsko voće i gljive; pčelarstvo, uzgoj žita, ljekovitog i začinskog bilja, povrća, voća, stočarstvo) (Đurđić i sar., 2017; Kovačević i sar., 2010; Kovačević i sar., 2007) . U svim navedenim proizvodnjama postoje različiti problemi i poteškoće pri otklanjanju smetnji pri sertifikovanju, te je i broj sertifikovanih proizvođača različit i varira po godinama. Generalno se može reći da je organska proizvodnja u proteklom periodu u BiH imala svoj uzlazni razvojni put (Hadžić, 2010a).

Stanje organske poljoprivrede u Bosni i Hercegovini

Sertifikacijskim programima koji su primijenjeni u BiH od 2001. godine (KRAV, IMO), obuhvaćeno je 43 hektara zemljišta, dok je danas na više od 320 hektara, mada prema drugim međunarodnim izvorima 1.113 hektara je pod organskom proizvodnjom. Veći dio organskih proizvoda se izvozi, a od toga sakupljačka proizvodnja učestvovala je sa 95% od ukupno izvezenih organskih proizvoda. Ova značajna razlika u podacima se javlja jer u BiH postoje različita tijela za sertifikaciju, a ne postoji stvarna komunikacija među njima. Udruženje BETA (Bosnian Environmental Technologies Association) je bilo pokretač razvoja organske proizvodnje u BiH. Od 2001. godine se intenzivira organska proizvodnja, a 2003. godine je osnovano udruženje OK (Organska kontrola) koje ima za cilj dati podršku razvoju organske poljoprivrede u BiH. Isto udruženje je 2004. godine osnovalo prvo sertifikaciono tijelo pod istim nazivom, a cilj je dalji razvoj sertifikacionog programa baziranog na IFOAM standardima. Pored Organske kontrole, još nekoliko sertifikacionih kuća prati i sertifikuje organsku proizvodnju bosansko-hercegovačkih proizvođača.

Tabela 1. Područje i broj sertifikovanih subjekata u BiH (Hadžić, 2010a)

Table 1. Area and number of certified subjects in BiH

Grana poljoprivrede / <i>Branch of agriculture</i>	Broj subjekata (udruženja i preduzeća)
Sakupljačka proizvodnja/ <i>Gathering production</i>	9 (angažovano preko 2.500 ljudi)
Pčelarstvo (<i>Beekeeping</i>)	15
Stočarstvo (<i>Cattle breeding</i>)	4
Prerada i rukovanje / <i>Processing and handling</i>	3
Biljna proizvodnja – individualno / <i>plants production individually</i>	25
Biljna proizvodnja – kolektivno / <i>plants production- collectively</i>	10 (298 farmera)

Pored dobrih prirodnih uslova za bavljenje organskom proizvodnjom u BiH, usitnjeni zemljišni posjedi individualnih poljoprivrednih proizvođača su još jedan od razloga za primjenu organske proizvodnje. Usitnjeni zemljišni posjedi nisu dobar preduslov za bavljenje masovnom proizvodnjom velike količine proizvoda kao što se zahtjeva od konvencionalne poljoprivrede (Lazić i sar., 2014). Za organsku proizvodnju je neophodno i mnogo više manuelnog rada, zato je potreban manji kapital i više neiskorištene radne snage sa kojom BiH takođe raspolaže. Prema podacima Saveza organskih proizvođača FBiH, organska biljna proizvodnja odvija se na ukupno 760 hektara, od čega je sertifikovano 340 hektara a 420 hektara je u konverziji. Ukupan broj

sertifikovanih proizvođača u BiH je 184 (Hadžić, 2010b). U tabeli 1 prikazani su sertifikovani subjekti u Bosni i Hercegovini.

Stanje organske poljoprivrede u Republici Srpskoj

Oblast organske proizvodnje u Republici Srpskoj regulisana je sljedećim zakonskim i podzakonskim aktima:

- Zakonom o organskoj proizvodnji („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 12/13);
- Pravilnikom o metodama organske biljne i stočarske proizvodnje i periodu konverzije („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 57/15);
- Pravilnikom o tehnološkim postupcima prerade u organskoj proizvodnji („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 39/16);
- Pravilnikom o uslovima za rad kontrolnih organizacija i načinu vršenja kontrole u postupku organske proizvodnje („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 77/16);
- Pravilnikom o sadržini, obrascu i načinu vođenja evidencije u organskoj proizvodnji („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 77/16).

Svi akti vezani za organsku proizvodnju, a koji su usvojeni u Republici Srpskoj su djelimično usklađeni sa direktivom 834/2007 i regulativama 889/2008, 882/2004, 1235/2008 i 178/2002. U posljednje dvije godine počinje značajnije da se razvija proizvodnja povrća što do sada nije bio slučaj, a raste i zainteresovanost za organsku stočarsku proizvodnju. Jedan dio proizvođača se bavi i proizvodnjom žitarica i voća, kao i njihovom preradom. Takođe, postoji jedan dio poljoprivrednih proizvođača koji rade po principima organske proizvodnje ali nemaju sertifikovanu proizvodnju. Ministarstvo putem Agencije za agrarna plaćanja Republike Srpske, podstiče organske proizvođače i proizvođače u periodu konverzije, direktno kroz dvije mjere za organsku proizvodnju, a proizvođači mogu ostvariti novčana sredstva podsticaja i za sve ostale mjere propisane Pravilnikom. Strategijom razvoja poljoprivrede i ruralnih područja Republike Srpske za period 2016-2020. godina, planiran je razvoj organske proizvodnje, kao i dodatno podsticanje proizvođača koji se bave organskom proizvodnjom.

U tabelama 2,3,4,5 i 6 je prikazana organska njivska proizvodnja za period od 2014. do 2017. godine u Republici Srpskoj.

Tabela 2. Organska proizvodnja žita u Republici Srpskoj (ha)*
 Table 2. Organic production of grains in the Republic of Srpska

Naziv Name	Godina (Years)			
	2014	2015	2016	2017
Ječam (stočni merkantilni jari) / <i>Barley (field mercantile spring)</i>	14,473	0	157,3453	89,4762
Kukuruz (merkantilni) / <i>Corn mercantile</i>	0,6	0	0	0
Kukuruz (sjemenski) / <i>Corn seed</i>	5,7097	0	130,585	51,7975
Proso (merkantilno) / <i>Millet mercantile</i>	6,4204	0	0	0
Pšenica (merkantilna tvrda ozima) / <i>Wheat winter hard</i>	0	0	5,5	35,125
Pšenica (merkantilna obična ozima) / <i>Wheat mercantile common winter</i>	0	0	18,5381	0
Pšenica (merkantilna tvrda jara) / <i>Wheat mercantile hard</i>	0,7810	0	0	0
Raž merkantilna ozima / <i>Rye mercantile winter</i>	0	0	2,5522	2,5522
Zob merkantilna jara / <i>Oats mercantile</i>	0,4680	0	0	0
Zob merkantilna ozima / <i>Oats mercantile winter</i>	0	0	0,17	0
Ukupno / <i>Total</i>	14,4791	0	157,3453	89,4762

* Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske

U tabeli 2 prikazana je organska proizvodnja žita u Republici Srpskoj za period od 2014. do 2017. godine. U 2015. godini nije bilo organske proizvodnje žita. U 2014. godini organska proizvodnja žita je organizovana na 14,4781 ha, u 2016. godini došlo je do povećanja površina (157,3453 ha), a u 2017. godini organska proizvodnja žita zasnovana je na 89,4762 ha. Najzastupljenije kulture u organskoj proizvodnji su: jari merkantilni stočni ječam, sjemenski kukuruz, a u zadnje vrijeme vlada interes i za merkantilnu ozimu pšenicu i raž.

Tabela 3. Organska proizvodnja industrijskog bilja u Republici Srpskoj (ha)*
 Table 3. Organic production of industrial plants in the Republic of Srpska

Naziv Name	Godina (Years)			
	2014	2015	2016	2017
Lan za proizvodnju tekstila / <i>Flax for textile production</i>	0	0	0	0,7620
Lan za proizvodnju ulja / <i>Flax for oil production</i>	0,5	0	2,7973	0
Ostalo industrijsko bilje / <i>Other industrial plants</i>	5,8328	0	3,8019	0
Soja / <i>Soybean</i>	0	0,5	0	4,8482
Uljana repica merkantilna / <i>Oilseed rape mercantile</i>	0,5	0	0	0
Ukupno / <i>Total</i>	6,8328	0	6,5992	5,6102

* Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske

U tabeli 3 prikazana je organska proizvodnja industrijskog bilja u Republici Srpskoj za period od 2014. do 2017. godine. U 2014. godini organska proizvodnja je organizovana na 6,8328 ha, u 2015. godini 0,5 ha i to samo soja, u 2016. godini 6,5992 ha, a u 2017. godini organska proizvodnja industrijskog bilja zasnovana je na 5,6102 ha. Najzastupljenija kultura u organskoj proizvodnji je soja.

U tabeli 4 prikazana je organska proizvodnja krmnog bilja u Republici Srpskoj za period od 2014. do 2017. godine. U 2014. godini organska proizvodnja je organizovana na 3,8310 ha, u 2015. godini 0,1807 ha, u 2016. godini 21,8232 ha, a u 2017. godini organska proizvodnja krmnog bilja zasnovana je na 105,6986 ha. Najzastupljenija kultura u organskoj proizvodnji je italijanski ljulj.

Tabela 4. Organska proizvodnja krmnog bilja u Republici Srpskoj (ha)
Table 4. Organic production of fodder in the Republic of Srpska

Naziv Name	Godina (Years)	2014	2015	2016	2017
Italijanski ljulj / Italian Rye grass		0	0	0	84,3993
Prirodne livade / Natural meadows		0	0	2,5177	0,0500
Vještačke livade / Artificial meadows		0,6780	0	18,8853	21,2493
Lucerka / Lucerne		3,1530	0,1807	0,4202	0
Ukupno / Total		3,8310	0,1807	21,8232	105,6986

* Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske

U tabeli 5 prikazana je organska proizvodnja povrća u Republici Srpskoj za period od 2013. do 2017. godine. U 2013. godini zasnovane površine sa organskim povrćem su iznosile 0,4679 ha, u 2014. godini je došlo do značajnijeg povećanja površina (21,7935 ha), u 2015. godini su smanjene površine, 1,2310 ha.

Tabela 5. Organska proizvodnja povrća u Republici Srpskoj (ha)*
Table 5. Organic production of vegetables in the Republic of Srpska

Naziv	Godina (Years)	2013	2014	2015	2016	2017
Grašak / Pea		0	8,0583	0	0	0
Krompir-merkantilni <i>Potatoes mercantile</i>		0,2000	0,7000	0	0	0
Kupus / Cabbage		0,1863	0,1863	0	0	0
Paprika / Sweet pepper		0,0372	12,5555	0	0	0
Mješovito povrće-bašte <i>Mixed vegetables - gardens</i>		0	0,1840	1,0310	18,0899	9,3846
Mješovito povrće-zaštićeni proctor <i>Mixed vegetables – confined space</i>		0,0444	0,1094	0,2000	2,5000	1,2000
Ukupno / Total		0,4679	21,7935	1,2310	20,5899	10,5846

* Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske

Na smanjenje površina sa organskim povrćem u 2015. godini uticale su poplave koje su zahvatile područja gdje je zastupljena povrtlarska proizvodnja. U 2016. godini 20,5899 ha je bilo sa organskim povrćem, a u 2017. godini organska proizvodnja povrća zasnovana je na 10,5846 ha. Najzastupljenija kultura u organskoj proizvodnji su grašak i paprika. U tabeli 6 prikazana je organska proizvodnja ljekovitog, začinskog i aromatičnog bilja u Republici Srpskoj za period od 2013. do 2017. godine. U 2014. godini proizvodnja je zasnovana na 0,8922 ha, u 2015. godini 3,8922 ha, u 2016. godini

4,7500 ha, a u 2017. godini organska proizvodnja zasnovana je na 12,4980 ha. Najzastupljenije kulture u organski proizvodnji su nana, hajdučka trava i crna slačica.

Tabela 6. Organska proizvodnja ljekovitog, začinskog i aromatičnog bilja u R. Srpskoj (ha)

Table 6. Organic production medicinal herbs, spices and aromatic herbs in the Republic of Srpska

Naziv Name	Godina (Years)			
	2014	2015	2016	2017
Crna slačica (<i>Black mustard</i>)	0	0	0	3,6529
Hajdučka trava (<i>Common yarrow</i>)	0	0	0,2500	0,2500
Kopriva (<i>Nettles</i>)	0	0	0	4,1032
Lavanda (<i>Lavender</i>)	0	0	0,3500	0
Matičnjak (<i>Lemon balm</i>)	0,6991	0,6991	0,0500	0
Nana (<i>Mentha</i>)	0,1931	3,1931	3,0000	3,5224
Smilje (<i>Immortelle</i>)	0	0	1,1000	0
Ukupno (<i>Total</i>)	0,8922	3,8922	4,7500	12,4980

* Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske

Zaključak

Organska proizvodnja predstavlja oblast visokog potencijala i to kako u pogledu povećanja površina pod organski gajenim proizvodima, tako i u pogledu dodate vrijednosti, koju ovi proizvodi ostvaruju. Unapređenje ove vrste proizvodnje, stvara povoljne uslove za povećanje vrijednosti izvoza i pozicioniranje na međunarodnom tržištu. Da bi se povećale površine sa organskom proizvodnjom neophodna je pomoć kako države, tako i promjene same svijesti cjelokupnog stanovništva, ali prije svega mladih ljudi. Država treba da daje olakšice za poljoprivredu, donacije, subvencije, mora da se kreira povoljna klima za razvoj poljoprivrede. U Republici Srpskoj je urađeno dosta toga na polju pravne regulative, ali je potrebno dodatno ulaganje u obrazovanje, edukaciju i finansijsku podršku poljoprivrednih gazdinstava.

Literatura

- Bogdanović M., Milić V. (2007). Proizvodnja zdrave hrane u ruralnim područjima – uzgoj heljde. Naučni skup Poljoprivrednog fakulteta Istočno Sarajevo, Tematski zbornik, 372-378.
- Đurđić I., Jakišić T., Govedarica B., Milić V. (2017). Uljana repica – medonosna biljka. Zbornik radova i sažetaka sa drugog kongresa o pčelarstvu i pčelinjim proizvodima – sa međunarodnim učešćem – Pčelarstvo ipčelinji proizvodi, Gradačac, 41-46.
- Hadžić A. (2010a). Potencijali Bosne i Hercegovine za organski sistem proizvodnje hrane. Zbornik radova, BioBalkanExpo, 66-74.
- Hadžić A. (2010b). Organska proizvodnja i uloga Asocijacije - ORGANSKO u Bosni i Hercegovini. BioPlanet, BOOK, Vol 1., 68-75.

- Kovačević D., Milić V. (2010). Savremeni pravci poljoprivrede u funkciji održivog razvoja, Međunarodni naučni skup AgroSym, Jahorina, 1-11.
- Kovačević D., Dolijanović Ž., Oljača Snežana, Milić Vesna (2007): Organska proizvodnja alternativnih vrsta ozime pšenice. Poljoprivredna tehnika, God. XXXII, No. 4, 39-46.
- Kovačević D., Oljača S., Dolijanović Ž., Jovanović Ž., Milić V. (2005). Upravljanje prirodnim resursima i proizvodnja zdravstveno bezbedne hrane u brdsko-planinskom regionu Srbije. Tempo, Čačak. Traktori i pogonske mašine, Vol. 10. No2, str. 245-250.
- Kovačević D., Lazić B., Milić V. (2011). Uticaj poljoprivrede na životnu sredinu., Međunarodni naučni skup AgroSym, Jahorina, 34-47.
- Lazić B., Mentov A., Vladislavljević A., Tanović N., Salčinović A. (2014). Organska proizvodnja u prekograničnom području Republike Srbije i Bosne i Hercegovine. BIZZ, Beograd, 1-114.
- Milić V., Jakišić T., Vujadinović D., Đurđić I. (2017). Zakonski propisi kontrola i bezbjednost hrane u Bosni i Hercegovini. In Proceedings of V International Congress “Engineering, Environment and Materials in Processing Industry“. Book of proceedings Faculty of Tehnology Zvornik, University of East Sarajevo, 157-165.
- Milić V., Đurđić I. (2011). Ratarska proizvodnja u brdsko-planinskim područjima istočnog dijela Republike Srpske. Međunarodni naučni skup „AgroSym 2011“, 502-506.
- Milić V., Petronić S. (2007). Ekonomski značaj ljekovitog bilja za stanovništvo planinskih predjela Republike Srpske. Naučni skup Poljoprivrednog fakulteta Istočno Sarajevo, Tematski zbornik, 106-111.
- Oljača S., Kovačević D., Dolijanović Ž., Milić V. (2014). Organic agriculture in terms of sustainable development of Serbia, Fifth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2014“, 34-44.

POTENTIAL OF ORGANIC AGRICULTURE IN BOSNIA AND HERZEGOVINA WITH SPECIAL ACCENT ON REPUBLIK OF SRPSKA

Saša Lalić¹, Vesna Milić, Branka Govedarica, Siniša Berjan

Abstract: Organic production, as a part of agricultural production is considered to be the most perspective activity for further growth and increase of export in developed countries, primarily because of its significantly higher price compared to conventional products, but also the natural potential our country has compared to other countries. However, in reality it is hard to find the evidence that these strategic intentions are being realized. In the last two years the production of vegetables is beginning to significantly develop, which was not the case earlier. A part of manufacturers is performing the production of both grains and fruits, as well as their processing. So far, the greatest part of organically produced products is placed on foreign market. The real state of organic agriculture in Republic of Srpska can be seen by analyzing the available data.

Key words: organic production, potential, grains, vegetables, medicinal herbs, fodder plants

¹ Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Srpska, Trg Republike Srpske 1, Banja Luka, Republika Srpska, BiH;

² Faculty of Agriculture, University of East Sarajevo, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Republika Srpska, BiH (vesnamlc@yahoo.co.uk);

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DRAGON'S HEAD (*LALLEMANTIA IBERICA* FISCH.) LEAVES UNDER CHEMICAL, ORGANIC AND BIO FERTILIZERS

Shayesteh Maddahi¹, Amir Rahimi^{1}, Sina Siavash Moghaddam¹,
Latifeh Pourakbar², Jelena Popović-Djordjević³*

Abstract: Dragon's head is an important medicinal and aromatic plant which is cultured in different part of Iran, mainly in North West of the country. This work aimed to study the antioxidant activity of the plant leaves, affected by chemical, organic and bio fertilizers. The trial was conducted at the Experimental Fields of Agronomy Department, at Urmia University, during 2016-2017. Total phenolic content, total flavonoid content and DPPH radical scavenging activity were determined. According to the results organic and bio fertilizers enhanced measured antioxidant traits in comparison with chemical fertilizer and control. In conclusion to consider organic agriculture, application of the fertilizers is recommended to improve antioxidant activity of the plant leaves.

Key words: Dragon's dead leaves, flavonoids, phenols, sustainable agriculture

Introduction

Synthetic antioxidants are highly volatile and instable at elevated temperature. The strict legislation on the use of synthetic food additives, carcinogenic nature of some synthetic antioxidants, and consumer preferences have shifted the attention of manufacturers from synthetic to natural antioxidants. Most of these natural antioxidants come from different plant species. Due to toxicological concerns of synthetic antioxidants (Nakatani, 2000) phenolic compounds in medicinal and aromatic plants were used to minimize or retard lipid oxidation in lipid-based food products. Medicinal and aromatic plants are the richest sources of antioxidant compounds (Sies et al., 1992). Currently, a significant number of pioneer drugs are separated, purified from plants which contained bioactive compounds against a number of different diseases. The World Health Organization (WHO) reported that approximately 80% of the world's population remain depending on a wide range of traditional medicines (Alam et al., 2011).

Dragon's head (*Lallemantia Iberica* Fisch.) has been cultivated from the prehistoric times in Southwestern Asia and Southeastern Europe (Shafiee et al., 2009). The methanolic extract of the plant has shown antinociceptive effect in male rats. The

¹Urmia University, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, 11 Km of Sero Highway, 5756151818 Urmia, Iran (emir10357@gmail.com)

²Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, 11 Km of Sero Highway, 575615181 Urmia, Iran

³University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Department of Chemistry and Biochemistry, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia (jelenadi@agrif.bg.ac.rs)

essential oil of the plant, explained that *p*-cymene (22.1%), isophytol (19.8%) and *t*-cadinol (11.1%) were the major constituents (Golshani and Mohammadi, 2015). Antioxidant activity properties of the plants fluctuate with growth parameters and environmental factors (McCune and Johns, 2007).

For optimum plant growth, nutrients must be available in sufficient and balanced quantities. Soils contain natural reserves of plant nutrients, but these reserves are largely in forms unavailable to plants, and only a minor portion is released each year through biological activity or chemical processes. This release is too slow to compensate for the removal of nutrients by agricultural production and to meet crop requirements. Therefore, fertilizers are designed to supplement the nutrients already present in the soil. The use of chemical fertilizer, organic fertilizer or bio-fertilizer has its advantages and disadvantages in the context of nutrient supply, crop growth and environmental quality. The advantages need to be integrated in order to make optimum use of each type of fertilizer and achieve balanced nutrient management for crop growth (Chen, 2006). Using biofertilizers that contain different microbial strains has led to a decrease in the use of chemical fertilizers and has provided high quality products free of harmful agrochemicals for human safety (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). There is accumulating scientific evidence that vermicomposts can influence the growth and productivity of plants significantly (Edwards, 1998).

There is no data about the leaves antioxidant activity of Dragon's head. The main goal of this work was to investigate the antioxidant activity of the plant leaves under Urmia condition (West Azerbaijan, Iran) affected by chemical, organic, and bio fertilizers. The extracts of Dragon's head leaves were investigated to define the total amount of phenol, flavonoid, DPPH radical scavenging activity.

Material and methods

The trial was conducted at the experimental fields (37.53° N/45.08° E, and 1320m a.s.l.) of the Agronomy Department, Faculty of Agriculture and the Lab of Biology Department, Urmia University, during 2016-2017, prepared in three replications with plots of an area of 4m². The land was plowed at the optimum moisture level (field capacity) and leveled. Chemical fertilizers, cattle manure, vermicompost, humic acid, and thiobacillus were applied at pre sowing time, according to soil analysis and furrowed (50 cm). The seeds for sowing were obtained from the South of West Azerbaijan Province, Iran. The seeds were sowed in two sides of the rows in late autumn. The field was irrigated regularly depending on weather conditions and development stage of plants. Nitrogen fertilizer also used during vegetative phase according to soil analysis, two times. Irrigation was conducted depending on plants need. Harvestings were done during early June. To investigate antioxidant activity the leaves of the plant were investigated.

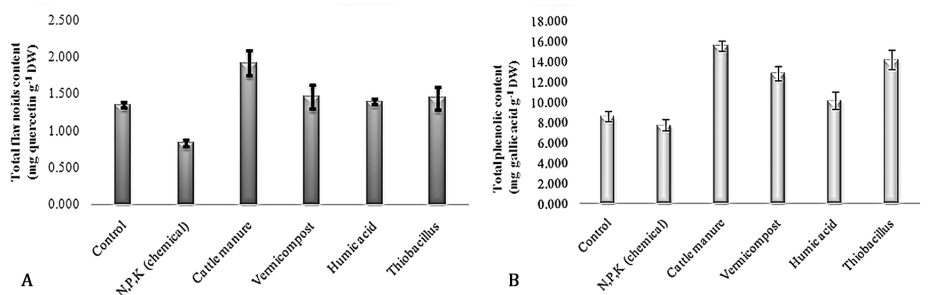
The leaves were dried and powdered with a grinder. Methanol used as extraction solvent. Extraction procedure involved the addition of 25 mL solvent to 2 g sample and shaking the samples for 60 min at low speed and then the extract was passed through Whatman filter paper No.1 (Whatman Ltd., England). Extraction was performed twice more with magnetic stirring for 60 min. The solutions were sealed and stored at 4°C

until experiments in the dark. Light exposure was avoided during the extraction process (Farnad et al., 2014).

Total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC) and the free radical scavenging activity (DPPH) of plant extracts were determined as we described in our previous work (Taghipour et al., 2016).

Results and discussion

According to the results, total phenolic content was in the range from 7.71 to 15.46 mg gallic acid g^{-1} of dry weight (DW) (Graph. 1A). The highest and lowest content were recorded from cattle manure and chemical fertilizers respectively. In terms of the character, after cattle manure, vermicompost, thiobacillus and humic acid, respectively showed acceptable results. The increase in production of secondary metabolites under organic fertilization in the present study might be due to high in micronutrients content in the organic fertilizer used. Plants grown under organic agricultural conditions are reported to have higher micronutrient content in more cases than conventionally grown plants (Weibel et al., 1998; Ibrahim and Jaafar, 2011). A high content of total phenols was recorded in certain crops grown organically than the crops grown by conventional farming (Upadhyaya et al., 2010). Further, the organically grown medicinal and aromatic plants are not only readily acceptable in global market but also fetch premium prices than those grown by conventional farming. Organic fertilizers significantly affected all the measured characters except total phenols and antioxidant capacity compared to chemical fertilizers and the control (Ayyobi and Peyvast, 2014).



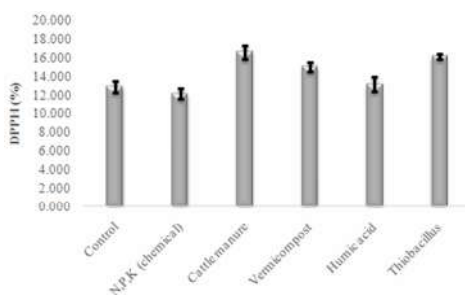
Graf. 1. Sadržaj A) ukupnih fenola (mg galne kiseline g^{-1} sm) i B) ukupnih flavonoida (mg kvercetina g^{-1} sm) u lišću biljke zmajeva glava tretiranog različitim vrstama đubriva

Graph. 1. Mean comparison of A) total phenols content (mg gallic acid g^{-1} DW) and B) total flavonoids content (mg quercetin g^{-1} DW) treated with different fertilizer sources in dragon's head leaves

Sristisri et al. (2010), in a trial about *Adhatoda vasica*, found that total phenolic content was highest in the samples collected from the cow dung regime. Phenolic compounds act as antioxidants, because of the reactivity of the phenol moiety. This

capacity is depended mainly on their phenolic composition. It is illustrious that the compounds contribute to quality and nutritional value in terms of changing color, taste, aroma, and flavor (Vaya et al, 1997). Several studies showed a correlation between antioxidant activity and phenolic and flavonoid contents (Luximon-Ramma et al., 2002).

The highest and lowest content of TFC, expressed as mg quercetin g⁻¹ DW, were recorded from cattle manure (1.92) and chemical fertilizers (0.83) respectively (Graph. 1B). In terms of total flavonoids content, after cattle manure, thiobacillus, vermicompost and humic acid, respectively showed desirable results. The flavonoids are group of phenolic compounds having bioactive properties. Saikia and Upadhyaya (2011) reported that the total phenol and total flavonoid content was highest in the plants from vermicompost treated soil. Sristisri et al. (2010) revealed that total flavonoid content also presented highest in the samples collected from the cow dung. The higher concentrations of phenolic component can be explained by the role of organic fertilizers in the biosynthesis which induces the acetate shikimate pathway, resulting in higher production of flavonoids and phenolic components (Sousa et al., 2008). Literature data indicate that application of bio-fertilizers combined with chemical N fertilizer have positive impact on the yield, carbohydrates and flavonoids content (Hellal et al. 2011; Aly et al. 2015; Gendy et al. 2013).



Graf. 2. Antioksidativna aktivnost (DPPH, %) lišča biljke zmajeva glava tretirane različitim vrstama đubriiva

Graph. 2. Mean comparison of DPPH radical scavenging activity (%) treated with different fertilizer sources in dragon's head leaves

The highest and lowest DPPH radical scavenging activity (%) was recorded in the leaves from cattle manure (16.62 %) and chemical fertilizers (12.25%), respectively (Graph. 2). In terms of DPPH radical scavenging activity, after cattle manure, vermicompost and thiobacillus, respectively showed admissible results. Saikia and Upadhyaya (2011) proved that the DPPH radical scavenging activity was highest in the plants from compost treated soil. Ibrahim et al., (2013) indicated that the DPPH values were found to be highest under organic fertilization (47.28%) and lowest under inorganic fertilization (40.21%). The results imply that the usage of organic fertilizer can enhance the radical scavenging activity in *Labisia pumila* and high fertilizer rates could significantly reduce the DPPH radical scavenging activity of the medicinal plant.

Conclusion

The results of present study, showed that application of organic and bio-fertilizers increased the total phenol content, total flavonoid content and DPPH radical scavenging activity in the leaves of dragon's head. Substituting of mineral fertilizers by organic and bio-fertilizer is recommended for increasing the antioxidant activity of the plant leaves.

References

- Alam, G., Singh, M.P., Singh, A. (2011). Wound healing potential of some medicinal plants. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 9(1), 136-145.
- Aly, M.S., EL-Shahat, A.Z.N., Naguib, N.Y., Said-Al Ahl, H.A., Zakaria, A.M., Dahab, M.A. (2015). Effect of nitrogen and/or bio-fertilizer on the yield, total flavonoids, carbohydrate contents, essential oil quantity and constituents of dill plants. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4.
- Ayyobi, H., Peyvast, G.A. (2014). The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3(4), 147-153.
- Chen, J. H. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. In: International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use. Land Development Department Bangkok, Thailand, p. 20
- Edwards, C.A. (1998). The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes.
- Farnad, N., Heidari, R., Aslanipour, B. (2014). Phenolic composition and comparison of antioxidant activity of alcoholic extracts of Peppermint (*Mentha piperita*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 8(2), 113-121.
- Gendy, A.S., Said-Al Ahl, H.A., Mahmoud, A.A., Mohamed, H.F. (2013). Effect of nitrogen sources, bio-fertilizers and their interaction on the growth, leaves yield and chemical composition of guar plants. *Life Science Journal*, 10(3), 389-402.
- Golshani, Y., Mohammadi S. (2015). Evaluation of antinociceptive effect of methanolic extract of *Lallemantia iberica* in adult male rats. *Armaghan Danesh*. 19(12), 1058-1068.
- Hellal, F.A., Mahfouz, S.A., Hassan, F.A.S. (2011). Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens* L.) plant. *Agriculture and Biology Journal of North America* 2(4), 652-660.
- Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z. (2011). Photosynthetic capacity, photochemical efficiency and chlorophyll content of three varieties of *Labisia pumila* Benth. exposed to open field and greenhouse growing conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33(6), 2179-2185.
- Luximon-Ramma, A., Bahorun, T., Soobrattee, M.A., Aruoma, O.I. (2002). Antioxidant activities of phenolic, proanthocyanidin, and flavonoid components in extracts of *Cassia fistula*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(18), 5042-5047.

- Mahfouz, S.A., Sharaf-Eldin, M.A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21(4), 361-366.
- McCune, L.M., Johns, T. (2007). Antioxidant activity relates to plant part, life form and growing condition in some diabetes remedies. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(3), 461-469.
- Nakatani, N. (2000). Phenolic antioxidants from herbs and spices. *Biofactors*, 13(1-4), 141-146.
- Núñez, D.R., De Castro, C.O. (1992). Palaeoethnobotany and archaeobotany of the Labiatae in Europe and the near East. *Advances in Labiatae Science*. Royal Botanic Gardens, Kew, 437.
- Saikia, L.R., Upadhyaya, S. (2011). Antioxidant activity, phenol and flavonoid content of *A. racemosus* Willd. a medicinal plant grown using different organic manures. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2, 457-463.
- Shafiee, S.S., Motlagh, A.M., Minaee, S., Haidarbigi, K. (2009). Moisture dependent physical properties of dragon's head leaves (*Lallemantia iberica*). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
- Sies, H., Stahl, W., Sundquist, A. R. (1992). Antioxidant functions of vitamins: vitamins E and C, beta carotene, and other carotenoids. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 669(1), 7-20.
- Sousa, C., Pereira, D.M., Pereira, J.A., Bento, A., Rodrigues, M.A., Dopico-García, S., Andrade, P.B. (2008). Multivariate analysis of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *costata* DC) phenolics: influence of fertilizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(6), 2231-2239.
- Sristisri, U., Elija, K., Saikia, L.R. (2010). Comparison of total phenol and flavonoid content in *Adhatoda vasica* Nees. grown using different organic manure. *Journal of Pharmacy Research*, 3(10), 2408-2409.
- Taghipour, S., Rahimi, A., Mohammad Reza Zartoshti, Pourakbar, L. (2016). Effects of some micronutrients on antioxidant activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *COMU Journal of Agriculture Faculty*, 4 (2), 75–8
- Upadhyaya, S., Khatiwora, E., Saikia, L. R. (2010). Comparison of total phenol and flavonoid content in *Adhatoda vasica* Nees.- grown using different organic manure. *Journal of Pharmacy Research*, 3(6), 4330-4334.
- Vaya, J., Belinky, P. A., Aviram, M. (1997). Antioxidant constituents from licorice roots: isolation, structure elucidation and antioxidative capacity toward LDL oxidation. *Free Radical Biology and Medicine*, 23(2), 302-313.
- Weibel, F. P., Bickel, R., Leuthold, S., Alföldi, T. (1998). Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. In XXV International Horticultural Congress, Part 7: *Quality of Horticultural Products* 517 (pp. 417-426).

**ANTIOKSIDANTNA AKTIVNOST LIŠĆA ZMAJEVE GLAVE
(LALLEMANTIA IBERICA FISCH.) TRETIRANE HEMIJSKIM,
ORGANSKIM I BIOLOŠKIM ĐUBRIVIMA**

Shayesteh Maddahi¹, Amir Rahimi^{1}, Sina Siavash Moghaddam¹,
Latifeh Pourakbar², Jelena Popović-Djordjević³*

Izvod

"Zmajeva glava" je važna lekovita i aromatična biljka koja se uzgaja u različitim dijelovima Irana, uglavnom na severozapadu zemlje. Cilj ovog rada bio je da se ispita antioksidativna aktivnost lišća biljaka koje su tretirane hemijskim, organskim i biološkim đubrivima. Ispitivanje je sprovedeno na eksperimentalnom polju odseka za agronomiju, na Univerzitetu Urmia (Urmia, Iran) tokom 2016-2017 godine. Određen je ukupni sadržaj fenola, ukupni sadržaj flavonoida i aktivnost vezivanja DPPH radikala. Prema dobijenim rezultatima, organska i biološka đubriva povećavaju antioksidativne osobine lišća u poređenju sa hemijskim đubrivima i kontrolom. Imajući u vidu principe organske poljoprivrede, preporučuje se primena organskih i bioloških đubriva kako bi se poboljšala antioksidativna aktivnost lišća biljaka.

Ključne reči: lišće zmajeve glave, flavonoidi, fenoli, održiva poljoprivreda

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, 11 Km of Sero Highway, 5756151818 Urmia, Iran (ss.moghaddam@urmia.ac.ir)

²Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, 11 Km of Sero Highway, 575615181 Urmia, Iran

³Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Katedra za hemiju i biohemiju, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija

BIOGENOST ZEMLJIŠTA TRAVNJAKA BRDSKO-PLANINSKOG PODRUČJA GRADA KRUŠEVCA

Snežana Anđelković¹, Snežana Babić¹, Tanja Vasić¹, Jordan Marković¹, Dragan Terzić¹, Jasmina Milenković¹, Mirjana Petrović¹

Izvod: U cilju kontrole kvaliteta zemljišta pod prirodnim i sejanim travnjacima brdsko-planinskog područja Grada Kruševca i proizvodnje zdravstveno ispravne hrane na ovim terenima određivana su hemijska svojstva i ukupna brojnost mikroorganizama. Mikroorganizmi su najbrojnija grupa organizama u celokupnoj metabolitičkoj aktivnosti zemljišta i predstavljaju dobre indikatore zdravlja zemljišta, pošto brzo reaguju na promene u zemljišnom ekosistemu. Ispitano je osam uzoraka zemljišta sa sejanih i dvanest uzoraka sa prirodnih travnjaka sa različitih lokacija. Na terenima ovog regiona prisutna su zemljišta različitih fizičkih, hemijskih i mehaničkih svojstava koja se uglavnom karakterišu povećanom kiselošću sa prosečnim sadržajem humusa, pri čemu se ukupna brojnost mikroorganizama kretala u rasponu od 6,401 do 7,300 (log broja).

Ključne reči: zemljište, travnjaci, mikroorganizmi

Uvod

Struktura zemljišta je dinamično svojstvo i služi kao pokazatelj njegove plodnosti i utiče na vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta (Belić i sar., 2004; Pagliali et al., 2004). Osnovni elementi plodnosti zemljišta su hranljive materije u lakopristupačnom obliku, voda, vazduh i toplota za razvoj korenovog sistema i životnu aktivnost mikroorganizama (Dugalić i Gajić, 2012). Intenziviranje proizvodnje, bez adekvatnog ulaganja u održivost sistema, rezultira gubitkom plodnosti zemljišta koje se dalje manifestuje kao smanjenje prinosa (Pathak et al., 2009). Glavni procesi vezani za gubitak i degradaciju zemljišta na teritoriji Srbije su: gubitak organske materije zemljišta, različiti oblici zagađivanja, acidifikacija i zasljanjivanje, kao i sabijanje poljoprivrednog zemljišta (Ličina et al., 2011).

Na području Grada Kruševca zastupljen je pravi mozaik tipova zemljišta, formiranih pod uticajem specifičnih pedogenetskih činilaca (geoloških, geomorfoloških, hidroloških, klimatskih i biogeografskih), koji su stavili svoj pečat na izgled, osobine, proizvodne i potencijalne vrednosti zemljišta. Kruševački kraj raspolaže sa preko 5 hiljada hektara pod livadama i pašnjacima. Stanje travnjaka i zemljišta na kome se oni prostiru zavise od pristupa farmera i primenjenih agrotehničkih mera. Dosadašnja istraživanja su pokazala da je proizvodnja biomase na prirodnim travnjacima niska, da je visoko učešće korovskih i drugih nepovoljnih vrsta i nisko učešće leguminoza i kvalitetnih trava, da se oni nepravilno koriste i predstavljaju nedovoljno iskorišćen resurs. Prema Erić i sar. (2016) višegodišnji sejani travnjaci, kao i prirodni koji se karakterišu kao stalni, imaju sposobnost obavljanja kako simbiotskog, tako i

¹Institut za krmno bilje Kruševac, Globoder bb, Kruševac, Republika Srbija (snezana.andjelkovic@ikbks.com);

nesimbiotskog vezivanja atmosferskog azota. Kod nedubrenih prirodnih travnjaka, posebno livada, skoro da su jedini izvor za obezbeđenje ekosistema ovim elementom.

Kao najznačajnija karika u celokupnoj metaboličkoj aktivnosti zemljišta, mikroorganizmi su uključeni u brojne biološke procese, te njihova aktivnost reflektuje plodnost zemljišta (Milošević, 2008). Ukupan broj mikroorganizama u određenom ekosistemu smatra se jednim od pokazatelja biogenosti zemljišta (Redžepović et al. 1991). Brojnost i raznolikost mikroorganizama u zemljištu je pod uticajem fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta, kao što su pH, količina i vrsta organske materije, režim vazduh-voda i toplinski režim, struktura i mehanički sastav zemljišta, itd. Mikrobne zajednice zemljišta su odgovorne za ciklus ugljenika (C) i drugih hranljivih materija, uključujući održavanje poroznosti zemljišta travnjaka, plodnosti, u razgradnji prirodne organske materije i mineralizacije hranljivih elemenata (van Eekeren et al, 2007; Castro et al., 2010).

Cilj istraživanja bio je da se na osnovu hemijskih osobina i ukupne brojnosti mikroorganizama ispita kvalitet zemljišta pod prirodnim i sejanim travnjacima na terenima iznad 500 m nadmorske visine na području Grada Kruševca.

Materijal i metode rada

Uzorkovanje zemljišta vršeno sa prirodnih i sejanih travnjaka brdsko-planinskog područja Grada Kruševca tokom jeseni 2018. godine. Uzorci su uzeti sondom na dubini od 0 do 25 cm jer je brojnost mikroorganizama najveća u površinskom sloju zemljišta. Hemijska svojstva zemljišta određena su standardnim metodama u agrohemijskoj laboratoriji Instituta za krmno bilje Kruševac. Osam uzorka je uzeto sa sejanih travnjaka i ovi uzorci su obeleženi oznakama S1-S8, a 10 sa prirodnih i oni imaju oznake od P1-do P10.

Biološka aktivnost zemljišta (biogenost) praćena je na osnovu ukupne brojnosti mikroorganizama. Ukupan broj mikroorganizama određen je na agarizovanom zemljišnom ekstraktu indirektnim dilucionim metodskim postupkom, zasejavanjem zemljišne suspenzije iz 10^{-6} razređenja. Broj izraslih kolonija preračunat je na 1 gram apsolutno suvog zemljišta (Jarak i Đurić, 2006).

Rezultati dobijeni u toku istraživanja obrađeni su statističkim programom StatSoft STATISTICA 8.0. Značajnost razlike između brojnosti mikroorganizama zemljišta sa ispitivanih travnjaka određena je na osnovu Fisher-ovog LSD testa.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati urađenih analiza pokazuju da su svi ispitivani uzorci zemljišta kisele reakcije: 9 uzoraka pokazuje ekstremno kiselu i 11 uzoraka umereno kiselu hemijsku reakciju (Tabela 1). Uzorkovana zemljišta su srednje i visoko snabdevena azotom. Sadržaj fosfora u zemljištima ispitivanih travnjaka je uglavnom nizak. U pet uzoraka zemljišta zabeležen je nizak sadržaj kalijuma, dok su ostali uzorci srednje i visoko obezbeđeni ovim elementom. Sadržaj humusa se kretao u intervalu od 0,62 % do 4,95 %, pri čemu je najveći broj uzoraka u kategoriji srednje humusnih zemljišta.

Tabela 1. Hemijska struktura i ukupna brojnost mikroorganizama (log broja) analiziranih zemljišta

Table 1. The chemical composition and the total microflora (log of number) of studied soils

Uzorci The samples	pH		N %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Humus %	UB m.o. Total number of microbes (log of number)
	H ₂ O	KCl					
S1	6,45	5,37	0,32	0,32	4,40	1,40	7,300 ^a
S2	6,00	5,15	0,20	0,20	4,00	2,26	7,279 ^a
S3	5,95	5,00	0,18	0,18	17,80	2,51	7,230 ^b
S4	6,17	5,06	0,22	0,22	5,30	1,34	7,176 ^c
P1	5,78	4,62	0,18	0,18	4,00	2,30	7,114 ^d
P2	5,44	4,78	0,24	0,24	16,90	2,33	7,079 ^d
P3	6,25	5,00	0,14	0,14	4,50	0,62	7,079 ^d
P4	6,10	5,01	0,13	0,13	4,90	2,31	7,041 ^e
P5	5,75	4,84	0,14	0,14	4,50	2,19	7,000 ^f
S5	5,79	4,72	0,11	0,11	10,50	1,86	7,000 ^f
S6	5,64	4,44	0,22	0,22	5,10	2,45	6,978 ^{f,g}
P6	5,84	4,65	0,15	0,15	4,80	2,40	6,955 ^g
P7	5,73	4,43	0,17	0,17	5,60	2,83	6,954 ^{gP6}
P8	5,81	4,54	0,37	0,37	4,20	4,95	6,903 ^h
P9	5,35	4,47	0,10	0,10	4,10	4,85	6,845 ⁱ
S7	5,54	4,26	0,21	0,21	4,20	3,03	6,778 ⁱ
P10	5,77	4,10	0,21	0,21	4,40	1,25	6,699 ^k
S8	5,27	4,04	0,08	0,08	4,00	2,07	6,602 ^l
P11	5,35	4,19	0,13	0,13	10,30	1,21	6,477 ^m
P12	5,45	4,20	0,08	0,08	4,10	2,17	6,401 ⁿ

*Ista slova u superskriptu ukazuju odsustvo statistički značajne razlike prema Fisher's LSD test ($p < 0.05$)

Mean values with the same superscript(s) are not significantly different according to Fisher's LSD test ($p < 0.05$)

Reakcija zemljišta je važan agrohemijski indikator jer ima snažan uticaj na rast biljaka, na režim i biološku dostupnost hranljivih materija i na način na koji hranjivi joni dolaze do korena biljke. Upravo zbog te činjenice reakcija zemljišta se smatra jednom od najvažnijih karakteristika sredine (Pislea and Sala, 2012). Kiselost zemljišta

direktno utiče na mobilnost hranljivih elemenata, tj. uslovljava njihovu pristupačnost za biljke, ali isto tako uslovljava sastav mikrobne populacije zemljišta (Tintor i sar., 2009).

Zemljišta kisele reakcije odlikuju se malom mikrobiološkom aktivnošću i rizosfera je ograničena na plitku površinsku zonu i sa povećanjem kiselosti smanjuje se biomasa mikroorganizama (Miličić i Jarak, 2008). Rezultati naših istraživanja pokazuju da brojnost mikroorganizama opada sa povećanjem kiselosti zemljišta što je u saglasnosti sa literaturnim podacima (Milošević i sar., 2007; Diaz-Ravina et al., 1998). Najveća brojnost je zabeležena u zemljištu pH_{KCl}-5,37 sa sejanog travnjaka (S1) – 7, 300 (log broja), dok je najniži broj mikroorganizama bio u zemljištu ekstremno kisele reakcije sa prirodnog travnjaka P11. Nije bilo statistički značajne razlike između brojnosti mikroorganizama sejanih travnjaka S1 i S2. Drugu homologu grupu čine uzorci sa prirodnih travnjaka P1, P2 i P3. Zemljište sa sejanog travnjaka S6 prema brojnosti mikroorganizama se ne razlikuje statistički značajno u odnosu na uzorke sa travnjaka P5 i S5. Takođe, uzorak zemljišta sa travnjaka S6 pripada homologoj grupi koju čine i uzorci sa prirodnih travnjaka P6 i P7 (Tabela 1). Brojnost i sastav populacija mikroorganizama u zemljištu rezultat je interakcija između tipa zemljišta, biljne vrste i lokalizacije mikroorganizma u rizosferi (Marschner et al., 2001).

Kiselost zemljišta i organska materija predstavljaju limitirajuće faktore za opstanak mikroorganizama u zemljištu. Organska materija zemljišta se smatra indikatorom plodnosti zemljišta i jednom od komponenti održivosti i stabilnosti biosfere (Slepetiene and Slepetus, 2005). Pošto većina mikroorganizama koji žive u zemljištu, za svoje potrebe zahteva organske izvore hranjivih elemenata i energije, opšte je pravilo da zemljišta sa većom količinom organske materije sadrže i veći broj mikroorganizama. U našim istraživanjima zemljišta sejanih i prirodnih travnjaka su uglavnom sa srednjim sadržajem humusa, ali je većina zemljišta ekstremno kisela i kisela, a u takvim uslovima nastaje kiseli humus, tj. ne postoje uslovi za njegovu mineralizaciju. Način korišćenja zemljišta i primena odgovarajućih agrotehnočkih i meliorativnih mera može uticati pozitivno ili negativno na mikrobiološku aktivnost, a što se neposredno odražava i na plodnost zemljišta. Milošević et al. (1994) navode da je unošenje CaCO₃ radi popravke kiselih zemljišta povoljno uticalo na mikrobiološku aktivnost u sloju zemljišta do 30 cm.

Zaključak

U cilju sprečavanja degradacije zemljišta na ovim terenima neophodno je korišćenje travnjaka uz primenu odgovarajućih mera zaštite i uredjenja. Dostupnost elemenata koji učestvuju u ishrani biljaka je u direktnoj vezi sa mikrobiološkom aktivnošću zemljišta, jer svi procesi prelaska iz teže u lakopristupačne forme, upravo nastaju zahvaljujući mikroorganizmima. Kiselost zemljišta uz organsku materiju predstavlja jedan od najrelevantnijih faktora koji utiče na brojnost mikroorganizama u zemljištu. U zavisnosti od načina i intenziteta korišćenja u zemljištu se odvijaju dinamični procesi koji vode promenama u strukturi, plodnosti, kiselosti, mikrobiološkoj aktivnosti. Prevazilaženje problema velike kiselosti zemljišta sejanih i prirodnih travnjaka u ispitivanom brdsko-planinskom području moguće je primenom meliorativne mere kalcifikacije - aplikacijom dehidratiranog kalcijum oksida, unošenjem stajnjaka, kao i gajenjem odgovarajućih biljnih zajednica za određene uslove.

Napomena

Ova istraživanja su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Projekat TR 31057.

Literatura

- Belić M., Pejić B., Hadžić V., Bošnjak Đ., Nešić Lj., Maksimović L., Šeremešić S. (2004). Uticaj navodnjavanja na struktorno stanje černozema. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 40, 141-151.
- Diaz-Ravina M., Carballas T., Acea M.J. (1998). Microbial biomass and metabolic activity in four acid soil. *Soil Bio. Biochem.*, 20, 6, 817-823.
- Castro F.H., Classen T.A., Austin E.E., Norby J.R., Schadt C. (2010). Soil microbial community responses to multiple experimental climate change drivers. *Appl Environ Microbiol*, 2010, 4, 999-1007.
- Dugalić G., Gajić B. (2012). Pedologija. Univerzitet u Kragujevcu. Agronomski fakultet u Čačku, Čačak.
- Erić P., Čupina B., Krstić, Đ., Vujić, S. (2016). Travnjaci. Univerzitet u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Jarak M., Đurić S. (2006). Praktikum iz mikrobiologije. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Ličina V., Nešić Lj., Belić M., Hadžić V., Sekulić P., Vasin J. (2011). The soils of Serbia and their degradation. *Field and vegetable crops research*, 48, 285-290.
- Marschner P., Yang C.H., Lieberei R., Crowley D.E. (2001). Soil and plant specific effect on bacterial community composition in the rhizosphere, *Soil biology and Biochemistry*, 33, 1437- 1445.
- Miličić, D., Jarak, M. (2008): Popravka kiselih zemljišta primenom mikrobnih inokulanata i kalcifikacije, *Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu*, 32,1, 51-56.
- Milošević, N. (2008). Mikroorganizmi-bioindikator i zdravlja/kvaliteta zemljišta: Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 45,1, 205-215.
- Milošević N., Govedarica M., Jarak M., Hadžić V., Sekulić R., (1994). Correlation between enzyme activities and meliorative practices applied to solonchak soil. *Soil and Plant*, 43, 1, 25-37.
- Pagliali M., Vignozzi N., Pellegrini S. (2004). Soil structure and effect of management practices. *Soil and Tillage Research*, 79, 131-143.
- Pislea, D., Sala, F., (2012). The influence of mineral fertilization on the distribution of nutrients in the soil. *Bulletin UASVM, Agriculture*, 69, 1, 225-231.
- Sleptinene, A., Slepetus, J. (2005). Status of humus in soil under various long-term tillage systems. *Geoderma*, 127, 207-215.
- van Eekeren N., Murray P.J., Smeding F.W. (2007). Soil biota in grassland, its ecosystem services and the impact of management permanent and temporary grassland. *Grassland Science in Europe*, 12, 247-257.

Vasilj V., Redžepović S., Bogunović M., Babić K., Sikora S. (2007). Mikrobiološke karakteristike različitih tipova tala zapadne Hercegovine. Agronomski glasnik, 6, 425–444.

BIOGENICITY SOILOF GRASSLANDS IN HILLY AND MOUNTAIN AREA OF CITY KRUŠEVAC

Snežana Anđelković¹, Snežana Babić¹, Tanja Vasić¹, Jordan Marković¹, Dragan Terzić¹, Jasmina Milenković¹, Mirjana Petrović¹

Abstract

In order to control the quality soil of natural and sown grasslands in hilly and mountain area of the City of Krusevac and the production of healthy food on these terrain, the chemical properties and the total number of microorganisms were determined. Microorganisms are the most numerous group of organisms in overall metabolic activity of soil and represent good indicators of soil health, as they respond quickly to changes in soil ecosystem. 8 eight samples of soil from sown grasslands and twelve samples from natural grasslands from different locations were examined. On the terrain of this region, there are soils of various physical, chemical and .mechanical properties, which are mostly characterized by increased acidity with average humus content and with the total number of microorganisms ranging from 6,401 to 7,300 (log of number).

Key words: soil, grasslands, microorganisms

¹Institute for Forage Crops Kruševac, Globoder bb, Kruševac, Republic of Serbia (snezana.andjelkovic@ikbks.com);

BOTANIČKI SASTAV I KVALITET KABASTE STOČNE HRANE SA PRIRODNIH TRAVNJAKA GORNJE PEŠTERI

Snežana Babić¹, Zoran Lugić¹, Dejan Sokolović¹, Mirjana Petrović¹, Vladimir Zornić¹, Jasmina Radović¹, Snežana Anđelković¹

Izvod: Istraživanja sa ciljem određivanja botaničkog sastava i kvaliteta kabaste stočne hrane su sprovedena na teritoriji Gornje Pešteri na nadmorskoj visini od 1 200 do 1 300 metara gde vladaju karakteristični klimatski uslovi sa dugim i hladnim zimama, manjom sumom temperatura i kratkim vegetacionim periodom. Ukupno je prikupljeno i analizirano 45 uzoraka biomase sa prirodnih travnjaka sa područja Gornje Pešteri. Analizirani uzorci su ukazali da su prirodni travnjaci na ovom području nezadovoljavajućeg botaničkog sastava što se odrazilo na kvalitet analizirane biomase. Na 37,78% analiziranih uzoraka je utvrđen nizak kvalitet suve materije, odnosno manje od 8% sirovih proteina.

Ključne reči: prirodni travnjaci, botanički sastav, kvalitet, sadržaj sirovih proteina

Uvod

Travnjaci su najrasprostranjeniji vid biljnog pokrivača na svetu (Suttie et al., 2005) i ukoliko se izuzmu površine pod većitim snegom i ledom, zauzimaju oko 40% svetskog kopna, dok se na Evropskom kontinentu ova biljna formacija prostire na površini od skoro jedne trećine poljoprivrednog zemljišta. U Republici Srbiji prirodni travnjaci su najrasprostanjeniji u brdsko-planinskom području gde, zavisno od nadmorske visine, zauzimaju od 30 do 60% poljoprivrednog zemljišta. Sa povećanjem nadmorske visine, učešće travnjaka se povećava. Zbog konfiguracije terena, klimatskih i edafskih uslova, travnjaci u ovom području predstavljaju skoro isključivi uslov za poljoprivrednu proizvodnju i proizvodnju hrane za životinje i ljude. Uprkos implementaciji savremenih tehnologija u korišćenju prirodnih i sejanih travnjaka, dominantan način njihovog korišćenja je još uvek tradicionalan, odnosno, prvi otkos se relativno kasno kosi i koristi za proizvodnju sena, a kasnije se površine koriste za ispašu domaćih životinja. Savremeni trendovi, pored zahteva za intenzivnijom proizvodnjom i povećanjem intenziteta proizvodnje, nameću potrebu uređenja, zaštite i efikasnijeg korišćenja poljoprivrednog zemljišta i kako bi se povećale njegove proizvodne sposobnosti, što bi se odrazilo na unapređenje kvaliteta kabaste stočne hrane.

Intenzivna istraživanja u Srbiji na travnjacima su počela tokom 50-ih i 60-ih godina dvadesetog veka. Dobijeni rezultati ukazuju da se pod uticajem klimatskih, edafskih i antropogenih faktora razvio veliki broj biljnih zajednica i njihovih varijacija koje se odlikuju velikom raznovršnošću i uglavnom, visokim biodiverzitetom. Ustanovljeno je da je proces promena na travnjacima kontinuiran i da, zavisno od uticaja čoveka, on može ići u pozitivnom ili negativnom pravcu. Takođe, dosadašnja istraživanja su pokazala da je proizvodnja biomase na prirodnim travnjacima niska, da je visoko učešće

¹Institut za krmno bilje Kruševac, 37 251 Globoder, Srbija (snezana.babic@ikbks.com).

korovskih i drugih nepovoljnih vrsta i nisko učešće leguminoza i kvalitetnih trava, da se oni nepravilno koriste, te da predstavljaju nedovoljno i veoma često nepravilno korišćen resurs. Prosečan prinos sena na brdskim pašnjacima je ispod 1 t ha^{-1} , a na sejanim travnjacima se kreće od 2 do 3 t ha^{-1} (SORS, 2013), što je veoma niska proizvodnja s obzirom na činjenicu da je na prirodnim travnjacima moguće ostvariti prinos sena preko 4 t ha^{-1} (Vučković i sar., 2005), a na sejanim travno-leguminoznim smešama 7 do 10 t ha^{-1} (Lazarević i sar., 2005). Zbog toga unapređenju proizvodnje na prirodnim travnjacima treba posvetiti posebnu pažnju, jer se time ostvaruje niz pozitivnih, kako ekonomskih, tako i ekoloških zahteva.

Cilj ovog rada je utvrđivanje botaničkog sastava i kvaliteta biomase sa prirodnih travnjaka Gornje Pešteri a sve sa ciljem iznalaženja mogućnosti unapređenja proizvodnje i kvaliteta kabaste stočne hrane.

Materijal i metode rada

U cilju utvrđivanja botaničkog sastava i kvaliteta biomase uzeto je 45 uzoraka sa prirodnih travnjaka Gornje Pešteri. Uzorci su uzeti sa površine od 1 m^2 u tri ponavljanja sa svakog analiziranog travnjaka i napravljen je prosečan uzorak biljne mase njihovim spajanjem. Analizom vrsta i njihovim težinskim učešćem u ukupnoj masi je određen botanički sastav ispitivanih travnjaka. Sve detektovane vrste su grupisane u tri grupe i to: trave, leguminoze i ostale vrste u koje spadaju vrste koje nisu poželjne na travnjacima i predstavljaju u ovom slučaju korovske vrste.

Nakon analize botaničkog sastava, prikupljeni uzorci su osušeni, samleveni i analizirani u laboratoriji na osnovne parametre kvaliteta kabastih stočnih hraniva. Na uzorcima su određeni: sadržaj suve materije, sirovih proteina, sirovih masti i pepela po Weende metodi, kao i sadržaj ADF i NDF deterdžent metodom.

Rezultati istraživanja i diskusija

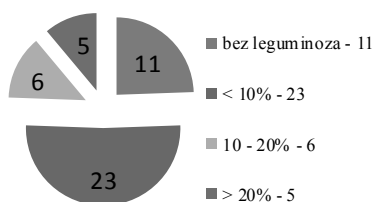
Način upravljanja travnjakom presudno utiče na proizvodne sposobnosti i floristički sastav biomase sa travnjaka. Travnjacima sa kojih su uzeti uzorci se upravlja na tradicionalan način, ali uz smanjenu brojnost domaćih životinja u odnosu na raniji period. Ispitivani travnjaci se uglavnom malo đubre mineralnim đubrivima ili se ova mera uopšte ne primenjuje. Kosidba se odvija najčešće veoma kasno, a nakon toga površine se prepuštaju ispaši goveda ili ovaca. S obzirom na činjenicu da je brojno stanje domaćih životinja značajno manje u odnosu na raniji period, veliki deo površina pod travnjacima nije obuhvaćen nikakvim agrotehničkim merama. Na njima su izraženi prirodni procesi degradacije i pojave sekundarne šumske vegetacije.

Prikazani rezultati florističkog sastava na najbolji način odlikavaju način upravljanja i korišćenja ispitivanih travnjaka. Na parcelama gde se koriste organska đubriva i primenjuju kompleksna mineralna đubriva, biljne zajednice su produktivnije, floristički bogatije, sadrže veći procenat leguminoznih i manje ostalih odnosno nepoželjnih biljnih vrsta. Na loše održavanim travnjacima dominiraju grube travne vrste i prisutne su korovske i druge nepoželjne veste.

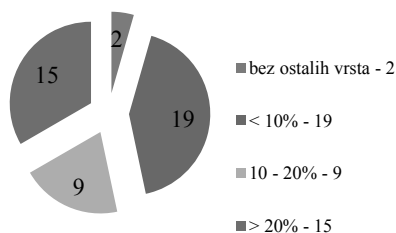
Tabela 1: Botanički sastav analiziranih prirodnih travnjaka
 Table 1: Botanical composition analyzed natural grasslands

Uzorak sa KP* Samples from KP	Udeo familija (%) Share of family			Uzorak sa KP* Samples from KP	Udeo familija (%) Share of family		
	Poaceae	Fabaceae	Ostale Other		Poaceae	Fabaceae	Ostale Other
850	80,0	12,0	8,0	241	72,73	18,18	10,09
889	74,29	2,86	22,86	325/2	87,95	6,02	6,03
1044	51,52	/	48,48	327	97,72	0,46	1,83
459/1	88,57	/	11,43	359	89,31	9,49	2,2
459/2	40,65	8,41	50,93	111	61,11	24,07	14,81
932	18,0	2,0	80,0	117	90,0	1,0	9,0
951	53,33	13,33	33,34	254	81,25	2,08	16,67
154	94,51	4,4	1,1	488	75,0	/	25,0
405	56,86	/	43,14	802	62,5	12,5	25,0
717/4	92,2	3,55	4,26	871	63,16	8,77	28,07
38	95,5	/	4,5	44/1	93,4	2,83	3,77
39	90,0	5,4	4,6	99	59,09	40,91	/
42/1	86,5	5,5	8,0	276/3	58,47	/	41,53
42/2	93,2	2,6	4,2	421/3	57,63	18,64	23,73
74	98,5	1,0	0,5	425	68,63	7,84	23,53
83	96,0	4,0	/	90	91,22	1,57	7,21
84	73,53	/	26,47	448	89,8	/	10,2
85	93,73	5,08	1,19	449	99,0	/	1,0
1042/1	79,49	10,26	10,26	438	95,0	0,5	4,5
1042/2	51,35	32,43	16,22	109	46,88	/	53,12
1322	69,78	/	30,22	657/1	64,79	4,23	30,98
1774	70,45	2,27	27,27	889/2	61,67	26,67	11,66
1788	72,0	24,0	4,0	/	/	/	/

*KP – katastarska parcela



Grafikon 1. Udeo leguminoza
 Graf. 1. Share of legumes



Grafikon 2. Udeo ostalih vrsta
 Graf. 2. Share of other species

Prosečno posmatrano, udeo leguminoza u ispitivanim uzorcima biomase, kao nosioca kvaliteta je veoma nizak (Grafikon 1). Od ukupno 45 uzoraka biomase, čak 11

uzoraka je bez leguminoza, 23 uzorka sadrže do 10% biljaka iz ove familije, 6 uzoraka sadrži od 10-20%, dok je preko 20% leguminoza utvrđeno na svega 5 uzoraka biomase.

Udeo biljnih vrsta ostalih familija u ispitivanim uzorcima je relativno zadovoljavajući imajući u vidu činjenicu da se radi o prirodnim travnjacima i da je primena agrotehničkih mera bila prisutna u minimalnom procentu ili je nije ni bilo.

Iz Grafikona 2. se može videti da je najveći broj uzoraka (19) imalo manje od 10% nepoželjnih biljnih vrsta, 9 uzoraka je imalo 10 do 20% korovskih vrsta, 15 uzoraka je bilo sa preko 20% korova u biomasi a samo 2 uzorka nisu sadržala nepoželjne biljne vrste u svom sastavu.

Tabela 2. Kvalitet biomase sa prirodnih travnjaka (% u apsolutno suvoj materiji)
 Table 2. Quality of biomass from natural grasslands (% in absolutely dry matter)

Uzorak sa KP* <i>Samples from KP</i>	Sirovi proteini <i>Crude protein</i>	ADF	NDF	Pepeo <i>Ash</i>	Masti <i>Fat</i>
850	7,3	38,2	79,5	11,7	1,1
889	8,9	38,4	75,9	9,5	1,4
1044	7,6	31,4	70,9	10,1	1,9
459/1	7,8	41,7	81,5	12,7	0,8
459/2	7,3	37,8	81,4	9,6	1,0
932	7,2	35,4	79,6	13,6	0,8
951	6,9	39,3	69,0	7,9	1,7
154	7,6	42,6	70,8	7,2	1,9
405	8,1	20,1	69,2	16,4	1,6
717/4	11,3	38,3	68,3	6,8	2,2
38	9,8	41,8	70,6	8,3	1,7
39	10,6	38,9	71,6	8,1	1,5
42/1	9,6	36,8	69,1	7,4	1,9
42/2	9,5	41,8	66,1	7,1	1,4
74	7,9	43,3	76,1	6,8	1,5
83	18,6	31,2	56,9	10,5	2,7
84	10,3	38,8	72,1	8,9	1,7
85	15,6	27,5	60,5	13,2	2,4
1042/1	8,7	35,1	75,5	9,9	1,8
1042/2	7,6	23,4	82,3	17,2	1,2
1322	7,0	12,5	93,6	22,9	0,5
1774	9,1	36,8	66,2	8,8	1,8
1788	9,1	37,5	71,00	9,0	1,6
241	13,9	31,1	64,3	11,2	2,6
325/2	14,6	35,4	71,0	11,7	2,2
327	10,4	41,7	72,1	6,3	2,0
359	7,5	38,5	75,5	7,8	1,9
111	7,7	43,8	79,1	8,8	1,2
117	11,8	37,3	72,1	8,2	1,8
254	9,9	30,8	77,9	12,8	1,5
488	9,0	36,5	75,4	11,7	1,6

802	8,0	34,7	90,9	13,8	0,7
871	8,1	33,2	85,4	13,7	0,9
44/1	7,0	44,0	77,0	7,0	1,5
99	13,0	35,2	53,1	5,8	2,7
276/3	13,7	40,5	64,2	10,8	1,8
421/3	11,8	29,7	70,2	12,0	1,9
425	11,5	32,3	74,8	12,4	1,7
90	8,0	39,9	81,2	7,8	1,4
448	7,5	50,5	78,9	5,5	1,5
449	7,2	52,6	87,2	5,0	1,0
438	7,0	45,8	78,9	7,0	1,8
109	7,1	38,9	74,5	7,5	2,1
657/1	10,3	39,1	72,0	7,1	2,1
889/2	8,0	24,8	71,5	13,3	1,9

Kvalitet analizirane biomase sa prirodnih travnjaka nije na zadovoljavajućem nivou. Osnovni razlog lošeg kvaliteta biomase je neblagovremena, odnosno kasna kosidba. Sa kasnijom kosidbom se povećava udeo strukturnih ugljenih hidrata (NDF koga čini sirova celuloza, hemiceluloza i lignin i ADF čine sirova celuloza i lignin). Lignin kao supstanca u svom sastavu veže neke hranljive materije, kao što je deo sirovih proteina, minerala i dr, što vodi smanjenom iskorišćavanju stočne hrane, odnosno smanjenoj svarljivosti. Povećanjem udela strukturnih ugljenih hidrata smanjuje se svarljivost i hranljiva vrednost sena, a time i proizvodnja mleka i mesa.

Sinergičko delovanje nezadovoljavajućeg florističkog sastava i kasnog košenja doprinelo je da najveći broj uzoraka biomase sadrži do 8% proteina (čak 17 uzoraka ili 37,78%). Od 8 do 11% proteina ima 18 uzorka odnosno 40%, a od 11-14% sirovih proteina je utvrđeno na 7 uzoraka biomase (15,56%). Najmanji broj uzoraka, samo 3 ili 6,67% od ukupnog broja uzoraka sadrži više od 14% sirovih proteina. Jedan od značajnih činilaca ovako nepovoljnih rezultata jesu loši klimatski uslovi u vreme kosidbe prvog otkosa koji je nosilac prinosa u ispitivanim uslovima. Visok nivo padavina tokom juna i jula meseca 2018. godine nije dozvoljavao pravovremenu kosidbu i je uticao na dobijanje lošeg kvaliteta biomase na analiziranim površinama.

Zaključak

Glavni nedostatak u proizvodnji kabaste stočne hrane je nedostatak proteina koji se najčešće nadomešćuje koncentrovanim hranivima ili se uopšte ne nadoknađuje, pa je proizvodnja mleka i mesa na jako niskom nivou. Dodavanje proteina u vidu koncentrata poskupljuje proizvodnju i u ukupnim troškovima opterećuje jedinicu koštanja krajnjih proizvoda. Jednostavan način za unapređenje kvaliteta stočne hrane je kosidba travnjaka u fazi početka klasanja dominantne travne vrste na travnjaku. Unapređenju kvaliteta proizvedene stočne hrane doprinosi primena agrotehničkih mera kalcifikacije i fosfatizacije, čijom primenom se na travnjacima povećava sadržaj leguminoznih vrsta. Jedan od načina poboljšanja kvaliteta stočne hrane je popravljivanje florističkog sastava travnjaka koje se može ostvariti usejavanjem odgovarajućih travno-leguminoznih smeša

ili zasnivanjem novih, ukoliko za to postoje uslovi. Takođe, čišćenje prirodnih travnjaka od drvenastih, žbunastih ili drugih nepoželjnih vrsta, kao i drljanje i ravnanje travnjaka krajem vegetacione sezone su neke od preporuka za poboljšanje kvaliteta stočne hrane.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su deo projekta “Poboljšanje genetičkog potencijala i tehnologije proizvodnje krmnog bolja u funkciji održivog razvoja stočarstva”, TR31057, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R. Srbije.

Literatura

- Lazarević D., Stošić M., Lugić Z., Terzić D. (2005): The importance of sown grasslands and share of legume species in the mixtures for the livestock production. 8th International Symposium “Modern Trends in Livestock Production”. Biotechnology in Animal Husbandry, 21(5-6): 273-281.
- Statistical Office of the Republic of Serbia (2013): Statistical Yearbook of Serbia. <http://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/G2012/pdf/G20122007.pdf>
- Suttie J.M., Reynolds S.G., Batello C. (2005): Grasslands of the world. FAO, plant production and protection services, 34: 514.
- Vučković S., Čupina B., Simić A., Prodanović S., Živanović T. (2005): Effect of nitrogen fertilization and under-sowing on yield and quality of *Cynosuretum cristati*-type meadows in hilly-mountainous grasslands in Serbia. Journal of Central European Agriculture, 6 (4): 515-520.

BOTANICAL COMPOSITION AND QUALITY OF FORAGE FROM NATURAL GRASSLANDS OF GORNJA PEŠTER

Snežana Babić¹, Zoran Lugić¹, Dejan Sokolović¹, Mirjana Petrović¹, Vladimir Zornić¹, Jasmina Radović¹, Snežana Anđelković¹

Abstract

Botanical composition and quality of forage determined from natural grasslands of Gornja Pešter altitude 1 200 to 1300 m. This area is characterized by typical climatic conditions with long and cold winters, lower temperature and short vegetation periods. In these researches was collected and analyzed 45 biomass samples from natural grasslands. Natural grasslands from this area have an unsatisfactory botanical composition and low quality of dry matter. 37.78% analyzed samples showed low dry matter quality, less than 8% of the crude protein content.

Key words: natural grasslands, botanical composition, quality, crude protein content

¹Institute for Forage Crops Kruševac, Globoder bb, Kruševac, Republic of Serbia (snezana.babic@ikbks.com).

MINERALNI SADRŽAJ UZORAKA INDUSTRIJSKIH BILJAKA

Stefan Petrović, Anica Atanasković, Sonja Janković, Aleksandra Pavlović, Snežana Tošić

Izvod: U ovom radu određen je mineralni sadržaj deset uzoraka industrijskih biljaka, i to u semenu: suncokreta, lana, susama, golice, maka i korijandera i u listovima: mirođije, bosiljka, ruzmarina i origana. Uzorci su pripremljeni postupkom mokre digestije a za određivanje mineralnog sadržaja primenjena je optička emisiona spektrometrija sa induktivno spregnutom plazmom (ICP-OES). Sprovedena je i hijerarhijska klaster analiza s ciljem grupisanja ispitivanih uzoraka prema sadržaju elemenata.

Ključne reči: mineralni sadržaj, industrijske biljke, ICP-OES određivanje, statistika

Uvod

Industrijske biljke predstavljaju skup ratarskih kultura čiji plodovi (seme), stabla, listovi ili drugi delovi služe kao sirovine u prerađivačkoj industriji. Najčešće se klasifikuju prema botaničkoj klasifikaciji i upotrebi plodova, tj. prema proizvodima koji se od njih dobijaju na: uljarice, predivne biljke, biljke za proizvodnju skroba, šećera i alkohola, aromatične i začinske biljke, lekovite biljke i ostale industrijske biljke što govori o njihovoj veoma širokoj upotrebi. Mineralne materije u biljkama imaju višestruku ulogu. S obzirom na zastupljenost u izgradnji biljaka, grupišu se na: makro, mikro i ultramikro elemente. Sadržaj makroelemenata, ako se izostave C, H i O, u suvoj materiji biljaka kreće se u intervalu od 2-60 mg g⁻¹. Sadržaj mikroelemenata u suvoj materiji biljaka je manji od 1mg g⁻¹ i obično je veći od 1μg g⁻¹, dok je sadržaj ultramikroelemenata manji od 1μg g⁻¹. Industrijske biljke su česta tema istraživanja (Özcan, 2006.; Maghrabi, 2013.; Mihaljev i sar., 2014.; Sharma i sar., 2014.; Muchemi i sar., 2015.). ICP-OES je multielementna tehnika kojom je moguće istovremeno detektovanje i određivanje mikro i makro elemenata u različitim uzorcima. Takođe, ova tehnika se odlikuje relativno niskom granicom detekcije i mogućnošću rada u širem koncentracijskom opsegu.

Materijal i metode rada

Uzorci su samleveni, odmereni, tretirani koncentrovanom HNO₃ p.a. čistoće (Merck, Nemačka) i ostavljeni da stoje 24h. Nakon toga su uparavani na malu zapreminu, ohlađeni, filtrirani i dopunjeni dejonizovanom vodom do zapremine od 50 cm³. Analiza je sprovedena na iCAP 6000 optičkom emisionim spektrometru sa induktivno kuplovanom plazmom (Thermo Scientific, Cambridge, Velika Britanija). Za merenje mase korišćena je analitička vaga Mettler Toledo (Švajcarska). Dejonizovana

voda visoke čistoće dobijena je korišćenjem MicroMed demineralizatora (Thermo Electron LED GmbH, Nemačka).

Rezultati istraživanja i diskusija

U tabelama od 1. do 4. prikazane su srednje vrednosti koncentracija ispitivanih elemenata (mg kg^{-1} uzorka) sa pripadajućim standardnim devijacijama određeni iz jednačine prave konstruisane kalibracione prave na izabranoj emisionoj liniji za svaki element. Određivani elementi su po tabelama grupisani prema preporuci Svetske zdravstvene organizacije (WHO, Geneva, 1996.).

Tabela 1. Srednje vrednosti sadržaja \pm SD (mg kg^{-1}) određivanih esencijalnih makroelemenata u ispitivanim uzorcima

Table 1. Mean values \pm SD (mg kg^{-1}) of the determined essential macroelements in the tested samples

Uzorak Sample	Ca	Na	K	Mg	P
Suncokret <i>Sunflower seeds</i>	992 \pm 2	37,6 \pm 0,6	5160 \pm 60	1550 \pm 20	9400 \pm 50
Lan <i>Linseed</i>	1230 \pm 20	53,3 \pm 0,2	5730 \pm 10	1510 \pm 20	7600 \pm 80
Susam <i>Sesame seeds</i>	529 \pm 2	46,4 \pm 0,3	3435 \pm 8	1590 \pm 20	9280 \pm 40
Golica <i>Pumpkin seeds</i>	660 \pm 30	40,4 \pm 0,6	3340 \pm 10	1975 \pm 9	13990 \pm 30
Mak <i>Poppy seeds</i>	700 \pm 10	41,6 \pm 0,5	4600 \pm 20	1520 \pm 20	9640 \pm 50
Korijander <i>Coriander seeds</i>	686 \pm 5	53,7 \pm 0,4	5900 \pm 10	1640 \pm 30	9680 \pm 60
Mirođija <i>Dill</i>	830 \pm 20	269 \pm 3	5800 \pm 30	1460 \pm 20	3490 \pm 20
Bosiljak <i>Basil</i>	9240 \pm 40	102,3 \pm 0,1	5850 \pm 30	1900 \pm 30	3480 \pm 20
Ruzmarin <i>Rosemary</i>	7600 \pm 60	51,6 \pm 0,9	6020 \pm 10	1530 \pm 20	1450 \pm 30
Origano <i>Oregano</i>	6410 \pm 80	39,6 \pm 0,9	6150 \pm 20	1070 \pm 30	1380 \pm 40

Na osnovu rezultata može se zaključiti da je od makroelemenata najzastupljeniji P a najmanje zastupljen Na. Ispitivani uzorci se najmanje razlikuju po sadržaju K i Mg dok su varijacije u sadržaju Ca najizraženije. Najveća količina ukupnih makroelemenata nađena je u bosiljku: 20572,3 mg kg^{-1} a najmanja u mirođiji: 11849 mg kg^{-1} . Visok sadržaj makroelemenata ukazuje na povećane potrebe biljaka za ovim elementima i samim tim na njihov značaj za biljni organizam.

Tabela 2. Srednje vrednosti sadržaja \pm SD (mg kg^{-1}) odredivanih esencijalnih mikroelemenata u ispitivanim uzorcima
 Table 2. Mean content \pm SD (mg kg^{-1}) of the determined essential microelements in the tested samples

Uzorak Sample	Zn	Cu	Cr	Fe	B
Suncokret <i>Sunflower seeds</i>	52,9 \pm 0,1	19,2 \pm 0,4	0,285 \pm 0,003	43,6 \pm 0,4	9,5 \pm 0,2
Lan <i>Linseed</i>	39,1 \pm 0,3	11,9 \pm 0,3	0,235 \pm 0,008	35 \pm 2	9,2 \pm 0,2
Susam <i>Sesame seeds</i>	57,6 \pm 0,4	16,8 \pm 0,3	0,26 \pm 0,02	58 \pm 2	8,7 \pm 0,2
Golica <i>Pumpkin seeds</i>	80,3 \pm 0,2	12,8 \pm 0,2	0,393 \pm 0,008	88 \pm 2	7,47 \pm 0,07
Mak <i>Poppy seeds</i>	45,8 \pm 0,9	17,0 \pm 0,2	0,34 \pm 0,01	66,9 \pm 0,5	17,1 \pm 0,2
Korijander <i>Coriander seeds</i>	31,9 \pm 0,2	9,07 \pm 0,04	0,30 \pm 0,02	22,9 \pm 0,1	11,84 \pm 0,08
Mirođija <i>Dill</i>	23,0 \pm 0,1	6,77 \pm 0,01	0,41 \pm 0,02	178 \pm 3	16,04 \pm 0,03
Bosiljak <i>Basil</i>	32,3 \pm 0,1	14,06 \pm 0,09	0,913 \pm 0,008	400 \pm 2	20,99 \pm 0,05
Ruzmarin <i>Rosemary</i>	24,8 \pm 0,4	8,0 \pm 0,2	4,9 \pm 0,2	701 \pm 15	16,2 \pm 0,4
Origano <i>Oregano</i>	17,1 \pm 0,4	41,4 \pm 0,9	1,86 \pm 0,07	614 \pm 21	16,2 \pm 0,5

Od esencijalnih mikroelemenata u najvećoj koncentraciji nalaze se Fe i Zn a u najmanjoj Cr. Dozvoljeni nivo (*PL-permissible limit*) sadržaja Fe i Zn u ovim uzorcima, prema preporuci Svetske zdravstvene organizacije (WHO, Geneva, 1984.; WHO, Geneva, 2006.) je 300 mg kg^{-1} odnosno 50 mg kg^{-1} . Najveća količina ukupnih esencijalnih mikroelemenata nađena je u ruzmarinu: 754,90 mg kg^{-1} a najmanja u korijanderu: 76,010 mg kg^{-1} . Iz Tabele 3. se može videti da Ba u nekim uzorcima nije detektovan a da je u najvećoj količini prisutan Mn a u najmanjoj Co.

U ispitivanim uzorcima As nije detektovan. U najmanjim količinama je detektovan Cd. Dozvoljeni nivo Cd u ovakvim uzorcima, prema preporuci Svetske zdravstvene organizacije je 0,3 mg kg^{-1} (WHO, 2006.). Koncentracije u svim ispitivanim uzorcima, sem suncokreta su ispod ove vrednosti. Sadržaj Pb u svim uzorcima je ispod dozvoljenog nivo od 10 mg kg^{-1} (WHO, 2006.). Dozvoljeni nivo za Hg je 0,5 mg kg^{-1} (WHO, 2005.) tako da samo uzorak suncokreta prelazi ovu koncentraciju. Najveća količina ukupnih toksičnih i potencijalno toksičnih elemenata određena je u origanu: 600,741 mg kg^{-1} a najmanja u suncokretu: 4,86 mg kg^{-1} . Dozvoljene količine Pb, Cd i Hg u maku su: 1,0; 0,3 i 0,03 mg kg^{-1} (Sl. Glasnik RS 2010., 2011.). Vrednosti pomenutih metala u maku izuzev Hg, nalaze se ispod dozvoljenih vrednosti. Takođe, dozvoljene koncentracije ovih teških metala u uljaricama (suncokret, lan, susam i golica) su: 1; 0,5 i 0,1 mg kg^{-1} . U ovom istraživanju, Pb i Cd se u uljaricama nalaze u granicama dozvoljenih vrednosti, dok količine Hg prelaze dozvoljenu vrednost.

Dozvoljena količina Pb u začинима je 2 mg kg⁻¹ (mirođija, bosiljak, ruzmarin, origano i korijander). U pomenutim uzorcima, koncentracija Pb u ovom radu je dosta niža.

Tabela 3. Srednje vrednosti sadržaja ± SD (mg kg⁻¹) određivanih verovatno esencijalnih mikroelemenata u ispitivanim uzorcima

Table 3. Mean content ± SD (mg kg⁻¹) of the determined probable essential microelements in the tested samples

Uzorak <i>Sample</i>	Ba	Co	Mn	Ni	Si
Suncokret <i>Sunflower seeds</i>	n.d.	0,085±0,003	23,3±0,2	9,84±0,03	7,5±0,2
Lan <i>Linseed</i>	n.d.	0,485±0,003	30,1±0,5	1,310±0,003	13,1±0,2
Susam <i>Sesame seeds</i>	n.d.	0,138±0,003	13,7±0,3	0,975±0,008	6,26±0,09
Golica <i>Pumpkin seeds</i>	n.d.	0,100±0,003	38,5±0,3	1,12±0,02	10,9±0,2
Mak <i>Poppy seeds</i>	n.d.	0,060±0,001	55,5±0,4	0,66±0,02	14,1±0,2
Korijander <i>Coriander seeds</i>	0,35±0,04	0,105±0,005	21,9±0,2	0,74±0,02	14,8±0,2
Mirođija <i>Dill</i>	0,38±0,02	0,098±0,003	42,7±0,4	0,772±0,005	49,7±0,3
Bosiljak <i>Basil</i>	12,4±0,2	0,488±0,005	49,4±0,2	1,11±0,02	19,1±0,2
Ruzmarin <i>Rosemary</i>	11,6±0,5	0,72±0,02	39,2±0,8	7,9±0,2	10,0±0,2
Origano <i>Oregano</i>	10,8±0,5	0,54±0,02	44±2	3,7±0,2	54±2

*n.d. - nije detektovan

U cilju ispitivanja grupisanosti analiziranih uzoraka prema sadržaju određivanih elemenata urađena je hijerarhijska klaster analiza. Na dobijenom dendrogramu se zapaža prisustvo dva glavna klastera. U jednom klasteru su po sadržaju ispitivanih elemenata grupisana tri uzorka začinskog bilja čiji su listovi analizirani: ruzmarin, origano i bosiljak. Drugi klaster čine tri potklastera. U prvom je izdvojena mirođija, u drugom seme golice a treći potklaster čine seme lana, susama, korijandera, maka i suncokreta. Očigledno je da uzorci industrijskog bilja čija su semena analizirana (suncokret, mak, susam, lan, golica i korijander) pripadaju istom klasteru, odnosno da pokazuju sličnost u sadržaju ispitivanih elemenata.

Tabela 4. Srednje vrednosti sadržaja \pm SD (mg kg^{-1}) određenih toksičnih i potencijalno toksičnih elemenata u ispitivanim uzorcima
 Table 4. Mean content \pm SD (mg kg^{-1}) of the determined toxic and potentially toxic elements in the tested samples

Uzorak Sample	Al	Cd	Hg	Pb
Suncokret <i>Sunflower seeds</i>	3,53 \pm 0,07	0,408 \pm 0,003	0,62 \pm 0,02	0,302 \pm 0,003
Lan <i>Linseed</i>	8,3 \pm 0,2	0,205 \pm 0,003	0,30 \pm 0,02	0,30 \pm 0,03
Susam <i>Sesame seeds</i>	4,9 \pm 0,1	0,038 \pm 0,003	0,30 \pm 0,04	0,33 \pm 0,02
Golica <i>Pumpkin seeds</i>	17,4 \pm 0,3	0,022 \pm 0,003	0,24 \pm 0,04	0,47 \pm 0,04
Mak <i>Poppy seeds</i>	18,97 \pm 0,09	0,265 \pm 0,005	0,22 \pm 0,04	0,40 \pm 0,06
Korijander <i>Coriander seeds</i>	7,85 \pm 0,04	0,010 \pm 0,003	0,12 \pm 0,03	0,38 \pm 0,04
Mirođija <i>Dill</i>	64,0 \pm 0,3	0,132 \pm 0,005	0,20 \pm 0,04	1,19 \pm 0,02
Bosiljak <i>Basil</i>	348 \pm 2	0,025 \pm 0,003	0,138 \pm 0,008	0,39 \pm 0,06
Ruzmarin <i>Rosemary</i>	470 \pm 9	0,015 \pm 0,003	0,17 \pm 0,03	0,32 \pm 0,04
Origano <i>Oregano</i>	600 \pm 20	0,013 \pm 0,003	0,148 \pm 0,005	0,58 \pm 0,07

Zaključak

Analizirani uzorci su najbogatiji makroelementima, od kojih je najzastupljeniji P a najmanje zastupljen Na. Od esencijalnih elemenata najzastupljeniji su Fe i Zn a najmanje je zastupljen Cr. Najveća ukupna količina toksičnih elemenata nađena je u origanu a najmanja u suncokretu. Za većinu ispitivanih toksičnih elemenata određene koncentracije su ispod preporučenih odnosno dozvoljenih vrednosti. Primenom hijerarhijske klaster analize uzorci su grupisani po sličnosti u sastavu.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta "Prirodni proizvodi biljaka i lišajeva: izolovanje, identifikacija, biološka aktivnost i primena" br. 172047 finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

Maghrabi A. (2013). Determination of some mineral and heavy metals in Saudi Arabia popular herbal drugs using modern techniques. African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 8 (39): 1000-1005.

- Mihaljev Ž., Baloš Živkov M., Jakšić S. (2014). Levels of some microelements and essential heavy metals in herbal teas in Serbia. *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research*. 71(3): 385-391.
- Muchemi G. N., Wanjau R. N., Murungi I. J., and Njue W. M. (2015). Assessment of essential trace elements in selected food grains, herbal spices and seeds commonly used in Kenya. *African Journal of Food Science*, 9 (8): 441-447.
- Özcan M. (2006). Determination of the mineral compositions of some selected oil-bearing seeds and kernels using Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). *Grasas y Aceites*. 57 (2): 211-218.
- Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama, Sl. glasnik RS, br.25/2010 i 28/2011.
- Sharma N., More B., Bhandari D., Wavhal S. (2014). Analysis of Heavy Metals Content in Spices Collected from Local Market of Mumbai by using Atomic Absorption Spectrometer. *Global Journal For Research Analysis*. 3 (5): 56-57.
- WHO, World Health Organization. (1984). *Codex Alimentarius Commissions Contamination*.
- WHO, World Health Organization. (2005). *Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials*.
- WHO, World Health Organization. (2006). *Who Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues*. Geneva, Switzerland.

MINERAL CONTENT OF THE INDUSTRIAL PLANT SAMPLES

*Stefan Petrović, Anica Atanasković, Sonja Janković, Aleksandra Pavlović,
Snežana Tošić*

Abstract

In this paper, the mineral content of ten samples of the industrial plants is determined: sunflower seeds, linseed, sesame seeds, pumpkin seeds, poppy seeds and coriander seeds, and in the leaves of: dill, basil, rosemary and oregano. Samples were prepared by a wet digestion process, and an optical emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-OES) was used to determine the mineral content. A hierarchical cluster analysis was conducted in order to group the tested samples according to the found content of the elements.

Key words: mineral content, industrial plants, ICP-OES determination, statistics

UTICAJ KLIMATSKIH USLOVA NA PRINOS JAROG OVSA

*Vera Đekić¹, Milomirka Madić², Dragan Terzić³, Jelena Milivojević¹,
Kamenko Bratković¹, Milan Biberdžić⁴, Snežana Branković⁵*

Izvod: Poljski ogledi sa sortama ovsu Slavuj, Lovćen i Vranac postavljeni su na zemljištu tipa vertisol tokom vegetacionih sezona 2006-2012 godine. Cilj istraživanja je bio da se kod tri sorte jarog ovsu gajenih na kiselom zemljištu u višegodišnjem periodu analizira prinos zrna. U proseku najveći prinos zrna kod svih sorti zabeležen su u vegetacionoj 2007/2008 godini koja se odlikovala umerenim temperaturama i velikom količinom padavina. Prosečan prinos zrna sorti ovsu kretao se od 2.080 t ha⁻¹ do 3.794 t ha⁻¹. Sorta Vranac imala je u najvećem broju godina značajno veći prinos zrna od ostalih sorti. Prosečan prinos svih sorti značajno se razlikovao po godinama, uglavnom kao posledica velikih razlika u količini i rasporedu padavina tokom vegetacione sezone.

Ključne reči: jari ovas, sorta, prinos zrna, klimatski uslovi

Uvod

U grupi strnih žita ovas zauzima značajno mesto, naročito zbog veoma dobrog kvaliteta zrna. Zrno ovsu odlikuje se specifičnim hemijskim kvalitetom, bogato je rastvorljivim proteinima odličnog aminokiselinskog sastava, uljima i vitaminima. Njegovo zrno koristi se u prehrambenoj, kozmetičkoj i drugim industrijama za dobijanje mnogih proizvoda. Inače, zrno i slama ovsu najviše se koriste u ishrani domaćih životinja (konji, krave, živina) čime se poboljšava kvalitet proizvoda animalnog porekla (Đekić i sar., 2012.). Ovseno zrno je za ishranu stoke bolje od kukuruznog, jer sadrži više esencijalnih aminokiselina. U ishrani domaćih životinja koristi se i vegetativna zelena masa, čista ili u smeši sa drugim biljkama, najčešće sa jednogodišnjim leguminozama, gde zelena masa ovsu povoljno utiče kako na visinu prinosa, tako i na fiziološku izbalansiranost i ukupnu hranljivu vrednost krme (Perišić i sar., 2009.).

Najveće površine pod ovsem nalaze se u zemljama bivšeg SSSR-a, Evropi, Severnoj i Srednjoj Americi. Najveći prosečni prinos ostvaruje se u Evropi (Holandija oko 6 t ha⁻¹, Danska i Belgija oko 4 t ha⁻¹, Velika Britanija oko 5 t ha⁻¹, Francuska 4,19 t ha⁻¹, Norveška 4,25 t ha⁻¹). Kod nas su prosečni prinosi ovsu oko 4 t ha⁻¹ (Đekić i sar., 2018.). Stabilnost prinosa u određenom području procenjuje se na osnovu variranja njegove vrednosti u prethodnim godinama, uglavnom zbog promenljivih klimatskih činilaca. Cilj programa oplemenjivanja jarog ovsu u Centru za strna žita, Kragujevac temelji se na stvaranju sorti koje će se odlikovati visokom rodnošću i stabilnošću u većini proizvodnih područja tokom dugog niza godina.

¹ Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, Kragujevac, Srbija (verarajcic@yahoo.com)

² Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

³ Institut za krmno bilje, Globoder bb, Kruševac, Srbija

⁴ Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, Lešak, Kosovo i Metohija, Srbija

⁵ Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Kragujevac, Srbija

Visok prinos zrna jarog ova odgovarajućeg kvaliteta moguće je ostvariti pravilnim izborom sortimenta, uz odgovarajuće uslove gajenja odnosno tehnologiju proizvodnje. Tokom vegetacionih sezona (2006-2012), na imanju Centra za strna žita u Kragujevcu, u poljskim oglelima, ispitivane su kragujevačke sorte jarog ova Slavuj, Lovćen i Vranac, sa ciljem da se proceni njihov potencijal za prinos u konkretnim agroekološkim uslovima, kao i da se preporuči sortiment za šire proizvodno područje.

Materijal i metode rada

Poljski ogledi

Tokom vegetacionih sezona 2006-2012 godine, poljski ogledi sa jarim sortama ova Slavuj, Lovćen i Vranac (Centar za strna žita Kragujevc) postavljeni su na imanju Centara za strna žita u Kragujevcu. Ogledi su postavljeni po slučajnom blok sistemu, sa veličinom osnovne parcele 10 m² (2 m x 5 m) u tri ponavljanja. Primenjena je uobičajena tehnologija gajenja u proizvodnji ova. U svim godinama setva je obavljena u optimalnom roku. Pre setve na ukupnoj površini oglela zajedno sa predsetvenom pripremom u zemljište je uneto NPK (15:15:15), u količini 300 kg ha⁻¹ dok je u prolećnoj prihrani upotrebljen KAN (27% N) u količini 180 kg ha⁻¹. Ostala tehnologija proizvodnje primenjena na oglelu bila je standardna. Žetva ova obavljena je u fazi pune zrelosti.

Dobijeni rezultati obrađeni su izračunavanjem parametara deskriptivne statistike i analize varijanse u modulu Analyst programa SAS/STAT (SAS Institut 2000.).

Zemljišni i klimatski uslovi u periodu izvođenja oglela

Zemljište na kome je ogled postavljen pripada tipu vertisola u procesu degradacije, teškog je mehaničkog sastava grube i nestabilne strukture. Zemljište je osrednje plodnosti, niske pH vrednosti (pH H₂O; 5,66 pH KCl<4,28), sa sadržajem humusa 2,85%, dok je sadržaj ukupnog azota varirao od 0,12 do 0,15%. Sadržaj lakopristupačnog fosfora bio je nizak (< 10 mg/100 g⁻¹ zemljišta), a sadržaj lakopristupačnog kalijuma dosta visok (25,6 mg 100 g⁻¹ zemljišta).

Područje Kragujevca se nalazi na nadmorskoj visini od 186 m i karakteriše se umereno kontinentalnom klimom, čija je opšta karakteristika neravnomeran raspored padavina po mesecima (Tabela 1). Tokom godine, najveća količina padavina je u prolećnim mesecima, što se povoljno odražava na ras i razvoj jarih useva.

Podaci prikazani u tabeli 1 za vegetacioni period 2006-2012 ukazuju da su se godine u kojima su izvedeni ogledi po prosečnim temperaturama razlikovale od višegodišnjeg proseka. U odnosu na višegodišnji prosek, prosečna temperatura vazduha bila je veća za 2,2°C u 2007., za 1,1°C u 2008., za 0,5°C u 2009., za 0,4°C u 2010. i za 0,4°C u 2012. godini, odnosno niža za 0,2°C u 2006. i za 0,01°C u 2011. godini.

U odnosu na višegodišnji prosek, količine padavina bile su manje: 2007. godine za 52,1 mm, 2008. za 78,9 mm i 2011. za 55,3 mm uz veoma neravnomeran raspored po mesecima. Količina padavina bila je veća od višegodišnjeg proseka za: 71,8 mm u 2006. za 37,5 mm u 2009. za 358,7 mm u 2010. i za 15,3 mm u 2012. godini.

U maju 2007. godine i aprilu i maju 2010 godine zabeležena je veoma velika količina padavina, što se nepovoljno odrazilo na useve. Polazeći od činjenice da su dovoljne količine padavina u ovim mesecima važne za uspešnu proizvodnju strnih žita, 2008. godina je bila sa najravnomernijim rasporedom padavina po mesecima.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature vazduha i količina padavina (Kragujevac)
 Table 1. Average monthly air temperature and the amount of precipitation (Kragujevac)

Meseci/ Months	II	III	IV	V	VI	VII	Prosek/ Average
Srednje mesečne temperature vazduha (°C) / Mean monthly air temperature (°C)							
2006	1,5	5,6	12,7	16,4	19,7	23,0	13,1
2007	6,3	9,1	12,1	18,2	22,8	24,8	15,5
2008	4,5	8,1	12,6	17,3	21,8	22,4	14,4
2009	2,0	6,8	13,4	17,8	20,2	22,5	13,8
2010	3,2	7,2	12,1	16,5	20,2	23,1	13,7
2011	0,5	7,2	12,0	15,8	20,9	22,8	13,2
2012	-3,7	8,1	12,9	16,1	23,0	25,8	13,7
Prosek/ Average	2,4	7,1	11,6	16,9	20,0	22,0	13,3
Ukupne mesečne količine padavina (mm) / Total the amount of precipitation (mm)							
2006	38,1	116,1	86,3	29,6	84,8	22,4	377,3
2007	32,1	62,9	3,6	118,4	25,3	10,1	252,4
2008	13,0	53,2	30,1	13,1	65,7	51,5	226,6
2009	76,9	40,3	16,8	46,0	137,8	25,2	343
2010	150,5	43,3	142,2	116,7	196,7	14,8	664,2
2011	48,5	20,4	20,8	65,8	32,3	62,4	250,2
2012	60,1	5,7	74,5	87,3	57,8	35,4	320,8
Prosek/ Average	46,6	32,4	51,9	57,6	70,4	46,6	305,5

Rezultati rada sa diskusijom

Prosečan prinos zrna sorti jarog ovsa (Tabela 2.) značajno se razlikovao po godinama. Prosečan prinos zrna u ogledu za ceo period iznosio je 3,009 t ha⁻¹, sa variranjem od 2,080 t ha⁻¹ u 2007. godini do 3,794 t ha⁻¹ u 2008. godini. U sedmogodišnjem periodu najveći prosečan prinos zrna postigla je sorta Vranac (3,428 t ha⁻¹). Značajno niži prosečan prinos zrna imale su sorte Slavuj (2,891 t ha⁻¹) i Lovćen (2,708 t ha⁻¹).

Tabela 2. Prinos sorti jarog ovsa u periodu 2006-2012 godina (t ha⁻¹)
 Table 2. Grain yield of spring oats cultivars in the period 2006-2012 (t ha⁻¹)

Sorta/ Cultivar s	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Prosek/ Average
Slavuj	3,278b	1,792b	3,481b	3,036a	2,333b	3,278b	3,036a	2,891
Lovćen	3,218b	2,167ab	3,518b	2,393b	2,592b	2,678c	2,393b	2,708
Vranac	3,489a	2,281a	4,383a	3,409a	3,136a	3,889a	3,409a	3,428
Prosek / Average	3,328B	2,080D	3,794A	2,946BC	2,687C	3,282B	2,946BC	3,009B

Srednje vrednosti po kolonama označene različitim malim slovima značajno se razlikuju (P < 0,005) na osnovu LSD testa / Mean values in column designated with the different lowercase letter are significantly different (P < 0.005) according to LSD test

Srednje vrednosti za godine (zadnja kolona) označene različitim velikim slovima značajno se razlikuju (P < 0,005) na osnovu LSD testa / Mean values for years (the last column) with the different capital letter are significantly different (P < 0.005) according to LSD test

U 2006. godini prosečan prinos ovsa iznosio je 3,328 t ha⁻¹. Sorta Vranac je ostvarila značajno viši prinos zrna (3,489 t ha⁻¹) od ostalih sorti. Vegetaciona 2007 godina bila je u pogledu prinosa najlošija; prosečan prinos svih ostalih sorti iznosio je 2,080 t ha⁻¹. Prosečan prinos zrna svih sorti u 2008. godini iznosio je 3,794 t ha⁻¹; značajno veći prinos zrna u odnosu na ostale sorte zabeležen je kod sorte Vranac (4,383 t ha⁻¹). Prosečan prinos zrna u 2009 godini iznosio je 2,946 t ha⁻¹ pri čemu je brojčano najviši prinos ostvarila sorta Vranac (3,409 t ha⁻¹). Prosečan prinos ovsa u vegetacionoj 2010 godina iznosio je 2,687 t ha⁻¹; značajno veći prinos u odnosu na druge dve sorte postigla je sorta Vranac (3,136 t ha⁻¹). U 2011 godini prosečan prinos zrna iznosio je 3,282 t ha⁻¹; sorta Vranac je takođe imala najveći prinos (3,889 t ha⁻¹). Prosečan prinos zrna u 2012. godini iznosio je 2,946 t ha⁻¹, a brojčano najveći prinos ostvarila je sorta Vranac (3,409 t ha⁻¹).

Tabela 3. Analiza varijanse prinosa zrna sorti jarog ovsa u periodu 2006-2012 godina
 Table 3. Analysis variance of grain yield of spring oats cultivars in the period 2006-2012

Osobina / Traits	Mean sq Effect	p-level
Godina Year	0,8836	0,0106
Sorta Cultivar	0,9798	0,0832
Godina/Sorta Year/cultivar	1,0549	0,0463

Analiza varijanse prinosa zrna sorti jarog ovsa u periodu 2006-2012, prikazana je u tabeli 3. Uticaj vegetacione sezone (godine), kao i uzajamni uticaj sorte i godine (interakcija sorta/godina) na prinos zrna bili su značajni.

Najveći potencijal za prinos kako u čitavom periodu tako i u većini vegetacionih sezona ispoljila je sorta Vranac, dok je najmanji prinos u većini godina zabeležen kod sorte Lovćen. Značajne razlike između prinosa zrna ovsa po godinama ustanovili su Đekić i sar. (2012b), Jelić i sar. (2013.) i Đekić i sar. (2018.). Razlike u visini prinosa, rezultat su sorte specifičnosti, koja je u najvećoj meri genetski uslovljena (Perišić i sar., 2009.). Nezavisno od sorte značajna zavisnost prinosa zrna od godine u saglasnosti je sa rezultatima Đekić i sar. (2018.). Terzić i sar., (2018.) takođe, navode da su razlike u prinosu između različitih godina uslovljene uglavnom ekoloških uslovima u toku vegetacione sezone.

Suša je postala glavni ograničavajući faktor biljne proizvodnje u svetu, koja umanjuje prinose i u razvijenim poljoprivredama sveta. To potvrđuju i rezultati ovih istraživanja, jer je prinos zrna ovsa bio najmanji u 2007. godini (2,080 t ha⁻¹). Ostale godine imale su uglavnom povoljan raspored padavina u toku vegetacionog perioda jarog ovsa.

Stres suše je obično praćen i visokim temperaturama, što dodatno povećava efekat stresa (Jelić i sar., 2013.; Đekić i sar., 2018.; Munćan i sar., 2018.; Vojvodić i sar., 2018.). Globalne klimatske promene uslovljavaju sve toplija leta i sve blaže zime, što će u budućnosti pomerati datume setve i klasanja kao i rejone gajenja strnih žita (pšenice, ječma, tritikalea). U Srbiji sušni periodi su prisutni skoro svake godine.

Značajno odstupanje padavina i prosečnih temperatura od višegodišnjeg proseka postaje sve izraženije (Đekić i sar., 2018.; Terzić i sar., 2018.). Utvrđeno je da novostvorene visoko prinodne sorte strnih žita manje reaguju na odstupanje temperature (izuzev ekstrema), nego što je to slučaj sa padavinama. Pored toga što je ukupna količina padavina u odnosu na višegodišnji prosek dovoljna njihov raspored, naročito u kritičnim fazama razvoja, znatno je poremećen. Pored neophodne rezerve za prolećni deo vegetacije, zimske padavine u velikoj meri utiču i na distribuciju lako pristupačnog azota u zemljištu (Jelic i sar., 2013.; Milivojević i sar., 2018.).

Zaključak

Najveći prinos zrna kod sorti jarog ovsa u ovim istraživanjima zabeležen je u vegetacionom periodu koji se odlikovao umerenim temperaturama u vreme nalivanja zrna i velikom količinom padavina u prvom delu vegetacionog perioda. Prosečan prinos zrna kod sorti ovsa u ovim ogledima, prosečno za sve godine iznosio je 3,009 t ha⁻¹, sa variranjem od 2,080 t ha⁻¹ u 2007. do 3,794 t ha⁻¹ u 2008 godini. Prosečan prinos zrna u sedmogodišnjem periodu bio je kod sorte Vranac brojčano najveći, odnosno u najvećem broju godina značajno veći od prinosa ostale dve sorte. U godinama sa većom sumom i povoljnijim rasporedom padavina prinos zrna svih sorti bio je na značajno višem nivou.

Napomena

Rezultati prikazani u radu su deo istraživanja projekata TR 31054 i TR 31057 koji su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Đekić V., Staletić M., Milivojević J., Popović V., Branković S. (2012). Effect of genotype and environment on spring barley and oats quality. Proceedings, Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", 15-17. November, Jahorina, 235-240.
- Đekić V., Jelić M., Popović V., Terzić D., Đurić N., Grčak D., Grčak M. (2018). Parametri rodnosti i kvalitet zrna jarog ovsa. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 24(1-2): 81-86.
- Jelić M., Dugalić G., Milivojević J., Djekić V. (2013). Effect of liming and fertilization on yield and quality of oat (*Avena sativa* L.) on an acid luvisol soil. Romanian Agricultural Research, 2013, 30: 249-258.
- Milivojević J., Bošković-Rakočević Lj., Đekić V., Luković K., Simić, Z. (2018). Cultivar-specific accumulation of iron, manganese, zinc and copper in winter wheat grain (*Triticum aestivum* L.). Journal of Central European Agriculture, 2018, 19(2): 423-436.
- Munćan, M., Paunović T., Đoković J. (2018). Uticaj atmosferskih padavina i temperature vazduha na prinose kukuruza porodičnih gazdinstava Vojvodine. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 24(1-2): 23-30.
- Perišić V., Milovanović M., Đulaković V., Janković S., Staletić M. (2009). Produktivnost kragujevačkih sorata ozime pšenice, ječma i jarog ovsa. Poljoprivredne aktuelnosti, 8(3-4): 5-14.
- SAS/STAT (2000). User's Guide, Version 9.1.3. SAS Institute Inc.
- Terzić D., Đekić V., Jevtić, S., Popović V., Jevtić A., Mijajlović J., Jevtić, A. (2018). Effect of long term fertilization on grain yield and yield components in winter triticale. The Journal of Animal and Plant Sciences, 28(3): 830-836.
- Vojvodić D., Živanović, Lj., Vujadinović Mandić M., Ikanović J., Žarković B. (2018): Uticaj klimatskih promena na prinos zrna pkb hibrida kukuruza. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 24(1-2): 11-22.

THE IMPACT OF CLIMATE CONDITIONS ON THE GRAIN YEALD OF SPRING OATS

*Vera Đekić¹, Milomirka Madić², Dragan Terzić³, Jelena Milivojević¹,
Kamenko Bratković¹, Milan Biberdžić⁴, Snežana Branković^{5 1}*

Abstract

Field trials with oats varieties Slavuj, Lovćen and Vranac were established during the vegetation seasons 2006-2012. The aim of the research was to analyse the grain yield of the three varieties of spring oat cultivated on acid soil. On average, the highest grain yield in all varieties was recorded in the vegetation 2007/2008, which was characterized by moderate temperatures and high amount of precipitation. The average grain yield of oat varieties ranged from 2.080 t ha⁻¹ to 3,794 t ha⁻¹. Variety Vranac had a significantly higher grain yield than other varieties in most years. The average yield of all varieties varied significantly over the years, mainly as a result of large differences amount of precipitation and their distribution during the vegetation season.

Key words: cultivars, grain yield, spring oat, climate conditions

¹ Center for Small Grains, Kragujevac, Serbia (verarajcic@yahoo.com)

² University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cacak, Serbia

³ Institute for forage crops, Globoder bb, Krusevac, Serbia

⁴ University of Pristina, Faculty of Agriculture, Lesak, Serbia

⁵ University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, Kragujevac, Serbia

URBANA POLJOPRIVREDA I POVRTARSTVO

Vera Rašković¹, Vladimir Stepić¹, Milan Glišić¹, Vojislav Tomić¹

Izvod: Urbana poljoprivreda podrazumeva proizvodnju hranjivih materija biljnog i životinjskog porekla u gradskim sredinama. Cilj rada je upoznavanje sa različitim oblicima urbane povrtarske poljoprivrede i njenim značajem. Srednja poljoprivredna škola sa domom učenika iz Šapca je dobar primer urbane povrtarske proizvodnje. U svom plasteniku i stakleniku, đaci škole sa nastavnicima proizvedu približno 15000 biljaka paradajza i 10000 biljaka paprike. Ova proizvodnja ostvaruje finansijsku dobit skoro duplo veću od uloženi sredstava. Na ovom primeru zaključujemo da se uspešno može realizovati profitabilna proizvodnja i da je potencijal za urbanu proizvodnju povrća u Srbiji veliki.

Ključne reči: urbana poljoprivreda, povrtarstvo, proizvodnja rasada

Uvod

Prema Mougeot (2000) urbana poljoprivreda se definiše kao privreda u okviru gradskog područja ili metropole gde se gaje, prerađuju ili distribuiraju poljoprivredni i prehrambeni proizvodi. Koriste se pretežno ljudski i materijalni resursi, proizvodi i usluge sa urbanog područja, a samim tim i korisnici proizvoda i usluga su prevashodno iz tih urbanih sredina.

U delovima naše planete sa visokim priraštajem, davno se došlo do spoznaje da postoji potreba da se organizuje proizvodnja u gradskim sredinama. Prema podacima svetske međunarodne organizacije FAO utvrđeno je da je Kina integrisala urbanu proizvodnju sa ruralnom još od 1960. Danas više od polovine svežeg povrća je upravo iz gradskih bašta i košta manje nego ono koje je dopremljeno iz udaljenih područja.

S obzirom da se površine pod poljoprivrednim zemljištem smanjuju, proizvodnja se udaljava od tržišta, povećava se cena transporta i pakovanja, produžava se vreme dok proizvodi nestignu do velikih gradskih centara, što utiče na svežinu i kvalitet proizvoda (Ackerman, 2014, Dvorak and Ali, 2016).

Veći broj povrtarskih kultura ima kratku vegetaciju što ih čini podobnim za gradsku proizvodnju.

Ovom vidu proizvodnje se sve više okreću i ljudi u visoko razvijenim zemljama, kod kojih se teži očuvanju životne sredine, dobijanje visoko kvalitetnog povrća koje se gaji u kontrolisanim uslovima uglavnom bez upotrebe pesticida.

U svetu postoji stalan porast populacije. Do nedavno, procena je bila da će u 2050. godini broj stanovnika na zemlji biti 8 milijardi, a prema novijim istraživanjima se očekuje da će do tada biti 9,5 milijardi (Milošević i sar., 2012). Takođe, kontinuirana je migracija iz seoskih u gradske sredine i smatra se da će u 2030. godini 70% stanovništva živeti u gradovima čime se dodatno dovodi u pitanje održivost u snabdevanju hranom stanovništva na planeti. S toga, urabana poljoprivreda bi mogla

¹ Visoka poljoprivredna škola strukovnih studija Šabac, Republika Srbija.

imati socijalni, ekološki i ekonomski značaj. Evaluacija FAO pokazuje da oko 100 miliona ljudi učestvuje i prihoduje direktno iz urbane poljoprivrede (FAO 1996). Osim što siromašnim obezbeđuje hranu i dodatne prihode, ovakav oblik proizvodnje ima ključnu ulogu u smanjenju zagađenja u gradovima, reciklira se gradski otpad, čuva se biodiverzitet, ublažava se negativan uticaj čoveka na klimatske promene, stimuliše se regionalna ekonomija i smanjuje se zavisnost od globalnog tržišta (FAO 2014). Smatra se da bez samoodrživih gradova koji prihvataju koncept urbane poljoprivrede nema ni samoodržive planete (Deelstra and Nijwenning, 1997).

Kao prednosti, ali i nedostatke gradske povrtarske poljoprivrede Eigenbrod i Gruda (2015) navode sledeće:

1. Urbana hortikultura ima veliki potencijal od 50 kg po m²; povrtarska proizvodnja je najznačajnija komponenta urbane proizvodnje hrane, koja doprinosi globalnoj sigurnosti u obezbeđenju hrane.
2. Hidroponska i drugi nisko inputni sistemi nastaviće da imaju važnu ulogu u održivoj poljoprivredi u budućnosti.
3. Uprkos velikom stepenu iskorišćenja opreme kod gajenja povrća u kućnim uslovima, njena cena je još uvek visoka.
4. Potrebno je integrisati urbanu poljoprivredu u edukacioni sistem.
5. Moraju se adaptirati nove tehnologije poljoprivredne proizvodnje u urbanu poljoprivredu kako bi se ostvarivao maksimalni prinos.

Materijal i metode rada

U radu su korišćeni podaci dobijeni iz Srednje poljoprivredne škole sa domom učenika u Šapcu. Proizvodnja rasada je samo jedan mali segment urbane proizvodnje koji se odvija u dvorištu Srednje poljoprivredne škole. Pored toga, oni se bave i proizvodnjom ruža, začinskog i lekovitog bilja, vina, rakije, sira, kao i gajenjem svinja, ovaca, goveda i konja.

Rezultati istraživanja i diskusija

Različiti načini organizovanja urbane proizvodnje povrća

Kako bi se osigurala proizvodnja dovoljne količine hrane, napuštena dvorišta fabrika mogu se uzeti u obzir kao moguća lokacija za proizvodnju, čime bi se donekle kompenzovao gubitak poljoprivrednog zemljišta. U SAD, na primeru grada Detroita, značajnog industriskog centra koji je doživeo bankrot, sa velikim brojem napuštenih fabrika i visokom stopom nezaposlenosti, kao jedno od rešenja ponuđena je urbana poljoprivreda. Postoje brojna rešenja kako organizovati ovaj vid proizvodnje. Ukoliko nije ekonomski orjentisana ljubitelji svežeg povrća mogu imati svoju **baštu u stanu**, uz nabavku odgovarajuće opreme (Slika 1).



Sl. 1. Proizvodnja povrća u stanu

Fig.1. Production of vegetables in the apartment

Kućno baštovanstvo je namenjeno ljudima u gradu koji žele da više provedu napolju. Ovi proizvođači, počinju više u ishrani da koriste povrće, a pored doprinosa zdravijoj ishrani, može doprineti i kućnom budžetu, jer se dobija kvalitetno povrće po niskim cenama.

U svetu su popularne **kollektivne bašte**, što znači zajedničko gajenje biljaka od strane različitih ljudi na istoj površini.

Sistem organizovanja ovih zajedničkih bašta može se značajno razlikovati u zavisnosti od cilja i dogovora direktnih učesnika u proizvodnji. U visoko razvijenim zemljama, osnovni cilj je proizvodnja svežeg i zdravog povrća za vlastite proizvode, dok je u siromašnim zemljama cilj smanjenje gladi i siromaštva. U gradskim sredinama bašta može biti na zajedničkom krovu na manjem ili većem otvorenom prostoru.

Na zajedničkoj parceli učesnici mogu da dele odgovornost oko poslova i dobijene proizvode ili, kao što imamo primer u jednoj od prvih takvih bašta u Srbiji, u Šapcu, gde je jedna parcela podeljena na više proizvođača i gde svako proizvodi na svojoj parceli šta želi i ubira proizvode sa te parcele. U visoko razvijenim zemljama kao deo gradske infrastrukture planiraju se otvorene zelene površine, takozvani „**jestivi gradovi**“, a svrha je da delovi grada postanu pogodniji za boravak na otvorenom, planiraju se delovi za odmor, biciklističke i pešačke staze.

Svako može slobodno da ubere sveže povrće, a često se gaje u ovim sredinama stare sorte koje treba očuvati od nestajanja. Prvi jestivi grad je osnovan u Jorkširu, zatim su osnovani u Nemčkoj i Belgiji (Slika 2).



Sl. 2. Povrće u gradu Andernach, Nemačka, fotografija Gruda 2014, privatna kolekcija
 Fig. 2. Vegetables in the city of Andernach, Germany, photo Grude 2014, private collection

Proizvodnja rasada u Srednjoj poljoprivrednoj školi sa domom učenika iz Šapca

Srednja poljoprivredna škola sa domom učenika Šabac takođe predstavlja jedan od svetlih primera urbane poljoprivredne proizvodnje.

Smeštena u gradskoj sredini, ova škola poseduje plastenike i staklenike u kojima se proizvodi rasad povrća. U plasteniku površine 30 x 20 m, kao i u stakleniku 10 x 6 m, đaci poljoprivredne škole u saradnji sa svojim predavačima, godišnje proizvedu oko 15000 biljaka paradajza i 10000 biljaka paprika (Slika 3 i 4). Sortiment je različit, tako da su najviše zastupljene sorte paradajza kao što su Big beef, Maraton, Balkan, a kada je paprika u pitanju, dominiraju Palanačka Babura i Slonovo uvo.

U praksu su uključeni đaci sve četiri godine srednje škole, različitih smerova, kao što su: poljoprivredni tehničar, cvečar, vrtlar, tehničar hortikulture. Kroz ovaj zatvoreni prostor za proizvodnju rasada prođe blizu 200 učenika u roku od 3 meseca koliko traje proizvodnja.



Sl. 3, 4. Proizvodnja rasada u Srednjoj poljoprivrednoj školi sa domom učenika
 Fig. 3, 4. Production of seedlings in the Secondary Agricultural School with the student home

Početkom februara se počinje sa punjenjem sanduka za setvu supstratom, a zatim i setva semena. Treba naglasiti da deo repromaterijala, kao što je supstrat za punjenje kontejnera se dobija iz sopstvenih sredstava. Polovinom aprila se počinje sa pikiranjem rasada i punjenjem čašica u koje će biti prebačene samo zdrave i dovoljno porasle biljke. Kraj proizvodnje rasada je početkom maja, kada sugrađani počinju da dolaze u velikom broju i kupuju kvalitetan rasad za sopstvene bašte. Do 20. maja obično sve količine budu rasprodate.

Zahvaljujući kvalitetnoj praksi, đaci škole bivaju obučeni i osposobljeni za rad i pokretanje sopstvene proizvodnje, dok škola zahvaljujući uštedi u troškovima radne snage koju čine đaci, obezbeđuje novčanu dobit koja je skoro pa duplo veća od uložених sredstava.

Zaključak

Urbana poljoprivreda koja je u Srbiji u povelju sve više će dobijati na značaju. Trend stalne migracije stanovništva iz ruralnih u urbana područja prisutan je i kod nas zbog toga će se povećati potreba za svežom hranom proizvedenom u gradskoj sredini. U radu je analizirana samo proizvodnja povrća tj. rasada, ali mogućnosti urbane poljoprivrede su daleko veći i mogu se proizvoditi i druge biljne vrste npr. od voća (jagodičasto, bobičasto), od životinja zečevi, proizvodnja jaja, proizvodnja pečurki, cveća, začinskog i lekovitog bilja.

Zahvalnica

Zahvaljujemo se kolegama Srednje poljoprivredne škole sa domom učenika iz Šapca na dostupnim podacima.

Literatura

Ackerman K, (2014). Sustainable Food Systems for Future Cities: The Potential of Urban Agriculture. 45 (2), 18.

- Deelstra T., Nijwening S. (1997). Environmental sustainability of cities: management issues and experiences in developing countries. Delft/Den Haag: The International Institute for the Urban Environment & SNV.
- Dvorak D. B., Ali A. K. (2016). Urban Agriculture Case Studies in Central Texas: From the Ground to the Rooftop, Urban Agriculture, Texas A&M University, College Station, Texas, USA
- Eigenbrod C., Gruda N.(2015). Urban vegetable for food security in cities, *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (2), 483-498.
<http://www.fao.org/urban-agriculture/en/>
- Milošević V., Đukanović L., Rašković V., Stepić R. (2012). Application of new technologies in agriculture in order to protect the environment. International conference NEWENVIRO new approaches for assessment and improvement of environmental status in the Balkan region; Interactions between organisms and environment, S.Kamenica, Serbia, May 28-30, 4.
- Mougeot L. (2000). Urban Agriculture: Definition, Presence, Potentials and Risks, and Policy, *Growing Cities Growing Food: Urban Agriculture on the Policy Agenda*, International Development Research Centre (IDRC)* Ottawa, Canada.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/> Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources

URBAN AGRICULTURE AND VEGETABLE GROWING

Vera Rašković¹, Vladimir Stepić¹, Milan Glišić¹, Vojislav Tomić¹

Abstract: Urban agriculture involves the production of nutrients from plants and animals in urban areas. The aim of this paper is to get to know different types of urban vegetable growing agriculture, as well as its importance. Secondary agricultural school with its boarding house in Šabac presents an excellent example of urban vegetable growing production. In its greenhouse and glasshouse, both pupils and their teachers produce approx. 15000 plants of tomatoes and 10000 of peppers. This production makes a financial profit which is almost double higher compared to invested money. Having in mind this example, we conclude that profitable production can be successfully realized and that Serbia has a great potential for urban vegetable production.

Key words: urban agriculture, vegetable growing, seedling production

¹ Higher agricultural school of vocational studies Šabac, Republic of Serbia.

EFEKTI PLODOREDA NA IZNOŠENJE AZOTA S PRINOSOM KUKURUZA

Vesna Dragičević, Milena Simić, Milan Brankov, Branka Kresović, Miodrag Tolimir

Izvod: Gajenje kukuruza u plodoredu ima brojne prednosti u odnosu na monokulturu. U Srbiji se kukuruz uglavnom gaji u dvopolju s pšenicom. U ogledu je ispitivan uticaj gajenja kukuruza u plodoredu sa pšenicom, odnosno stočnim graškom, u odnosu na monokulturu kukuruza, na prinos zrna i iznošenje azota s prinosom u toku četiri godine. Rezultati ukazuju da se plodored pozitivno odražava kako na povećanje prinosa, tako i na iznošenje azota sa prinosom, odnosno da pozitivno utiče na povećanje kvaliteta zrna kukuruza i to posebno smena kukuruza sa stočnim graškom. U sezonama sa umerenom i povećanom količinom padavina, veće doze unetog mineralnog đubriva su uticale na povećanje prinosa i iznošenje azota, dok su se u sušnim godinama i niže doze đubriva pozitivno odrazile na povećanje prinosa i iznošenje azota.

Ključne reči: dvopolje, monokultura, prinos kukuruza, azot

Uvod

Kukuruz je jedna od najznačajnijih žitarica u svetu, i zbog toga se uglavnom gaji u monokulturi. Sa druge strane, gajenje kukuruza u plodoredu sa drugim usevima ima brojne prednosti, koje se ogledaju u boljem rastu biljaka, smanjenoj upotrebi pesticida, manjoj brojnosti patogena, štetočina i korova, kao i boljem održanju plodnosti zemljišta, što se sve pozitivno odražava na postizanje većih prinosa (Dolijanović et al., 2006; Stranger and Lauer, 2008; Riedell et al., 2009).

U praksi se u plodoredima kukuruz najčešće smenjuje sa ozimom pšenicom ili sojom u dvopoljnom plodoredu, ili sa oba navedena useva u troljnom plodoredu. U Srbiji se najčešće koristi rotacija kukuruza i pšenice, bez obzira što se preporučuju kombinacije sa mahunarkama, kao što je soja, koja pozitivno utiče na status azota u zemljištu i povećava uštede pri đubrenju (Videnović i sar., 2013). Sa druge strane, Simić i sar. (2014) ističu da je u troljnim plodoredima bolje kada pšenica prethodi kukuruzu, naročito ukoliko se upotrebljavaju herbicidi u preporučenoj količini, jer se obezbeđuje bolja kontrola korova. Paralelno, u dvopoljnom plodoredu kukuruza i pšenice, uz preporučenu količinu herbicida nije došlo do pojave korova, što znači da se vrlo efikasno može kontrolisati zakorovljenost, bez obzira na razlike u habitusu prisutne između različitih hibrida kukuruza (Brankov i sar., 2017). Osim kontrole zakorovljenosti, plodored se pozitivno odražava i na rast i razvoj biljaka kukuruza, povećavajući vrednosti indeksa lisne površine, sadržaja hlorofila i karotenoida, kao i slobodne energije lista, bez obzira na to koji usev prethodi kukuruzu u plodosmeni (Spasojević i sar., 2014).

Cilj ogleda je bio da se ispita uticaj gajenja kukuruza u plodoredu sa pšenicom, odnosno stočnim graškom kao mahunarkom, u odnosu na monokulturu kukuruza, na prinos zrna i iznošenje azota s prinosom u toku četiri, meteorološki različite godine.

Materijal i metode rada

U periodu 2013.-2016. godine, na lokaciji Zemun Polje u uslovima prirodnog vodnog režima, na zemljištu tipa slabokarbonatni černozem, ispitivan je uticaj različitih sistema gajenja kukuruza, tj. gajenja u monokulturi (K), kao i u dvopoljnom plodoredu sa ozimom pšenicom (KP), odnosno jarim stočnim graškom (KG). Mineralna đubriva su primenjena u četiri nivoa: kontrola, bez đubrenja - F0; 180 kg NPK ha⁻¹ (N-80 kg ha⁻¹, P₂O₅-60 kg ha⁻¹, K₂O-40 kg ha⁻¹) – F1; 270 kg NPK ha⁻¹ (N-120 kg ha⁻¹, P₂O₅-90 kg ha⁻¹, K₂O-60 kg ha⁻¹) – F2 i 360 kg NPK ha⁻¹ (N-160 kg ha⁻¹, P₂O₅-120 kg ha⁻¹, K₂O-80 kg ha⁻¹) – F3. Odnos hraniva za đubrenje kukuruza i pšenice je 1:0,75:0,50, dok je stočni grašak đubren sa 50% manjom dozom azota. Setva kukuruza (hibrid ZP 677) je izvršena tokom prve nedelje aprila. U ogledu su primenjene sve standardne agrotehničke mere. Nakon berbe određen je prinos zrna kukuruza i preračunat na 14% vlage. Sadržaj proteina u zrnju je određen na infracrvenom analizatoru (Infraneo, Chopin Technologies, France), a potom je preračunat na sadržaj azota deljenjem s koeficijentom 6,25 (Salo-väänänen i Koivistoinen, 1996).

Statistička obrada podataka je obuhvatala analizu varijanse (ANOVA) za prinos kukuruza na nivou značajnosti od 0,05 (LSD test), dok je količina azota iznetog sa prinosom prikazana kao prosek ± standardna devijacija (SD).

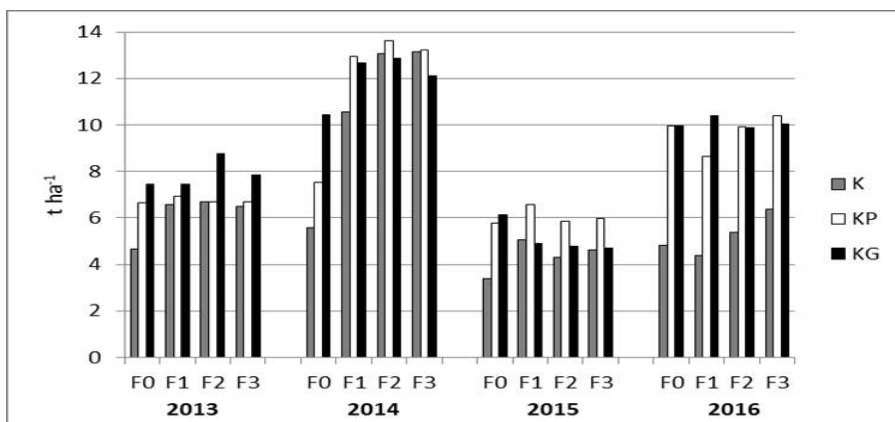
Meteorološki uslovi. Vegetacioni period 2013.-2016. godine karakterisale su prosečne godišnje temperature od preko 19°C, osim 2014. godine (Tabela 1). Takođe sume padavine su se kretale u opsegu 267,3-380,4 mm, osim u 2014. godini, kada je vrednost iznosila 709,1 mm. Prisutna je i neujednačenost u pogledu temperatura i padavina, tako da su prosečno najviše temperature bile tokom jula i avgusta 2015. i 2016., a najveća suma padavina bila je tokom maja i jula 2014., dok je najniža vrednost od 7,2 mm bila u julu 2015. godine.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature i sume padavina za vegetacioni period 2013.- 2016.
Table 1. Average month temperatures and precipitation sums for vegetation period 2013-2016

Mesec Month	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Pros./Suma Aver./Sum
Srednje mesečne temperature (°C) Average month temperatures (°C)								
2013	14,9	19,7	21,9	23,8	23,7	16,9	15,3	19,5
2014	13,7	17,4	21,1	23,2	22,6	18,0	14,1	18,6
2015	12,9	19,1	22,1	26,4	25,7	20,2	12,4	19,8
2016	15,3	17,6	23	24,2	22,3	19,4	11,2	19,0
Suma padavina (mm) Precipitation sum (mm)								
2013	14,9	93,9	37,8	16	12,7	70,1	21,9	267,3
2014	84,8	192,5	71,2	187,4	41	75,6	56,6	709,1
2015	19,7	97,8	31,1	7,2	56	73,6	65,1	350,5
2016	51,9	47,4	107,4	33,6	43,2	36,6	60,3	380,4

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati pokazuju da su najveći prinosi ostvareni u kišnoj 2014. godini, a najmanji u sušnoj 2015. (Graf. 1). Značajno veće razlike u prinosu bile su na nivou godine i njenje interakcije sa sistemom gajenja, odnosno đubrenjem. Brankov i sar. (2017) takođe navode da je uticaj meteoroloških uslova značajniji u odnosu na faktor plodoreda i herbicida pri formiranju prinosa kukuruza. Takođe, veće vrednosti prinosa bile su u varijantama plodoreda i to KG varijanti u 2013., kao i tokom ostalih sezona u F0 tretmanu. KP varijanta se uglavnom isticala po većim vrednostima prinosa i to u kombinaciji sa F2 i F3 tretmanima. U proseku, najveći prinos je ostvaren u KG varijanti u kombinaciji sa F2 tretmanom. Videnović i sar. (2013) ističu da su mahunarke bolji predusev kukuruza, kako zbog visine prinosa, tako i zbog ušteda ostvarenih zahvaljujući smanjenom unosu đubriva.



Graf. 1. Prinos kukuruza gajenog u monokulturi (K), plodoredu sa pšenicom (KP) i stočnim graškom kao predusevom (KG) uz primenu različitih nivoa NPK đubriva (F0-F3)

LSD_{0,05} godina = 1,92, LSD_{0,05} plodored = 2,84; LSD_{0,05} NPK = 2,97

Graph. 1. Grain yield of maize grown in monoculture (K) and rotation with wheat (KP) and field pea as a previous crop (KG) in combination with different levels of NPK fertilizer (F0-F3)

LSD_{0,05} year = 1,92, LSD_{0,05} rotation = 2,84; LSD_{0,05} NPK = 2,97

Za razliku od prinosa, najveće količine azota su prosečno bile iznete sa prinomom u 2013. godini u sva tri sistema gajenja (Tabela 2). Pored uticaja agrotehničkih mera, uticaj sezone je jedan od presudnih faktora za održanje vlage i iskorišćenje pristupačnog azota iz zemljišta (Dragičević i sar., 2012). U KG dvopolju, odnosno KG + F2 kombinaciji su bile najveće vrednosti azota iznetog prinomom. Navedeno potvrđuje i rezultate Videnović i sar. (2013) i Spasojević i sar. (2014) da se mahunarka kao predusev pozitivno odražava na bolje iskorišćenje azota iz zemljišta, povećavajući rast biomase i sadržaj hlorofila kod kukuruza. Takođe, F2 tretman se izdvaja sa prosečno najvećom količinom iznetog azota,

od 109,42 kg n ha⁻¹, u odnosu na ostale tretmane. Sa druge strane, F3 je tretman koji je u najvećem stepenu uticao na intenzivnije iznošenje azota s prinosom kukuruza: u monokulturi (K) u 2014., u KP varijanti u 2014. i 2016. godini. Tretman sa nižom količinom đubriva, F2, je u KG varijanti pokazao najveći uticaj u 2013. godini. U najnepovoljnijoj, 2015. godini, F1 tretman se pokazao kao najefikasniji u pogledu iznošenja azota i to u KP oglednoj varijanti.

Tabela 2. Sadržaj azota iznet s prinosom zrna kukuruza gajenog u monokulturi (K) i u plodoredu sa pšenicom (KP) i stočnim graškom kao predusevom (KG), u kombinaciji sa različitim nivoima NPK đubriva (F0-F3)

Table 2. Nitrogen uptake by grain yield of maize grown in monoculture (K) and rotation with wheat (KP) and rotation with field pea (KG) in combination with different levels of NPK fertilizer (F0-F3)

	2013	2014	2015	2016	Pros. Aver.
K					
F0	47,82±0,76	34,45±0,32	31,14±0,26	38,74±0,68	38,04
F1	89,73±1,96	76,68±0,52	47,06±0,82	38,98±1,45	63,11
F2	93,06±0,80	99,53±0,28	42,15±0,55	48,46±0,44	70,80
F3	99,99±2,71	110,64±0,65	43,28±0,10	52,74±0,90	76,66
Pros./ Aver.	82,65	80,33	40,90	44,73	62,15
KP					
F0	97,56±1,98	56,31±0,32	51,86±0,45	86,17±0,44	72,98
F1	94,36±1,00	99,00±1,37	64,12±0,42	71,09±0,90	82,14
F2	94,90±2,39	83,43±30,08	55,34±1,49	78,65±0,55	78,08
F3	89,54±0,40	107,69±0,56	59,82±0,72	96,03±0,52	88,27
Pros./ Aver.	94,09	86,61	57,79	82,99	80,37
KG					
F0	115,74±1,78	73,63±0,88	56,60±1,30	86,25±0,47	83,05
F1	138,27±2,67	105,18±0,18	49,13±0,76	90,56±2,13	95,79
F2	140,29±2,10	105,72±0,27	45,15±0,24	87,43±1,88	94,65
F3	129,08±0,47	102,41±0,77	46,35±0,37	87,98±0,55	91,45
Pros./ Aver.	130,85	96,73	49,31	88,06	91,24
Pros. god. Aver. year	102,53	87,89	49,33	71,92	

Zaključak

Na bazi rezultata može se zaključiti da se gajenje kukuruza u dvopoljnom plodoredu sa pšenicom, a posebno sa stočnim graškom, pozitivno odražava na povećanje prinosa i na iznošenje azota sa prinosom, tj. pozitivno utiče na povećanje kvaliteta zrna kukuruza. U sezonama sa umerenom i povećanom količinom padavina, veće doze unetog đubriva su uticale na povećanje prinosa i iznošenje azota, dok su se u

sušnijim godinama i niže doze đubriva pozitivno odrazile na povećanje prinosa i iznošenje azota.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta TR 31037 „Integralni sistemi gajenja ratarskih useva: očuvanje biodiverziteta i plodnosti zemljišta“ koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Brankov M., Simić M., Dragičević V., Kresović B. (2017). Integrisani sistem suzbijanja korova u kukuruzu: značaj plodoreda, hibrida kukuruza i herbicida. *Acta herbologica*. 26: 95-101.
- Dolijanović Ž., Kovačević D., Oljača S., Bročić Z., Simić M. (2006). The yield grain of winter wheat and maize in continuous cropping, two- and three-crop rotation. *Journal of Scientific Agricultural Research*. 67: 81-90.
- Dragičević V., Simić M., Videnović Ž., Kresović B., Spasojević I. Brankov M. (2012). The influence of different tillage practices on the soil moisture and nitrogen status. *Journal of Central European Agriculture*. 13: 729-738.
- Riedell W.E., Pikul J.L.Jr., Jaradat A.A., Schumacher, T.E. (2009). Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield and seed composition. *Agronomy Journal*. 101: 870 – 879.
- Salo-väänänen P.P., Koivistoinen P.E. (1996). Determination of protein in foods: Comparison of net protein and crude protein (N x 6.25) values. *Food Chemistry* 57: 27-31.
- Simić M, Spasojević I, Brankov M, Dragičević V. (2014). Integrisana primena plodoreda i herbicida za kontrolu korova u kukuruzu. *Biljni lekar*. 42:209-216.
- Spasojević I., Dragičević V., Simić M., Kovačević D., Brankov M. (2014). Effects of different cropping systems and weed management methods on free energy and content of pigments in maize. *Pesticides and Phytomedicine (Belgrade)*. 29: 45–54.
- Stranger, T.F. and Lauer, J.G. (2008). Corn grain yield response to crop rotation and nitrogen over 35 years. *Agronomy Journal*. 100: 643 – 650.
- Videnović Ž., Jovanović Ž., Dumanović Z., Simić M., Srdić J., Dragičević V., Spasojević I. (2013). Effect of long term crop rotation and fertiliser application on maize productivity. *Turkish Journal of Field Crops*. 18: 233-237.

THE EFFECT OF MAIZE ROTATION TO NITROGEN OUTTAKE BY GRAIN YIELD

Vesna Dragičević, Milena Simić, Milan Brankov, Branka Kresović, Miodrag Tolimir

Abstract

Maize rotation with other crops has various advantages in regard to monoculture. In Serbia, maize is mainly growing in rotation with wheat. The influence of maize rotation with wheat, i.e. field pea in comparison to monoculture on grain yield and nitrogen outtake was examined during four years. Results show that rotation, mainly with field pea, was positively reflected on grain yield increase, as well as nitrogen outtake by yield, increasing grain quality. In seasons with moderate to increased precipitation amount, increased doses of mineral fertilizer increased grain yield and nitrogen outtake, while in drier years, even lower fertilizer doses positively affected, i.e. increased grain yield and nitrogen outtake.

Key words: two-crop rotation, monoculture, maize grain yield, nitrogen

Effects of nano-fertilizers on the antioxidant properties of *Lallemantia iberica*

Vida Mohammadghasemi¹, Sina Siavash Moghaddam¹, Amir Rahimi¹,
Latifeh Pourakbar², Jelena Popović-Djordjević³

Abstract: *Lallemantia iberica* is a medicinal plant distributed in different parts of Iran. In this research the effects of different nano-fertilizers on plant antioxidant properties was investigated. The experiment was carried out at the Agricultural research farm at Urmia University (Urmia, Iran). Antioxidant traits such as total phenolic content, total flavonoid content and antioxidant activity (DPPH) were evaluated. Nano-fertilizers enhanced antioxidant traits in comparison with soil application fertilizer and control. In conclusion, to consider sustainable agriculture, foliar application of nanofertilizers is recommended.

Key words: *Lallemantia iberica*, nano-fertilizers, total phenols, flavonoids, DPPH

Introduction

Genus *Lallemantia* belongs to the family Lamiaceae which has 46 genera and 410 species and subspecies in Iran (Naghbi et al 2010). It has been scattered in various regions of Iran, mainly in north and north-west. This genus has five different species comprising *peltata*, *royleana*, *iberica*, *baldshuanica* and *canescen* (Mozaffarian 1996). Seeds of *Lallemantia iberica* are recognized as "Balangu shahri" in Persian. Its synonyms are *Lallemantia sulphurea* and *Dracocephalum ibericum* (Bieb.) (Amin, 1991). The seeds are generally utilized as stimulant, diuretic and expectorant (Naghbi et al 2010). The mucilage of the seeds is employed to cure some nervous, hepatic and renal diseases and it was applied as common tonic in the Iranian Traditional Medicine (Amin, 1991; Amanzadeh et al., 2011). Phenolic compounds include a large group of secondary metabolites that include compounds such as phenol, flavonoids, tannins and lignin, and even cyclic amino acids such as tryptophan, tyrosine and proline. These compounds have many ecological and physiological roles, such as defense and antioxidant roles (André et al., 2009). The synthesis of these compounds has been reported through several factors, such as ultraviolet rays, nutrition, environmental and physical stresses (Schwambach et al., 2008). Nano-fertilizers can supply one or more nutrients to the plants through its nutrient transportation capability in terms of penetration and movement which resulting in enhanced growth, yield and antioxidant traits (Liu and Lal, 2015; Taiz and Zaiger, 2006). This study aimed to elucidate the

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, 11 Km of Sero Highway, 5756151818 Urmia, Iran (ss.moghaddam@urmia.ac.ir)

²Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, 11 Km of Sero Highway, 575615181 Urmia, Iran

³University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Department of Chemistry and Biochemistry, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia (jelenadj@agrif.bg.ac.rs)

possible effect of the nano-fertilizer foliar application on the total phenol, flavonoid content and antioxidant activity of *Lalemantia iberica*.

Material and methods

Experimental design: The experiment was carried out as randomized complete block design (RCBD) at the agricultural research farm at Urmia University (Urmia, Iran). The treatments were as follows: Control (Without Fertilizer), Soil Nano Fertilizer (NPKs), Nano Macro Fertilizer (NPKn), Nano iron (Fen), Nano Macro Fertilizer + Nano iron (NPKn+Fen), Soil Nano Fertilizer + Nano Macro Fertilizer + Nano iron (NPKs + NPKn + Fen).

Determination of total phenolic content (TPC): The total phenolic content was determined by Folin-Ciocalteu. According to this method, 1 ml of Folin Ciocalteu reagent was diluted 10 times and added to 50 μ L of the plant extract. After 3 minutes, 1 ml of sodium carbonate (10%) was added to the solution. The solution was incubated at room temperature for 1 hour, and then the absorbance at 750 nm was measured using spectrophotometer.

Determination of total flavonoid content (TFC): The total flavonoid content of the extracts was determined using Sakanaka et al. (2005) method. The plant extract (30 μ l) was diluted with 1 ml of distilled water and then to the solution, 0.075 ml of sodium nitrate 5% was added. After 5 minutes of the reaction, 0.15 ml of the solution was reached to a final volume of 3 ml, and the absorbance was measured at 510 nm.

DPPH free radicals scavenging assay: The antioxidant activity of plant volatile compounds was carried out by the addition of hydrogen with the ability to scavenge of the radicals using DPPH-stable radical (Brand-Williams et al., 1995). 40 μ l of the extract was mixed with 2 ml of methanol solution containing DPPH radicals (0.004%, w/w). Absorbance was measured at 517 nm after 30 minutes incubation at room temperature and dark condition. The scavenging properties percentage of the extracts was calculated according to the following formula.

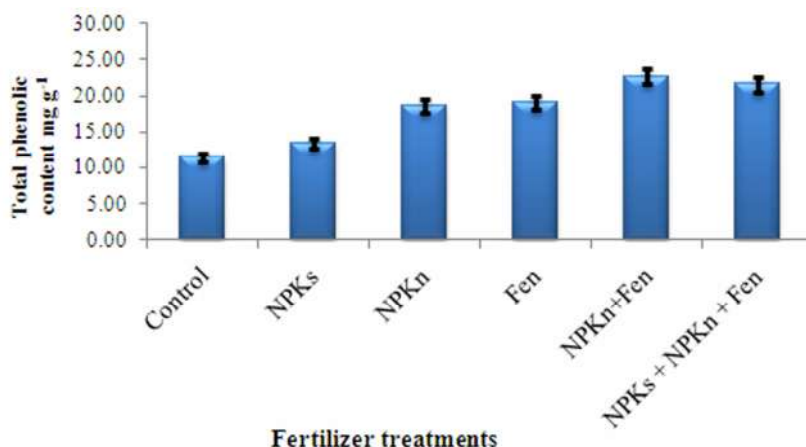
$$\text{DPPH} = (1 - A_{\text{sample}}/A_{\text{blank}}) \times 100 (\%)$$

A_{blank} = Absorbance of the reaction mixture containing the extract

A_{sample} = Absorbance of the reaction mixture without extracts

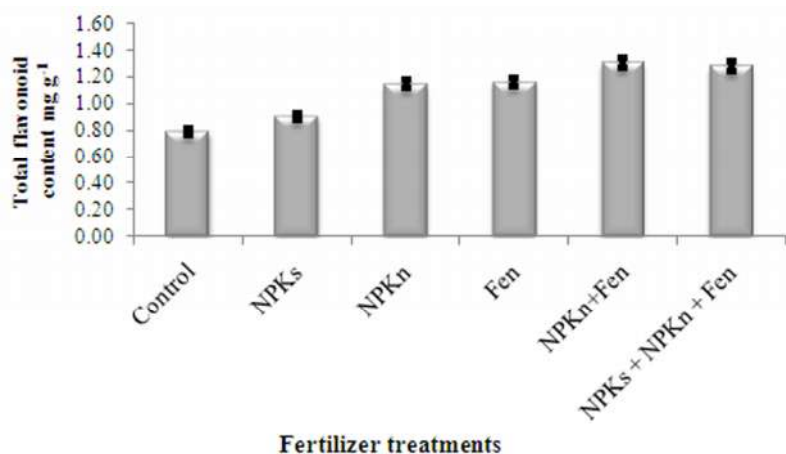
Results

Total phenolic contents: The analysis of variance showed that there was a significant difference between the effects of different fertilizer treatments on antioxidant traits and secondary metabolites. The comparison of mean indicated that the highest TPC was achieved in NPKn + Fen treatment, which is not significantly different with NPKs + NPKn + Fen (Graph 1). The lowest TPC was obtained in control. Furthermore, nanoparticle treatments revealed higher performance than NPKs.



Graph 1. Effect of fertilizer type on total phenolic content of *Lallemantia iberica*
 Graf. 1. Uticaj vrste đubriva na sadržaj ukupnih fenola u *Lallemantia iberica*

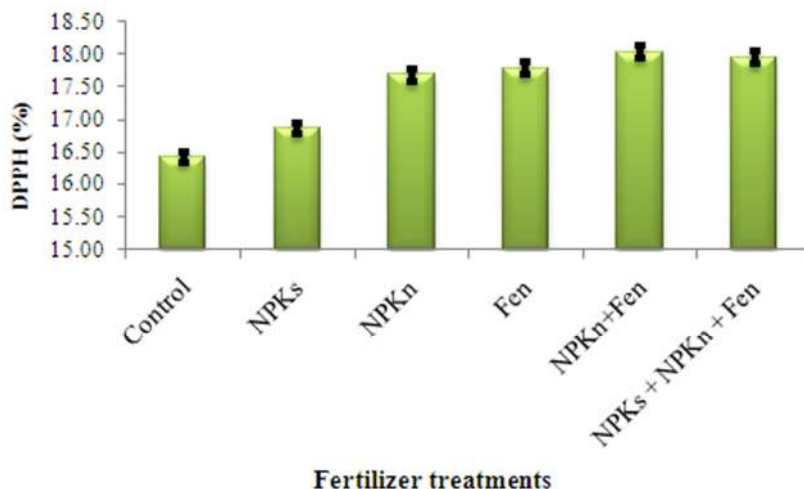
Total flavonoid contents: The comparison of mean disclosed that the highest amount of TFC was obtained in NPKn + Fen treatment, that no significant differences were observed in comparison with NPKs + NPKn + Fen (Graph. 2). The lowest TFC was obtained in control. Moreover, nanoparticle treatments revealed higher TFC than NPKs.



Graph 2. Effect of fertilizer type on total flavonoid content of *Lallemantia iberica*
 Graf. 2. Uticaj vrste đubriva na sadržaj ukupnih flavonoida u *Lallemantia iberica*

DPPH assay: The comparison of mean unveiled that the highest amount of free radical scavenging was obtained in NPKn + Fen treatment, and the lowest in control.

There was not significant differences between NPKn + Fen treatment in comparison with NPKs + NPKn + Fen (Graph. 3).



Graph. 3. Effect of fertilizer type on DPPH percentage of *Lallelantia iberica*
 Graf. 3. Uticaj vrste đubriva na DPPH aktivnost (%) *Lallelantia iberica*

Discussion

In the plant growth and development process, increased nutrient availability indicated a significant potential for accumulation of phenolic compounds (Parr and Bolwell, 2000). Benzon et al. (2015) demonstrated that the nano-fertilizers application increases TPC, DPPH scavenging activity and antioxidant potential in rice. Alizadeh et al. (2010) reported that the highest TPC was observed in 1000 mg per plant nano-fertilizer application. Foliar application of Fe nano-complex enhanced antioxidant activity in purslane plant shoots. Delfani et al. (2014) and Benzon et al. (2015) implied that nano-fertilizers superior absorption, higher penetration and transportation within the plants cells, compensates lack of nutrients and provides adequate nutrients to enhance antioxidant activity which led to higher nutrient efficiency. Solanki et al. (2015) revealed that nano-fertilizer application enhanced the crop productivity through increasing seed germination, seedling growth, nitrogen metabolism, photosynthetic activity, carbohydrate and protein synthesis. The enhanced crop quantitative and qualitative yield was attributed to the homogeneous dispersion of nutrients to all parts of the plants.

Conclusion

In sum up, the application of nano-fertilizers generally increased the antioxidant properties of the plant compared to soil application fertilizer and control. Therefore, due to the reduction in amount and the frequency of fertilizer application, and less soil degradation, foliar application of nano-fertilizers are suggested.

References

- Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E., Khalighi, A. (2010). Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(1), 033-040.
- André, C. M., Schafleitner, R., Legay, S., Lefèvre, I., Aliaga, C. A. A., Nomberto, G., Evers, D. (2009). Gene expression changes related to the production of phenolic compounds in potato tubers grown under drought stress. *Phytochemistry*, 70(9), 1107-1116.
- Amanzadeh, Y., Khosravi Dehaghi, N., Gohari, A.R., Monsef-Esfahani, H.R., Sadat Ebrahimi, S.E. (2011). Antioxidant activity of essential oil of *Lallemantia iberica* in flowering stage and post-flowering stage. *Research Journal of Biological Sciences*, 6(3), 114-117.
- Amin, G.H. (1991). Popular medicinal plants of Iran. Ministry of Health, 40-47.
- Benzon, H.R.L., Rubenecia, M.R.U., Ultra Jr, V.U., Lee, S.C. (2015). Nano-fertilizer affects the growth, development, and chemical properties of rice. *International Journal of Agricultural Research*, 7(1), 105-117.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.L.W.T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Liu, R., Lal, R. (2015). Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Science of the total environment*, 514, 131-139.
- Mozaffarian, V. (1996). Dictionary of Plant Names. Farhang Moaser Publishers. Tehran. Iran.
- Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi Motamed, M., Ghorbani, A. (2010). Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 63-79.
- Parr, A.J., Bolwell, G.P. (2000). Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 985-1012.
- Sakanaka, S., Tachibana, Y., Okada, Y. (2005). Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha). *Food Chemistry*, 89(4), 569-575.
- Schwambach, J., Ruedell, C.M., de Almeida, M.R., Penchel, R.M., de Araújo, E.F., Fett-Neto, A.G. (2008). Adventitious rooting of *Eucalyptus globulus* × *maidennii* mini-cuttings derived from mini-stumps grown in sand bed and intermittent flooding trays: a comparative study. *New Forests*, 36(3), 261.

- Solanki, P., Bhargava, A., Chhipa, H., Jain, N., Panwar, J. (2015). Nano-fertilizers and their smart delivery system. In: Nanotechnologies in food and agriculture, Springer, Cham. pp. 81-101.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2006). Plant Physiology. 4th Edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA

Uticaj nano-đubriva na antioksidativna svojstva *Lallemantia iberica*

Vida Mohammadghasemi¹, Sina Siavash Moghaddam¹, Amir Rahimi¹, Latifeh Pourakbar², Jelena Popović-Djordjević³

Izvod

Lallemantia iberica je lekovita biljka rasprostranjena u različitim delovima Irana. U ovom istraživanju ispitivan je uticaj različitih nano-đubriva na antioksidativna svojstva biljke. Eksperiment je postavljen na poljoprivrednom istraživačkoj farmi na Univerzitetu Urmia (Urmia, Iran). Procenjene su antioksidativne osobine kao što su ukupni sadržaj fenola, ukupni sadržaj flavonoida i antioksidativna aktivnost (DPPH). Rezultati ispitivanja su pokazali da nano-đubriva poboljšavaju antioksidativne osobine biljke u poređenju sa đubrivom primenjenim preko zemljišta i kontrolom. Folijarna primena nano-đubriva je prporučljiva u cilju razmatranja održive poljoprivrede.

Ključne reči: *Lallemantia iberica*, nano-đubriva, ukupni fenoli, ukupni flavonoidi, DPPH

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, 11 Km of Sero Highway, 5756151818 Urmia, Iran (ss.moghaddam@urmia.ac.ir)

²Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, 11 Km of Sero Highway, 575615181 Urmia, Iran

³Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Katedra za hemiju i biohemiju, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija (jelenadj@agrif.bg.ac.rs)

PROMENA MORFOLOŠKIH OSOBINA SOJE PRI RAZLIČITOM SKLOPU BILJAKA

Vojin Đukić¹, Gordana Dozet², Zlatica Miladinov¹, Marija Cvijanović³, Marjana Vasiljević¹, Gorica Cvijanović², Predrag Randelović¹

Izvod: Prinos i morfološke osobine soje zavise od sorte, plodnosti zemljišta, agrotehničkih mera, kao i od vremenskih uslova u pojedinim godinama. Cilj ovih istraživanja je da se sagleda uticaj različitih sklopova na prinos, visinu biljaka i broj grana na stablu za tri različite sorte soje. Sorta Valjevka najviši prinos je ostvarila pri sklopu od 500000 biljaka, sorta Sava pri 450000 biljaka, a sorta Rubin pri sklopu od 400000 biljaka po hektaru. Povećanjem gustine useva kod sve tri sorte soje povećava se visina biljaka, a smanjuje se broj grana na stablu.

Ključne reči: soja, prinos, morfološke osobine, visina biljaka, broj grana

Uvod

Sortna agrotehnika podrazumeva različitu primenu agrotehničkih mera za pojedine sorte u cilju dobijanja visokih i stabilnih prinosa soje. Broj biljaka po jedinici površine ima velikog uticaja na prinos, kao i na morfološke osobine biljaka soje. Ranije sorte soje imaju manju visinu, formiraju manju lisnu masu i ove sorte se seju u gušćem sklopu, dok su kasnije sorte soje većeg habitusa i za normalan rast biljaka moramo im obezbediti veći životni prostor, zbog čega im više odgovara ređi sklop biljaka.

Oscilacije prinosa i morfoloških osobina u pojedinim godinama potvrđuju da vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos i razvoj biljaka soje (Đukić, 2009; Đukić i sar., 2009). Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa i zadovoljavajućeg kvaliteta zrna soje, agrotehničke mere moramo primenjivati na sortnom nivou, odnosno ispoštovati zahteve pojedinih sorti koje se razlikuju u svojim potrebama za hranivima i vodom, vremenu setve, intenzitetu primene agrotehničkih mera i veličini vegetacionog prostora, odnosno optimalnom sklopu biljaka.

Materijal i metode rada

U cilju sagledavanja uticaja gustine useva na prinos i morfološke osobine biljaka soje postavljen je dvogodišnji ogled sa tri sorte soje i sedam različitih gustina setve na privatnoj parceli u okolini Bačke Topole. Ispitivanje je vršeno na sortama: Valjevka, rana sorta, Sava, srednjestasna sorta i Rubin, srednjekasna sorta soje. Velike parcele bile su različiti sklopovi biljaka (300000 biljaka·ha⁻¹, 350000 biljaka·ha⁻¹, 400000 biljaka·ha⁻¹, 450000 biljaka·ha⁻¹, 500000 biljaka·ha⁻¹, 550000 biljaka·ha⁻¹, i 600000 biljaka·ha⁻¹), a podparcele su bile tri sorte soje. Ogled je postavljen u tri ponavljanja, a osnovna parcela je bila veličine 15m², (šest redova soje sa međurednim rastojanjem od 50 cm i pet

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za Biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija;

³Dunav osiguranje a.d.o., Beograd, Makedonska 4, 11000 Beograd, Srbija.

metara dužine). U obe godine je primenjena standardna agrotehnika za soju, setva na dubinu 4-5 cm, primena herbicida za uskolisne i širokolisne korove i dve međuredne kultivacije. U fazi tehnološke zrelosti iz središnjih redova uzeto je po deset biljaka za morfološke analize, a nakon žetve merena je vlaga zrna i izračunat prinos soje sa 14% vlage. U ovom radu analiziran je prinos, visina biljaka i broj grana na stablu soje. Rezultati su obrađeni analizom varijanse dvofaktorijalnog ogleda (program „Statistica 10“), a značajnost razlika testirana je LSD testom. Rezultati su prikazani tabelarno.

Rezultati istraživanja i diskusija

Uticao gustine useva na prinos i morfološke osobine biljaka soje ispitivan je u dve različite godine (Tabela 1). Prosečne temperature u vegetacionom periodu za 2017. godinu bile su veće za 1,6°C, a u 2018. godini za 2,8°C u odnosu na višegodišnji prosek (18,1°C). U 2017. godini zabeležene su izuzetno visoke temperature u periodu intenzivnog porasta biljaka i u drugom delu vegetacionog perioda. U junu su temperature bile za 3,1°C, više u odnosu na višegodišnji prosek, u julu za 2,6°C, a u avgustu za 3,6°C, a upravo u ovom periodu protiče cvetanje, formiranje mahuna i nalivanje zrna (Đukić i sar., 2018). Temperature u 2018. godini bile su izuzetno visoke u prvom delu vegetacije (u aprilu i maju za 5,7°C i 3,5°C iznad višegodišnjeg proseka), kao i u avgustu (za 3,1°C iznad proseka). Padavina u vegetacionom periodu soje u 2017. godini bilo je manje za 59,9 lm^2 u odnosu na višegodišnji prosek (316,5 lm^2), dok je u 2018. godini zabeležena količina padavina za 62,8 lm^2 veća u odnosu na višegodišnje vrednosti. Nedostatak padavina u 2017. godini bio je izražen u drugoj polovini juna, julu i avgustu, što je uz visoke temperature dovelo do prinudnog sazrevanja biljaka i značajnog smanjenja prinosa soje. U 2018. godini nedostatak padavina javio se u avgustu i septembru, ali je raspored bio povoljniji u odnosu na prethodnu godinu.

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanim godinama

Table 1. Weather conditions in the study years

Mesec <i>Month</i>	Srednje mesečne temperature <i>Mean monthly temperature (°C)</i>			Padavine <i>Precipitation (lm²)</i>		
	2017	2018	Višegodišnji prosek <i>Long-term average 1964-2016</i>	2017	2018	Višegodišnji prosek <i>Long-term average 1964-2016</i>
IV	11,4	17,4	11,7	57,0	50,0	47,4
V	17,6	20,5	17,0	82,9	64,0	67,4
VI	23,2	21,7	20,1	65,7	164,0	87,6
VII	24,3	22,1	21,7	12,0	83,0	67,4
VIII	24,8	24,3	21,2	17,4	51,0	59,0
IX	16,9	19,5	17,0	81,5	27,2	47,5
Prosek, Suma <i>Average, Total</i>	19,7	20,9	18,1	316,5	439,2	376,4

Uticao gustine useva na prinos soje prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Prinos soje pri različitim sklopovima biljaka
Table 2. Soybean yield in different canopy

Sorta (B) <i>Variety (B)</i>	Sklop biljaka·ha ⁻¹ (000) (A) <i>Plant density·ha⁻¹ (000) (A)</i>						Prosek (B) <i>Average (B)</i>	
	300	350	400	450	500	550		600
Valjevka	2415	2474	2538	2614	2744	2552	2423	2537,1
Sava	2337	2436	2595	2648	2517	2411	2345	2469,7
Rubin	2726	2854	2942	2833	2655	2576	2290	2696,4
Prosek (A) <i>Average (A)</i>	2492,3	2587,9	2691,4	2698,3	2638,7	2513,1	2352,4	
LSD	A		B		AxB		BxA	
0,05	199,56		47,20		175,11		159,90	
0,01	286,07		69,43		196,42		191,41	

Posmatrajući prinos po različitim sklopovima biljaka (tabela 2), uočava se da je najveći prinos zabeležen pri sklopu od 450000 biljaka (2698,3 kgha⁻¹), što je statistički veoma značajno više u odnosu na sklop od 600000 biljaka (2352,4 kgha⁻¹) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sklop od 300000 biljaka po hektaru (2492,3 kgha⁻¹).

Posmatrajući prosečne vrednosti za pojedine sorte, zapaža se da je najveći prinos ostvaren sa sortom soje Rubin (2696,4 kgha⁻¹), što je statistički značajno više u odnosu na sorte Valjevka (2537,1 kgha⁻¹) i Sava (2469,7 kgha⁻¹). Statistički značajne razlike u visini prinosa bile su i između sorti Valjevka i Sava.

Posmatrajući iste sorte, a različite sklopove biljaka, uočava se da je najviši prinos kod sorte soje Valjevka zabeležen pri sklopu od 500000 biljaka (2744 kgha⁻¹), što je statistički veoma značajno više u odnosu na sklopove biljaka od 300000 (2415 kgha⁻¹), 350000 (2474 kgha⁻¹) i 600000 (2423 kgha⁻¹), kao i statistički značajno više u odnosu na sklopove biljaka od 400000 (2538 kgha⁻¹) i 550000 (2552 kgha⁻¹). Najviši prinos kod sorte Sava ostvaren je pri sklopu od 450000 biljaka (2648 kgha⁻¹), što je statistički veoma značajno više u odnosu na sklopove od 300000 (2337 kgha⁻¹), 350000 (2436 kgha⁻¹), 550000 (2411 kgha⁻¹) i 600000 biljaka (2345 kgha⁻¹). Najviši prinos kod sorte Rubin ostvaren je pri sklopu od 400000 biljaka po hektaru (2942 kgha⁻¹), što je statistički veoma značajno više u odnosu na sklopove od 300000 (2726 kgha⁻¹), 500000 (2655 kgha⁻¹), 550000 (2576 kgha⁻¹) i 600000 biljaka (2290 kgha⁻¹). U obe godine istraživanja srednjekasna sorta Rubin imala je veći prinos u odnosu na sorte Valjevka i Sava. Srednjestasna sorta Sava je u povoljnijoj 2018. godini ostvarila veći prinos u odnosu na ranu sortu Valjevka, dok je u nepovoljnoj, 2017. godini sorta Valjevka imala veći prinos u odnosu na sortu Sava. Količina i raspored padavina, temperaturni uslovi tokom vegetacionog perioda, vreme pojave, trajanje kao i intenzitet suše, značajno određuju visinu prinosa (Đukić i sar., 2011).

Visina biljaka povećava se sa povećanjem gustine useva (tabela 3). Posmatrajući prosečne vrednosti za pojedine sklopove biljaka zapaža se da je najviša vrednost za visinu biljaka ostvarena pri sklopu od 600000 biljaka po hektaru (103,32 cm). Ova vrednost je statistički veoma značajno viša u odnosu na sklopove od 300000 i 350000

biljaka po hektaru (93,38 cm i 95,51 cm) i statistički značajno viša u odnosu na sklopove od 400000 biljaka i 450000 biljaka po hektaru (98,46 cm i 98,99 cm).

Tabela 3. Visina biljaka soje pri različitim sklopovima (cm)

Table 3. Height of plant in different plant density (cm)

Sorta (B) Variety (B)	Sklop biljaka-ha ⁻¹ (000) (A) Plant density-ha ⁻¹ (000) (A)						Prosek (B) Average (B)			
	300	350	400	450	500	550		600		
Valjevka	91,4	93,2	95,4	95,3	95,4	96,7	98,4	95,11		
Sava	94,7	94,5	97,2	96,9	99,9	99,9	103,4	97,63		
Rubin	97,1	98,9	102,8	104,8	105,6	107,3	108,2	103,51		
Prosek (A) Average (A)	93,38	95,51	98,46	98,99	100,30	101,29	103,32			
LSD	A		B		AxB		BxA			
	0,05		4,12		2,03		5,21		4,98	
	0,01		6,98		2,16		7,00		6,53	

Posmatrajući prosečne vrednosti za pojedine sorte uočava se da je najviša vrednost za visinu biljaka bila kod sorte soje Rubin (103,51 cm), sorta soje Sava imala je prosečnu visinu od 97,63 cm, dok je kod sorte Valjevka iznosila 95,11 cm. Razlike u visini biljaka između sorti soje bile su statistički veoma značajne.

Posmatrajući iste sorte, a različite sklopove biljaka uočava se da je kod sorte Valjevka najviša vrednost za visinu biljaka bila pri sklopu od 600000 biljaka (98,4 cm), što je statistički veoma značajno više u odnosu na sklop od 300000 biljaka (91,4 cm) i statistički značajno više u odnosu na sklop od 350000 biljaka (93,2 cm).

Kod sorte Sava pri sklopu od 600000 biljaka ostvarena je visina biljaka od 103,4 cm, što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sklopove od 300000 biljaka (91,7 cm), 350000 biljaka (94,5 cm) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sklopove od 400000 biljaka (97,2 cm) i 450000 biljaka (96,9 cm).

Kod sorte Rubin najviša vrednost za visinu biljaka zabeležena je na varijanti ogleda sa sklopom od 600000 biljaka (108,2 cm), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na sklopove od 300000 biljaka (97,1 cm), 350000 biljaka (98,9 cm) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sklop od 400000 biljaka (102,8 cm). U godinama sa više padavina, biljke soje imaju veću visinu (Đukić, 2009).

Kod sklopa od 300000 biljaka po hektaru (1,62) broj grana na stablu soje bio je statistički veoma značajno veći u odnosu na sklopove od 600000 biljaka (0,01), 550000 biljaka (0,10), 500000 biljaka (0,20) i 450000 biljaka (0,24) i statistički značajno veći u odnosu na sklop od 400000 biljaka (0,53), (tabela 4).

Posmatrajući vrednosti za pojedine sorte, najveći broj grana na stablu zabeležen je kod sorte soje Valjevka (0,90), što je statistički veoma značajno više u odnosu na sortu Sava (0,33) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sortu Rubin (0,41).

Posmatrajući iste sorte soje i različite sklopove biljaka, kod sorte Valjevka najveći broj grana na stablu zabeležen je pri sklopu od 300000 biljaka po hektaru (2,42), što je statistički veoma značajno više u odnosu na sklopove od 450000 biljaka (0,62), 500000

biljaka (0,35), 550000 biljaka (0,20) i 600000 biljaka (0,05) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na sklop od 400000 biljaka (0,89).

Tabela 4. Broj grana na stablu soje pri različitim sklopovima
 Table 4. Number of branches on the stem of soybean in different canopy

Sorta (B) Variety (B)	Sklop biljaka·ha ⁻¹ (000) (A) Plant density·ha ⁻¹ (000) (A)						Prosek (B) Average (B)	
	300	350	400	450	500	550		600
Valjevka	2,42	1,75	0,89	0,62	0,35	0,20	0,05	0,90
Sava	1,24	0,67	0,30	0,05	0,20	0,05	0,00	0,33
Rubin	1,39	0,92	0,40	0,15	0,05	0,05	0,00	0,41
Prosek (A) Average (A)	1,62	1,11	0,53	0,24	0,20	0,10	0,01	
LSD	A		B		AxB		BxA	
	0,05		0,39		1,36		1,18	
	0,01		0,57		1,85		1,60	

Kod sorte Sava najviša vrednost za broj grana na stablu bila je pri sklopu biljaka od 300000 po hektaru (1,24), što je statistički značajno veća vrednost u odnosu na sklopove od 600000 biljaka (0,00), 550000 biljaka i 450000 biljaka po hektaru (0,05).

Kod sorte Rubin, najviša vrednost za broj grana bila je pri sklopu od 300000 biljaka (1,39), što je statistički značajno viša vrednost u odnosu na sklop biljaka od 600000 po hektaru (0,00), 550000 biljaka (0,05), 500000 biljaka (0,05) i 450000 biljaka (0,15).

Broj grana i oblik grananja je sortna osobina, ali se menja u zavisnosti od plodnosti zemljišta, vremenskih prilika, kao i veličine vegetacionog prostora i predstavlja korisno svojstvo kod kompenzacije nedovoljnog broja biljaka, koje može nastati zbog niza nepovoljnih faktora (Dozet, 2009).

Zaključak

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Sklop biljaka ima veliki uticaj na prinos, visinu biljaka i broj grana na stablu soje.

Najviši prinos kod rane sorte soje Valjevka ostvaren je pri sklopu od 500000 biljaka·ha⁻¹, kod srednjestasne sorte Sava pri sklopu od 450000 biljaka·ha⁻¹, a kod srednjekasne sorte soje Rubin pri sklopu od 400000 biljaka·ha⁻¹.

Povećanje gustine useva povećava visinu biljaka i smanjuje broj grana na stablu.

Radi postizanja visokih i stabilnih prinosa treba ispoštovati preporuku o gustini setve za svaku sortu soje.

Literatura

Dozet, G. (2009): Uticaj đubrenja predkulture azotom i primena Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija, Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.

- Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun, 127 str.
- Đukić, V., Đorđević, V., Popović, V., Kostić, M., Ilić, A., Dozet, G. (2009). Uticaj đubrenja na prinos soje, Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, sveska 46, 17-22. Dostupno: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-7698/2009/0354-76980901017D.pdf>
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011). Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine. Ratarstvo i povrtarstvo 48 (1): 137-142. Dostupno: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1821-3944/2011/1821-39441101137D.pdf>
- Đukić, V., Miladinov, Zlatica, Dozet, Gordana, Tatić, M., Cvijanović, Gorica, Cvijanović, Marija, Marinković, Jelena (2018): Uticaj zaoravanja žetvenih ostataka na povećanje prinosa soje, *Zbornik radova XXIII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učesćem*, Čačak, 09-10 Mart, 2018. 39-44. Dostupno: https://www.afc.kg.ac.rs/files/data/sb/zbornik/Zbornik_radova_SB2018.pdf

CHANGE OF MORHOLOGICAL PROPERTIES OF SOYBEAN WITH A DIFFERENT CANOPY

*Vojin Đukić¹, Gordana Dozet², Zlatica Miladinov¹, Marija Cvijanović³,
Marjana Vasiljević¹, Gorica Cvijanović², Predrag Randelović¹*

Abstract

Soybean yield and morphological traits of soybean depend on the variety selection, soil fertility, the applied agrotechnical measures, as well as the weather conditions in certain years. The aim of this research is to examine the influence of different plant densities on yield, plant height and number of branches for three different soybean varieties. Variety Valjevka has achieved the highest yield on a canopy of 500,000 plants, Sava variety at 450,000 plants and the variety Rubin with 400,000 plants per hectare. By increasing the density of crops for all three soybean varieties the height of plants increases and the number of branches decreases.

Key words: soybean, yield, morphological traits, plant height, number of branches

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia (vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs)

²University of Beograd, Faculty of Bifarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Serbia

³Dunav Insurance Company a.d.o., Beograd, Makedonska 4, 11000 Beograd, Serbia

PROIZVODNJA BEZVIRUSNIH MINI KRTOLA KROMPIRA U AEROPONIK SISTEMU OD BILJAKA RAZLIČITOG POREKLA

Zoran Bročić¹, Mirko Milinković², Ivana Momčilović³, Jasmina Oljača¹, Biljana Veljković⁴, Drago Milošević⁴, Dobrivoj Poštić⁵

Izvod: U aeroponik sistemu Centra za krompir u Guči i RZ-plantata ispitivan je uticaj sorte i porekla sadnog materijala na osobine mini krtola krompira. Sorte krompira su bile Sinora i Desiree, a imale su dva porekla: *in vitro* i od mini krtola iz prethodne generacije. Prvo branje mini krtola kod sorte Sinora počelo je posle 43 dana po sadnji u aeroponik, a kod sorte Desiree 20 dana kasnije. Sorta Desiree je formirala prosečno 20,57 mini krtola, a sorta Sinora 13,96. Kod obe sorte biljke poreklom *in vitro* su imale vrlo signifikantno veći broj krtola po biljci u odnosu na biljke čije je poreklo od mini krtole iz prethodne vegetacije. Prosečna masa mini krtola kod obe sorte je signifikantno veća kod biljaka čije poreklo vodi od minikrtola. Sukcesivno branje mini krtola omogućava da one dostignu željenu veličinu mase preko 8 g.

Ključne reči: krompir, *in vitro*, *ex vitro*, bezvirusne mini krtole

Uvod

Mini krtole su proizvedene *ex vitro* od aklimatizovanih biljaka dobijenih *in vitro* ili od umnoženih mikro krtola. Njihova veličinu je manja od konvencionalnih krtola semenskog krompira, ali veća od *in vitro* krtola proizvedenih pod aseptičnim uslovima na veštačkim medijima (Struik, 2007.). Veličina mini krtola se obično kreće od 5-25 mm.

Primena aeroponike za proizvodnju predosnovnog semena krompira (bezvirusne mini krtole) počela je da se primenjuje početkom 21. veka (Ritter et al., 2001., Nickols, 2005., Otazu., 2010.) Koren biljke je u tamnoj komori (modulu), u vazduhu, a vodu i hraniva dobija preko hranljivog rastvora koji se raspršuje u vidu finih čestica magle dimenzija 50-60 mikrona. Pristup raspoloživog kiseonika u vazduhu je do 100% što podstiče brzinu rasta korena i biljke. Takvo okruženje takođe daje biljkama potpun pristup ugljen-dioksida u rasponu od 450 do 780 ppm za fotosintezu, tako da biljke u okruženju aeroponika brže rastu i apsorbuju više hranljivih materija nego obične hidroponske biljke (Ritter et al., 2001.). Mini krtole se sukcesivno ubiraju u intervalima 10 do 15 dana, kada dostignu željenu veličinu. Ova tehnika se uspešno primenjuje za proizvodnju različitih horktikulturnih vrsta, uključujući salatu, paradajz, krastavac i ukrasne biljke (Buckseth et al., 2016.). Po navodima Farran i Mingo-Castel (2006.) broj i vreme žetve je ključni faktor u optimizaciji proizvodnje mini krtola. Tehnologija aeroponike nije

¹Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun, Srbija, e-mail: brocic@agrif.bg.ac.rs

²Hilltop Crop, Peregrine Drive, Kinglake West, VIC 3757, Australia

³Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ Bulevar despota Stefana 142, 11060 Beograd, Srbija

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, Cara Dušana 34, Čačak,

⁵Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drajzera 9, Beograd, Srbija

potencijalno efikasna za sve sorte krompira (Mateus-Rodriguez et al., 2012.). U našim predhodnim istraživanjima najveći prosečan broj mini krtola utvrđen je kod sorte Desiree, dok je najmanji broj zabeležen kod sorte Sinora i Cleopatra (Bročić et al., 2018b.). Biljke u aeroponskom sistemu su pokazale povećan rast i njihov vegetativni ciklus se produžio između 12 i 36% u odnosu na biljke koje se gajene u supstratu (Tierno et al., 2014.).

Kako navodi Abdullateef et al., (2012.) veći broj i krupnije mini krtole po biljci dobijene su sa 25 biljaka po m², u poređenju sa 35 i 50 biljaka po m².

U proizvodnji mini krtola najvažniji parametar je njihov broj, a kako navodi Tierno (2014.) on je u proseku bio 35-40 po biljci, zavisnosti od sorte. U aeroponici, pojedinačna biljka krompira može proizvesti i više od 100 mini krtola (Otazu, 2008.).

Materijal i metode rada

Ogled je izveden u Centru za krompir u Guči i RZ plantu u tkou 2018.godine. U ogledu su bile zastupljene dve sorte krompira: Sinora i Desiree. Biljke od obe sorte koje su posađene u aeroponik module, imale su dva porekla: *in vitro* i od mini krtola iz predhodne generacije. Biljke koje su vodile poreklo od biljaka *in vitro*, aklimatizovane su u supstrat od peska i perlita (1:1) 20 dana pre sadnje u aroponik (05. jun). Biljke poreklom od mini krtola su predhodno naklijane i 35 dana pre rasadjvana (20. maja) su posađene u supstrat od peska i perlita (1:1). Presadjivanje aklimatizovanih i ožiljenih biljaka u aeroponik je obavljeno 25. juna 2018. U momentu sadnje u aeroponik module, koren biljaka je ispiran vodom. Ogled je postavljen kao dvo faktorijalni sa dve sorte krompira i dva porekla biljka u 4 ponavljanja, a broj biljaka u ponavljanju je iznosio 24 (1 m²).

Ogleda je izveden u aeroponik modulima po metodologiji kako je opisano u našim ranijim istraživanjima (Bročić i sar., 2018a, 2018b.).

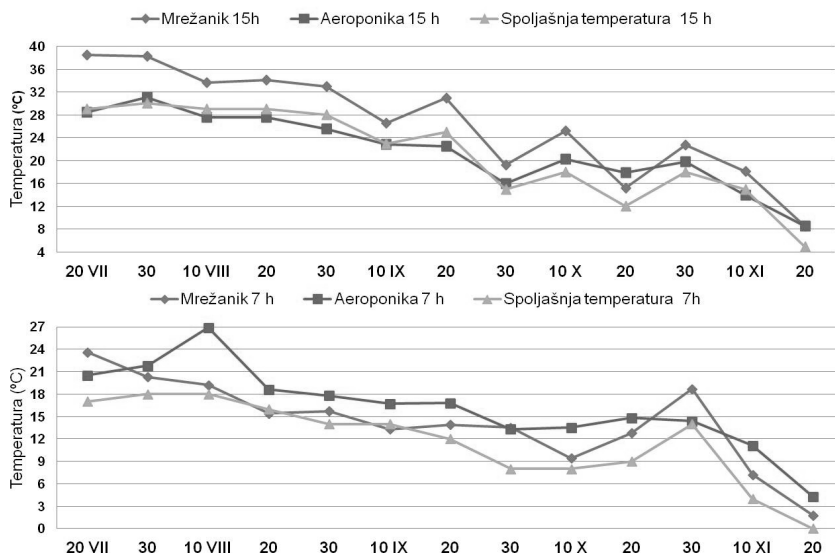
U toku trajanja ogleda praćenji su temperaturni uslovi u modulu (zona korena), mrežaniku (zona stabla i listova) i van mrežanika (spoljašni uslovi). Temperature su očitavane u 7 h ujutru i 15 h popodne. Tokom trajanja ogleda mini krtole su sukcesivno ubirane u intervalima od 7 do 20 dana, počevši od 2. avgusta do 23. novembra (Grafikon 2). Ukupno je bilo 10 termina branja.

Rezultati istraživanja i diskusija

Temperaturni uslovi. Temperature u zoni korena su veoma značajne za iniciranje, razvoj i pokretanje korena i iniciranje i porast krtola krompira. (Chang et al., 2006.).

Najbolji i najaktivniji razvoj korena odvija se na temperaturama oko 20 °C. Optimalna temperatura za inicijaciju i početni rast krtola krompira je 16-19 °C, odnosno 18-22 °C u fazi formiranja i nalivanja krtola. Na osnovu grafikona 1 se može konstatovati da su dnevne maksimalne temperature u zoni korena (aeroponik) od početka ogleda (25. jun) pa sve do kraja avgusta bile dominantne u intervalu od 26-29 °C. Ovako visoke temperature su smanjile broj iniciranih krtola i usporile njihovo nalivanje, a sto se vidi iz grafikona 2. Temperaturni uslovi od septembra pa do druge

dekade novembra su bili optimalni za formiranje krtola u komori aeroionika i kretale su se od 12 do 20 °C



Grafikon 1. Temperaturni uslovi u toku istraživanja
Graph 1. Temperature conditions during the research

Broj i masa mini krtola. Analiza prosečnog broja mini krtola po biljci i prosečne mase jedne mini krtole pokazala je statistički vrlo značajne razlike pod uticajem sorte i porekla biljaka. Iz rezultata merenja (Tabela 1) se vidi da je sorta Desiree imala najveći broj mini krtola (20,57), što je u odnosu na sortu Sinora (13,96) vrlo signifikantno veći broj. Biljke poreklom *in vitro* su kod obe sorte imale vrlo signifikantno veći broj krtola po biljci u odnosu na biljke čije je poreklo od mini krtole.

Prosečna masa mini krtola poreklom od mini krtola kod sorte Sinora je vrlo značajno veća u odnosu na krtole poreklom od biljaka *in vitro*. Kod sorte Desiree razlika u masi mini krtola nije bila značajna u odnosu na njihovo poreklo. U proseku za obe sorte masa mini krtola je signifikantno veća kod biljaka čije poreklo vodi od minikrtola. Na svim tretmanima (osim kod Sinore poreklom od biljaka *in vitro*) mini krtole su preko 8 g, što je veća masa u odnosu na druge autore (Chang et al., 2006., Struik, 2007.) i naša ranija istraživanja (Bročić i sar., 2018a i 2018b.)

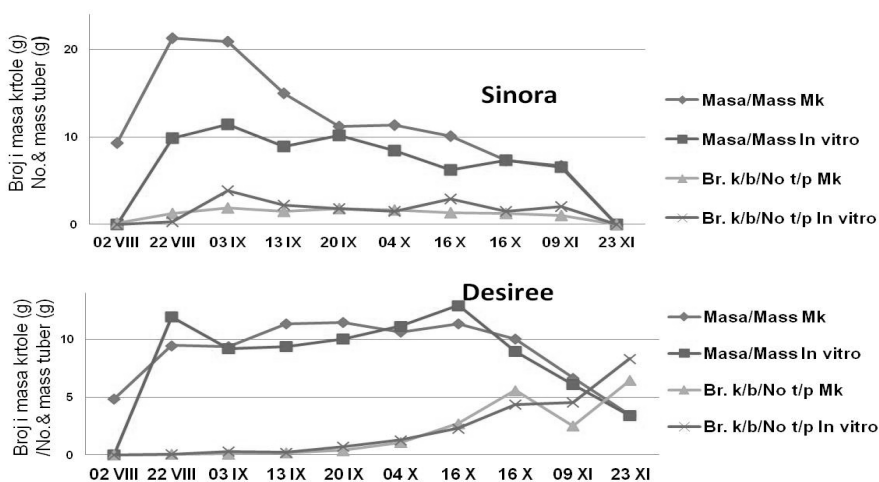
Dinamika formiranja mini krtola. Prvo branje mini krtola kod sorte Sinora počelo je 2. avgusta, 43 dana po sadnji u aeroionik, a kod sorte Desiree je bilo 20 dana kasnije, 22. avgusta. Slične rezultate su dobili i drugi istraživači (Farran et al., 2006, Mateus-Rodriguez et al., 2012, Abdullateef et al., 2012). Broj mini krtola je kod obe sorte u prvom i drugom branju bio najmanji, dok je prosečna masa tih krtola bila najveća, od 10 pa do preko 20 g. Kod sorte Desiree su manje bile izražene razlike u masi krtola u zavisnosti od njihovog porekla u odnosu na sortu Sinora. Kod sorte Desiree poslednja tri branja imala su značajno povećanje broja krtola po biljci, dok je taj trend kod sorte Sinora bio obrnut. Sukcesivno branje mini krtola omogućava da one dostignu

željenu veličinu mase preko 8 g, što potvrđuje rezultate i drugih autore (Ritter et al., 2001, Struik 2007, Rykaczewska 2016.)

Tabela 1 Uticaj sorte i porekla sadnog materijala na broj i masu mini krtola krompira
 Table 1 The influence of variety and origin of planting material on the number and weight of potato mini tubers

Sorta (A) <i>Varieties</i>	Poreklo biljaka (B) <i>Origin of plants</i>	Prosečan broj mini krtola po biljci <i>Average number of mini tubers per plants</i>	Prosečna masa jedne mini krtole (g) <i>Average weight of a mini-tuber (g)</i>
Sinora	Od MK-from MT	11,78	11,303
	In vitro	16,15	6,892
	Prosek-Average	13,96	9,097
Desiree	Od MK -from MT	19,06	8,865
	In vitro	22,09	8,312
	Prosek-Average	20,57	8,588
Prosek-Average	Od MK -from MT	15,42	10,08
	In vitro	19,12	7,60
LSD _{0,05}	(A)	2,13	1,21
	(B)	2,95	2,41
	(A x B)	4,56	3,16
LSD _{0,01}	(A)	2,62	2,03
	(B)	3,15	2,35
	(A x B)	5,34	4,18

MK-mini krtola (*from MT-from mini tuber*)



Grafikon 2. Uticaj sorte i porekla sadnog materijala na dinamiku formiranja mini krtola krompira

Graph 2. Influence of the variety and origin of planting material on the dynamics of the formation mini potatoes tubers

Kod sorte Dezire su manje bile izraženje razlike u masi krtola u zavisnosti od njihovog poreka u odnosu na sortu Sinora. Kod sorte Desire poslednja tri branja imala su značajno povećanje broja krtola po bilci, dok je taj trend kod sorte Sinora bio obrnut.

Zaključak

U aeroponik sistem je ispitivan uticaj sorte i porekla sadnog materija na broj mini krtola i njihovu masu. Prvo branje mini krtola kod sorte Sinora počelo je 43 dana po sadnji u aeroponik, a kod sorte Desire je bilo 20 dana kasnije. Sorta Desire imala je vrlo signifikantno veći broj mini krtola (20,57), u odnosu na sortu Sinora (13,96). Biljke poreklom *in vitro* su kod obe sorte imale vrlo signifikantno veći broj krtola po biljci u odnosu na biljke čije je poreklo od mini krtole. U proseku za obe sorte masa mini krtola je signifikantno veća kod biljaka čije poreklo vodi od minikrtola. Na većini tretmana mini krtole su preko 8 g, što se smatra da su veoma krupne. Sukcesivno branje mini krtola omogućava da one dostignu željenu veličinu.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta: Razvoj i primena proteinskih markera u odabiru sorti krompira otpornih prema visokim temperaturama (TR 31049) koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

- Abdullateef S., Böhme M.H. and Pinker I. (2012): Potato Minituber Production at Different Plant Densities Using an Aeroponic System. Proc. Acta Hort. 927, ISHS, 429-436
- Bročić Z., Milinković M., Momčilović I., Oljača J., Veljković B., Milošević D. Poštić D. (2018a). Aeroponika, nova tehnologija za proizvodnju mini krtola krompira u Guči. XXIII Savetovanje o biotehnologiji 9-10 mart 2018, Zbornik radova, Agronomski fakultet u Čačku, st.11-17.
- Bročić Z., Milinković M., Momčilović I., Poštić D, Oljača J, Veljković B., Milošević D. (2018b). Production of potato mini-tubers in the aeroponic growing system, Journal on Processing and Energy in Agriculture 1821-4487 (2018) 22; 1; p 49-52.
- Chang D.C., Jeong J.C. and Lee Y.B. (2006). Effect of root zone cooling on growth responses and tuberization of hydroponically grown Superior potato (*Solanum tuberosum*) in summer. Journal of Bio-Environment Control 15: 340–345.
- Farran I., and Mingo-Castel A.M. (2006). Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. American Journal of Potato Research 86: 47–53.
- Mateus-Rodríguez J., De Haan S., Barker I., Chuquillanqui C., Rodríguez-Delfín A. (2012). Response of three potato cultivars grown in a novel aeroponics system for mini-tuber seed production. ISHS Acta Horticulturae, 947: 361–367.

- Otazu V., (2010). Manual on Quality Seed Potato Production Using Aeroponics. International potato Centre (CIP), Lima, Peru, 44 p.
- Ritter E., Angulo P., Riga P., Herrán C., Relloso J., San Jose M. (2001). Comparison of hydroponic and aeroponic systems for the production of potato minitubers. *Potato Research*, 44: 127–135.
- Rykaczewska K. (2016). The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture. *Plant Soil Environ.* Vol. 62, 2016, No. 5: 210–214
- Struik P.C. (2007). The canon of potato science: 25. Minitubers. *Potato Research*, 50: 305–308.
- Tierno R., A. Carrasco, E. Ritter, and J.I. Ruiz de Galarreta. (2014). Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture. *American Journal of Potato Research* 91: 346–353.

PRODUCTION OF VIRUS-FREE MINI POTATO TUBERS IN AEROPONICS SYSTEM FROM PLANTS OF DIFFERENT ORIGIN

Zoran Bročić¹, Mirko Milinković², Ivana Momčilović³, Jasmina Oljača¹, Biljana Veljković⁴, Drago Milošević⁴, Dobrivoj Poštić⁵

Abstract

In the aeroponic system of Potato center in Guca and RZ-plant we investigated the influence of variety and origin of planting material on the properties of potato minitubers. The varieties of potatoes were Sinora and Desiree, with two origins: from *in vitro* and from mini-tubers from the previous generation. Plants originating from mini tubers are simpler and cheaper to prepare seedlings suitable for the aeroponic system of cultivation than plants obtained *in vitro*. The first harvest of the mini tubers of the Sinora variety began 43 days after planting in aeroponics, and of the Desiree variety 20 days later. The Desiree variety has formed an average of 20.57 mini tubers and the Sinora variety 13.96. In both varieties, the plants with *in vitro* origin had a very significantly higher number of tubers per plant than plants that originated from a mini-tuber from the previous vegetation. The average weight of mini-tubers in both varieties is very significantly higher in plants whose origin is from mini-tubers. The successive harvest of the mini-tuber allows them to reach the desired size of over 8g.

Key words: potatoes, *in vitro*, *ex vitro*, virus-free mini potato tubers

¹ University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun, Serbia, e-mail: brocic@agrif.bg.ac.rs

² Hilltop Crop, Peregrine Drive, Kinglake West, VIC 3757, Australia

³ University of Belgrade, Institute for Biological Research "Siniša Stanković" Bulevar despota Stefana 142, 11060 Belgrade, Serbia

⁴ University of Kragujevac, Faculty of Agriculture Cacak, Cara Dusana 34, Cacak,

⁵ Institute for Plant Protection and Environment, Teodora Dražera 9, Belgrade, Serbia

UTICAJ ORGANSKOG PELETIRANOG ĐUBRIVA NA KVALITET SADNOG MATERIJALA RUZMARINA (*Rosmarinus officinalis* L.)

Zoran Jovović¹, Ana Velimirović¹, Vera Popović², Željko Dolijanović³,
Marijana Jovović¹

Izvod: U radu su prikazani rezultati primene dva organska peletirana đubriva Chap Liquid i Bioferta, u obliku granula i kao vodeni rastvor, na neke važnije karakteristike rasada ruzmarina.

Značajno veću prosječnu visinu stabljike imale su biljke ruzmarina đubrene vodenim rastvorom Bioferta (33,57 cm), u odnosu na biljke na varijantama sa primjenom vodenog rastvora Chap Liquid-a i neđubrenoj varijanti (27,27 i 27,37 cm).

Najveća masa nadzemnog dijela biljke zabeležena je, takođe na varijanti đubrenoj sa rastvorom Bioferta (32,53 g), dok je najmanja izmjerena na neđubrenoj varijanti (14,10 g). Značajan uticaj na povećanje prosječne mase nadzemnog dijela rasada ruzmarina ispoljila je i varijanta đubrenja sa Chap Liquid rastvorom (22,22 g).

Značajno veća masa korijena utvrđena je na varijantama sa primjenom vodenog rastvora Chap Liquid-a i Bioferta, kao i Chap Liquid granula (41,70, 39,53 i 38,73 g), u odnosu na masu korjenovog sistema biljaka ruzmarina gajenig na neđubrenoj varijanti (31,27 g).

Ključne riječi: ruzmarin, sadni materijal, organsko peletirano đubrivo

Uvod

Ruzmarin (*Rosmarinus officinalis* L.) je vječnozeleni, aromatični grm koji potiče iz mediteranskih krajeva. Samoniklo raste u priobalnom području svih mediteranskih zemalja, od Portugala do Male Azije (Angioni i sar., 2004). Ova biljka je oduvijek uživala veliki ugled kod mnogih starih naroda koji su je, osim kao začim i lijek, koristili i kao sredstvo za zaštitu od zla, jer su vjerovali da ruzmarin posjeduje moć da rastjeruje zle duhove. U srednjem vijeku ruzmarin iz Sredozemlja monasi prenose u srednju Evropu gdje se počinje koristiti kao lijek za mnoge bolesti (Jovović i sar., 2019).

Ruzmarin je biljka sunčanih i kamenitih staništa. Najviše mu odgovaraju suve oblasti sa puno sunca, zaštićene od hladnih vjetrova. Osjetljiv je na niske temperature pa ga u sjevernim krajevima treba štititi od mraza. Ipak, otporniji je na mrazeve od ostalih mediteranskih kultura. (Stepanović i Radanović, 2011). Ruzmarin samoniklo raste u područjima sa mediteranskom klimom, dok se izvan ovog područja gaji kao ukrasna biljka u baštama i vrtovima. U Crnoj Gori je rasprostranjen u Primorju, gdje se uglavnom i gaji.

¹ Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet Podgorica, Mihaila Lalića 1, 81000 Podgorica (zoran.jovovic.btf@gmail.com)

² Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21101 Novi Sad

³ Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Belgrade – Zemun

Aktuelnost potražnje ljekovitog bilja nameće potrebu njegovog intenzivnijeg gajenja na poljoprivrednim površinama. Iako se na ovaj način može ostvariti značajno veći prihod nego gajenjem standardnih poljoprivrednih kultura, površine pod ljekovitim biljem u Crnoj Gori su još uvijek male. Glavni razlog za to leži u činjenici da su troškovi plantažne proizvodnje značajno veći od troškova sakupljanja ljekovitog bilja u prirodi, ali i činjenice da ovaj vid proizvodnje zahtijeva mnogo više specifičnih znanja. Danas se ljekovito bilje u Crnoj Gori gaji na svega 70-80 hektara. Na plantažama se gaje pelim (kadulja), smilje, ruzmarin, neven, lavanda i ehinacea, a u baštama i neke druge vrste (pitoma nana, kamilica itd.) (Jovović i sar., 2019).

Potražnja za zdravstveno bezbjednim poljoprivrednim proizvodima biljnog porijekla u svijetu je u stalnom porastu, a očekuje se da će takav trend biti nastavljen i u budućnosti. Pored toga, sve više potrošača, naročito u razvijenim državama, opredjeljuje se za ljekovite sirovine proizvedene po principima organske proizvodnje (Turudija-Živanović, 2010). Zbog svega navedenog, vjeruje se da je budućnost ljekovitog bilja upravo u proizvodnji po principima organske proizvodnje. Imajući u vidu da je poljoprivredna proizvodnja u Crnoj Gori još uvijek prilično ekstenzivna, sa ograničenom upotrebom hemikalija, to je proizvodnje ljekovitog bilja po principima organske proizvodnje veoma perspektivna.

Povećana potražnja za sirovinom ruzmarina iz organske proizvodnje nameće potrebu poznavanja njegove proizvodnje uz primjenu industrijskih đubriva dozvoljenih za upotrebu u organskoj proizvodnji. Iz tih razloga cilj ovog rada je bio da se ispita uticaj različitih vrsta organskog peletiranog đubriva na najvažnije parametre kvaliteta sadnog materijala ruzmarina.

Materijal i metod rada

Proučavanje uticaja organskih peletiranih đubriva na važnije karakteristike rasada ruzmarina obavljeno je u toku 2018. godine u zaštićenom prostoru, u rasadniku “Ekoplant” DOO iz Podgorice.

Ogled je izveden u 3 ponavljanja, sa po 10 plastičnih saksija u svakoj varijanti. Presađivanje 4 mjeseca starog rasada u saksije obavljeno je 1. maja, kada je obavljeno i đubrenje. Ogled se sastojao od 4 varijante đubrenja kao i neđubrene varijante. Proučavan je uticaj dvije vrste organskog peletiranog đubriva - Chap Liquid i Biofert primijenjenih u obliku granula (miješanjem sa zemljišnim supstratom) i vodenog rastvora (đubrivo je rastvoreno u vodi 24 sata prije primjene, a aplikacija je izvedena zalivanjem saksija sa po 100 ml vodenog rastvora). Rasad ruzmarina sađen je u organskom supstratu Sapro agro. Osnovne karakteristike proučavanih đubriva date su u tabeli 1.

Efikasnost primijenjenih varijanti đubrenja ocenjena je na osnovu vrednosti visine biljke (cm), mase nadzemnog dijela biljke (g) i mase korijena (g).

Sva mjerenja obavljena su 1. jula, odnosno dva mjeseca nakon đubrenja. Statistička obrada podataka urađena je metodom faktorijalne analize varijanse (ANOVA), a ocjena razlika između srednjih vrijednosti izvršena je pomoću LSD testa.

Tabela 1. Osnovne karakteristike primenjenih organskih đubriva
 Table 1. Basic characteristics of applied organic fertilizers

Hemijski sastav <i>Chemical composition</i>	Đubrivo <i>Fertilizer</i>	
	Chap Liquid	Biofert
Sadržaj organske materije u suvoj materiji (%) <i>The content of organic matter in dry matter</i>	70,5	65
Ukupan azot (N), % (m/m) <i>Total nitrogen (N)</i>	3,62	3,5
P ₂ O ₅ (%)	0,95	3,0
K ₂ O (%)	4,67	2,8
Ca (%)	0,75	9,0
Mg (%)	0,40	1,0
Fe (%)	0,77	
pH vrijednost <i>pH value</i>	7,5	6,4

Rezultati istraživanja i diskusija

Ruzmarin je kultura koja ima jako skromne zahtjeve za uslovima uspijevanja. Ima izraženu sposobnost adaptacije i kao samonikla biljka može da uspijeva u različitim klimatskim i zemljišnim uslovima. Ipak, u plantažnoj proizvodnji đubrenje predstavlja jednu od najvažnijih agrotehničkih mjera. Od vrste i kvaliteta primijenjenih đubriva značajno zavisi prinos i kvalitet biljne droge. U tabeli 2 predstavljeni su rezultati istraživanja uticaja primenjenih organskih peletiranih đubriva na kvalitet sadnog materijala ruzmarina.

Značajno veće izdanke imale su biljke gajene na varijanti đubrenoj vodenim rastvorom Bioferta (33,57 cm), u odnosu na visinu rasada ruzmarina na varijanti sa primjenom vodenog rastvora Chap Liquid i neđubrenoj varijanti (27,27 i 27,37 cm) ($p < 0,01$), kao i u odnosu na varijantu na kojoj je đubrenje obavljeno sa Chap Liquid granulama ($p < 0,05$).

Najveću masu nadzemnog dijela, takođe su imale biljke na varijanti đubrenoj sa vodenim rastvorom Bioferta (32,53 g), dok je najmanja nadzemna masa izmjerena na neđubrenoj varijanti (14,10 g). Biljke đubrene rastvorom Bioferta imale su značajno veću nadzemnu masu rasada u odnosu na sve ostale varijante đubrenja ($p < 0,01$). Značajno povećanje prosječne mase nadzemnog dijela rasada ruzmarina zabeleženo je i na varijanti sa primjenom vodenog rastvora Chap Liquid-a (22,22 g), u poređenju sa neđubrenom varijantom i varijantama sa primjenom Biofert kao i Chap liquid granula ($p < 0,05$).

Značajno veća masa korijena izmjerena je na varijantama sa primjenom vodenog rastvora Chap Liquid-a i Bioferta, kao i Chap Liquid granula (41,70 g, 39,53 g i 38.7 g), u odnosu na masu korijenovog sistema biljka na neđubrenoj varijanti (31,27 g) ($p < 0,01$).

Na varijanti gde su biljke đubrene peletima Bioferta masa korijena je bila značajno manja u odnosu na đubrenje vodenim rastvorom Chap Liquid-a ($p < 0,05$).

Visoka efikasnost Chap Liquid-a i Bioferta na kvalitet rasada i prinos herbe utvrđena je i kod smilja (Jovović i sar., 2017 i 2018).

Tabela 2. Parametri kvaliteta sadnica ruzmarina
Table 2. Parameters of seedling quality

Varijanta đubrenja <i>Variant of fertilization</i>	Prosječna visina izdanaka (cm) <i>Average plant height (cm)</i>	Prosječna masa nadzemnog dijela (g) <i>Average weight of above-ground part</i>	Prosječna masa korijena (g) <i>Average root weight (g)</i>
Nedubreno <i>Anfertilized</i>	27.37	14.10	31.27
Biofert - pelet <i>Biofert - pellet</i>	31.23	16.03	33.03
Chap liquid - pelet <i>Chap liquid - pellet</i>	28.27	17.40	38.73
Biofert - vodeni rastvor <i>Biofert - water solution</i>	33.57	32.53	39.53
Chap liquid - vodeni rastvor <i>Chap liquid - water solution</i>	27.27	22.20	41.70

	Lsd 005	Lsd 001
Prosječna visina izdanaka (cm) <i>Average plant height (cm)</i>	4.11	5.99
Prosječna masa nadzemnog dijela (g) <i>Average weight of above-ground part (g)</i>	4.20	5.83
Prosječna masa korijena (g) <i>Average root weight (g)</i>	4.91	6.81

Zaključak

Na osnovu rezultata ovih istraživanja može se zaključiti da se primjenom proučavanih peletiranih organskih đubriva, naročito kao vodenih rastvora, može proizvesti veoma kvalitetatn rasad ruzmarina.

Literatura

- Angioni A., Barra A., Ceret, E., Baril D., Coisson J.D., Arlorio M., Dessi S., Coroneo V., Cabras P. (2004). Chemical Composition, Plant Genetic Differences, Antimicrobial and Antifungal Activity Investigation of the Essential Oil of *Rosmarinus officinalis* L. J. Agric. Food Chem., 52, 3530-3535.
- Jovović Z, Muminović Š, Baričević D, Stešević D. (2019). Tehnologija proizvodnje ljekovitog, aromatičnog i začinskog bilja. Monografija, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet Podgorica.
- Jovović Z, Baričević D, Pržulj N, Govedarica-Lučić A, Velimirović A. (2017). Efficiency of novel liquid organic fertilizer “Chap liquid” in immortelle (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil.) seedlings production. 6th International

- symposium on agricultural sciences, 27 February - 02 March 2017 in Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, Book of abstracts, 2017, p. 30.
- Jovović Z., Salkić B., Velimirović A., Vukićević P., Salkić A. (2018). Production of immortelle seedlings according to the principles of organic production. *International Journal of Plant & Soil Science*, 21(6): 1-5, 2.
- Stepanović B, Radanović D. (2011). Tehnologija gajenja lekovitog i aromatičnog bilja u Srbiji. Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ Beograd
- Turudija-Živanović S. (2010). Razvoj tržišta i kanali marketinga lekovitog i aromatičnog bilja u Srbiji. *Lek. sirov.*, Beograd, god. XXX, broj 30, 65 – 84.

INFLUENCE OF ORGANIC PELLETTED FERTILIZERS ON THE QUALITY OF ROSEMARY (*Rosmarinus officinalis* L.) SEEDLINGS

Zoran Jovović¹, Ana Velimirović¹, Vera Popović²,
Željko Dolijanović³, Marijana Jovović¹

Abstract: The paper presents the results of the application of two organic pelleted fertilizers Chap Liquid and Biofert, in granular form and as an aqueous solution, to more important characteristics of rosemary breeds. Significantly higher average stem height had plants of rosemary fertilized with Biofert aqueous solution (33.57 cm), compared to plants on variants with the application of aqueous solution Chap Liquid and non-fertilized variants (27.27 and 27.37 cm, respectively).

The largest mass of the above-ground part of the plant was recorded also on the variant with Biofert (32.53 g), while the smallest was measured on the non-fertilized variant (14.10 g). A significant influence on the increase of the above-ground mass showed a variant of fertilization with Chap Liquid solution (22.22 g).

A significantly higher root mass was determined on variants with the application of the aqueous solution of Chap Liquid and Biofert, as well as Chap Liquid pellets (41.70, 39.53 and 38.73 g, respectively), relative to the root mass of rosemary plants on non-fertilized variants (31.27 g).

Key words: rosemary, seedlings, organic pelleted fertilizers

¹University of Montenegro, Biotechnical faculty Podgorica, Mihaila Lalića 1, 81000 Podgorica (zoran.jovovic.btf@gmail.com)

² Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21101 Novi Sad

³ University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade

HEALTH OF SOIL ECOSYSTEMS AND THEIR ECOLOGICAL SAFETY

Aleksandar M. Semenov¹, Dragutin A. Đukić²

Abstract: Environmental safety is discussed through the types and sources of hazards and the key vulnerabilities of ecosystems. The probabilistic occurrence and origin of hazards is underlined, with constant and mandatory safety. A new category for characterizing the soil ecosystem (SE) - soil health (SH) is given. Modern definitions of SE and SH are given. The parameters characterizing the health of the soil - the heterotrophic soil health parameter (HSHP) and the self-sustainment parameter of SE by biophilic elements (PSBE) - are listed. The possibility of using these parameters for the diagnosis of SE and therapy is indicated. There is a new development in the natural ecosystem safety in the form of stimulation of the suppressive activity of the soil ecosystem. The concepts of hazard hazards, their assessment, calculation and prediction of the emergence of new environmental hazards in ecosystems are discussed. The application of a multifactorial approach in describing risks in organic farming and the risks of spreading to surrounding active migratory biological pollutants is considered. The role of probabilistic analysis is mentioned when using the classical "frequency" statistical method and Bayesian statistics. It is noted that in order to increase the forecasting and predictability of multifactor analysis, it is necessary to introduce into the system of data, as constantly important indicators, the laws and concepts of the functioning of biological systems.

Key words: healing, microorganisms, prognosis, health, soil

Introduction

In environmental safety, it needs to know and distinguish the current and potential environmental hazards. Planetary, in terms of importance, environmental hazards can be conventionally divided into global and local. For convenience, all the hazards can be described as physical, chemical and biological - environmental. All hazards have probabilistic a character. However, in order to have the protection from both current and potential the hazards, it is necessary to know and have not probabilistic, but real, actual methods and means of protection and their prevention. This is important and expensive.

Key planetary ecosystems - water and soils have the same key vulnerability - this is the biological component of the systems. The biological component of ecosystems again has the same main vulnerability - this is biodiversity. Any external impact is a disturbing impact on the ecosystem, leading to a dynamic change [- / +] in biodiversity

¹ Department of Microbiology, Biological Faculty, Moscow State University M.V. Lomonosov, 119234, Moscow, Lenin Hills, 1/12. E-mail: amsemenov@list.ru.
All-Russian Research Institute of Phytopathology. 143050. Moscow region, Odintsovsky district, pp. Big Vyazemy, st. Institutskaya, Vlad. 5. <http://istina.msu.ru/profile/amsemenov>

² University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

and bio community activity. The response of the ecosystem is unlimited, from unregistered to destructive.

The analysis and assessment of the state of the non-living component of the ecosystem are developed in sufficient detail in a methodical and instrumentally. The range and variety of methods for analysis of non-living component of ecosystems is unlimited. The range of analysis and monitoring by the physicochemical methods of the living component of an ecosystem is significantly restricted by the range of viability of ecosystem components. The biological, living component of an ecosystem, due to its dynamism, buffer capacity, self-maintenance and self-reproduction, is the most difficult to analyze and evaluate.

Water, as the key chemical substance of the Earth's global ecosystem, is of course primary. A general analysis and assessment of the state of the living component of the water ecosystem is simpler, and the ecosystem itself, although more dynamic, is also more accessible for analysis.

Soil ecosystem (SE)

At the end of the XX and the beginning of the XXI century, it was realized that the soil, as an ecosystem, is the product of a long mutual assimilation-dissimilation activity of microorganisms and plants in the dominant mineral-organic substance (Jemcevic and Đukić, 2000; Đukić et al., 2007a).

In this regard, the modern soil ecosystem (SE) is an organic-mineral natural product formed under certain climatic conditions by microbial-plant interaction and supported by their continuous interaction in the initially quantitatively dominant inorganic substance. This product, including biota, mortmass and metabolites, undergoing continuous enzymatic and chemical transformations, accumulates biophilic elements. The most important biological and physicochemical processes take place in it - biogeochemical cycles of elements and cycles of microorganisms. **This product has significant buffering properties against a variety of stressors**, provides plant nutrients and heterotrophic biota, and is a source and sink of biophilic elements and biodiversity. **Thus**, the source of soil occurrence and soil formation primarily is microorganisms themselves, plants and of course all other biological objects, and the driving force is the “circulation” of matter, energy and microorganisms (Kupriyanov et al., 2010; Semenov et al., 2011; Semenov, Sokolov, 2016; Đukić et al., 2012).

As a continuation and development in the knowledge of ecosystems, as a reaction of the scientific and social community to changes in the state of the ecosphere and the quality, first of all, of plant products, there was a need for a new category to characterize the soil ecosystem, which would reflect the biological essence in the origin of the soil and integrate the biotic component soil ecosystem (Doran et al., 1996; Doran, Zeiss, 2000). Note that the traditional characteristics of the soil - soil quality and soil fertility do not satisfy the current level of knowledge of nature (Kiryushin, 1996; Karlen et al., 1997).

Health of the soil

In the late twentieth, early twenty-first century, a new category was proposed - soil health (Doran, Zeiss, 2000; Van Bruggen, Semenov, 2000; Semenov, Sokolov, 2016; Đukić et al., 2011, 2015). Soil health (soil ecosystem) is a biological category that reflects the state of the activity dynamics of the biotic component in the soil organic-mineral complex. This biological category is characterized by an adequate, appropriate climatic zone, the activity of biotic processes (synthesis and hydrolysis), their resistance to disturbing influences (biotic and abiotic stressors), the “closure” of cycles of biophilic elements and cycles of microorganisms. The healthy soil of agroecosystems is also characterized by the compliance of its quality with standard indicators and adequate (for the climatic zone) fertility (Semenov, Sokolov, 2016; Jemcev and Đukić, 2000). It should be noted that the concept of “water health” of an aquatic ecosystem, apparently, if acceptable, is only a figurative expression, but not meaningful (Đukić et al., 2015).

Parameters of soil health

At the very beginning of the XXI-st century, the development of parameters for determining the health of soil ecosystems and instruments for process automation began (Semenov et al., 2009; Đukić et al., 2018). The following parameters were developed: the heterotrophic parameter of soil health (HPSH) and the parameter for assessing the self-supply of SE with biophilic elements (PSBE) (Semenov et al., 2011a; Semenov, Sokolov, 2016; Semenov et al., 2017). Currently, as a continuation of the development of the concept of soil health, methods are being developed for diagnosing the soil ecosystem for the recovery and therapy of soil ecosystems based on the indicators of the HPSH and PSBE. Already developed options for diagnosing SE. (1) Diagnostics to identify quantitative changes in the parameter of the heterotrophic activity of the soil microbial community (CM), allowing to create a “recipe” for subsequent therapy. (2) Diagnostics to identify changes in the ability of the microbial community of the soil ecosystem to self-sustain biophilic elements. (3) Diagnosing the state of SE for the subsequent treatment of uncontrolled development of phytopathogen populations (Semenov, Semenova, 2018a; Van Bruggen, Semenov, 2015; Semenov & Semenova, 2018b; Đukić et al., 2007b).

Suppressive soil activity

As the development of the concept of SH, continues to develop and approaches aimed at stimulating the suppressive activity of the soil ecosystem. The development of methods for identifying and quantifying the suppressive activity of the soil are continues. The suppressive activity of SE is appropriately regarded as the “immune system” of SE. Complementary to the concept of suppressive activity of the soil, the international concept is of the bio-controlling activity of SE is used. And so, the suppressive activity of the soil is a combination of biological, physicochemical and agrochemical properties of a specific soil ecosystem that limit the survival and parasitic activity of soil pathogens or other biota harmful to the phytocenosis and humans

(Glinushkin et al., 2016). For the organic farming system, the level of suppressive activity of the soil ecosystem is a vital indicator (Đukić et al., 2018; Đukić et al., 2007c).

Predicting risks in ecology

Progress in the knowledge of ecosystems allows us to move from “creeping empiricism” to science-based management, to predicting risks in ecology. When discussing, and even more so when applying such indicators as risks, it needs to have a clear idea and definition of what environmental risks are. At the same time, everything can be assessed financially, economically, but far from everything can be ecologically restored in ecosystems. The definition of risk, risk assessment, as the expectation of damage - this is only an economic assessment, that is, one-factor assessment, but the environment is “multifactorial” and even in the economy, along with the debit, there is a loan. There are attempts to use a multi-factor approach in describing risks in organic farming. This is a limited yield of target products, as a result - lower or no profit, potential economic non-competitiveness with high environmental sustainability. The reasons for the limited yield are social and environmental. Lower sales of the products due to increase the cost, due to higher the production costs. In organic farming there is a need for increased mechanical processing of SE and phytosystem, therefore, increased the energy consumption, operation of machinery, increased the use of human labor, the need to use special plant varieties for organic farming. As a result, there is an economic lack of competitiveness in the production of “organic” products: by yield and by preservation of the crop in comparison with intensive farming. Low educational level of the people population, general low economic level of the population. Natural the reason are biological pests of products, such as overground (insects, birds, other various animals), and subsurface (nematodes, insect larvae, etc.). The most dangerous natural reason that creates a widespread problem is phytopathogens in the production and storage of products. Social reasons potentially are solvable, natural, perhaps only in the distant future.

At present, the sociosphere is worsening the fear of risks of spreading antibiotic residues in the environment, bacteria which carry resistant genes to inhibitors and mobile genetic elements (plasmids) (Wolters et al., 2016). At the beginning of the 21st century, the analysis of the risk of the spread of enteropathogens in the vegetable industry (Đukić et al., 2009a,b) and now in the production of fruit also attracted close attention (Franz et al., 2004). At the same time, the analysis includes a comparison of “organic” and traditional (conventional) production systems of products.

In the field of research of some claims, an international system of “risk analysis and critical control point” (HACCP) is proposed for detecting and controlling the threat of enteropathogens spread in the vegetable industry (Bernard 2001; Đukić et al., 2011; Vesković and Đukić, 2017). In essence, this system uses multivariate analysis. To determine the degree of risk, a subjective assessment is carried out taking into account many factors, i.e., the probability of transferring pathogenic microorganisms from plant products from the beginning of the production cycle to the consumer and taking into account m. of the health status of the end user. A qualitative description of the risks is

translated into numerical expressions with subsequent assessment using mathematical probabilistic models.

In the field of research of some risks, an international system of “risk analysis and critical control point” (HACCP) has been proposed for detecting and controlling the threat of the spread of enteropathogens in the vegetable industry (Bernard 2001). In essence, this system uses multi-factor analysis. To determine the degree of risk, a subjective assessment is carried out taking into account many factors, i.e., the probability of transferring pathogenic microorganisms from plant products from the beginning of the production cycle to the consumer and taking into account (Đukić et al., 2011; Vesković and Đukić, 2017). This is a qualitative description of the risks, and then is translated into numerical expressions with subsequent assessment using mathematical probabilistic models.

Probabilistic analysis can be carried out using the classic “frequency” or Bayesian statistical method. The differences between them lie not only in the underlying philosophy, but also in how new evidence can be included in the analysis. In the classical representation, the probability is considered as the frequency with which an event occurs in a series of repeated observations. The probability distribution specified for the input data for the risk assessment is estimated from the available data. Monte Carlo simulation can then be used to model from these distributions and to determine the predictive distribution of the final risk. The lack of a system is complexity and a large proportion of subjectivism (Franz et al., 2004).

It seems that in order to improve the prediction and predictability of multivariate analysis, the data system needs to be driven, in the form of constantly significant indicators, laws or concepts of the functioning of biological systems. There are many of them, and they, like social laws, are not equivalent. Particularly serious consequences in violation of epidemiological laws and concepts. Breaking them leads to disasters.

Let's to present some of the fundamental laws and concepts that inherent to all microbial communities and to all ecosystems. These are: the laws of growth of microbial populations and communities in any econice; the concept of disturbing influences and wave-like development of microbial populations and MC; the concept of microbial cycle or cycle of microorganisms in ecosystems; the concept of soil oligotrophication, as a way to the formation of healthy and resistant to the disturbing effects of agro ecosystems with minimal risk of phyto-and enteropathogens circulation and greenhouse gas emissions. Concepts: functional parallelism among of microorganisms or functional duplication; the concept of *r-K*-continuum, as a reflection of the continuity and discreteness of the properties of organisms and their distribution; the concept of the dependence and significance of the process in an ecosystem on the number and activity of microorganisms that carry it out; concept of regulation of the activity of natural MC only through succession. Ignorance or, moreover, ignoring these biological laws will not allow for the effective restoration of SE and to achieve the required state.

Conclusion

A new direction in science and society has been developed - soil health, as the basis of the health of geo-ecosystems. Parameters have been developed for determining the health of soil ecosystems and instruments are being developed to automate the process of determining the health of soil ecosystems. Options have been developed for diagnosing the health of SE: to identify quantitative changes in the parameter of the heterotrophic activity of the soil microbial community, allowing to formulate a "recipe" for subsequent therapy; diagnostics for detecting changes in the soil abyss of the soil ecosystem by biophilic elements; diagnosis for subsequent treatment of uncontrolled development of phytopathogen populations. The system of risk analysis in environmental safety is being actively developed for a sociological system. In the analysis of ecosystems, along with the analysis of risks in environmental safety, systems of bioindication and bio-diagnostics are being developed. For example, it has been established that the higher the bioobject in its organization, which is used in biotest systems, the lower its sensitivity, for example, to the concentration of certain heavy metals. This indicates the need to develop a universal predictive diagnostic system that integrates risk assessment and environmental and social safety systems.

References

- Bernard, D. (2001). Hazard Analysis and Critical Control Point System: use in controlling Microbiological hazards. In: Doyle, M.P. and Beuchat, L. R. eds. Food microbiology: fundamentals and frontiers. 2001. 2nd ed edn. ASM Press, Washington, D.C.
- Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. (1996). Soil health and sustanbility. Adv. Agronomy, Vol. 56., 1-54.
- Doran J.W., Zeiss M.R. (2000). Soil health and sustainability: managing the biological component of soil quality. Appl. Soil Ecol., Vol. 15., 3–11.
- Đukić D., Mandić L., Marijana Pešaković, Novosel P. (2009a). Kolonizacija biljaka sa *E.coli* u uslovima zagađenog zemljišta. XIV Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 27- 28. Mart. Zbornik radova, Vol. 14, br. 15, 23-26.
- Đukić D., Mandić L., Marijana Pešaković, Božarić Lidija (2009b). Perzistencija salmonela u rizosfernom zemljištu i biljkama. XIV Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 27- 28. Mart. Zbornik radova, Vol. 14, br. 15, 27-30.
- Đukić D., Jemcev V.T., Mandić, L. (2007c): Mikroorganizmi i alternativna poljoprivreda, Budućnost A.D. za grafičku delatnost, Novi Sad, 151 str.
- Đukic D., Mandic L., Veskovic-Moracanin S. (2015). Zajednički patogeni viših biosfernih organizama. Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 13-14. Mart, Zbornik radova, Vol. 20(22): 497-513.
- Đukić D. Jemcev V.T., Mandić L. (2011). Sanitarna mikrobiologija zemljišta, Agronomski fakultet u Čačku, 502 str.
- Đukić D., Đorđević S., Mandić L., Trifunović B. (2012). Mikrobiološka transformacija organskih supstrata, Agronomski fakultet u Čačku, 232 str.,
- Đukić D., Jemcev V., Semenov A., Iutinska G., Selicka O. (2018): Ekološka biotehnologija (knjiga 1), Agronomski fakultet u Čačku, 844 str.

- Đukić D., Jemcev V.T., Kuzmanova J. (2007a). Biotehnologija zemljišta. Budućnost A.D. Novi Sad, 529 str.
- Đukić D., Mandić L., Đorđević S. (2015). Mikrobiološka i fitoremedijacija zagađenih zemljišta i voda. Agronomski fakultet u Čačku, 294 str.
- Đukić D., Mandić L., Pešaković M. (2007b). Tehnogeni uticaji na zajednice zemljišnih mikroorganizama u zemljištu. Poglavlje u tematskom zborniku „Unapređenje poljoprivredne proizvodnje na teritoriji Kosova i Metohije“, Poljoprivredni fakultet Lešak., str. 8-70.
- Franz, E., van Bruggen, A.H.C. and Semenov, A.M. (2004). Risk-analysis of human pathogen spread in the vegetable industry: a comparison between organic and conventional production chains. In: van Boekel, M.A.J.S., Stein, A., and van Bruggen, A.H.C. Bayesian Statistics and Quality Modeling in the Agro-Food Production Chain. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht. Pp. 81-94. (http://library.wur.nl/frontis/bayes/07_franz.pdf).
- Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Yu. (2016). Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil. M.: Agorus, 288 p. (In Russ.).
- Jemcev V.T., Đukić A. D. (2000). Mikrobiologija. Vojnoizdavački zavod – Beograd, str. 759.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline R.G., Harris R.F., Schuman G.E. (1997). Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 61. No. 1., 4–10.
- Kiryushin V.I. Ecological basis of agriculture. M. (1996). Kolos, 368 p. (In Russ.).
- Kupriyanov, A.A., Semenov, A.M., van Bruggen, A.Kh.K. (2010). Transfer of enteropathogenic and saprotrophic bacteria in the econich cycle: animal – excrement – soil – plant – animal // Izv. RAS. Ser. biol. 2010. No. 3. P. 318–323. (In Russ.).
- Semenov A.M., Semenov V.M., Van Bruggen A.H.K. (2011). Diagnostics of soil health and quality. Agrochemistry, No. 12, 4–20. (In Russ.).
- Semenov A.M., Semenova E.V. (2018a). Soil, as a biological system and its new category - health // Successes of modern biology, 2. p. 1-11. (In Russ.).
- Semenov A.M., Semenova E.V. (2018b). Soil as a biological system. Biology Bulletin Reviews, Vol. 8, No. 6, 463–471.
- Semenov A.M., Sokolov M.S. (2016). The concept of soil health: the fundamental and applied aspects of the justification of evaluation criteria. Agrochemistry, 1, 3–16. (In Russ.).
- Semenov A.M., Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Glazko V.I. (2016). Soil ecosystem for self-maintenance and sustainable bioproductivity. Acta Phytopathol. et Entomol. Hung, Vol. 51, No. 2, 305-318.
- Semenov A.M., Van Bruggen A.Kh.K., Bubnov I.A., Semenova E.V. (2009). System for quantitative determination of gas emissions from soil samples, composts and other solid substrates. Patent number 90212. Registered. in the State. The registry is useful. models of the Russian Federation 12/27/2009. (In Russ.).
- Semenov A.M., Van Bruggen A.Kh.K., Bubnov I.A., Semenova E.V. The method for determining the health parameter of soil samples, composts and other solid substrates. The patent for the invention 2408885. Registered. in the State. registry image RF 10/01/2011. (In Russ.).

- Semenov Aleksander Mihailovič, Dragutin A Đukić (2017): Soil health – ecosystem health: from problem identification to diagnosis and treatment, Acta Agriculturae Serbica, Vol. XXII, 43, 103-118.
- Van Bruggen A.H.C., Semenov A.M. (2000). Indicators for soil health and disease. Appl. Soil Ecol. Vol 15. Is. 1., 13-24.
- Van Bruggen A.H.C., Semenov A.M. (2015). Soil health and soil borne diseases in organic agriculture // In: Plant diseases and organic agriculture / Eds. Finckh M.R., van Bruggen A.H.C., Tamm L., USA: APS PRESS, 424 p.
- Vesković S., Đukić D. (2017). Sanitarna mikrobiologija. Agronomski fakultet u Čačku, 477 str.
- Wolters B., Widyasari-Mehta A., Kreuzig B., Smalla K. (2016). Contaminations of organic fertilizers with antibiotic residues, resistance genes, and mobile genetic elements mirroring antibiotic use in livestock. Applied Microbiology and Biotechnology. 100(21), 9343-9353.

ZDRAVLJE ZEMLJIŠNIH EKOSISTEMA I NJIHOVA EKOLOŠKA SIGURNOST

Aleksandar M. Semenov¹, Dragutin A. Đukić²

Sažetak

U radu su predstavljene parametri i instrumenti automatizacije procesa određivanja zdravlja zemljišnih ekosistema.

Dijagnoza zdravlja zemljišnih ekosistema vrši se na osnovu:

- određivanja kvantitativnih promena u sastavu heterotrofne mikrobne zajednice zemljišta, na osnovu čega se može sačiniti "recept" za terapiju;
- otkrivanja promena u sposobnosti mikrobne zajednice zemljišnog ekosistema da se samostalno obezbedi sa biofilnim elementima;
- procene lečenja od nekontrolisanog razvoja populacija fitopatogenih mikroorganizama.

Potrebno je razraditi sveopšti prognostički sistem koji sadrži sisteme ocene rizika i ekološke i socijalne sigurnosti.

Ključne reči: lečenje, mikroorganizmi, prognoza, zdravlje, zemljište.

¹ Katedra za mikrobiologiju, Biološki fakultet, Moskovski državni univerzitet M.V. Lomonosov, 119234, Moskva, Lenjinske Gore, 1/12. (E-mail: amsemenov@list.ru).
Ruski naučni institut za fitopatologiju, 143050. Moskovski region, Odintsovski region, rp. Velike Vjazme, ul. Institutaska 5.

² Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

POJAVA ŽUTE – CRTIČASTE RĎE (prouzrokovatelj *Puccinia striiformis* W.) PŠENICE NA PODRUČJU SEMBERIJE

Andrija Tomić¹, Radomir Bodiroga², Goran Perković³, Nebojša Aleksić⁴

Izvod: Tokom 2018. godine na području Semberije došlo je do jačeg napada žute – crtičaste rđe (pr. *P. striiformis* W.) na usevu pšenice. Za razvoj žute rđe od velikog značaja jesu klimatski faktori (temperature i vlažnost), kao i osetljivost odnosno prijemčljivost sorte. Cilj rada je bio utvrditi otpornost sorte u povoljnim klimatskim uslovima za razvoj žute rđe. Bolest je praćena na području Semberije, a obuhvaćeno je 10 različitih sorata pšenice (Apač, Balaton, Mojson, Ingenio, Gaindor, Euklid, Anapurna, Simonida, Nikol, Avenue). Najosetljivija sorta na pojavu žute rđe bila je sorta Mojson sa prosečnom ocenom 35, gde prekrivenost lista žutom rđom bila veća od 25%.

Ključne reči: pšenica, žuta rđa, sorta.

Uvod

Uvod: Žuta (crtičasta) rđa pšenice (pr. *P. striiformis*) široko rašireno oboljenje u svetu i kod nas na usevu pšenice. Mutacijom sa trava prešla je na žitarice (Vuković i sar. 2017). Posebno je rašireno oboljenja na osetljivim genotipovima pšenice u uslovima vlažnog i prohodnog vremena. Klimatski uslovi koji pogoduju pojavi žute rđe su srednje temperature u januaru i februaru i obilne padavine u prolećnom periodu (Jevtić i sar. 2017). Smanjena ili izostavljena primena hemijskih sredstava u kritičnim fazama rasta i razvoja pšenice dovodi do naglog smanjenja prinosa i kvaliteta pšenice.

Rasprostranjenost. Bolesti lista, kao što je rđa mogu da izazovu drastične gubitke prinosa pšenice. Žuta (crtičasta) rđa (pr. *P. striiformis*) prvi put je opisana u Švedskoj još davne 1777. godine, a danas je raširena na svim kontinentima, osim na Antarktiku (Chen, 2005). Oboljenje se pojavljuje u zemljama Evrope, Kanade, SAD i Rusije (Balaž i sar. 2010). U zavisnosti od osetljivosti genotipova i pogodnih klimatskih uslova za ostvarivanje infekcije i prisustva patogena štete mogu biti i do 60%. U svetu može da smanji prinos do 84% (Murray et al., 1995). Zaraženim semenom pšenice rđa se proširila iz Evrope u Australiju (Wellings and McIntosh, 1987). Testiranjem otpornosti genetičkog materijala u Rimskim Šančevima zabeležen je gubitak prinosa do 50% što navodi Jevtić i sar. (2017). Na osetljivim sortama smanje prinosa je od 10-70% (Rahmatov, 2013). Od strnih žita žuta rđa napada pšenicu, ječam, raž kao i neke druge biljke iz spontane flore (Balaž i sar. 2010).

Simptomi. Simptomi žute rđe se pojavljuju na nadzemnim delovima i dosta ranije u odnosu na ostale rđe (Jevtić i sar. 2014). Žuta rđa se najviše razvija na listu, u dosta manjem stepenu na rukavcu, stablu, a može da se javi i na klasu (Josifović, 1948).

^{1,2,3} Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet u Istočnom Sarajevu, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo 71123, Bosna i Hercegovina (tomic_andrija@yahoo.com)

⁴ Poljoprivredna apoteka, Tim Agrar Bijeljina, Pantelinska 17, Bijeljina 76300, Bosna i Hercegovina.

Najjači napad rđe je prvenstveno na lištu pšenice u vidu crtica limunaste do narandaste boje, (slika 1) i pljevama klasa, (Šubić i Pajić, 2014). Pustule su linearno rasporedjene između nerava u vidu crtica. Listovi u potpunosti mogu biti prekriveni pustulama i njihov broj može biti ogroman. U početku su pustule prekrivene epidermisom koji puca i dolazi do oslobađanja praškaste mase – uredospora (Stojanović, 2004). Broj uredospora u uredopustulama može biti po nekoliko hiljada. Nakon toga listovi mogu da nekrotiraju i prpadaju. U kasnijim fazama gljiva formira crne teleutospore. Ako se žuta rđa pojavi veoma rano, na osetljivim genotipovima pšenice pretili da u potpunosti uništi usev (Šubić i Pajić, 2014).



Slika 1. Simptom bolesti na listu

Figure 1. The symptom of the disease on the leaf

Biologija patogena. Monokseni patogen koji nema prelaznog domaćina i koji formira tri stadijuma: teleuto, uredno i bazidno stadijum. Patogen ne formira spermacije i ecidije (Balaž i sar, 2010). Patogen se održava u vidu uredostadijuma u zaraženim ozimim biljkama pšenice. Uredopustule su veličine 0,5-1 x 0,3-0,5 mm, a uredospore su veličine 25-30 x 12-24 μm , veličina teleutospora koje su dvoćelijske je 15-24 x 30-57 μm (Balaž i sar. 2010). Za infekciju uredosporama je važno vlaženje biljnih organa tri sata bez prekida i temperatura od 11-13 °C (Šubić i Pajić, 2014; Balaž i sar. 2010). U godinama u kojima se registruju manje količine padavina intenzitet bolesti je značajno manji u odnosu na kišne godine gde je intenzitet bolesti znatno veći (Vuković, 2017). U odnosu na ostale rđe koje se razvijaju na pšenici ima najmanje zahteve prema temperaturi (Vuković i sar. 2017). Kasnije na biljkama pšenice gljiva razvija teleutospore kako bi se razvile sekundarne spore – bazidiospore (Rahmatov, 2013). Infekcija se javlja od prvog lista pa sve dok su biljke zelene (Jevtić i sar. 2014). Uredospore mogu očuvati svoju klijavost 2-3 meseca, od zetve do jesenje setve, takođe se parazit može održati u toku leta na samoniklim žitima na kojima proizvodi uredospore od kojih kreću jesenje zaraze (Josifović, 1948). Micelija može prezimeti u ozimim strnim žitima i izdržati mrazove do -15 °C (Josifović, 1948).

Mateijal i metode rada

Usev pšenice je praćen na području Semberije u 2018. godini. Obzirom da je zima bila izrazito topla, a proleće kišno pretio je napad žute rđe, što se tokom praćenja i

ustanovilo. Na osnovu podataka iz tabele 3 i 4, sa prosečnim temperaturama i padavinama jasno se vidi da je pretila opasnost od napada žute rde.

Praćeno je 10 sorti pšenice od kojih jedna stočna i devet sorti namenjenih za ljudsku ishranu (tabela 1). Sorte su pokazale različitu otporost prema napadu žute rde. Ocenjivanje intenziteta infekcije je vršeno u periodu od 15-30. maja slučajnim odabirom parcela u raznim delovima Semberije metodom po Brooks-u (1970). Na zaraženim parcelama je postavljen drveni okvir površine 1m² i u okviru njega izbrojane biljke za svaku sortu posebno.

Tabela 1. Odabrane sorte pšenice sa brojem biljaka i tačnom lokacijom
 Table 1. Selected wheat varieties with number of plants and exact location

Redni broj <i>Ordinal number</i>	Odabrane sorte pšenice <i>Selected wheat varieties</i>	Broj biljaka po m ² <i>Number of plants per m²</i>	Lokacija <i>Location</i>
1.	Apač (stočna) <i>Apac (cattle's)</i>	383	Trnjaci
2.	Balaton <i>Balaton</i>	415	Trnjaci
3.	Mojson <i>Mojson</i>	412	Kojčinovac
4.	Ingenio <i>Ingenio</i>	445	Kojčinovac
5.	Gaindor <i>Gaindor</i>	438	Kojčinovac
6.	Euklid <i>Euclid</i>	488	Crnjelovo
7.	Anapurna <i>Anapurna</i>	445	Crnjelovo
8.	Simonida <i>Simonida</i>	405	Balatun
9.	Nikol <i>Nicol</i>	433	Amajlije
10.	Avenue <i>Avenue</i>	477	Amajlije

Tabela 2. Skala za ocenu intzniteta rđe po Brooks-u
 Table 2. The scale for evaluating the rust intensity for Brooks

Ocena <i>Valuation</i>	Napad <i>Attack</i>	% prekrivene površine <i>% of covered area</i>
1	Vrlo slab <i>Very weak</i>	>1%
2	Slab <i>Weak</i>	>5%
3	Srednje jak <i>Medium strong</i>	>10%
4	Jak <i>Strong</i>	>25%
5	Vrlo jak <i>Very strong</i>	>50%

Tabela 3. Prosečne temperature na području Bijeljine (°C)
 Table 3. Average temperatures in the area of Bijeljina (°C)

Mjesec/godina <i>Month/year</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII
1981-2010	0,3	1,9	6,9	11,8	16,9	19,9	22,1	21,2	17,2	11,6	6,0	2,3
2018	4,7	1,4	5,6	16,8	20,0	21,4	-	-	-	-	-	-

Tabela 4. Suma padavina na području Semberije (L /m²)
 Table 4. Amount of the precipitation in the area of Semberija (L / m²)

Mjesec/godina <i>Month/year</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	Σ
1981-2010	54,1	43,5	59,7	66,1	68,2	100,0	74,6	60,7	55,8	67,6	64,0	63,9	778
2018	65,4	82,3	88,6	94,6	91,7	125	-	-	-	-	-	-	

Rezultati istraživanja i diskusija

Zaraženi materijal sa karakterističnim simptomima žute rđe je skupljen i dostavljen u laboratoriju Poljoprivrednog fakulteta u Istočnom Sarajevu. Pod mikroskopom se jasno videle jajaste uredospore žute rđe.

Na onovu podataka iz table 1, jasno se vidi da se temperature iz 2018. godine jasno razlikuju od temperatura višegodišnjeg proseka. U januaru, aprilu, maju i junu temperature su daleko veće od višegodišnjeg proseka, dok u mesecu februaru i martu su niže. Iz table 2, jasno se vidi da su padavine na području Bijeljine od 1 do 6 mjeseca 2018. godine veće od višegodišnjeg proseka. Stalne kiše sa temperaturama oko

optimuma pogodovale su infekciji žute rđe. Prosečna temperatura u maju je bila 16,9 °C a količina padavina 125 L/m² što ukazuje da je vreme bilo povoljno za klijanje spora.

Sorte su ispoljile različitu osetljivost prema napadu žute rđe. Sorta Apač pokazala izrazitu otpornost prema napadu žute rđe sa prosečnom ocenom 1,6 gde napad vrlo slab, a zaraženost lista pšenice žutom rđom je bila nešto malo veća od 1%. Sorta Balaton je pokazala izrazitu osetljivost prema napadu žute rđe, ocena 10,7 što govori da je zaraženost bila veća od 10%. Sorta Mojson je pokazala daleko veću osetljivost prema napadu bolesti sa prosečnom ocenom 35, gde zaraženost lista bila veća od 25%. Sorta Ingenio imala je prosečnu ocenu 7,2 gde napad bolesti bio veći od 5%, sličnu otpornost pokazala je i sorta Gaindor sa prosečnom ocenom 9,8 kao i sorta Anapurna sa prosečnom ocenom 5,7 i sorta Simonida sa prosečnom ocenom 8,9. Sorta Euklid pokazala je veći osetljivost prema napadu bolesti sa prosečnom ocenom 13,4 kao i sorta Nikol sa prosečnom ocenom 14,5 i sorta Avenue sa prosečnom ocenom 20,3 što ukazuje da je procenat zaražene površine lista bio kod ovih sorti veći od 10%.

. Korišćenje otpornih sorti je jedan od najboljih i najjeftinijih metoda kontrole ove bolesti, takodje bolest može biti kontrolisana fungicidima čija je upotreba skupa i opasna po zdravlje ljudi i životnu okolinu (Dalvanda et al., 2013). Nehemijske mere su preventivne i njima se smanjuje mogućnost zaraze, a samim tim i negativan uticaj na čoveka i okolinu (Pećnik, 2014).

Jevtić i sar. (2017) ukazuju da se rđa može prognozirati i kao takva sprečiti praćenjem klimatskih promena, takodje isti autori preporučuju i tretiranje semena, kao i stalno praćenje (kontrola) i obilazak useva. Uništavanje samoniklih biljaka je jedan od korisnih mera kada se govori o smanjenju intenziteta zaraze kod novoposejanih sorti (Jevtić i sar. 2014).

Jevtić i sar. (2012) navode da primenu fungicida treba obaviti tri puta u fazama. T1 (BBCH 31-33), T2 (BBCH 39) i T3 (61-65).

Zaključak

Klimatski faktori predstavljaju jedan od tri osnovna faktora za ostvarivanje infekcije a i za nastanak i pojavu bolesti. Rđa se javlja u uslovima optimalnih temperatura koje prate veće količine padavina. Otpornost - tolerantnost sorte je od jako velikog značaja. Tolerantne sorte su svakako jedan od ekološki prihvatljivih i ekonomičnijih metoda borbe protiv bolesti. U sprovedenom istraživanju sorta Apač je pokazala najveću otpornost, dok je sorta Mojson bila najosetljivija prema razvoju bolesti tokom 2018. godine u Semberiji.

U daljim istraživanjima treba posebnu pažnju obratiti na praćenje klimatskih faktora, kao i na izbor što otpornijih sorti čime se može izbeći rizik pojave bolesti, kao i smanjiti troškovi i zagađenje okoline. Takodje, ne treba zanemariti plodored, obradu zemljišta, vreme, gustinu i dubinu setve kao i sve ostale preventivne mere kojima se može smanjiti pojava bolesti.

Literatura

- Brooks, D. H. (1970): Erysiphe graminis sp. tritici Marchal on wheat, percentage of leaf area affected (uncomplete photocopy).
- Chen, X. M. (2005). Epidemiology and control of stripe rust [Puccinia striiformis f. sp. tritici] on wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*. Volume 27(3): 314-337.
- Dalvand, M., Afshari, F., Aeini, M. (2014). Virulence survey of Puccinia striiformis, the causal agent of wheat yellow rust, by trap nursery 2010–2012. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. Volume 47(12): 1508-1513.
- Jevtić R., Lalošević M., Župunski V., Jerković Zoran, (2017): Rđe pšenice – prošlost, sadašnjost i budućnost, Biljni lekar. Volumen 44: 433-445.
- Jevtić, R., Lalošević, M., Jerković, Zoran., Mladenov N., Hristov Nikola, (2014): Žuta rđa preti da prepolovi prinos pšenice, Biljni lekar. Volumen 42: 6-13.
- Jevtić, R., Lalošević, M., Kalentić, Marija (2012): Zaštita strnih žita od bolesti. Glasnik zaštite bilja. Volumen 5: 86-93.
- Josifovic, M., (1948): Poljoprivredna fitopatologija. Univerzitet u Beogradu. Naučna knjiga. Izdavačko preduzeće narodne Republike Srbije.
- Murray, G. M., Ellison, P. J., & Watson, A. (1995). Effects of stripe rust on the wheat plant. *Australasian Plant Pathology*. Volume 24(4): 261-270.
- Pećnik, R. A., (2014): Zaštita pšenice od bolesti. Glasnik zaštite bilja. Volumen 37(6), 46-48
- Rahmatov, (2013): Sources of resistance to yellow rust and stem rust in different wheat-alien introgressions. Introductory Paper at the Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science 2013: 3 Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp, December, 1-64.
- Vuković, A., Bećorspahić, D., Vlajić, S., Jovanović, S., (2017): Intenzivna pojava žute rđe pšenice (Puccinia striiformis Westend) na području grada Bihaća. XXII Savetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova 1.
- Petrović M., Marković D., Bošković S., 379-385. Čačak, Srbija, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku.
- Wellings, C. R., McIntosh, R. A., & Walker, J. (1987). Puccinia striiformis f. sp. tritici in Eastern Australia possible means of entry and implications for plant quarantine. *Plant pathology*. Volume 36(3): 239-241.

OCCURRENCE OF YELLOW – STRIP RUST OF WHEAT (cause *Puccinia striiformis* W.) IN THE AREA OF SEMBERIA

Andrija Tomić¹, Radomir Bodiroga², Goran Perković³, Nebojša Aleksić⁴

Abstract

During 2018. year in the area of Semberija, there was a stronger attack of yellow - striped rust (cause *P. striiformis* W.) on the wheat. For the development of yellow rust of great importance are the climate factors (temperature and humidity), as well as the sensitivity and the susceptibility of the variety. The aim of this research was to determine the resistance of the variety in favorable climate conditions for the development of yellow rust. The disease was monitored in the area of Semberia and included 10 different wheat varieties (Apač, Balaton, Mojson, Ingenio, Gajndor, Euclid, Anapurna, Simonida, Nicol, Avenue). The most sensitive variety on the appearance of yellow rust was the variety Mojson with an average evaluation 35, where the cover of the leaf of the yellow rust was more than 25%.

Key words: wheat, yellow rust, sort.

^{1,2,3}University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, East Sarajevo, Vuka Karadjica 30, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina (tomic_andrija@yahoo.com);

⁴ Agricultural Pharmacy, Tim Agrar Bijeljina, Pantelinska 17, Bijeljina 76300, Bosnia and Herzegovina.

POTENCIJALNA ŠTETNOST *Cydalima perspectalis* Walker 1859 (Lepidoptera, Crambidae) NA GAJENIM BILJKAMA

Danijela Erić¹, Snežana Tanasković²

Izvod: Šimširov plamenac predstavlja invazivnu alohtonu vrstu visokih ekoloških i ekonomskih rizika. Multivoltinizam, ekološka plastičnost i ispoljena monofagnost mogu dovesti do realnog gubitka šimšira iz ekosistema širom Evrope. Cilj istraživanja je bio da se u u laboratorijskim uslovima, u testu izbornosti („choice test“) pronade potencijalni alternativni domaćin od 13 odabranih biljnih vrsta. Rezultati pokazuju da je šimšir najpreferentniji ovipozicioni domaćin. Međutim, ovipoziciona aktivnost ženke je zabeležena i na orahu i aroniji. Utvrđeni alternativni hranidbeni domaćini su jestivi i stočni grašak, kao i mahune boranije. Dobijeni rezultati predstavljaju prve istraživačke nalaze o postojanju alternativne biljke kao hranidbenog ili ovipozicionog domaćina šimširovog plamenca, na prostoru Evrope.

Ključne reči: *Cydalima perspectalis*, alternativni domaćin, orah, aronija, grašak, boranija

Uvod

Šimširov plamenac (ŠP), *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae) je vrsta noćnog leptira koja potiče iz umerenog u subtropskog pojasa Istočne Azije (Inoue et al., 1982). Za područje Evrope predstavlja invazivnu (alohtonu, introdukovanu) vrstu visokog rizika. Smatra se da je u Evropu dospelo slučajno, nenamernim unosom, sa sadnicama šimšira čija se trgovina i danas intenzivno odvija širom Evrope. Osim prirodnog širenja letom leptira, eksportno-importna kretanja predstavljaju najčešći način prenošenja različitih stadijuma ove štetočine (Leuthardt et al., 2010; Straten and Muss, 2010).

Na našem kontinentu ŠP je prvi put registrovan u jugozapadnoj Nemačkoj i Holandiji 2006. godine (Kruger, 2008). Vrsta se brzo proširila i odomaćila u gotovo svim evropskim zemljama, osim Severne Skandinavije, Severne Škotske i predela visokih planina (Nacambo et al., 2014). Od 2007. godine ŠP je na EPPO Alert list-i. Zbog izuzetno brzog širenja, vrsta gubi status karantinske vrste (Fera, 2010), a 2011. je skinuta sa Alert list-e (PQR, 2017).

Prisustvo ŠP u Srbiji potvrđeno je nalazima na šimširu u okolini Beograda 2014. godine (Glavendekić, 2014). Izlovljavanje leptira na teritoriji Vojvodine tokom 2015. godine predstavlja dokaz prisutnosti i širenja ŠP i u našoj zemlji. Vrsta je uvrštena u programe monitoringa u sistemu PISS-a od 2016. godine.

Štetočina može uzrokovati potpunu defolijaciju, odnosno gubitak lista šimšira i smatra se ozbiljnom pretnjom starim vrtovima u kojima se šimšir već vekovima sadi

¹ student doktorskih studija, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija;

² Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (stanasko@kg.ac.rs).

kao ukrasna biljka (Matošević, 2013). Vrsta na Evropskom kontinentu nema prirodnih neprijatelja, tako da ekspanzija i širenje rasprostranjenosti u Evropi zavise samo od dostupnosti hrane i abiotičkih faktora - temperature, dužine dana i vlažnosti (Nacambo et al., 2014). Imajući u vidu brzinu širenja ŠP na Evropskom kontinentu, visoku ekološku plastičnost i multivoltinizam, postoji realna opasnost gubitka šimšira iz ekosistema. Zbog nedostatka hrane, vrsta će verovatno prelaziti na alternativne hranidbene domačine. Krugu alternativnih domaćina mogu pripadati biljke spontane flore ili gajene biljke (različiti poljoprivredni usevi).

Cilj ovog istraživanja bio je da se u laboratorijskim uslovima, u uslovima izbornosti („Choice test“) identifikuje potencijalna alternativna biljka hraniteljka ili ovipozicioni domaćin od 13 odabranih biljnih vrsta.

Materijal i metode rada

Prikupljanje larvi za ogled. Izabrani lokalitet nalazi se u Kragujevcu, u naselju Aerodrom. Nisko formirana bordura od šimšira pripada dvorištu crkve Svetog Save, sa geografskim koordinatama N 44°01'50.4" E 20°54'41.4". Prikupljanje larvi na terenu je obavljeno u nekoliko navrata i to 14, 15. i 17. aprila 2017. godine. Tokom ovih izlazaka sakupljeno je 322 prezimljujuće larve različitih stupnjeva.

Ekperimentalni deo rada predstavlja vremensku seriju oglada u kojoj su ispitivani (1) životni ciklus, (2) potencijalni ovipozicioni i (3) hranidbeni domaćini ŠP.

Ogled sa primarnim domaćinima u cilju praćenja životnog ciklusa. Improvizovani kavezi za odgajanje su zapremine 5 L, a za ovu namenu su korišćeni plastični baloni za vodu. Na prednjoj strani balona su izrezani otvori, koji su prekriveni plastificiranom mrežicom za izradu komarnika. Aerisanost kaveza je obezbeđena i na zatvaračima balona. U svaki kavez je uneto po 40 larvi ŠP, odmah po donošenju sa terena. Kavezi su držani na sobnoj temperaturi ($\approx 22^{\circ}\text{C}$) u svetlosnom režimu 16:8 (svetlo:tama). Kontrolni pregledi obavljani su na 24h. Praćene su promene na larvama i dodavan im je svež biljni materijal za ishranu. Larvama su u ishrani ponuđene grančice potencijalnih biljki hraniteljki (*Buxus spp.*, *Euonymus sp.* i *Lonicera nitida*).

Praćeni su sledeći parametri: hranidbeni afinitet prezimljujućih larvi prema ponuđenim biljkama, ponašanje larvi na ograničenom prostoru, metamorfoza larvi, ulutkavanje i eklozija leptira.

Ogled sa alternativnim ovipozicionim domaćinima. Korišćen je isti tip kaveza kao u prvom delu oglada. Postupak formiranja parova leptira je tekao paralelno sa eklozijom. Neposredno po ekloziji leptira, sparivane su isto i/ili različito obojene forme leptira i unošeni u kaveze. Ogled je postavljen u osam blokova sa tri ponavljanja i kontrolom. Blokovi predstavljaju različite biljke kao domačine. Biljni materijal koji je korišćen je podeljen na ukrasne biljke (*Buxus spp.*, *L. nitida*, *E. japonicus*) i gajene voćne vrste kruška (*Pyrus communis* L.), šljiva (*Prunus domestica* L.), borovnica (*Vaccinium myrtillus* L.), aronija (*Aronia melanocarpa* Elliot), orah (*Juglans regia* L.), leska (*Corylus avellana* L.). U kontrolnom bloku, u kaveze su unete po dve grančice šimšira. Jedna grančica je oprskana destilovanom vodom. Druga je tretirana 1% dekantom svežih ekskremenata. Leptiri su pojeni 1% šećernim sirupom.

Vizuelni pregledi su obavljani na 8 i 24 sata. Praćeni su: ishrana leptira, ovipozicija, preferentnost ponuđenih ovipozicionih domaćina, dužina života imaga u laboratorijskim uslovima, piljenje larvi nove generacije i njihova preferentnost prema potencijalnim biljkama hraniteljicama.

Ogled sa alternativnim hranidbenim domaćinima. U staklene teglice zapremine 200 mL unošene su neonate. Radi utvrđivanja konzuma hrane u „no choice testu“ unošena je biljni materijal to jest biljke paprike i kupusa, list, grančica i plod (mahuna) jestivog graška, stočnog graška i boranije. Pregledi su obavljani na 4 sata, a praćena je ishrana larvi.

Rezultati istraživanja i diskusija

Nakon snimanja terena, prikupljanja larvi i postavke ogleda dobijeni su sledeći rezultati.

Praćenje životnog ciklusa na primarnim domaćinima

Kontrolnim pregledima kaveza zabeležene su promene rasta larvi i proces ulutkavanja. U laboratorijskim uslovima, larve ŠP su se pokazale kao izraziti defolijatori visokog kapaciteta ishrane i produkovale su veliku količinu ekskremenata, što je u saglasnosti sa istraživanjima Brua (2013).

Utvrđeno je da se u uslovima ograničenog životnog prostora i prisutnog većeg broja larvi (40 larvi u kavezu u ogledu) javlja karnivornost, što se u dostupnoj literaturi ne pominje. Stadijum lutke je trajao oko 14 dana, što je u saglasnosti sa rezultatima Oltean et al. (2016). Ovi istraživači navode da stadijum lutke u laboratorijskim uslovima traje najmanje 11 dana. Imago ŠP je ekلودirao u dve morfološke forme, belo i melanik, dok je veći broj pripadao belo formi. Ovo se podudara sa istraživanjima Göttig (2017), koja navodi da se procenat ekلودiranih melanik formi kreće oko $14\% \pm 2.9\%$.

Utvrđeno je više ekلودiranih ženki u odnosu na broj mužjaka. Ovo je u saglasnosti sa realizovanim istraživanjima u Nemačkoj u periodu od 2012-2014. godine, gde se procenat ženki prezimljujuće generacije kretao od $54\% \pm 17\%$, a procenat mužjaka od $46\% \pm 17\%$ (Göttig, 2017). Dužina života imaga je desetak dana. Dobijeni rezultati se poklapaju sa rezultatima istraživanja Oltean (2016), koji navodi podatak da je dužina života imaga u laboratorijskim uslovima do dve nedelje.

Alternativni ovipozicioni domaćini

Nakon sparivanja parova i kopulacije, praćena je ovipoziciona aktivnost ženki. Proces polaganja jaja počinje trećeg i traje do šestog dana od momenta sparivanja leptira. Ovo za posledicu ima istovremenu prisutnost različitih larvalnih stupnjeva na infestiranim šimširima na terenu.

Primećeno je da su ženke u ogledu kao najpogodnije mesto za ovipoziciju birale zidove balona. Položenih jaja je bilo i na oprskanom šimširu. Kao najpreferentnije mesto za polaganje jaja, ženka je od 8 ponuđenih potencijalnih reproduktivnih domaćina (šimšir, japanska kurika, lonciera, kruška, šljiva, borovnica, orah i aronija), birala listove na neoprskanim grančicama šimšira. Međutim, jaja su registrovana i na

dekantom oprskanim grančicama šimšira. Ovakav oblik ponašanja je u suprotnosti sa poznatim obrascem ponašanja pripadnika fam. Crambidae. Naime, ženke u ovipoziciji izbegavaju biljke sa kojih se širi miris ekskremenata i na taj način eliminišu kompeticiju, ali i problem eventualnog nedostatka hrane za neonate.

U blokovima sa ponuđenim ukrasnim biljkama (kurika, lonicera i kurika+ lonicera) kao potencijalnim ovipozicionim domaćinima, ovipozicija nije registrovana. U blokovima sa aronijom i orahom, kao alternativnim potencijalnim domaćinima registrovana je ovipozicija. U sva tri ponavljanja ovih blokova je utvrđena ovipozicija na listovima oraha i aronije (Sl. 1). Ukupan broj položenih jaja na orahu je 63, na aroniji 57 jaja. Ovo je prvi istraživački podatak kojim su orah i aronija utvrđeni kao potencijalni ovipozicioni domaćini ove vrste.

Nakon piljenja, neonate, kao hranu nisu birale listove oraha i aronije, već su proces ishrane nastavljale na oprskanim listovima i grančicama šimšira. Proces ishrane novoispljenih larvi nije zabeležen na ostalim potencijalnim reproduktivno-hranidbenim domaćinima (samo na kurici par oštećenja).



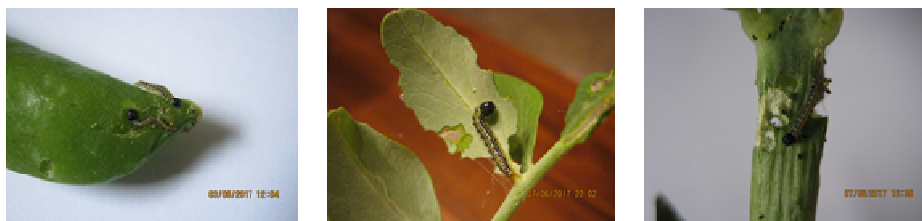
Slika 1. Registrovana ovipozicija u ogledu
 Figure 1. Registered oviposition in experiment

Alternativni hranidbeni domaćini

U cilju pronalaska potencijalne alternativne biljke hraniteljke, novoispljene larve su unošene u staklene teglice gde im su im kao hrana ponuđene različite sistematski udaljene povrtarske vrste. U teglicama sa paprikom i kupusom registrovano je uginuće mladih larvi.

Ishrana novoispljenih larvi je uočena na mahunama, listovima i grančicama jestivog i stočnog graška (Sl. 2), kao i na mahunama boranije. Obrazac ishrane je identičan na ovim vrstama. Mlađe larve su se hranile i oštećivale donji i gornji epidermis listova, dok su starije izjedale čitave lisne ali i stabljične površine graška. Na mahunama su formirane galerije tokom ishrane. List i stabljike boraniji su bez vidljivih oštećenja. Pretpostavlja se da su ih larve izbegavale zbog prisustva velikog broja sitnih dlačica na lisnoj i na stabljičnoj površini.

Dobijeni rezultati predstavljaju prve istraživačke podatke o postojanju potencijalnog alternativnog hranidbenog domaćina ŠP. U toku praćenja ishrane larvi ŠP na grašku i boraniji, uočeno je da je boja tela odraslih gusenica svetlija (zelenožuta) u poređenju sa larvama koje se hrane šimširo. Imajući u vidu zastupljenost ovih povrtarskih kultura u ishrani ljudi i životinja, od velike je važnosti nastavak istraživanja u cilju praćenja i ranog otkrivanja potencijalnog prelaska ŠP na ove biljne vrste i u uslovima otvorenog polja.



Slika 2. Posledice ishrani larvi na grašku
 Figure 2. Registered oviposition in experiment

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja može se zaključiti da su larve ŠP defolijatori, a da je najpreferentni hranidbeni i ovipozicioni domaćin šimšir. U ogledu ovipozicija je utvrđena i na listovima oraha i aronije. Takođe, utvrđena je i ishrana neonata na jestivom grašku, stočnom grašku i plodovima boranije (mahune) kao alternativnim hranidbeni domaćini ŠP. Istraživanja bi trebalo nastaviti i u poljskim uslovima radi praćenja mogućeg prelaska ŠP na ove biljne vrste.

Literatura

Brua C., (2014): La pyrale du buis, le point sur cette espèce envahissante. Phytoma, 675(June-July, 2014):16-22.

Cheng S.P., (2005): Studies on the box tree caterpillar, *Diaphania perspectalis* (Walker). Anhui Agri. Sci. Bull. 11, 107–108

EPPO (2017): PQR - EPPO database on quarantine pests (available online) <http://www.eppo.int>

Glavendekić, M. (2014): The box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) - new pest in Serbia. Proceedings of the VII Congress on Plant Protection (Zlatibor, RS, 2014-11-24/28), 267-268.

Göttig, S. (2017): Development of eco-friendly methods for monitoring and regulating the box tree pyralid, *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), an invasive pest in ornamentals. Technische Universität, Darmstadt Ph.D. Thesis.

Göttig, S., Herz, A. (2017): Observations on the seasonal flight activity of the box tree pyralid *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) in the Rhine-Main Region of Hesse. Journal of Cultivated Plants, 69 (5) 157-165.

<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/boxTreeCaterpillar.pdf>

Inoue, H. (1982): Pyralidae. In: Moths of Japan 1, 2 [ed. by Inoue, H. Sugi, S. Kuroko, H. Moriuti, S. Kawabe, A.]. Tokyo, Japan: Kodansha, 307-404 (vol. 1), 223-254; pls 36-48, 228, 296-314 (vol. 2).

Korycinska, A, Eyre, D. (2009): Box tree caterpillar, *Diaphania perspectalis*. External factsheets. York, UK: The Food and Environment Research Agency (FERA), 4 pp.

Krüger, E. O. (2008): *Glyphodes perspectalis* (Walker, 1859) - neu für die Fauna

Europas (Lepidoptera: Crambidae). EntomologischeZeitschrift, 118 (2): 81-83.

Leuthardt, F.L.G., Billen, W., Baur, B. (2010): Spread of the box-tree pyralid *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in the region of Basel - a pest species new for Switzerland. Entomo Helvetica, No.3:51-57.

Mally, R., Nuss, M. (2010): Phylogeny and nomenclature of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) comb. n., which was recently introduced into Europe (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae: Spilomelinae). Eur. J. Entomol. 107, 393–400.

Matošević, D. (2013): Box Tree Moth (*Cydalima perspectalis*, Lepidoptera; Crambidae), New Invasive Insect Pest in Croatia. SEEFOR-South-East European Forestry. 4(2): 89-94.

Nacambo, S., Leuthardt, F.L.G., Wan, H., Li, H., Haye, T., Baur, B., Weiss, R.M., Kenis, M. (2014): Development characteristics of the box-tree moth *Cydalima perspectalis* and its potential distribution in Europe. Journal of Applied Entomology, 138: 14-26.

Oltean, I., Hulujan, I., Hulujan, I., Varga, M., Totos, S., Florian, T. (2016): *Cydalima perspectalis* Walker (Lepidoptera, Crambidae) a New Dangerous Pest Report on *Buxus sempervirens* in Cluj Area. Bulletin UASVM Agriculture 73(1)/2016.

POTENTIAL HARMFULNESS OF *Cydalima perspectalis* Walker 1859 (Lepidoptera, Crambidae) ON CULTIVATED PLANTS

Danijela Erić¹, Snežana Tanasković²

Abstract

The box tree moth represents alien invasive species of high ecological and economical risks. Multivoltinism, eco plasticity and monophagy can lead to the completely disappearance of box tree in Europe. The aim of this research was to identify potential alternative host between 13 choosoen plant species, in the laboratory. Results indicate that the box tree represents the most preferent ovipositional host. Oviposition is registered on walnut and aronia leaves. Alternative feeding hosts, edible and cereal peas, as well as green bean pod were identified. This result represents first data in Europe about alternative host plant for box tree moth.

Keywords: *Cydalima perspectalis*, alternative host, nut, aronia, peas, bean

¹ PhD student, University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia)

² University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (stanasko@kg.ac.rs).

***EPICOCCUM NIGRUM* PATHOGEN OF SUNFLOWER SEED IN SERBIA**

Dragana Milošević¹, Maja Ignjatov¹, Vladimir Miklič¹, Ana Marjanović Jeromela¹, Zorica Nikolić¹, Dušica Jovičić¹, Maja Karaman²

Abstract: Forty samples of sunflower seed (*Helianthus annuus* L.) were analyzed in period 2017-2018. Based on morphological characterization and pathogenicity test the fungus isolated from the tissues were initially identified as *Epicoccum* spp. The presence of *E. nigrum* was further confirmed by PCR and sequencing. A comparison of the obtained sequence with those available in GenBank confirmed the presence *E. nigrum* in sunflower seed samples. This study represents the first attempt to characterize pathogens of genus *Epicoccum* associated with sunflower seeds in Serbia.

Key words: sunflower, *Epicoccum* spp., sequencing, characterization

Introduction

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of the most important oil seed crops grown throughout the world (Lentz et al., 2001, Balalić et al., 2012). In Serbia, sunflower is also the main oil crop with growing surface varies from 160,000 to 210,000 ha and seed yield ranging from 1.7 to 2.3 t/ha (Miklič et al., 2015). Sunflower seeds contain 38% to 50% high-quality oil, primarily used for human consumption (Castro and Leite, 2018).

Sunflower is affected by a large number of diseases caused by various fungi and other phytopathogenic microorganisms (Godika et al., 1996). The most important seed-borne pathogens represented the genera *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Epicoccum*, *Fusarium* and *Penicillium* which could cause different levels of losses in its production (Khan 2007; Sharfun-Nahar and Mushtaq 2007; Lević et al., 2012).

Epicoccum nigrum L. (*E. purpurascens*) is an anamorphic Ascomycota with worldwide distribution. It is mainly associated with decay of plant tissues (Mims and Richardson 2005) and sometimes stated as a weak plant pathogen (Bruton et al., 1993; Schulz and Boyle 2005; Arnold, 2007). *E. nigrum* has been detected as the most frequent seed-borne fungi able to infect a wide variety of plant species in different countries (Mathur and Manandhar, 2003; Favaro, 2011). In Serbia, *Epicoccum* spp. is identified on seeds of soybean, sorghum, maize, sunflower, and coriander in low intensity, and the presence of this fungus does not affect significantly the quality of the seed (Lević et al., 2008, 2012; Ristić et al., 2012; Pavlović et al, 2014). In plant pest *E. nigrum* can be used as a biological control (Punja, 1997, Pieckenstain et al., 2001, Larena, 2004, De Cal, et al., 2009).

¹Institute of field and vegetable crops, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Serbia (dragana.milosevic@nsseme.com)

²Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg D. Obradovica 2, Novi Sad, Serbia

Data on the presence of *E. nigrum* on sunflower grown in Serbia are scarce. The emergence of *E. nigrum* was first described by Aćimović (1998), but its presence has not been studied since. The main aim of the study was to identify the isolates obtained from *E. nigrum* in sunflower seeds by means of molecular and conventional methods, applying ITS regions of rDNA, as well as to perform molecular characterization of the obtained isolates by comparing them with isolates from all over the world.

Material and methods

Isolation of the fungal pathogen

During 2017-2018, isolates of *Epicoccum* spp. originating from sunflower seeds were collected and used for morphological, pathogenic and molecular characterization. In order to obtain pure colonies of the pathogen, 400 seeds of forty samples were previously sterilized with 1% NaOCl, washed with sterile water, dried on sterile filter paper, placed onto a potato dextrose agar (PDA; 200 g potato, 20 g dextrose, 17 g agar and 1 liter of distilled H₂O) and incubated for 5 days at 25°C. *Epicoccum*-like colonies were transferred onto fresh PDA and water agar (WA, 17 g agar and 1 liter of distilled H₂O) to obtain monospore isolates.

Morphology of the pathogen

Pure cultures of four selected isolate were grown on PDA incubated at 25°C, with a 12-h photoperiod and examined macroscopically (colony morphology and pigmentation) and microscopically (the shape, size and type of conidia) after 7 days.

Pathogenicity test

To confirm pathogenicity the sunflower plants grown in pots were inoculated with the previously obtained isolate of *E. nigrum*. All plants were inoculated with a suspension of conidia of 7-day-old fungal culture on PDA. Suspensions were adjusted to 1x10³ conidia/ml and injected plants 1 cm above soil. Plants injected with sterile water were used as negative control. Ten plants per isolate were used. After inoculation, plants were kept under greenhouse conditions. The presence of symptoms was observed three to four weeks post-inoculation. Reisolation was carried out from artificially infected plants in the same way as described earlier.

Molecular detection and identification

The molecular identity of the *E. nigrum* was confirmed by universal primers ITS1 (5'TCCGTAGGTGAACCTGCGG3'), which hybridizes at the end of 18S rDNA, and ITS4 (5'TCCTCCGCTTATTGATATGC3'), which hybridizes at the beginning of 28S rDNA (White et al., 1990). Fungal DNA was extracted from 100 mg of dry mycelium from 7-days old cultures grown on potato dextrose broth (PDB) by DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany). Each 25 µl of reaction mixture contained 12.5 µl of 2X

PCR Master Mix (Fermentas, Lithuania), 1.25 μ l of each primer (100pmol/ μ l), 1 μ l of DNK, and 9 μ l of RNase-free water. The reaction was performed in a thermal cycler (Eppendorf, Germany) under the following programs: initial denaturation of 2 min at 94°C, followed by 35 cycles of 2 min at 94°C, 30 s at 57°C, and 1 min at 72°C, with a final extension of 10 min at 72°C.

RT-PCR products were separated using electrophoresis on 1.5% agarose gel containing ethidium bromide (0.5 g/mL) and visualized using a UV light whit Bio-print cx4 (VilberLourmat, Germany).

The amplified product from one representative isolate (63Sun) was sequenced directly after purification with a QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen). Sequencing in both directions was performed on an automated sequencer (ABI 3730XL Automatic Sequencer Macrogen, Korea). The sequence generated in this study was deposited in the National Center of Biotechnology Information (NCBI) GenBank database. Obtained sequences of the Serbian isolate was compared with the previously reported isolates available in the GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>), using the ClustalW program (Thompson et al. 1994) and MEGA5 software (Tamura et al. 2011).

Results and discussion

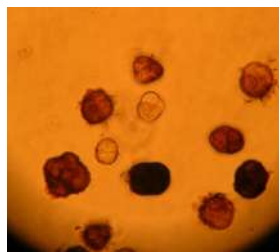
The isolates obtained in this study originated during 2017-2018 from sunflower seed were collected and identified on the basis of the morphological, pathogenic and molecular features.

Morphological characterization

Morphological features of all four selected isolates were uniform. Aerial mycelia of all isolates were strong yellow to orange, while the underside of colonies was orange-brown (Figures. 1 and 2). Colonies grow quickly, reaching about 6 cm in diameter in 2 days. The isolates formed single conidia on the slightly pigmented conidiophores. The size of conidia of all isolates ranged from 16 to 24 μ m. This characteristic is typical of genus *Epicoccum*, as described by many authors (Aćimović, 1998; Mims and Richardson, 2005; Fávvaro et al., 2011; Ristić et al., 2012; Nihat et al., 2016; Chen et al., 2017).



Slika 1. *Epicoccum nigrum*: izgled kolonije na PDA
Figure 1. *Epicoccum nigrum*: colony appearance on PDA media



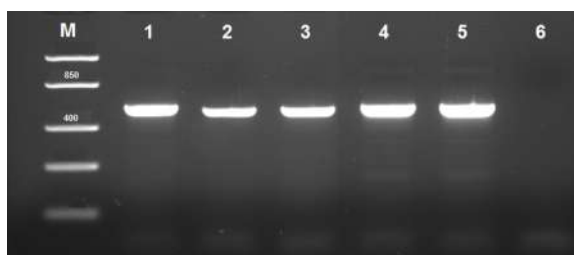
Slika 2. Konidije *Epicoccum nigrum*
Figure 2. Conidia of *Epicoccum nigrum*

The pathogenicity test

The pathogenicity test showed that all four selected isolates of *E. nigrum* caused development of prominent symptoms on inoculated sunflower seedlings, confirming their pathogenicity and satisfying the Koch’s postulates. Five days after inoculation, the first changes were observed in stems of inoculated plants as dark necrotic spots surrounding the point of inoculation. Distinct changes on the roots were observed 10 days post inoculation. In all symptomatic sunflower seedlings, the presence of *E. nigrum* was confirmed by re-isolation and morphological comparison with a respective isolate. Neither the symptoms were visible nor could the pathogen be isolated from negative control, seedlings injected with sterile water. All inoculated plants produced the symptoms which are in correlation with earlier descriptions (Fávaro et al., 2011; Ogórek and Płaškowska, 2011)

Molecular detection and identification

Identification based on morphological features was further confirmed by ITS sequencing. Molecular detection utilizing PCR and primers specific for ITS region successfully amplified one clear band of the predicted size between 500-600 bp in all four Serbian isolates, as well as the positive control. (Figure 3). No amplification was obtained in the negative control (PCR mix with RNase-free water).



Slika 3. Elektroforetska analiza izolata *Epicoccum*, korišćenjem para prajmera ITS1/ITS4. Kolone: M -FastRuler™ Low Range DNA ladder, ready-to-use (Fermentas Life Sciences GmgH, Lithuania), 1- 61Sun, 2- 63Sun, 3- 73Sun, 4- 25Sun, 5- pozitivna kontrola, JBL539 (KX752419), 6-negativna kontrola (PCR mix sa vodom)
 Figure 3. Electrophoretic analysis of four *Epicoccum* isolates using primer pair ITS1/ITS4. Lines: M -FastRuler™ Low Range DNA ladder, ready-to-use (Fermentas Life Sciences GmgH, Lithuania), 1- 61Sun, 2- 63Sun, 3- 73Sun, 4- 25Sun, 5- positive control, JBL539 (KX752419), 6-negative control (PCR mix with RNase-free water)

The amplified DNA fragment of representative 63Sun isolate was sequenced in both directions and deposited in the GenBank (Acc.No. MH496036). The ITS sequences of our isolate showed 100% homology with the *E. nigrum* isolate MK051176 from China, the isolate MG813222 from Ireland, the isolate MH258972 from Iran, as well as two isolates (JQ619838, JQ619839) from Serbia.

Wu et al. (2017) and Colavolpe et al., (2018) also distinguished the *Epicoccum* species using universal primers ITS1/ITS4 for sequencing products the size of 550 bp in all the tested isolates.

Conclusion

The *Epicoccum* isolates selected for this investigation were identified as *Epicoccum nigrum* species, based on morphological characteristics and proved by the molecular analysis. Genetic structure and variability of the Serbian isolates, remained largely unknown due to the lack of studies of *E. nigrum* populations in Serbian sunflower seeds; the study therefore represents the first attempt to characterize pathogens of genus *Epicoccum* associated with sunflower seeds in Serbia.

Acknowledgment

This research was supported by grants TR31025 and TR31030 of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

References

- Aćimović M. (1998). Bolesti suncokreta. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Arnold E. (2007). Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. *Fungal Biology Reviews*, 21: 51-66.
- Balalić I., Zorić M., Branković G., Terzić S., Crnobarac J. (2012). Interpretation of hybrid × sowing date interaction for oil content and oil yield in sunflower. *Field Crops Research*, 127: 70-77.
- Bruton B.D., Redlin S.C., Collins J.K., Sams C.E. (1993). Postharvest decay of cantaloupe caused by *Epicoccum nigrum*. *Plant Disease*, 77 (10): 1060-1062.
- Castro C., Leite R.M.V.B.C. (2018). Main aspects of sunflower production in Brazil. *OCL*, 25, 104.
- Chen Q., Hou L.W., Duan W.J., Crous P.W., Cai L. (2017). *Didymella cearevisited*. *Studies in Mycology*, 87, 105-159.
- Colavolpe B., Ezquiaga J., Maiale S., Ruiz, O. (2018). First report of *Epicoccum nigrum* causing disease in *Lotus corniculatus* in Argentina. *New Disease Reports*, 38: 6.
- De Cal A., Larena I., Linan M., Torres R., Lamarca N. (2009). Population dynamics of *Epicoccum nigrum*, a biocontrol agent against brown rot in stone fruit. *Journal of Applied Microbiology*, 106: 592-605.
- Fávaro L.Cd.L., de Melo F.L., Aguilar-Vildoso C.I., Araujo W.L. (2011). Polyphasic analysis of intraspecific diversity in *Epicoccum nigrum* warrants reclassification into separate species. *PLoS ONE* 6 (8): e14828. doi:10.1371/journal.pone.0014828
- Godika S., Agrawal K., Sing T. (1996). Fungi associated with seeds of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown in Rajasthan and their phytopathological effects. *Journal of Phytopathological Research*, 9: 61-63.

- Khan S.N. (2007). *Macrophomina phaseolina* as causal agent for charcoal rot of sunflower. *Mycopathologia* 5: 111–118.
- Lentz D., Pohl M.E.D., Pope K.O., Wyatt A.R. (2001). Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. *Economic Botany*, 55: 370-376.
- Lević J., Kovačević T., Vukojević J., Stanković S. (2008). Mikrobiota semena sirkva. Zbornik rezimeja IX Savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, Srbija, 48-49.
- Lević J., Stanković S., Krnjaja V., Bočarov-Stančić A., Ivanović D. (2012). Distribution Frequency and Incidence of Seed-borne Pathogens of Some Cereals and Industrial Crops in Serbia. *Pesticides and Phytomedicine*, 27(1): 33-40.
- Larena I., De Cal A., Melgarejo P. (2004). Solid substrate production of *Epicoccum nigrum* conidia for biological control of brown rot on stone fruits. *International Journal of Food Microbiology*, 94:161-167.
- Miklić V., Balalić I., Jocić S., Marinković R., Cvejić S., Hladni N., Miladinović, D. (2015). Results of small-plot trials of NS sunflower hybrids in 2014, and recommendations for 2015 sowing season. Proc. 49th Institute of Field and Vegetable Crops Agronomy Seminar, Zlatibor, 86-99.
- Mims C.W., Richardson E.A. (2005). Ultrastructure of sporodochium and conidium development in the anamorphic fungus *Epicoccum nigrum*. *Canadian Journal of Botany*, 83: 1354-1363.
- Nighat F., Tariq I., Syed A.M., Muniba J., Safia A., Saira A., Amara M. (2016). *Epicoccum* sp., an emerging source of unique bioactive metabolites. *Acta Poloniae Pharmaceutica n Drug Research*, 73 (1): 13-21.
- Ogorek R., Płaskowska E. (2011). *Epicoccum nigrum* for biocontrol agents in vitro of plant fungal pathogens. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, Ghent University, 76 (4): 691- 697.
- Pavlović S., Starović M., Aćimović M., Aleksić G., Stojanović S. (2014). Mycopopulations of coriander seeds. Fifth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2014“, 10.7251/AGSY1404544P.
- Pieckenstein F.L., Bazzalo M.E., Roberts A.M.I., Ugalde R.A. (2001). *Epicoccum purpurascens* for biocontrol of Sclerotinia head rot of sunflower. *Mycological Research*, 105: 77-84.
- Punja Z. K. (1997). Comparative efficacy of bacteria, fungi, and yeasts as biological control agents for diseases of vegetable crops. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 19: 315-323.
- Ristić D., Stanković I., Vučurović A., Berenji J., Krnjajić S., Krstić B., Bulajić A. (2012). *Epicoccum nigrum* novi patogen semena sirkva u Srbiji. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(2): 160-166.
- Schulz B., Boyle C. (2005). The endophytic continuum. *Mycol Res* 109: 661-686.
- Sharfun-Nahar, Mushtaq M. (2007). Pathogenic effects and transmission studies of seed-borne Fusarium species in sunflower. *Pakistan Journal of Botany*, 39: 645-649.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S. (2011). MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology And Evolution*, 28: 2731-2739.

- Thompson J.D., Higgins D.G., Gibson T.J. (1994). CLUSTAL W:Improving the sensitivity of progressive multiple sequencealignment through sequence weighting, position-specific gappenalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22: 4673-4680.
- White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR protocols a guide to methods and applications*, Academic Press, San Diego: 315-322.
- Wu D., Zhang D.H., Timko M.P., Li M.Y, Liang G.L. (2017). First Report of *Epicoccum nigrum* Causing Brown Leaf Spot of Loquat in Southwestern China. *Plant disease*, 101 (8): 1553.

LARVICIDNA EFIKASNOST METANOLSKOG EKSTRAKTA *Gentiana cruciata* L. U SUZBIJANJU *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) NA KUKURUZU

Dragana Predojević¹, Filip Vukajlović¹, Tanja Zdravković¹, Vladimir Mihailović², Snežana Pešić¹

Izvod: Cilj ovog rada je bio ispitivanje larvicidne efikasnosti tri koncentracije metanolskog ekstrakta *Gentiana cruciata* L. u suzbijanju larvi *Plodia interpunctella*. Ogled je realizovan u laboratorijskim uslovima, na kukuruzu kao hranljivom supstratu. Rezultati su očitavani nakon 2, 4 i 7 dana. Najjači biocidni efekat na nivou ogleda od $38,15 \pm 6,74\%$ postignut je primenom 1% ekstrakta, dok 5% ekstrakt nije pokazao larvicidno dejstvo. Prethodno navedena efikasnost 1% ekstrakta u suzbijanju larvi *P. interpunctella* otvara mogućnost daljeg istraživanja potencijalnog insekticidnog dejstva metanolskog ekstrakta *G. cruciata* i mogućnost primene kao botaničkog larvicida.

Ključne reči: bakrenasti plamenac, *Gentiana cruciata* L., insekticid, zaštita žita, Srbija

Uvod

Sve intenzivniji razvoj poljoprivrede dovodi do sve većeg unosa sintetičkih insekticida u prirodne ekosisteme, što za posledicu ima negativne ekološke promene i narušavanje vitalnih funkcija ekosistema. Zbog slabe selektivnosti sintetičkih insekticida javlja se i nemogućnost suzbijanja štetočina biološkim putem, to jest njihovim prirodnim neprijateljima (Amoabeng, 2019). Ulažu se veliki naponi da se razviju sigurniji, efikasniji i za prirodu manje štetni alternativni načini suzbijanja štetnih insekata (Jbilou et al., 2007). Upotreba biljnih ekstrakata kao botaničkih insekticida je važan korak u očuvanju ekosistema (Amoabeng, 2019). Do sada su otkriveni i korišćeni veoma efikasni botanički insekticidi dobijeni od vrsta iz porodica *Apiaceae*, *Asteraceae* i *Lamiaceae*, ali i mnogih drugih (Amoabeng, 2019). Esencijalna ulja različitih biljnih vrsta poseduju ovicidno, larvicidno, repelentno i druga insekticidna svojstva i ekološki su prihvatljivija od sintetičkih pesticida (Isman, 2000).

Insekti kao skladišne štetočine nanose direktne i indirektne štete u kvalitetu i kvantitetu uskladištene hrane, pre svega žitima. Njihovo suzbijanje sintetičkim insekticidima dovodi do brojnih neželjenih efekata, kao što su pojava rezistentnosti štetnih insekata, uginuće neciljanih vrsta i zagađenje vode i zemljišta (Campos et al., 2018). Bakrenasti plamenac *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Pyralidae) je polifagna, kosmopolitski rasprostranjena štetočina velikog broja uskladištenih prehrambenih proizvoda (Mohandass et al., 2007), pre svega žita i proizvoda od žita (Jacobs and

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (dragana.predojevic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za hemiju, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija.

Calvin, 1990). Kukuruz je među glavnim prehranbenim resursima *P. interpunctella* o čemu svedoči i njeno narodno ime na engleskom jeziku (Indian meal moth). Prisustvo ovog moljca u skladištima kukuruza najčešće bude kasno primećeno, pojavom imaga ili usled prisustva svilenkastih niti po površinskom sloju žita po kome puze sasvim odrasle gusenice, što su prvi pokazatelji infestacije (Kočović, 2014).

Gentiana cruciata L. (prostrel, mala lincura ili sirištara) je višegodišnja zeljasta biljka iz familije lincura - *Gentianaceae* (Struwe and Albert, 2002). Listovi ove biljke su jajasto-lancetasti, u donjem delu stabla nešto širi, unakrsno raspoređeni. Cvetovi su najčešće četvoročlani, plave boje, spolja zelenkasti, pršljenasto sakupljeni u pazuhu listova ili na vrhu stabla, u obliku čube (Tasić i sar., 2001). Prostrel se u tradicionalnoj medicini koristi za poboljšanje apetita i za lečenje bolesti žuči i jetre (Menković et al., 2011). Branje ove lekovite biljke je u Srbiji regulisano zakonom - zaštićena je Uredbom o stavljanju pod kontrolu korišćenja i prometa divlje flore i faune (Службени Гласник РС, 09/2010).

Cilj ovog rada je bio ispitivanje larvicidne efikasnosti metanolskog ekstrakta *G. cruciata* u suzbijanju *P. interpunctella* na kukuruзу, u laboratorijskim uslovima.

Materijal i metode rada

Larve *P. interpunctella* korišćene u ovom ogledu potiču od laboratorijske populacije uzgajane tokom približno 50 generacija u Laboratoriji za opštu i primenjenu entomologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Kragujevcu. Roditeljska populacija je odgajana u providnim plastičnim kutijama za masovni uzgoj zapremine 1,2 L u klima komori, na temperaturi 27 ± 1 °C, r.v.v. $60 \pm 10\%$ i pri fotoperiodu 14:10 (S:T), na standardnoj laboratorijskoj podlozi (SLP) za *P. interpunctella* (Silhacek and Miller, 1972). Oko 100 parova bakrenastog plamenca *in copuli* je aspirirano iz kutija za masovni uzgoj i preneto u staklene erlenmajere zapremine 0,5 L gde su polagali jaja. Jaja su potom preneti na SLP u staklene erlenmajere iste zapremine, kako bi se razvile larve, koje su korišćene u eksperimentu.

Nadzemni delovi biljke *G. cruciata* su sakupljeni tokom maja 2010. na planini Vidlič, na lokalitetu Vikovijski kamik. Biljke su identifikovane i deponovane u Herbarijumu HMD, Univerziteta u Nišu (broj primerka 5493). Ekstrakt biljke *G. cruciata* pripremljen je postupkom maceracije nadzemnih delova biljke, prethodno osušenih na sobnoj temperaturi, u metanolu u odnosu 1:10 (masa biljnog materijala u odnosu na zapreminu rastvarača), tokom 24 h, uz stalno mešanje. Isti postupak je ponovljen tri puta sa istim biljnim materijalom. Nakon filtracije kroz Whatman filter papir broj 1, rastvarač je uklonjen pomoću rotacionog vakum uparivača, pod sniženim pritiskom, na T 30-45 °C. Dobijen je polučvrsti metanolnski ekstrakt, koji je potom rastvoren u destilovanoj vodi da bi se dobile koncentracije ekstrakata 1, 2 i 5% za dalji eksperiment.

Kukuruz korišćen u ovom ogledu je hibrid SY Helium iz FAO 620 grupe zrenja, berba 2018. godine hemijski netretiran nakon berbe. Pre postavke oglada dubokim zamrzavanjem na -80 °C tokom dva dana, eliminisani su potencijalno prisutni insekti. Neposredno pred početak oglada, zrna kukuruza su izlomljena kako bi endosperm i klica bili dostupniji larvama *P. interpunctella*. Nakon toga, razmereno je po 50 g

kukuruza u 16 teglice zapremine 250 mL. U po četiri ponavljanja kukuruz je tretiran sa po 5 mL vodenog rastvora ekstrakta *G. cruciata* (1, 2 ili 5%) ili samo destilovanom vodom (kontrola) i ostavljen u sušnici na 40 °C tokom 12 h. Za potrebe oglada su izdvojene larve prvog i drugog uzrasnog stupnja, stare 10-15 dana, dobijene na već opisani način, i po 20 larvi je ubačeno u svako ponavljanje. Teglice su zatvorene tupferima od vate obmotane pamučnim platnom, a zatim smeštene u klima komoru, u iste uslove sredine u kojima je odgajana roditeljska populacija. Oglad je ocenjivan nakon 2, 4 i 7 dana, odnosno larve su prebrojavane i izračunavan je mortalitet. Rezultat je korigovan primenom Schneider-Orelli's formule (Püntener, 1981):

$$\text{Korigovan mortalitet (\%)} = \frac{\text{mortalitet (\%)} \text{ u tretmanu} - \text{mortalitet (\%)} \text{ u kontroli}}{100 - \text{mortalitet (\%)} \text{ u kontroli}} \times 100$$

Podaci su statistički analizirani pomoću statističkog softverskog paketa IBM SPSS 21 (IBM, 2012). Rezultati po očitavanjima, kao i između grupa ponavljanja sa različitom koncentracijom ekstrakata (i kontrola) su poređeni analizom varijanse (one-way ANOVA) i Dunnett T3 testom ($P < 0.05$).

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati o larvicidnoj efikasnosti ekstrakta biljke *G. cruciata* (1, 2 i 5%) u suzbijanju larvi *P. interpunctella* prikazani su u tabeli 1. Dva dana nakon postavke oglada je samo u grupi sa 1% vodenim ekstraktom *G. cruciata* zabeleženo uginuće 5% larvi *P. interpunctella*. U ostalim grupama (sa 2% i 5%) nije zabeležena ni jedna uginula larva.

Metanolski ekstrakt *G. cruciata* je najjači larvicidni efekat pokazao nakon četiri dana, a 1% rastvor je zadržao najvišu efikasnost. Ovaj rezultat se nije statistički razlikovao u odnosu na grupu ponavljanja sa 2% ekstraktom ($p=0,131$) u kojoj je registrovan mortalitet od 13.75%. Najkoncentrovaniji, 5% rastvor ni nakon četiri dana nije pokazao larvicidno dejstvo. Slične rezultate su objavili Vukajlović i saradnici (2018) za vodeni ekstrakt vrste *Echium italicum* L. (Boraginaceae), koji primenjen u koncentraciji od 1% dovodi do statistički značajno većeg mortaliteta larvi *P. interpunctella*, u odnosu na primenjeni 2% i 5% ekstrakt, sa značajno slabijim larvicidnim dejstvom.

Tabela 1. Larvicidni efekat metanolskog ekstrakta *Gentiana cruciata* (1, 2 i 5%) u suzbijanju larvi *Plodia interpunctella*

Table 1. Efficacy (%) of *Gentiana cruciata* methanol extract applied at different concentrations (1, 2, 5%) on mortality of *Plodia interpunctella* larvae

Koncentracija Concentration	Period izlaganja ekstraktu (dani) <i>Exposure period (days)</i>		
	2 d	4 d	7 d
1%	5.00 ± 2.04	38.15 ± 6.74 ^a	38.01 ± 6.18 ^a
2%	0.00	12.65 ± 2.42 ^a	15.58 ± 3.9 ^a
5%	0.00	0.00	0.00
F ^{df} value	-	22.059 ²	16.025 ²

Prikazani rezultati predstavljaju prosečan mortalitet (±SE) larvi nakon izlaganja ekstraktu. Skraćenice: d – dani. Vrednosti sa istim slovom u superscriptu se statistički ne razlikuju; P<0,05.

The results represent mean values ±SE. Abbrev: d - days. Values with the same letter in the column are on the same level of significance, P<0.05.

Sedam dana od postavke ogleada, broj uginulih larvi je u grupi sa 1% rastvorom ekstrakta porastao na 38,15%, a u tretmanu sa 2% rastvorom na 12,65%. Između ove dve grupe nije postojala statistički značajna razlika (p=0,064). U ogledu sa 5% rastvorom ekstrakta nije bilo uginulih larvi.

Prema literaturnim podacima dokazano je da neke vrste lincura ispoljavaju insekticidno dejstvo. Prema istraživanjima Liu Shiwei et al. (2008) *Gentiana macrophylla* Pall. ispoljava insekticidno delovanje prema kupusovom moljcu *Plutella xylostella* L. 1758. (Lepidoptera, Plutellidae), a Dizhou et al. (2009), ukazuju na *Gentiana scabra* Bunge (korejska ili japanska lincura) i delovanja na biljnu vaš *Aphis gossypii* Glover, 1877. (Aphididae). Međutim, mehanizam dejstva ekstrakata nije detaljno objašnjen.

U okviru prethodnih istraživanja, utvrđeno je da ekstrakt *G. cruciata* korišćen u ovom ogledu poseduje visoke koncentracije sekoiridoidnih glikozida svertiamarina, genciopikrina i sverozida (redom 3,34; 10,67; 6,42 mg g⁻¹ suvog ekstrakta). Značajne količine ukupnih fenolnih jedinjenja, flavonoida i fenolnih kiselina (redom 59,42; 33,4; 10,17 mg g⁻¹ suvog ekstrakta), kao i tanina i galotanina (redom 19,89; 4,07 mg g⁻¹ suvog ekstrakta), takođe su kvantifikovane u ovom ekstraktu (Mihailović et al., 2015).

Brojni sekundarni metaboliti biljaka pokazuju specifičan efekat prema patogenima ili herbivorima koji nastajuju biljke, dok neke komponente mogu imati odbrambeni efekat usmeren protiv obe grupe štetnih organizama (Biere et al., 2004). Zavisno od sadržaja iridoidnih ili sekoiridoidnih glikozida biljka ima vrlo različitu otpornost prema herbivorima, jer njihov ekstremno gorki ukus odvraća herbivore od ishrane biljkama, to jest deluje repelentno (Bowers, 1991; Biere et al., 2004). Pokazano je da su iridoidni glikozidi izolovani iz uskolisne bokvice *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae) delovali repelentno prema sovici šećerne repe *Spodoptera exiqua* Hübner, 1808 (Noctuidae) smanjujući brzinu njenog unosa hrane, tako da je nakon ingestije slabije bio izražen toksični efekat ovih supstanci. Drugim rečima, gorak ukus iroididnih glikozida

odvraća larve od hranjenja takvim supstratom (Biere et al., 2004). Kada larve konzumiraju hranu sa iridoidnim glikozidima, u njihovom organizmu se formira specifičan protein-iridoid kompleks, zbog čega esencijalne aminokiseline postaju nedostupne insektu, pa je umanjena i nutritivna vrednost proteina unetih hranom. Kada su se larve *S. exiqua* hranile listovima bokvice primećeno je da su izbegavale veliki unos hrane ukoliko je sadržaj iridoidnih glikozida u biljci veći, i obrnuto, bile su sklonije da se hrane listovima sa manjim sadržajem ovih gorkih jedinjenja (Biere et al., 2004). Osim toga, neke iridoidne komponente ispoljavaju biološka svojstva slična antibioticima. Iridomirmecin, koji sintetišu mravi, po hemijskoj strukturi predstavlja iridoid sa antibiotskim delovanjem, ali koji ima i drugu zaštitnu ulogu – dokazano je da je snažniji insekticid od DDT-a (prema Bakuridze et al., 1987).

Rezultati našeg istraživanja se poklapaju sa studijama drugih istraživača (Biere et al., 2004; Vukajlović et al., 2018). Larve *P. interpunctella* su se radije hranile kukuruzom tretiranim manje koncentrovanim metanolским ekstraktom *G. cruciata*, odnosno konzumirale veću količinu hrane, i posledično, zbog formiranja protein-iridoid kompleksa i nemogućnosti razlaganja hranom unetih proteina uginule od posledica „gladovanja“. Sa druge strane, u ponavljanjima sa koncentrovanijim vodenim ekstraktom, gorak ukus je delovao repelentno na larve *P. interpunctella*, zbog čega su redukovale količinu pojedene hrane – što je proporcionalno dovelo do znatno nižeg mortaliteta.

Zaključak

Ovo istraživanje pruža doprinos u rešavanju rastućeg problema infestacije uskladištenog žita bakrenastim plamencem, ekonomski značajnom i široko rasprostranjenom vrstom, zbog čega se nameće potreba za pronalaženjem novih načina za njenu kontrolu i suzbijanje. Pronalaženje i primena efikasnog biljnog insekticida bi imala brojne prednosti i za životnu sredinu, ali i zdravlje ljudi i životinja. Primena ekstrakata biljaka gorkog ukusa u koncentraciji dovoljno niskoj da pokažu insekticidnu efikasnost, a da značajno ne promene ukus hrane bi moglo biti rešenje. Ukoliko je primenjeni ekstrakt, kao što je metanolски ekstrakt *Gentiana cruciata*, koristan za zdravlje ljudi, prednosti bi bile višestruke.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta „Ontogenetska karakterizacija filogenije bioraznovrsnosti“ (broj projekta 173038) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

Amoabeng B.W., Johnson A., Gurr G. (2019). Applied Entomology and Zoology. DOI: 10.1007/s13355-018-00602-0.

- Bakuridze A.D., Dargaeva T.D., Nikolaeva G.G., Patudin A.V., Brutko L.I. (1987): Iridoids of plants of the genus *Gentiana* from the family Gentianaceae. Chemistry of Natural Compounds, 23(1): 1-7.
- Biere A., Marak H.B., van Damme J.M.M. (2004): Plant chemical defense against herbivores and pathogens: Generalized defense or trade-offs? *Oecologia*, 140: 430-441.
- Bowers M.D. (1991): Iridoid glycosides. In: Rosenthal GA, Berenbaum MR (eds) *Herbivores: their interaction with plant secondary metabolites*, 2nd edn. Academic Press, Orlando: 297-325.
- Campos E.V.R. (2018). Ecological Indicators
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.038>
- Dizhou, G., Meiying, G., Xiquan, C., Yumin, Z. (2009): Insecticidal activity of various extracts of *Gentiana scabra* against *Aphis gossypii* and preliminary screening of active concentrations. *Plant Protection*, 35(4): 87-91.
- IBM Corp Released, 2012. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 21.0. IBM Corp, Armonk, NY.
- Isman M.B. (2000): Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Jacobs B.S., Calvin D. (1990): Indian meal moth in stored grain. College of Agricultural Sciences, U. S. Department of Agriculture and Pennsylvania Countries Cooperating.
- Jbilou R., Amri H., Bouayad N., Ghailani N., Ennabili A., Sayah F. (2007). *Bioresource Technology* 99 (2008) 959–964 doi:10.1016/j.biortech.2007.03.017.
- Kočović D. (2014). Razviče bakrenastog moljca (*Plodia interpunctella* Hbn.) zavisno od tipa zrna kukuruza. Završni rad. Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet: 113. strana.
- Liu S., Liu L., Yang M., Ding J. (2008): Preliminary study on the Insecticidal Active Substances in the Roots of *Gentiana macrophylla* against *Plutella xylostella*. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 28: 12332-12333
- Mihailović V., Mišić D., Matić S., Mihailović M., Stanić S., Vrvic M.M., Katanić J., Mladenović M., Stanković N., Boroja T., Stanković M. (2015): Comparative phytochemical analysis of *Gentiana cruciata* L. roots and aerial parts, and their biological activities. *Industrial Crops and Products*, 73: 49-62.
- Mohandass S.M., Arthur F.H., Zhu Yun-Kui, Throne J.E. (2007): Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. *Journal of Stored Products Research* 43(3): 302-311.
- Püntener W. (1981): *Manual for field trials in plant protection* second edition. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited.
- Silhacek D.L., Miller G.L. (1972): Growth and development of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Phycitidae) under laboratory mass-rearing conditions. *Annals of Entomological Society of America*, 65: 1084-1087.
- Службени Гласник Републике Србије (2010): Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне.
- Vukajlović F.N., Pešić S.B., Tanasković S.T., Predojević D.Z., Gvozdenac, S.M., Prvulović D.M., Bursić V.P. (2018b): Efficacy of water extracts from *Echium* spp.

(Boraginaceae) as potential post-harvest grain protectants against *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Romanian Biotechnological Letters. DOI: 10.26327/RBL2017.102

LARVICIDAL EFFICIENCY OF *Gentiana cruciata* L. METHANOL EXTRACT AGAINST *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) ON MAIZE

*Dragana Predojević*¹, *Filip Vukajlović*¹, *Tanja Zdravković*¹, *Vladimir Mihailović*², *Snežana Pešić*¹

Abstract

The aim of this paper was to investigate the larvicidal effect of three concentrations (1, 2 and 5%) of methanol extract of *Gentiana cruciata* against the Indianmeal moth *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813). The results were expressed as the number of dead larvae after 2, 4 and 7 days. The highest larvicidal efficiency was found in the replicates with 1% extract (38.15 ± 6.74), while 5% extract showed no larvicidal effect. Previously mentioned efficiency of 1% extract against *P. interpunctella* larvae opens the possibility of further investigation of potential insecticidal effect of methanol extract of *G. cruciata* and its possible application as botanical larvicide.

Key words: the Indianmeal moth, *Gentiana cruciata* L., insecticide, cereal protection, Serbia.

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (dragana.predojevic@pmf.kg.ac.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Chemistry, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia.

SAPROFITNI, POTENCIJALNO PATOGENI, PATOGENI I ALERGENI MIKROORGANIZMI KAO INDIKATORI ZAGAĐENOSTI ZEMLJIŠTA

Dragutin Đukić¹, Aleksandar Semenov², Leka Mandić¹, Slavica Vesković³, Slobodan Vlajić⁴, Vesna Đurović¹, Milica Zelenika¹

Izvod: Prisustvo organskih materija u zemljištu (čvrsti i tečni stajnjak) dovodi do povećanja broja proučavanih mikroorganizama (ukupan broj, broj gljiva, aktinomiceta, amonifikatora i oligonitrofila), izuzev azotobaktera, čija se brojnost smanjivala pod uticajem tečnog stajnjaka. U urbanim zemljištima sa povećanjem zagađenja dolazi do povećanja broja potencijalno patogenih, keratinoliznih i alergenihi plesni.

Ključne reči: mikroorganizmi, zagađenje, zemljište.

Uvod

Intenziviranje industrijalizacije, urbanizacije, transporta i hemizacije poljoprivrede dovelo je do remećenja dinamičke ravnoteže u biogeosferi, pa i pedosferi, kao osnovnom objektu poljoprivredne proizvodnje. Štetne, a ponekad i vrlo otrovne hemijske supstance iz zemljišta, po lancu ishrane, dospevaju u organizam životinja i čoveka, izazivajući brojne zdravstvene probleme (methemoglobinemiju, cijanoznost, mutagene, teratogene i druge efekte) – Jemcevi (1982), Voznjakovskaja (1995), Đukić i Mandić (2000), Đukić i sar., (2011, 2012, 2013, 2015).

Problem zaštite zemljišta od zagađenja sve se više zaoštrava zbog stalnog porasta broja stanovnika (predviđa se da će 2020. godine na našoj planeti živeti osam milijardi ljudi), koje treba prehraniti, što će iziskivati još intenzivniju hemizaciju poljoprivrede

Zemljište u naseljima i poljoprivredno zemljište zagađuje se velikom količinom otpada, među kojima su, u epidemiološkom pogledu, posebno opasne fekalije. U poljoprivrednim uslovima, osim fekalija ljudi i životinja, zemljišta se zagađuju različitim vrstama hemijskih jedinjenja, a posebno pesticidima, koji se primenjuju u borbi sa štetočinama biljaka i domaćih životinja.

S obzirom da su mnogi patogeni mikroorganizmi sposobni da se u zemljištu ne samo održavaju već i razmnožavaju, zbog čega je problem zaštite zemljišta još više zaoštren (Đukić i sar., 2011, 2015), opredelili smo se za ocenu zagađenosti zemljišta, pa i intenziteta njegovog samoočišćenja na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sastava nekih saprofitnih, potencijalno patogenih, patogenih i alergenihi mikroorganizama.

¹ Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (lekamg@kg.ac.rs)

² Faculty of Biology, Department of Microbiology, M. V. Lomonosov Moscow

³ Institut za tehnologiju i higijenu mesa, Kačanskog 13, 11040, Beograd, Srbija

⁴ Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

Perzistencija saprofitnih i patogenih mikroorganizama u zemljištu

Unošenje organskih đubriva u zemljište dovodi do naglog porasta brojnosti njenog saprofitnog mikrobnog naselja (Đukić, 1991; Đukić, Mandić, 1993; Mandić i sar., 2005; Mandić i sar., 2007; Dolijanović i sar., 2013). Pad njihove brojnosti do prvobitnih pokazatelja svedoči o završetku mikrobiološke transformacije jedinjenja unesenih u zemljište.

Razlaganje organskih jedinjenja, kako je već navedeno, vrše različiti mikroorganizmi koji se nalaze u metabiotičkim, a često i u antagonističkim odnosima. U procesu mineralizacije organskih materija jedne grupacije mikroorganizama zakonomerno se smenjuju sa drugima. Zbog toga se može očekivati da određivanje nekih grupa i vrsta saprofitnih bakterija može dati određene naznake o procesu samoočišćenja zemljišta (Jemcev, Đukić, 2000; Đukić, Jemcev, 2003, 2007; Đukić, Đorđević, 2004; Đukić i sar. 2011, 2015).

Primer potvrđuje da zagađenje zemljišta organskim materijama izaziva izrazito povećanje brojnosti saprofitnih bakterija i sasvim očigledno smanjenje relativnog broja spora. U razmotrenom slučaju krajem vegetacionog perioda ovi pokazatelji se počinju približavati prvobitnim. Njihova potpuna normalizacija nastupa kasnije. Pri velikom unošenju nečistoća proces samoočišćenja bi se mogao odvijati sporije.

Slični rezultati konstatovani su i u nekim ranijim radovima (Mandić i sar., 2001, 2004; Mandić, 2002; Pešaković i sar., 2003, 2005), u kojima se ukazuje i na značaj tečnog stajnjaka u smislu povećanja brojnosti velikog broja saprofitne grupe zemljišnih mikroorganizama, s tim što je njegov efekat kratkotrajniji u odnosu na čvrsti stajnjak (tab. 1)

Tabela 1. Efekat produženog dejstva organskih đubriva (čvrsti stajnjak – 45 t/ha i tečni stajnjak – 80 t/ha) na brojnost saprofitnih zemljišnih mikroorganizama pod kukuruzom (Mandić, 2002)

Table 1. The effect of extended effect of organic fertilizers (solid manure - 45 t/ha and liquid manure - 80 t/ha) on number of saprophytic soil microorganisms under corn (Mandić, 2002)

Godina Year	Ukupan broj Total number (10 ⁶)	Brojnost gljiva Number of fungi (10 ⁵)	Brojnost aktinomiceta Number of actinomyces (10 ⁵)	Brojnost Amonifikatora Number of ammonifiers (10 ⁵)	Brojnost Azotobaktera Number of azotobacter (10 ²)	Brojnost oligonitrofila Number of oligonitrophiles (10 ⁵)
<i>Prva godina istraživanja - First year of research</i>						
Kontrola Control	32,55	10,66	21,89	18,78	20,77	26,50
Č. Stajnjak Solid manure	46,38	18,17	41,03	38,11	29,00	37,72
T. stajnjak Liquid manure	38,94	13,02	42,56	23,78	11,94	17,61
<i>Druga godina istraživanja - Second year of research</i>						
Kontrola Control	40,39	22,94	33,66	23,83	30,66	73,67
Č. Stajnjak Solid manure	60,72	37,88	38,05	38,17	38,31	101,39
T. stajnjak Liquid manure	48,18	25,38	43,55	29,50	27,18	77,72

Treća godina istraživanja - <i>Third year of research</i>						
Kontrola <i>Control</i>	34,44	22,17	28,94	26,56	17,06	21,67
Č. Stajnjak <i>Solid manure</i>	41,38	23,88	29,61	34,99	19,78	28,11
T. stajnjak <i>Liquid manure</i>	35,77	23,11	28,17	25,77	16,39	22,38

Zemljište je prirodna sredina za boravak mnogih patogenih gljiva, koje u njemu vode saprofitni način života, ali su u izvesnim uslovima sposobne da izazovu oboljenje ljudi i životinja; neke patogene gljive mogu dosta dugo živeti u zemljištu i njihova brojnost je usko povezana sa stepenom zagađenja zemljišta i njegovim ekološkim karakteristikama. S tim u vezi, eksperimentalni podaci dobijeni proučavanjem potencijalno patogenih, keratinoliznih i alergenihi plesni u urbanom zemljištu na različitoj udaljenosti od osnovnog izvora zagađenja (Kombinat aluminijuma Podgorica), ukazuju da je brojnost plesni bila značajno veća u urbanom zemljištu, da je ista opadala sa udaljenošću od izvora zagađenja i da je bila veća u oktobru nego u julu (Đukić i sar., 2011a) - tab. 2.

Tabela 2. Brojnost potencijalno patogenih, patogenih i alergenihi plesni u urbanom zemljištu Podgorice (u g apsolutno suvog zemljišta)*

Table 2. The number of potentially pathogenic, allergenic and pathogenic molds in urban soil of Podgorica (in g. of absolutely dry soil)*

Izolovane plesni <i>Isolated molds</i>	Udaljenost parcela zemljišta od Kombinata aluminijuma Podgorica, m <i>Distance of land parcels from Aluminium combineate Podgorica, m</i>											
	100		300		500		700		900		Kontrola <i>Control</i>	
	VII	X	VII	X	VII	X	VII	X	VII	X	VII	X
Potencijalno patogene - <i>Potentially pathogenic</i>												
<i>Aspergillus fumigatus</i>	12	17	12	15	7	14	8	9	2	9	1	4
<i>Fusarium oxysporum</i>	5	12	3	8	-	3	-	3	2	2	1	2
<i>Paecilomyces variotii</i>	9	11	9	10	5	7	3	3	-	1	-	1
Prosek - <i>Average</i>	8.7	13.3	8.0	11.0	4.0	8	3.7	5.0	1.3	4.0	0.7	2.4
Keratinolizne - <i>Keratinolitic</i>												
<i>Microsporum gypseum</i>	4	13	2	12	2	7	1	4	-	2	-	1
<i>Trichophyton terrestre</i>	5	15	4	13	-	11	2	6	-	2	1	2
<i>Chrysosporium keratinophilum</i>	1	4	-	3	1	2	-	2	-	1	-	-
<i>Ctenomyces serratus</i>	2	3	-	2	1	1	-	1	-	1	-	1
Prosek - <i>Average</i>	3.0	8.7	1.5	7.5	1.0	5.0	0.75	3.3	-	1.5	0.25	1.0
Alergene (melaninogene) - <i>Allergenic (melaninogene)</i>												
<i>Alternaria alternata</i>	17	22	17	18	13	17	6	11	-	5	-	2
<i>Cladosporium herbarum</i>	11	9	6	6	3	7	2	7	-	7	1	4
<i>Trichocladium asperum</i> spp.	6	16	6	11	2	5	2	2	2	3	-	2
Prosek - <i>Average</i>	11.3	15.7	9.7	11.7	6.0	9.6	3.3	6.7	0.7	5.0	0.3	2.7

* VII – jul; X – oktobar/VII – july; X – october

Zaključak

Različite vrste organskih i neorganskih materija u zemljištu dovode do preraspodele u strukturi njegove mikrobne cenoze što može da posluži kao dobar indikator stanja zemljišta.

Primenjana organska đubriva dovode do povećanja brojnosti većine saprofitnih grupa mikroorganizama, izuzev azotobaktera.

U urbanim zemljištima sa povećanjem zagađenosti dolazi do povećanja broja potencijalno patogenih, keratoliznih i alergeni plesni.

Napomena

Istraživanja u ovom radu su deo projekta TR 31057 i TR 31092 koje finansira Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Litaratura

- Dolijanović Ž., Oljača S., Kovačević D., Đorđević S., Brdar J. (2013). The effect of different fertilizers on spelt grain yield (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). IV International Symposium, Jahorina, str:506-510.
- Đukić D. Jemcev V.T., Mandić L. (2011). Sanitarna mikrobiologija zemljišta, Agronomski fakultet u Čačku, 502 str.
- Đukić D., Mandić L., Đorđević S. (2015). Mikrobiološka i fitoremedijacija zagađenih zemljišta i voda. Agronomski fakultet u Čačku, 294 str.
- Đukić D., Đorđević S., Mandić L., Trifunović B. (2012). Mikrobiološka transformacija organskih supstrata, Agronomski fakultet u Čačku, 232 str.,
- Đukić D., Jemcev V.T., Đorđević S., Trifunović B., Mandić L., Pešaković M. (2013). Bioremedijacija zemljišta, Štamparija "Budućnost" DOO, Novi Sad, 207 str.
- Đukić D., Mandić L., Božarić L., Trifunović B., Pešaković M. (2011a). Potentially pathogenic, pathogenic and allergenic moulds in the urban soils. IV *th* international scientific meeting Mycology, Mycotoxicology and Mycoses, 20-22. April, Novi Sad.
- Đukić D., Mandić L., Đorđević S. (2015). Mikrobiološka i fitoremedijacija zagađenih zemljišta i voda. Agronomski fakultet u Čačku, 294 str.
- Đukić, A.D., Đorđević, S. (2004). Prirodoslovna mikrobiologija. "Stylos", Novi Sad, str. 179.
- Đukić D.(1991). Uticaj mineralnih đubriva i stajnjaka na odnos između proteinazne aktivnosti i količine ukupnog i amonijačnog azota u černozeu pod pšenicom. Arhiv za polj.nauke, Vol. 52,sv.186, 123-133.
- Đukić D., Jemcev V.T. (2003). Mikrobiološka biotehnologija. Izdavač "Dereta" Beograd, 503. str.
- Đukić D., Mandić L. (1993). Uticaj tečnog svinjskog stajnjaka na mikrobiološku i enzimsku aktivnost zemljišta. "Savremena poljoprivreda", Vol. 1, br. 6, str. 291-292.
- Đukić D., Mandić L. (2000). Microorganisms and Tehnogenic Pollution of Agroecosystem. "Acta Agriculturae Serbica", Vol. V, 10, 25-46.
- Jemcev, V.T. (1982): Mikroorganizmi i regulirovanie ih dejateljnosti v počve. Izvestija TSHA, Izdateljstvo "Kolos", 104-113, Moskava.

- Jemcev V.T., Đukić A. D. (2000). Mikrobiologija. Vojnoizdavački zavod – Beograd, str. 759.
- Mandić L., Djukić D., Govedarica M. (2001). The Effect of Mineral and Biological Nitrogen on Microbiological Traits of Smonitza and Maize Yield. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. VI, br. 12, 43-54.
- Mandić L., Djukić D., Stevović, V. (2005). The number of microorganisms in the soil under different gras-legume mixtures. *Biotechnology in animal husbandry*, Vol 21, 5-6, 175-179.
- Mandić L., Đukić D., Stevović V (2007). Biološka produktivnost i agrohemijski pokazatelji smonice pod kukuruzom u uslovima primene različitih đubriva. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Vol. 44, No. I, 461-467.
- Mandić L., Đukić D., Stevović V. (2004). The number of soil fungi and maize productivity in different fertilizing conditions. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. 9, 17, 211-228.
- Mandić L.: (2002). Mikrobiološka aktivnost i produktivnost smonice u uslovima primene različitih đubriva. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Čačak.
- Pesakovic M., Mandic L., Djukic D. (2005). The Number of Actinomycetes and Soil Fungi in Mineral and Organic Fertilisation Conditions. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. X, 20, 39-46.
- Pesakovic M., Mandic L., Djukic D. (2003). Soil Ammonification Activity in the Conditions of Mineral and Organic Fertilizer Use. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. VIII, 16, 49-56.
- Vaznjakovskaja J.M. (1995): Mikrobiologičeskie osnovi sistemi zemledelija. "Agrohimiya", No-5, 115-125, Moskva.

SAPROPHITIC, POTENTIALLY PATHOGENIC, PATHOGENIC AND ALLERGENIC MICROORGANISMS AS INDICATORS OF SOIL CONTAMINATION

Dragutin Đukić¹, Aleksandar Semenov², Leka Mandić¹, Slavica Vesković³, Slobodan Vlajić⁴, Vesna Đurović¹, Milica Zelenika¹

Abstract

The presence of organic substances in soil (solid and liquid manure) leads to an increase in the number of the tested microorganisms, except *Azotobacter*, of which the number is decreased under the influence of liquid manure. With increased pollution in urban soil increase the number of potential pathogenic, keratinolytic and allergenic molds.

Key words: microorganisms, pollution, land.

¹ University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (lekamg@kg.ac.rs)

² Faculty of Biology, Department of Microbiology, M. V. Lomonosov Moscow

³ Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 11040, Beograd, Srbija

⁴ Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

GSM/GPRS POSREDNI UREĐAJ ZA PRENOS PODATKA I OBAVEŠTAVANJE U OKVIRU KONCEPTA IOT SISTEMA

*Dušan Marković¹, Dalibor Tomić¹, Vladeta Stevović¹,
Uroš Pešović², Dejan Vujičić², Siniša Randić²*

Izvod: Monitoring sistemi čovekovog radnog i životnog okruženja u osnovi imaju podršku senzorskih uređaja i modula za bežičnu komunikaciju. Veliku primenu svojevremeno su ostvarile bežične senzorske mreže dok danas sve je više prisutan koncept Internet of Things (IoT) kao način povezivanja ne samo ljudi već i stvari/objekata koristeći Internet protokole. U cilju povezivanja senzorskih uređaja na Internet može se koristiti posredni uređaji zasnovan na GSM/GPRS komunikacionom modulu, koji može da iskoristi mreže mobilne telefonije da prosledi podatke na Internet kao i SMS servis za slanje poruka do korisnika. Predstavljeni model posrednog uređaja se odlikuje efikasnom realizacijom i pristupačnom cenom, što ga čini pogodnim za udaljene terene van postojeće žične komunikacione infrastrukture u unutrašnjosti Srbije. Druga primena GSM/GPRS posrednog uređaja bila bi u funkciji kontrole parametara u okviru IoT sistema, tako što bi vršio slanje obaveštenja u slučaju prekoračenja graničnih vrednosti.

Ključne reči: GSM/GPRS modul, monitoring, SMS obaveštavanje, IoT sistem.

Uvod

Sistemi za nadgledanje koji se zasnivaju na podacima sa računarski podržanih senzorskih uređaja imaju veliku primenu u čovekovom radnom i proizvodnom okruženju. Da bi se ostvario njihov puni potencijal senzorski uređaji su povezivani modulima za bežičnu komunikaciju tako da su veliku rasprotranjenost svojevremeno postigle bežične senzorske mreže. Poslednjih godina uz podršku novih tehnologija i sve veću dostupnost Interneta ustanovljen je novi koncept pod nazivom Internet of Things (IoT) – Internet stvari odnosno objekata. Na taj način pored povezivanja ljudi Internet se može koristiti za povezivanje uređaja kako u međusobnoj interakciji tako i sa računarima na Internetu gde je posebno zaslužna razvoj Cloud računarstva i podrška koju ono pruža u obradi informacija. Postojeću infrastrukturu zasnovanu na bežičnim senzorskim mrežama je moguće postaviti u okvire IoT koncepta koristeći posredne platforme koje se zasnivaju na GPRS protokolu (Zhu et al., 2010). U navedenom slučaju prikazan je IoT posrednik koji sa jedne strane ostvaruje komunikaciju sa bežičnom senzorskom mrežom, kao što je mreža bazirana na ZigBee protokolu, a zatim preko GPRS modula ostvaruje prenos do mobilne komunikacione mreže i Interneta. Komunikacioni moduli bazirani su na povezivanje sa GSM mrežom korišćenjem GPRS i SMS servisa operatera mobilne telefonije. Primena ovakve integrisane komunikacije gde se koristi GRPS prenos podataka u okviru IoT baziranog sistema prikazan je u radu

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija (dusan.markovic@kg.ac.rs, dalibort@kg.ac.rs, vladeta@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija (pesovic@ftn.kg.ac.rs, dejan.vujicic@ftn.kg.ac.rs, rasin@ftn.kg.ac.rs).

Kazi i Tiwari (2015). Jedan od konkretnih primera može se sagledati u radu Gaikwad et al. (2015) gde je prikazan sistem za pametne kuće zasnovan na IoT, koga karakteriše efikasna realizacija, niska cena i koji olakšava zadatke kućne automatizacije koristeći pri tome GSM/GPRS modem za prosledivanje podataka na Internet.

Cilj rada je bio da se predstavi posredni uređaj zasnovan na GSM/GPRS modulu, kao sastavnom delu sistema za monitoring, sa odlikama efikasne implementacije u okviru mreže senzorskih uređaja i direktnog prenosa podataka sa mesta merenja. U odnosu na pomenuta rešenja fokus predloženog modela bi bio primena u dve varijante. Prva uloga bi podrazumevala prenos podataka sa udaljenih lokacija gde ne postoji računarska mrežna infrastruktura, dok druga namena bi bila kontrolna za postojeće IoT sisteme slanjem neposrednog obaveštenja korisniku u slučaju da se detektuju granične ili kritične vrednosti. Doprinos prikaza datog posrednog GSM/GPRS uređaja mogao bi se sagledati kroz isticanje njegove dostupnosti i mogućnosti primene za optimizaciju različitih varijanti poljoprivredne proizvodnje u unutrašnjosti Srbije.

Primena IoT sistema u poljoprivredi

Prenos podataka sa senzorskih uređaja do računara na Internetu omogućen je na vrlo efikasan način preko IoT koncepta koristeći mrežne odnosno Internet protokole za komunikaciju. Primena IoT sistema za potrebe korisnika za različite procese i radna okruženja se može podeliti u tri kategorije: sisteme za monitoring i kontrolu, prikupljanje i analiza velikog obima podataka, kao i deljenje informacija. Monitoring i kontrolni sistemi prikupljaju podatke o stanju radne opreme, potrošnji energije i uslovima u radnom okruženju, omogućavajući korisnicima da prate performanse sistema u realnom vremenu sa bilo koje lokacije. Namena ovakvih sistema, gde se podaci prosleđuju na udaljene servere jeste otkrivanje šablona u radu, delova sistema gde je potrebno poboljšanje, ili predviđanje novih vrednosti i optimizacija rada sve u cilju redukcije troškova i ostvarenja veće produktivnosti. Primeri IoT sistema koji se mogu svrstati u različite kategorije su sistemi pametnih merača za nadgledanje mreža energetske vodova, IoT sistem za pametne kuće, IoT za komponente u vozilima, IoT u oblasti zdravstvene zaštite, kao i IoT sistemi za razmenu informacija za snabdevanje i stanja u maloprodajnim objektima (Lee i Lee, 2015).

Isto tako značajnu primenu IoT sistemi mogu imati u oblasti takozvane precizne poljoprivrede, odnosno u poljoprivredi visoke rezolucije. Navedena oblast primene podrazumeva praćenje parametara poljoprivredne proizvodnje, kako bi se izvršile pravovremene primene mera i potrebna optimizacija u procesu proizvodnje. Jedna od primena IoT sistema za istraživanja u oblasti precizne poljoprivrede i nadgledanja životnog okruženja je prikazana u radu Popović et al. (2017).

Razvoj platforme za senzorske mreže koristeći IoT prikazan u radu Ferrández-Pastor et al. (2016) je namenjen za primenu u preciznoj poljoprivredi. Sistem je testiran u proizvodnji hidroponskih useva u plastenicima, gde su pokazane prednosti po pitanju niskih troškova, manje potrošnje energije i prihvatljivosti sistema od strane stručnih lica iz oblasti agronomije.

Optimalno navodnjavanje u plastenicima prema Mat et al. (2016) realizovano je preko IoT sistema sa mrežom senzora gde su upotrebljeni senzori za vlagu zemljišta.

Pored automatizovanog navodnjavanja koje je vremenski usklađeno primenjen je i metod koji prati vlažnost u zemljištu i shodno predefinisanim graničnim vrednostima, vrši se navodnjavanje biljaka, a time se postiže ušteda vode.

IoT arhitektura prilagođena preciznoj poljoprivredi predstavljena je u radu Khattab et al. (2016) pri čemu se prikupljeni podaci prosleđuju na Cloud sistem gde se vrši njihova obrada i dodatna analiza. Na osnovu rezultata analiza nad podacima, mogu se proslediti neophodne akcije natrag prema uređajima koji se nalaze na nadgledanim mestima.

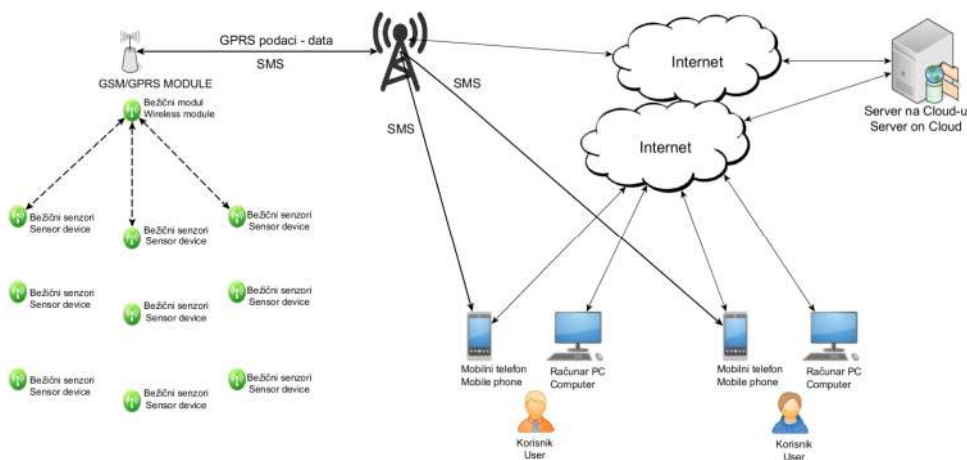
IoT ima ključnu ulogu u formiranju pametnih farmi (Prathibha et al., 2017) pri čemu je glavni faktor nadgledanje parametara životnog prostora kako bi se njihovom optimizacijom unapredio prinos poljoprivrednih useva. Pored praćenja temperature i relativne vlažnosti vazduha, priključena je i kamera koja je slala slike sa nadgledanog mesta do korisnika putem multimedijalnih poruka.

Objedineni pregled IoT tehnologija koje imaju primenu u procesu agronomske delatnosti i životnom okruženju prikazan je u radu Talavera et al. (2017). Celokupna IoT primena u svrhu unapređenja poljoprivredne proizvodnje je razvrstana u četiri domena: monitoring, kontrola, predikcija i logistička podrška.

Model GSM/GPRS uređaja za prenos podataka

Realizacija modela posrednog uređaja koji koristi GSM/GPRS servis za prenos podataka je ostvaren od osnove koju čini mikrokontrolerski uređaj, kao što je Arduino Uno/Nano i komunikacionog modula na bazi SIM800L integrisanog kola.

Jedna od primena modula SIM800L niske cene data je u radu Dao i Hoang (2017) za razvoj mobilnih uređaja koji se koriste za praćenje proizvoda u toku isporuke. Čitav sistem se zasniva na IoT konceptu pri čemu senzorski uređaji prikupljaju parametre u realnom vremenu i prosleđuju ih do posrednika na Internetu pri čemu je senzorski uređaj okarakterisan sa malom potrošnjom energije uz odgovarajući kontrolni algoritam za režime rada.



Slika 1. GPRS prenos senzorskih podataka sa mesta merenja
 Figure 1. GPRS data transmission from location of sensor observations

Sistem za obaveštavanje predstavljen je u radu Siregar et al. (2018) koji ima ulogu da detektuje oštećenje električnih instalacija u zgradama i odmah obavesti korisnike o problemu tako da bi se sprečila pojava požara.

Na slici 1. je prikazan sistem za monitoring koji koristi GSM/GPRS uređaj za prenos podataka i obaveštenja putem poruka. Jedna varijanta primene ovakvog sistema jeste u postavkama bežičnih senzora koji se nalaze na udaljenim lokalitetima koji međusobno komuniciraju preko ZigBee protokola, ali gde ne postoji pristup Internetu. U takvim situacijama prikupljeni podaci se dostavljaju serveru preko posrednog uređaja uz pomoć GPRS servisa mobilne telefonije. Druga varijanta predstavlja dodavanje GSM/GPRS uređaja u okvirima jednog IoT sistema gde bi navedeni uređaj imao kontrolnu ulogu. IoT sistem bi prikupljao podatke i vršio svoju nadzornu ulogu, a u slučaju detekcije vrednosti koje prelaze zadate granice praćenih parametara korisnik bi dobio SMS poruku sa upozorenje. U tom slučaju korisnik dobija direktno informaciju na svom mobilnom telefonu da novonastala situacija nadgledanog procesa može da dovede do problema. Tada korisnik može prvo da proveri podatke koji se kontinuirano prikupljaju i da preduzme akcije koje su neophodne da bi se izbegli novi problemi i kako bi se proces poljoprivredne proizvodnje vratio u optimalan tok. Moguća je i njihova kombinovana upotreba gde se vrši prenos podataka preko GSM/GPRS uređaja, ali i obaveštavanje o unapred definisanim graničnim vrednostima nadgledanih parametara. Primeri za to su Marković et al. (2013) gde se prate parametri okruženja u voćnjaku i u slučaju da se detektuje niska temperatura koja ukazuje na moguću pojavu mraza, korisnik se može upozoriti SMS porukom. U jednom drugom slučaju Pešović et al. (2016) GSM/GPRS uređaj prikuplja podatke o poziciji stočnih grla u pašnjačkom načinu uzgoja goveda, gde se podaci sa terena mogu posmatrati preko mape, tako da u slučaju da posmatrano grlo napusti predefinisanu oblast korisnik odmah dobija obaveštenje putem SMS poruke.

Primenjeni SIM800L modul karakteriše niska cena i mala potrošnja energije što se direktno odražava na karakteristike kompletnog posrednog uređaja koji može imati primenu za prikupljanje podataka u oblasti poljoprivrede. Ovakav model GSM/GPRS uređaja bi bio pogodan za brdovite predele u Srbiji gde postoje poteškoće za postavku drugih mreža koje imaju pristup Internetu. Sa druge strane njegova funkcija je značajna kod postojećih IoT sistema gde bi se navedeni model uređaja mogao ugraditi kao komponenta za kontrolu i obaveštavanje.

Zaključak

U radu je prikazan model sistema za monitoring koji se zasniva na GSM/GPRS komunikacionom modulu pogodnom za povezivanje senzorskih uređaja sa Internetom preko servisa mobilne telefonije. Fokus je bio na primeni uređaja kao posrednika za prenos podataka i slanje obaveštenja kod monitoring sistema koji bi se koristili u oblasti poljoprivrede. Posredni uređaj, kao deo sistema je baziran na danas dostupnim komponentama po pristupačnim cenama koje karakteriše i manja potrošnja energije, što ih čini pogodnim za primenu u svakodnevnoj poljoprivrednoj proizvodnji. Primena ovakvih posrednih uređaja koji se baziraju na GPRS i SMS servisima koristeći mreže mobilnih operatera bila bi podesna za prenos podataka u brdskim i udaljenim predelima

Srbije. Druga vrsta primene bi se ogledala u dodacima za IoT sisteme na farmama, gde bi uređaj posrednik služio kao sredstvo za slanje obaveštenja u slučaju da se promene vrednosti unapred definisanih kontrolnih parametara. Dalja istraživanja bi mogla ići u pravcu realizacije podrške za različite tipove bežične komunikacije na lokalnom nivou, kako bi se ostvarila veća pokrivenost na terenu, tako da bi se podaci sa cele te oblasti preko posrednog uređaja mogli slati na servere odnosno Cloud platforme.

Napomena

Rad je realizovan u okviru projekta TR 32043, finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za period 2011-2019.

Literatura

- Dao V., Hoang V. (2017). A smart delivery system using Internet of Things. 2017 7th International Conference on Integrated Circuits, Design, and Verification (ICDV), Hanoi, Vietnam, pp. 58-63.
- Ferrández-Pastor J. F., García-Chamizo M. J., Nieto-Hidalgo M., Mora-Pascual J., Mora-Martínez J. (2016). Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture. *Sensors*, 16(7): 1141-1160.
- Gaikwad P. P., Gabhane J. P. and Golait S. S. (2015). 3-level secure Kerberos authentication for Smart Home Systems using IoT. 2015 1st International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT), Dehradun, India, pp. 262-268.
- J. M. Talavera, L. E. Tobón, J. A. Gómez, M. A. Culman, J. M. Aranda, D. T. Parra, L. A. Quiroz, A. Hoyos, L. E. Garreta (2017). Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142(A): 283-297.
- Kazi R., Tiwari G. (2015). IoT based Interactive Industrial Home wireless system, Energy management system and embedded data acquisition system to display on web page using GPRS, SMS & E-mail alert. 2015 International Conference on Energy Systems and Applications, Pune, India, pp. 290-295.
- Khattab A., Abdelgawad A., Yelmarthi K. (2016). Design and implementation of a cloud-based IoT scheme for precision agriculture. 2016 28th International Conference on Microelectronics (ICM), Giza, Egypt, pp. 201-204.
- Lee I., Lee K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4): 431-440.
- Marković D., Glišić I., Pešović U., Randić S. (2013). Wireless information system for frost detection in orchards. *Acta Agriculturae Serbica*, XVIII(36): 179-186.
- Mat I., Mohd Kassim M. R., Harun A. N., Mat Yusoff I. (2016). IoT in Precision Agriculture applications using Wireless Moisture Sensor Network. 2016 IEEE Conference on Open Systems (ICOS), Langkawi, Malaysia, pp. 24-29.
- Pešović U., Marković D., Đurašević S., Koprivica R., Randić S. (2016). Sistem za praćenje kretanja grla u pašnjačkom načinu uzgoja goveda. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 42(1): 11-18.

- Popović T., Latinović N., Pešić A., Zečević Ž., Krstajić B., Djukanović S. (2017). Architecting an IoT-enabled platform for precision agriculture and ecological monitoring: A case study. *Computers and Electronics in Agriculture*, 140: 255-265.
- Prathibha S. R., Hongal A., Jyothi M. P. (2017). IOT Based Monitoring System in Smart Agriculture. 2017 International Conference on Recent Advances in Electronics and Communication Technology (ICRAECT), Bangalore, India, pp. 81-84.
- Siregar R. H., Hasan H., Sakti B. (2018). Design FINER as a Fire Detection and Overcurrent Protection on Electrical Installation Cables. 2018 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs), Banda Aceh, Indonesia, pp. 173-178.
- Zhu Q., Wang R., Chen Q., Liu Y. and Qin W. (2010). IOT Gateway: Bridging Wireless Sensor Networks into Internet of Things. 2010 IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, Hong Kong, pp. 347-352.

GSM/GPRS GATEWAY DEVICE FOR DATA TRANSMISSION AND SENDING NOTIFICATIONS IN THE IOT SYSTEM CONCEPT

*Dušan Marković¹, Dalibor Tomić¹, Vladeta Stevović¹,
Uroš Pešović², Dejan Vujičić², Siniša Randić²*

Abstract

Human and work environment monitoring systems are basically supported by sensor devices and wireless communication modules. Great use has been made by wireless sensor networks, as the concept of Internet of Things (IoT) is becoming more and more present as a way to connect not only people but also things/objects using Internet protocols. In order to connect sensor devices to the Internet, mediators devices based on a GSM/GPRS communication module can be used. These devices can use the network of mobile operators to forward data to the Internet as well as SMS service for sending messages to the users. The presented model of the mediators device is characterized by efficient implementation and an affordable price which makes it suitable for distant terrains from the existing infrastructure in the interior of Serbia. The second application of the GSM/GPRS mediators device would be in the function of controlling the parameters within the IoT system by sending out notifications in case of exceeding the limit values.

Key words: GSM/GPRS module, monitoring, SMS notifications, IoT system.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy in Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija (dusan.markovic@kg.ac.rs, dalibort@kg.ac.rs, vladeta@kg.ac.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of technical sciences Čačak, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija (pesovic@ftn.kg.ac.rs, dejan.vujicic@ftn.kg.ac.rs, rasin@ftn.kg.ac.rs).

PRILOG PROUČAVANJU LEKOVITIH MAKROMICETA OKOLINE VALJEVA

Duško Brković¹, Aleksandra Milosavljević², Goran Marković³

Izvod: Cilj rada je da prikaže prisustvo i raznovrsnost lekovitih makromiceta na području Valjeva i okoline koja uključuje nekoliko ključnih lokaliteta u Valjevskoj kotlini i venac valjevskih planina izuzimajući Suvobor. Do rezultata analize dolazi se na osnovu geografskog položaja i klime područja koji uslovljavaju specifične tipove šumskih ekosistema a na osnovu toga i specifične vrste lekovitih makromiceta. U analizu su uključeni i podaci Gljivarskog društva Valjevo kao i J.P. “Srbija šume”. Utvrđeno je da se valjevski kraj odlikuje bogatim biodiverzitetom gljiva, uključujući i lekovite makromicete, zahvaljujući pogodnim klimatskim uslovima i raznovrsnosti šumskih ekosistema. Međutim, kako su šumski ekosistemi ugroženi prekomernom sečom i većinom sačinjeni od izdanačkih šuma, najpre cera, a zatim i hrasta, graba, bukve navodi nas na zaključak da su time i gljive direktno ugrožene kao članovi ovakvih ekosistema. Neophodno je zaustaviti seču i ugrožavanje šumskih ali i ostalih ekosistema (livade, pašnjaci) kako bismo sačuvali biodiverzitet drugih vrsta živih bića.

Ključne reči: lekovite makromicete, šumski ekosistemi, seča šuma, biodiverzitet

Uvod

Valjevski kraj zahvata središnji zapadni deo Republike Srbije, sa površinom od 4 300 km² geografski pretežno nizijski i brežuljkast sa nagnutošću terena od juga prema severu, dok je visoko zemljište samo na jugu u jugozapadu i predstavljeno je podrinskim i valjevskim planinama (Đukanović, 2000). Najveća rečna dolina valjevskog kraja je vodotok reke Kolubare, a znatno manje po prostoru koji pokrivaju su doline Tamnave, Uba, Ljiga, Kačera, a koje ovde nećemo razmatrati. Najviša tačka je Mali Povlen (1347 m) na Povlenu, a najniža je ispod 100 m u ravničarskom delu sliva Kolubare i donjih tokova Tamnave, Uba, Kladnice, pa visinska razlika iznosi preko 1 200 m (Đukanović, 2000).

Dalje u analizi će se razmatrati uža okolina Valjeva i venac valjevskih planina i to: Medvednik (1204 m), Jablanik (1274 m) sa presedlinom Debelo Brdo, koji je povezan sa Povlenom (1346 m), najvišom planinom severozapadne Srbije, prevoj Bukovi (759 m) koji se nadovezuje na Maljen (1103 m) sa Divčibarama (960 m). Nadmorska visina Valjeva je 183 m (Milojković, 1979).

Izraženost reljefa, ispresecanost terena većim brojem rečnih dolina, pojava kotlina, kao i nagnutost terena prema severu, čine da je klima ovog dela Srbije ipak raznovrsna. Uočavaju se tri karakteristične zone sa posebnim klimatima: veće ravnice i rečne doline,

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (duskobrkvovic@gmail.com);

²OŠ „Mile Dubljević“, Svetog Save 3, Lajkovac, Srbija (amilosavljevic05@outlook.com);

³Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (goranmsv@kg.ac.rs)

planinsko područje i prelazna zona koja uključuje pobrežje i podgorje. Veće ravnice i doline su u severnom delu zapadne Srbije i on je široko otvoren prema severu pa je u klimatskom pogledu pod jakim uticajem klime Panonske nizije i odlikuje se hladnim zimama i toplim, dosta suvim letima. U planinskom području vlada planinska klima sa dugim i ostrim zimama i većim količinama snega. Leta su kratka i sa dosta padavina. Prelazna oblast ima uticaja iz obe ove zone, ali je naglašeniji uticaj planinske klime (Milojković, 1979). Ovde će se razmatrati dve od tri navedene zone: prelazna i planinska. Ne treba zaboraviti da u ovakvoj reljefnoj izraženosti pojedini lokaliteti imaju svoje mikroklimatske osobenosti koje mogu biti u znatnoj meri izražene i samim tim uticati na životnu zajednicu takvog staništa.

Materijal i metode rada

Podaci korišćeni u istraživanju dobijeni su na osnovu analize tipova šumskih ekosistema na području Valjeva i okoline i to na sledećim lokalitetima: Brankovina, Blizonje, Babina luka, Carić, Bukovica, Popare, Sedlari, Lelić, Zabrdica, Dupljaj, Paune, Žabari koji čine užu okolinu Valjeva, kao i na valjevskim planinama Medvednik, Jablanik, Povlen, Maljen sa Divčibarama i presedlinama Debelo Brdo i Bukovi. Određeni tip šumskog ekosistema ukazuje na prisustvo karakterističnih životnih zajednica čiji su članovi gljive.

Geografski položaj i klimatski uslovi su primarni činioци za nastajanje određenih vegetacijskih tipova odnosno biljnih zajednica.

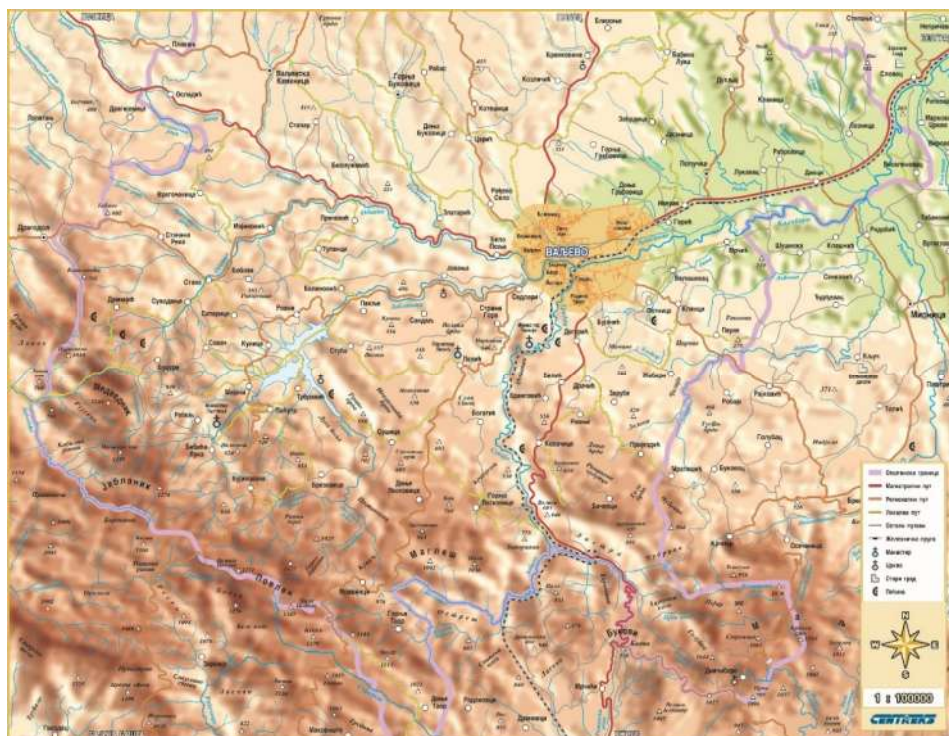
U valjevskom kraju je izražena sledeća zonalnost: U najnižim delovima, pored reka, sreću se šume vrbe i topole (*as. Populeto-Salicetum*). Hrastove šume se sreću na nadmorskoj visini od 400-1000 m i zastupljene su *as. Quercetum-confertae-cerris*, *Quercetum petraea*, *Querceto-carpinetum* i mestimično šume crnog graba; šume cera i granice (*as. Quercetum-confertae-cerris*) predstavljaju klimatogenu šumsku asocijaciju hrastovog pojasa, koja se sreće obično na zaravnim i blagim padinama južne i jugoistočne ekspozicije na visini od 400-600 m i ovim šumama su najvećim delom pokrivena pobrđa u Srbiji; šume kitnjaka (*Quercetum petraea*) su znatno manje rasprostranjene od prethodnih i nalaze se na strmijim padinama južne ekspozicije na nadmorskoj visini 600-1000 m; šume hrasta i graba (*as. Querceto-carpinetum*) nastanjaju umereno vlažna, duboka i plodna staništa na nadmorskoj visini od oko 400 m. Bukove šume zahvataju pojas od 500-1200 m nadmorske visine kao asocijacije *Fagetum montanum serbicum*, *Fagetum moesiaca herbosum* i *Fageto-Abietum*. Od četinarskih šuma zastupljena je asocijacija *Pinetum nigrae* i *Pinetum nigrae-silvestris*. Ostali četinari su u kulturama i veštački podignutim sastojinama. Bagremom su takođe vršena pošumljavanja čistina i zirata unutar šuma kao i lokaliteta ugroženih erozijom. Hibridne topole su takođe veštački podignute (Milojković, 1979).

Kako se specifične vrste makromiceta vezuju za odgovarajući tip šumskog ekosistema može se analizirati njihova zastupljenost na teritoriji Valjeva i okoline. U radu su korišćeni i rezultati dugogodišnjeg praćenja, fotografisanja i prikupljanja gljiva na navedenom terenu od strane aktivnih članova Gljivarskog društva Valjevo. Literatura korišćena za determinaciju nađenih vrsta: Pace (1981), Focht (1986) i Flik (2010).

Lekovite makromicete čija će rasprostranjenost biti analizirana su *Auricularia auricula-judae*, *Calvatia utriformis*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma lucidum*, *Ganoderma applanatum*, *Piptoporus betulinus*, *Pleurotus ostreatus*, *Schizophyllum commune*, *Trametes versicolor*.

Rezultati istraživanja i diskusija

Lekovita svojstva gljiva su od davnina poznata naročito kada je reč o gljivama koje vode saprofitski način života. Prisustvo specifičnih enzima takvim gljivama omogućava da razgrade lignin i celulozu ali i mnoga druga jedinjenja od kojih neka mogu biti štetna ili toksična. Zbog toga su saprofitske gljive aktivni učesnici procesa bioremedijacije što navodi na činjenicu da svoju ulogu „čistača“ mogu obavljati i u ljudskom organizmu. Kao što prečišćavaju tlo, zemljište ili vodu, tako će „očistiti“ i organizam čoveka. S' druge strane, gljive koje imaju ulogu razlagača morale su da stvore izvesne odbrambene mehanizme kako bi nesmetano mogli da obavljaju svoju važnu ulogu, naročito što tokom procesa razlaganja otpadnog materijala dolaze u kontakt sa mnogim opasnim jedinjenjima, slobodnim radikalima i slično. Na sličan način podstiču i ljudski odbrambeni sistem na aktivnost.



Slika 1. Karta Valjeva i okoline

Figure 1. The map of Valjevo and its surroundings

Lokaliteti vezani za užu okolinu Valjeva koji su u manjoj ili većoj meri pokriveni šumama su Brankovina, Blizonje, Babina luka, Carić, Bukovica, Popare, Sedlari, Lelić, Zabrdica, Dupljaj, Paune, Žabari. Područje koje obuhvataju moglo bi se okarakterisati kao pobrđe sa prelaznom klimom gde dominiraju šume cera (*Quercus cerris*), granice (*Quercus conferta*), graba (*Carpinus betulus*), kitnjaka (*Quercus petraea*) i u manjoj meri bukve (*Fagus sp.*). Na ovim lokalitetima mogu se uočiti livade i pašnjaci, takođe u manjoj meri. Lokalitet Medvednik obiluje starim bukovim šumama. Lokalitet Jablanik sa velikom godišnjom količinom padavina odlikuje se bujnom vegetacijom, naročito listopadnim šumama bukve koje se kontinualno prostiru gotovo do samog vrha planine. Na visokim zaravnima su travnati pašnjaci sa bujnom travom sa severne u odnosu na južnu stranu, što je posledica veće vlage na severnoj strani. Lokalitet Povlen se odlikuje kontinentalno-planinskom klimom do 800 m nadmorske visine i subalpskom klimom preko 800 m nadmorske visine (Mihajlović, 2018). Na Povlenu dominiraju prostrane livade i pašnjaci i stare bukove šume (*Fagus moesiaca*), a mogu se sresti i mešovite šume hrasta i bukve. Četinarske šume dominiraju na lokalitetu Maljen. Od četinara se javljaju beli i crni bor (*Pinus silvestris*, *Pinus nigra*), jela i u manjem broju smrča i planinski bor. Od listopadnog drveća na lokalitetu Maljen zastupljene su u najvećoj meri bukva i breza i one obrazuju šume bilo samostalno bilo u asocijaciji sa četinarima (Loma, 2004). Cela planina Maljen, naročito Divčibare, poznata je po livadama lepe i meke trave (Slika 1).

Poznavanje staništa navedenih lekovitih makromiceta navodi na njihovo prisustvo u definisanim lokalitetima Valjeva i okoline (Tabela 1). Hrastova sjajnica, *Ganoderma lucidum*, raste tokom leta i jeseni na panjevima listopadnog drveća, najčešće hrasta. Kada joj uslovi pogoduju moguće su i tri berbe tokom jedne sezone. Može se smatrati čestim stanovnikom hrastovih šuma Valjevskog kraja. Lokaliteti gde je najčešće nalažena su Brankovina, Popare, Sedlari ali i ostali pobrojani lokaliteti okoline Valjeva u kojima su zastupljene hrastove šume. Šešir gljive sadrži ugljene hidrate, aminokiseline, malu količinu proteina, neorganskih jona, steroida triterpena, lipida, alkaloida, zatim glikozide, kumarine, riboflavin (B₂) i askorbinsku kiselinu (C). U dršci su nađeni minerali: Mg, Ca, Zn, Mn, Fe, Cu, Ge (Davidović, 2007). Hrastova sjajnica je gljiva poznata u kineskoj tradicionalnoj medicini, a njena lekovita svojstva se ogledaju u jačanju imunološkog sistema, stoga i antitumorskom dejstvu, regulaciji aktivnosti pankreasa, bubrežne aktivnosti, u tretmanima kod oboljenja jetre i želuca i mnogih drugih bolesti (Kosanić i saradnici, 2018). Pljosnata sjajnica, *Ganoderma applanatum* je pratilac hrastove sjajnice kako u lekovitom smislu, tako i u rasprostranjenosti. Sreće se na istim lokalitetima kao i *Ganoderma lucidum*. Najpre parazitira na stablima bukve, hrasta i drugih lišćara a zatim svoj život nastavlja kao saprofit. Daleko češći stanovnik listopadnih šuma cera, hrasta, graba i bukve je ćuranov repić, *Trametes versicolor* koji se može pronaći tokom čitave godine na panjevima i otpalim granama različitog listopadnog drveća. Prisutan je i čest na svim lokalitetima uže okoline Valjeva (Brankovina, Blizonje, Babina luka, Carić, Bukovica, Popare, Sedlari, Lelić, Zabrdica, Dupljaj, Paune, Žabari) šireći se prema valjevskim planinama dokle dosežu listopadne šume. Ćuranov rep ubrzava stvaranje makrofaga koji su u organizmu glavni “borci” protiv ćelija tumora. Pored toga jača imunitet, pojačava dejstvo antibiotika kada se uz njih koristi, takođe smanjuje simptome side (Žikić i saradnici, 2014). Brezova guba, *Piptoporus betulinus* raste isključivo kao saprofit na mrtvim stablima i granama breze.

Prisutna je gotovo na svim lokalitetima gde raste breza, čak i pojedinačna stabla, ali kao glavni lokalitet izdvajamo planinu Maljen sa Divčibarama. Može se naći čak i u samom centru Valjeva. Sadrži triterpene uključujući poliporske kiseline A i B; zatim fungisterol, ergosterol, poliporsk kiselinu C i dr. Gljiva ima snažno antimikrobno i antidepressivno dejstvo, kao i antitumornu aktivnost. Podstiče lučenje interferona. Laboratorijska istraživanja su pokazala njenu snažnu antibiotsku aktivnost (Davidović, 2007). Za lokalitet Maljena i Divčibara vezujemo i borovu gubu, *Fomitopsis pinicola*. Kako joj samo ime govori raste na stablima i panjevima četinara, ali nije neobično sresti je i na vočkama, trešnji ili jabuci. Koristi se kao dekoka za lečenje glavobolje, artritisa, mučnine, hronične dijareje, malarične groznice, problema sa jetrom, za zarastanje rana i regulaciju šećera u krvi (Kosanić i saradnici, 2018). Pravi trud, *Fomes fomentarius*, javlja se kao višegodišnja gljiva na mrtvim i živim stablima bukve i breze, mahom u planinskim oblastima. Naročito se izdvajaju lokaliteti Povlena, Jablanika, Medvednika i Bukova. Upotrebljava se u vidu dekoka za problem u varenju, lečenje plućnih bolesti, diuretik, podiže imunitet, pokazuje antibakterijsko, antivirusno i antitumorsko dejstvo. U mnogim narodnim medicinama korišćena je kao oblog protiv reumatskih bolova i kod upale zglobova (Kosanić i saradnici, 2018). Sve do sada navedene gljive imaju drvenastu strukturu i ne mogu se koristiti u ishrani.

Izuzetno hranljiva i lekovita gljiva, koja se pokazala veoma uspešnom i u procesu bioremedijacije, bukovača, *Pleurotus ostreatus* pretežno je stanovnik planinskih predela. Meso belo, prijatnog ukusa i mirisa. Raste na trulim panjevima bukve i divljeg kestena. Veoma česta. Jestiva je, najčešće pohovana ili na žaru. Zamena sa otrovnim gljivama nije moguća (Martić, 2001). Ređa je u nizini. Uočena je i u samom centru grada. Raste po hladnom vremenu, u kasnu jesen i zimu. Lokaliteti: Povlen, Maljen sa Divčibarama. Tri neutralna proteoglikana dobijena iz micelija gljive (*Pleurotus ostreatus*) mogu se koristiti kao imunomodulatori i sredstva protiv raka (Sarangi et al, 2006). Judino uvo, *Auricularia auricula-judae*, gljiva koju možemo sresti tokom čitave godine, a naročito tokom hladnijeg perioda na mrtvim stablima i granama zove, već od davnina se koristi kao lek protiv upale očiju i glavobolje. Jestiva, lekovita gljiva, koja se može jesti i sirova. Veoma je blagotvorna za krv, deluje kao antikoagulans pa srećava razvijanje trombova, reguliše nivo holesterola i triglicerida, dobra je za jačanje imuniteta i deluje blagotvorno kod dijabetesa (Žikić i saradnici, 2014). Još neka interesantna lekovita svojstva judinog uveta su povećanje libida, kod zujanja u ušima, prekomerne težine. Pokazuje i uobičajena antibakterijska svojstva. Upotrebljava se u supi, kao dekoka, kao oblog za spoljnu upotrebu. Kod judinog uveta mora se strogo voditi računa o doziranju, 150 g svežih ili 15 g suvih plodonosnih tela nedeljno (Kosanić i saradnici, 2018). Za judino uvo možemo ubeložiti sve lokalitete mahom nizijske ali i planinske. Osim zove nalažena je i na drugim lišćarima, čak i imeli. Dvolisna školjkarica, *Schizophyllum commune*, je jedan potpuni kosmopoliti sreće se na svim pobrojanim lokalitetima. Raste u grupama, na starim stablima i panjevima lišćara i četinara, na različitim mestima, od potpunog mraka do otvorenih prostora. Sadrži amino kiseline cistin i glutamine, aktivni polisaharid shizofilan, minerale, masti i proteine. Polisaharid shizofilan ima antitumorno dejstvo, naročito se upotrebljava pri lečenju raka pluća. Takođe ima antibakterijsko dejstvo i pomaže kao zaštita od infekcija većeg broja bakterijskih vrsta. Najčešće se upotrebljava kod ženskih bolesti rekovalescenata (Davidović, 2007). Lokaliteti kod kojih su zastupljene livade i pašnjaci, šumske čistine i proplanci, naročito lokaliteti

Povlena, Jablanika, Maljena sa Divčibarama, i Brankovine (Brankovački vis), bogati su trbušastim puhom *Calvatia utriformis* ali i drugim srodnim vrstama poput *Calvatia gigantea*- velika puhara i *Lycoperdon perlatum*- tikvasta puhara. Trbušasti puh je izuzetna gljiva u nutritivnom pogledu, spore imaju dejstvo spoljašnjeg antibiotika, a od spora se priprema i čaj koji se koristi kod bakterijskih infekcija grla i nosa (Kosanić i saradnici, 2018).

Tabela 1. Rasprostranjenost lekovitih makromiceta na području odabranih lokaliteta Valjeva i okoline

Table 1. Healing macromycetes distribution on the area of chosen locations of Valjevo and its surroundings

Vrsta gljiva	Tip staništa	Lokalitet
<i>Ganoderma lucidum</i>	Listopadne šume hrasta	Brankovina, Popare, Sedlari
<i>Ganoderma applanatum</i>	Listopadne šume hrasta i bukve	Brankovina, Popare, Sedlari
<i>Trametes versicolor</i>	Listopadne šume hrasta, graba i bukve	Brankovina, Blizonje, Babina luka, Carić, Bukovica, Popare, Sedlari, Lelić, Zabrdica, Dupljaj, Paune, Žabari, padine planina
<i>Piptoporus betulinus</i>	Čiste ili mešovite šume breze	Maljen sa Divčibarama
<i>Fomitopsis pinicola</i>	Četinarske šume bora	Maljen sa Divčibarama
<i>Fomes fomentarius</i>	Listopadne šume bukve i breze na većim nadmorskim visinama	Povlen, Jablanik, Medvednik, Bukovi
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Listopadne šume na većim nadmorskim visinama	Povlen, Maljen sa Divčibarama
<i>Auricularia auricular-judae</i>	Listopadne šume, zova	Brankovina, Blizonje, Babina luka, Carić, Bukovica, Popare, Sedlari, Lelić, Zabrdica, Dupljaj, Paune, Žabari, Maljen sa Divčibarama, Povlen
<i>Schizophyllum commune</i>	Listopadne i četinarske šume	Brankovina, Blizonje, Babina luka, Carić, Bukovica, Popare, Sedlari, Lelić, Zabrdica, Dupljaj, Paune, Žabari, Maljen sa Divčibarama, Povlen, Jablanik, Medvednik
<i>Calvatia utriformis</i>	Livade, pašnjaci, šumske čistine i proplanci	Povlen, Jablanik, Maljen sa Divčibarama, Brankovina (Brankovački vis)

Analizom staništa i podataka koje Gljivarsko društvo Valjevo poseduje, na teritoriji Valjeva i njegove okoline pronađene su u manjoj ili većoj meri i druge lekovite makromicete poput: *Agaricus arvensis*- anisni šampinjon, *Agaricus campestris*- rudnjača, *Agrocybe aegerita*- jablanovača, *Albatrellus confluens*- zemljača, *Armillaria mellea*- mednjača, *Armillaria ostoyae*- četinarska mednjača, *Armillaria tabescens*-

grmača, *Boletus edulis*- pravi vrganj, *Boletus aereus*- crni vrganj, *Boletus aestivalis*- prolečni vrganj, *Boletus appendiculatus*- šiljatonogi vrganj, *Boletus pinicola*- borov vrganj, *Calocybe gambosa*- đurđevača, *Calvatia gigantea*- velika puhara, *Cantharellus cibarius*- lisičarka, *Clitocybe geotropa*- martinčica, *Clitocybe nebularis*- maglenka, *Coprinus comatus*- beli jarčić, *Craterellus cornucopioides*- crna truba, *Flammulina velutipes*- zimna panjevčica, *Gomphidius glutinosus*- veliki slinar, *Grifola frondosa*- jelenovo uvo, *Kuehneromyces mutabilis*- aromatična panjevčica, *Lactarius deliciosus*- rujnica, *Lactarius piperatus*- ljuta mlečnica, *Laetiporus sulphureus*- žuto pile, *Lentinus tigrinus*- vrbovača, *Lepista nuda*- modrikača, *Lycoperdon perlatum*- tikvasta puhara, *Macrolepiota procera*- sunčanica, *Marasmius oreades*- vilin klinčić, *Meripilus giganteus*- jastrebača, *Phallus impudicus*- obični falus, *Russula virescens*- golubača, *Sarcosypha coccinea*- babino uvo.

Zaključak

Na osnovu iznetih rezultata analize moguće je zaključiti da je valjevski kraj izuzetno bogat različitim vrstama lekovitih makromiceta. Ono što je potrebno naglasiti je da se površina pod šumama iz godine u godinu smanjuje zbog prekomerne seče, bolesti i sušenja stabala što se direktno odražava na biocenozu staništa čiji su članovi i same gljive. Ne može se precizno reći u kojoj meri se fond gljiva, a time i lekovitih makromiceta smanjio, ni na opštem nivou ali ni pojedinačno. Ono što je činjenično stanje je da je valjevski kraj i dalje izuzetno bogat gljivama, naročito venac valjevskih planina a to se odnosi i na lekovite makromicete. Ono čime se ne može pohvaliti je minimalna iskorišćenost potencijala u pravcu eventualnog uzgoja i izvoza navedenih gljiva, što se može reći i za korišćenje gljiva u lekovite svrhe a svakako i u ishrani na nivou domaćinstava. Mogući razlog tome je minimalna edukacija a samim tim i poznavanje vrsta gljiva, njihovih nutritivnih i lekovitih svojstava, od strane lokalnog stanovništva. Svega nekoliko gljiva od čitavog fonda se bere i koristi u domaćinstvima i to pretežno u svrhe ishrane. Dakle, ono što je neophodno insistirati je da se zaštite prirodna staništa gljiva, od čega imamo višestruku korist, kao i raditi na edukaciji lokalnog stanovništva u cilju boljeg poznavanja gljiva njihovog okruženja i eventualnog uzgoja a kasnije i izvoza istih.

Literatura

- Davidović M., (2007). Gljive blago naših krajeva. *Metaphysica*, Beograd, 1-371.
- Đukanović D., (2000). Klima valjevskog kraja. „Valjevo-print“, Valjevo, 26-29.
- Milojković D., Tošović N., Spremović S., (1979). Opšta šumskoprivredna osnova kolubarskog šumskoprivrednog područja 1979-1988. Beograd, 43-45, 52-58.
- Loma B., (2004). Divčibare. „Valjevo-print“, Valjevo, 11-15, 17-18.
- Mihajlović D., (2018). San o nojevoj barci. Topalović, Valjevo, 69, 73-78.
- Kosanić M., Ranković B., (2018). Lekovite makromicete. Donat graf doo, Beograd, 41-147.
- Flik M., (2010). Koja je ovo gljiva?. Neven, Zemun, 38-66.
- Focht I., (1986). Ključ za gljive. Zagreb, 163-362.

- Martić M. (2001). Naše gljive. Legenda, Čačak, 1-246.
- Pace G., (1981). Atlas gljiva. Prosvjeta, Zagreb, 7-9
- [Sarangi I.](#), [Ghosh D.](#), [Bhutip S.K.](#), [Mallick S.K.](#), [Maiti T.K.](#), (2006). Anti-tumor and immunomodulating effects of Pleurotus ostreatus mycelia-derived proteoglycans. PubMed, 6(8):1287-97.
- Žikić S., Tobić D., Žikić G., (2014). Enciklopedija lekovitog bilja i pečuraka. PI PRESS, Pirot, 409-470.

ANNEX TO THE STUDY OF HEALING MACROMYCETES OF THE VALJEVO SURROUNDINGS

Duško Brković¹, Aleksandra Milosavljević², Goran Marković³

Abstract

The aim of the paper is to present the presence and diversity of healing macromycetes in the Valjevo region and the surrounding area, which includes several key sites in the valley and Valjevo mountain range except Suvobor. The results of the analysis are based on the geographical position and climate of the region that condition the specific types of forest ecosystems, and on the basis of that and the specific types of healing macromycetes as well. The analysis includes data from Mushroom Society Valjevo as well as P.E."Serbia Forests". It was found that the valley region is characterized by rich biodiversity of mushrooms, including healing macromycetes, due to suitable climate conditions and diversity of forest ecosystems. However, as forest ecosystems are endangered by excessive woodcutting and are largely composed of acrospire forests, first of all bitter oak, and then oak, white beech, beech, this leads us to the conclusion that the fungi are directly endangered as members of such ecosystems. It is necessary to stop woodcutting and endangering forest and other ecosystems as well (meadows, pastures) in order to preserve the biodiversity of other species of living beings.

Key words: healing macromycetes, forest ecosystems, woodcutting, biodiversity

UGROŽENE RIBLJE VRSTE REKE ZAPADNE MORAVE

Goran Marković¹

Izvod: Ihtiofaunu reke Zapadne Morave formira 28 vrsta iz devet porodica, uz izrazitu dominaciju predstavnika porodice Cyprinidae (18 vrsta). Tokom poslednje decenije ihtiofauna ovog akvatičnog ekosistema je promenjena. Pogoršanje kvaliteta vode, preteran izlov, regulacija rečnog korita, omasovljenje alohtonih vrsta i drugi faktori su odgovorni za smanjenje brojnosti većine autohtonih vrsta. Najugroženije vrste u ekosistemu su linjak (*Tinca tinca*) i veliki vretenar (*Zingel zingel*). Za ove vrste je 2009. godine uvedena trajna zabrana izlova u vodotocima Srbije.

Ključne reči: Ihtiofauna, reka Zapadna Morava, ugrožene vrste

Uvod

Raznovrsnost hidroekoloških, geoloških i klimatskih uslova određuje veliki diverzitet ihtiofaune Srbije. U vodotocima Srbije je registrovano stalno ili povremeno prisustvo 95 vrsta riba iz 27 porodica, među kojima su 23 vrste iz 11 porodica alohtone (introdukovane) (Lenhardt i sar., 2011). Pogoršanje kvaliteta vode i drugih ekoloških faktora uslovljavaju značajne promene u kvalitativnim strukturama ihtiofauna i dovode do osiromašenja ribljeg fonda većine vodotokova.

Reka Zapadna Morava je značajna komponenta hidrografske mreže Srbije. Slivno područje Zapadne Morave površine 15849km² (28.4% teritorije Centralne Srbije) obuhvata preko 1800 vodotokova, među kojima su najveći Zapadna Morava (duga 308km) i njena desna pritoka Ibar (241km). U slivnom području živi oko 1.5 milion stanovnika u više od 30 gradskih i nekoliko stotina seoskih naselja. Izražena je velika emisija industrijskih, poljoprivrednih i komunalnih otpadnih voda.

Neposredni tok Zapadne Morave je najviše ugrožen hemijskim polutantima. U prethodnim periodima su se visokim koncentracijama izdvajali nitrati i nitriti (Đurić, 1991) i teški metali (Lazić i sar., 2003). Novija istraživanja ukazuju na povremena povišenja sadržaja amonijum jona i bakterijska zagađenja (povećana brojnost koliformnih bakterija i crevnih enterokoka) rečne vode pojedinih profila srednjeg toka (Marković i sar., 2018). Tokom 2018. godine je registrovano učestalo prisustvo naftnih mrlja na toku Zapadne Morave kroz grad Čačak.

Kao posledica pogoršanja kvaliteta vode došlo je do promena u strukturi zajednica hidrobionata, prvenstveno zajednici riba (ihtiofauni) ovog vodotoka.

Materijal i metode rada

U periodu 2010-2018. godina vršena su povremena ihtiološka istraživanja srednjeg toka reke Zapadne Morave, počev od akumulacije Međuvršje (profil brane

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (goranmsv@kg.ac.rs)

Hidroelektrane Međuvršje se nalazi na 182.km rečnog toka) do Kraljeva (profil kod fabrike Magnohrom na 104.km rečnog toka).

Za analizu strukture riblje zajednice su, pored rezultata dobijenih neposrednim izlovima riba standardnim mrežarskim i udičarskim priborom, korišćeni podaci sportskih ribolovaca i Ribočuvarske službe Zajednice Zapadna Morava 2. Prikupljeni materijal je determinisan primenom standardnih ključeva (Simonović, 2006; Maitland i sar., 2006).

Rezultati istraživanja i diskusija

U ihtiofani reke Zapadne Morave je tokom analiziranog perioda registrovano prisustvo 28 vrsta riba iz devet porodica (Tabela 1.). Uočena je izrazita dominacija šaranskih riba (porodica Cyprinidae) kojoj pripada 18 vrsta, tako da se vodotok može okarakterisati kao izrazito ciprinidan.

Tabela 1. Riblja zajednica reke Zapadne Morave
Table 1. Fish assembly of the Zapadna Morava River

Fam. CYPRINIDAE	Fam. ESOCIDAE
1. <i>Abramis brama</i>	1. <i>Esox lucius</i>
2. <i>Alburnus alburnus</i>	Fam. PERCIDAE
3. <i>Alburnoides bipunctatus</i>	1. <i>Gymnocephalus cernus</i>
4. <i>Ballerus sapa</i>	2. <i>Perca fluviatilis</i>
5. <i>Barbus balcanicus</i>	3. <i>Zingel zingel</i>
6. <i>Barbus barbus</i>	Fam. SILURIDAE
7. <i>Carassius gibelio</i> *	1. <i>Silurus glanis</i>
8. <i>Chondrostoma nasus</i>	Fam. COBITIDAE
9. <i>Cyprinus carpio</i>	1. <i>Cobitis taenia</i>
10. <i>Gobio gobio</i>	Fam. CENTRARCHIDAE
11. <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> *	1. <i>Lepomis gibbosus</i> *
12. <i>Leuciscus aspius</i>	Fam. GOBIIDAE
13. <i>Pseudorasbora parva</i> *	1. <i>Neogobius fluviatilis</i> *
14. <i>Rhodeus sericeus</i>	Fam. NEMACHELIDAE
15. <i>Rutilus rutilus</i>	1. <i>Barbatula barbatula</i>
16. <i>Squalius cephalus</i>	Fam. ICTALURIDAE
17. <i>Tinca tinca</i>	1. <i>Ameiurus nebulosus</i> *
18. <i>Vimba vimba</i>	

* alohtona (introdukovana) vrsta / allochthonous (non-native) species

U poređenju sa rezultatima ihtioloških istraživanja obavljenim u periodu 1989-1992. godina (Marković i Simović, 1994), uočava se smanjenje vrsnog diverziteta. Istovremeno je uočeno povećanje broja porodica, prvenstveno alohtonog porekla (Gobiidae i Ictaluridae).

Promena strukture ihtiofaune su posledica većeg broja faktora.

Osnovni uzročnik je pogoršan kvalitet rečne vode. Tokom 2016. i 2017. godine kvalitet vode ispitivanog sektora se kretao od III klase (umeren ekološki status većine

profila) do V klase (loš ekološki status zabeležen juna 2016. godine u profile Stančići)(kriterijumi prema Anonimus, 2012). Tokom letnjeg perioda 2017. godine (jul-avgust) evidentirano je nekoliko pomora ribe. Kao potencijalni uzrok uginuća su zvanično navedene niske vrednosti rastvorenog kiseonika usled smanjenog protoka i povišene temperature rečne vode. Među uginulim jedinkama najviše je bilo primeraka skobalja (*Chondrostoma nasus*), klana (*Squalius cephalus*) i mrene (*Barbus barbus*). U drugoj polovini 2018. godine su u više navrata u Zapadnoj Moravi primećene naftne mrlje dospele iz malog vodotoka Lupnjače, prijemnika otpadnih voda fabrike Sloboda.

Preteran izlov ribe je doveo do smanjenja brojnosti pojedinih vrsta. Pojava je uglavnom suzbijena poslednjih godina, izuzev u pojedinačnim slučajevima korišćenja mreža i tzv „samica“ u akumulaciji Međuvršje. U prethodnim periodima je u više navrata registrovan nedozvoljeni izlov, među kojima i komercijano značajnih vrsta poput šarana (*Cyprinus carpio*) i soma (*Silurus glanis*). U vodotoku su lovljeni kapitalni primerci (2010. godine u akumulaciji Međuvršje su ulovljeni šaran mase 29.5kg i som mase 75kg). Negativan uticaj na strukuru ihtiofaune ispoljava smanjena brojnost grabljivih (predatorskih) vrsta poput soma, štuke (*Esox lucius*) i bucova (*Leuciscus aspius*), što doprinosi prenamnoženju malocenjenih (“korovskih”) riba.

Regulacija rečnog toka i bezobzirna ekspoatacija rečnog dna (vađenje peska i šljunka) dovodi do bespovratnog gubitka mesta prirodnog plodišta većeg broja vrsta. Pojava je najizraženija kod brane u selu Parmenac (na 4.km uzvodno od Čačka) i selu Lađevci (između Čačka i Kraljeva). Katastrofalna poplava maja 2014. godine je narušila konfiguraciju čitavog toka i promenila izgled plavnih površina na kojima se odvijaju mresne aktivnosti većine ribljih vrsta.

Poseban uticaj na stanje autohtone ihtiofaune ima omasovljenje alohtonih vrsta, među kojima su najbrojnije srebrni karaš (*Carassius gibelio*), američki somić (*Ameiurus nebulosus*) i sunčanica (*Lepomis gibbosus*)(Marković i sar., 2013). Srebrni karaš je kompetitor šaranu u ishrani i mestima mresta (Perdikaris i sar., 2012). U ishrani sunčanice, bezribice (*Pseudorasbora parva*) i drugih alohtonih grabljivica značajnu komponentu predstavljaju ikra i mlađ autohtonih vrsta riba (Piria i sar., 2017).

Pored smanjene populacione brojnosti predatorskih vrsta (štuke, soma i bucova) tokom poslednje decenije je uočeno opadanje brojnosti i drugih autohtonih riba, posebno rečne mrene, potočne mrene (*Barbus balcanicus*), krkušice (*Gobio gobio*), nosare (*Vimba vimba*), vijuna (*Cobitis taenia*) i brkice (*Barbatula barbatula*). Najugroženije vrste u ekosistemu su linjak (*Tinca tinca*) i veliki vretenar (*Zingel zingel*).

Linjak (*Tinca tinca*)(Slika 1) je ciprinida evroazijskog porekla sa širokim arealom (Avlijaš i sar., 2018). Omnivorna vrsta tipično naseljava slabo tekuće ili stajaće vode muljevitog dna, obrasle makrofitskom vegetacijom. Relativno dobro podnosi pogoršan kvalitet vode. Meso linjaka poseduje izuzetna nutritivna i kulinarska svojstva. Vrsta u određenim regionima ima privredno-sportski značaj. U Srbiji je uočeno izrazito opadanje populacione brojnosti vrste. Odsustvo komercijalnog interesa je uslovio prestanak uzgoja u ribnjačkim uslovima, iako su vršeni pokušaji veštačkog mresta i nasadivanja mlađi u različite ekosisteme (Maletin i sar. 2011).

Akumulacija Međuvršje na Zapadnoj Moravi je izrazito eutrofan ekosistem (Lenhardt i sar., 2009) koji zadovoljava hidroekološke uslove za opstanak linjaka (povoljna termika, razvijena makrofitska vegetacija i odgajajuća hranidbena osnova).

Međutim, vrsta nije uspjela da se omasovi uprkos višekratnim poribljavanjima i zabranama izlova. Velika variranja vodostaja usled rada Hidroelektrane Međuvršje su dovela do isušivanja i propadanja ikre linjaka odložene na vodenim biljkama. Nanošenje rečnog nanosa prekriva položenu ikru i onemogućava embrionalni razvoj. Omasovljenje sunčanice i drugih alohtonih vrsta u čijoj su ishrani zastupljeni ikra i mlad je mogući uzrok smanjivanju brojnosti linjaka i drugih autohtonih vrsta. Poslednje prisustvo linjaka u ovom staništu je zabeleženo tokom 2010. godine.

Veliki vretenar (*Zingel zingel*) (Slika 2) je percida endemična za vodotokove slivova Dunava i Dnjestra. U Srbiji je redak nalaz vrste, izuzev u pojedinim sektorima Dunava. Karnivorna riba (u ishrani dominira fauna dna) naseljava brzo tekuće deonice kamenitog ili peskovitog dna. Nema veći privredno i sportsko ribolovni značaj.

U prethodnim periodima su beleženi pojedinačni nalazi velikog vretenara u Zapadnoj Moravi. Poslednji prisustvo velikog vretenara u Zapadnoj Moravi je evidentirano 2010. godine kod hale KK Borca u Čačku. Osnovni razlozi ugrožavanja opstanka i smanjenja populacione brojnosti vrste su, pored pogoršanog kvaliteta vode, regulacija i druge intervencije u rečnom toku koje remete mresne aktivnosti (veliki vretenar najčešće odlaže ikru na šljunkovitoj podlozi).



Slika 1. / Figure 1. *Tinca tinca*



Slika 2. Slika 1. / Figure 2. *Zingel zingel*

Linjak i veliki vretenar su ugroženi u većini vodotokova Srbije. Nalaze na spisku 20 vrsta obuhvaćenih trajnom zabranom izlova na području Srbije (Anonimus, 2009).

Zaključak

Reka Zapadna Morava predstavlja ciprinidni vodotok čiju ihtiofaunu formira 28 vrsta iz devet porodica. Negativni antropogeni uticaji su doveli do kvalitativnog i kvantitativnog osiromašenja ribljeg fonda. Najugroženije autohtone vrste su linjak (*Tinca tinca*) i veliki vretenar (*Zingel zingel*) za koje se sumnja da su iščezle iz ekosistema. Iako je oficijelno status ugroženosti linjaka u Srbiji procenjen kao nizak LR(lc), a velikog vretenara skoro nizak LR(nt), izrazito smanjenje populacione brojnosti i broja staništa koja naseljavaju su uslovia da se nađu na listi vrsta za koje je uvedena trajna zabrana izlova.

Napomena

Autor se zahvaljuje Danieli Popović Beogračić na pomoći pri izradi prezentacije rada. Rezultati istraživanja su deo projekta TR 31011 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Anonimus (2009). Naredba o ustanovljenju lovostaja na pojedine vrste riba na ribarskom području ili delu ribarskog područja i o zabrani lova riba koje nemaju propisanu veličinu (Sl.glasnik RS 36/09).
- Anonimus (2012). Uredba o граниčnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 50/2012)
- Avlijaš S., Ricciardi A., Mandrak N.E. (2018). Eurasian Tench (*Tinca tinca*): the next Great Lakes invader. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 75(2), 169-179.
- Đurić S. (1991). Zagađenje reke Zapadne Morave nitritima i nitratima i preduzete organizaciono-tehničke mere na sanaciji. *Voda i sanitarna tehnika*, 21 (5-6), 67-74.
- Lazić T., Marković G., Nikolić D., Čupić S. (2003). Prisustvo teških metala u nekim vrstama riba akumulacije Međuvršje. *Konferencija "Voda 2003"*, 3.- 6. Jun 2003., Zlatibor, 59-62.
- Lenhardt M., Markovic G., Gacic Z. (2009): Decline in the Index of Biotic Integrity of the Fish Assemblage as a Response to Reservoir Aging. *Water Resource Management*, 23, 1713-1723.
- Lenhardt M., Markovic G., Hegedis A., Maletin S., Cirkovic M., Marković Z. (2011). Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. *Review in Fish Biology and Fisheries*, 21, 407-421.
- Maletin S., Lečić B., Čirković M., Milošević N., Ljubojević D. (2011). Reconstruction of tench populatins (*Tinca tinca*) by application of laboratory spawning. *V International Conference "Aquaculture & Fishery"*, 1-3. June, Belgrade, 200-204.
- Marković G., Simović S. (1994). Ichthyofauna of the middle course of Zapadna Morava as a saprobic indicator. *Archiv of Biological Science, Belgrade*, 46(1-2), 39-44.
- Marković G., Đikanović V., Skorić S, Lujčić J., Marinović Z. (2013). New members of the Zapadna Morava river ichthyofauna (Serbia). *Natura Montenegrina*, 12(2), 295-303.
- Marković G., Đurović I., Pantović J., Brković D., Popović Đorđević J. (2018). Ocena ekološkog statusa reke Zapadne Morave. *XXIII Savetovanje o biotehnologiji*, 9-10. Mart 2018., Čačak, 311-315.
- Maitland,P.S., Linsell. (2006). *Guide to Freshwater Fish of Britain and Europe* (pocc. перевод - Амфора, Санкт Петербург, 2009).
- Perdikaris C., Ergolavou A., Gouva E., Nathanailides C., Chantzaropoulos A., Paschos I. (2012). *Carassius gibelio* in Greece: The dominant naturalised invader of freshwaters. *Review in Fish Biology and Fisheries*, 22, 17-27

- Piria M., Svjetličić S., Poljak A., Jakovlić J. (2017). Sastav prirodne prehrane bezribice, sunčanica i crnog somića te njihov invazivni potencijal u Hrvatskoj. *52nd Croatian and 12th International Symposium on Agriculture*, 12.-17. Februar 2017., Dubrovnik, 428–432.
- Simonović P. (2006). *Ribe Srbije*. NNK International, Biološki fakultet, Beograd.

ENDANGERED FISH SPECIES OF THE ZAPADNA MORAVA RIVER

Goran Marković¹

Abstract

The ichthyofauna of the Zapadna Morava River includes 28 species belonging to nine families, predominated by the family Cyprinidae (18 species). In the last decade, the fish fauna of this aquatic ecosystem has changed. The deteriorated water quality, overfishing, river bed regulation, propagation of non-native fish species and other factors is responsible for the reduction in the number of many indigenous fish species. The most endangered fish species are tench (*Tinca tinca*) and zingel (*Zingel zingel*). A complete fishing ban on these species was introduced in all Serbian watercourses in 2009.

Key words: Ichthyofauna, Zapadna Morava River, endangered species

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (goranmsv@kg.ac.rs)

PRORAČUN POTREBNE VODE ZA NAVODNJAVANJE SMONICE POD JEČMOM (*Hordeum vulgare* L.) U USLOVIMA ČAČKA

Gordana Šekularac¹, Miroljub Aksić², Nebojša Gudžić², Milena Đurić¹,
Aleksandar Đikić²

Izvod: Obračunom vodnog bilansa određene su potrebe za vodom ozimog ječma za agroekološke uslove područja Čačka. U uslovima srednje mesečne temperature od 7,8°C tokom vegetacionog perioda, kada padne 395 mm efektivnih padavina, pri veličini potencijalne evapotranspiracije (PET) od 352 mm, a pri kontinuiranoj obezbeđenosti smonice vlažnošću na nivou njenog retencionog vodnog kapaciteta, zemljištu nedostaje neto 41 mm vode. U njemu se javlja i višak vode od oktobra do aprila, ukupno 252 mm. Šema predviđa ukupno dva zalivanja, i to u maju 10 mm i junu 31 mm.

Gljučne reči: potrebe za vodom, navodnjavanje, klima, smonica, ječam

Uvod

Poljoprivredna nauka, praksa i proizvodnja su u stalnom napretku, sa ciljem rešavanja problema hrane, jedne od najvećih briga savremenog sveta. U razvijenim zemljama žita su značajno zastupljena, a pogotovo u zemljama u razvoju, jer postavljaju posebne zahteve za njihovom proizvodnjom, koja su im osnovna hrana. Usled toga, na navodnjavanjem - irigacionim područjima tih zemalja žitima pripada posebno mesto.

Ukupne potrebe biljnih kultura za vodom uslovljene su njihovim biološkim i fiziološkim specifičnostima, ekološkim, kao i agrotehničkim uslovima gajenja. Ukupna potreba biljaka za vodom, dinamika njene potrošnje, norma i rokovi zalivanja, takođe su uslovljeni promenama u agrotehnici u novim uslovima, načinima navodnjavanja i njihovom uticaju na prinos i kvalitet proizvoda (Vučić, 1976). Usled odlika zemljišta i uticaja klime (temperatura vazduha, količina i raspored padavina), u zemljištu se dešavaju kvantitativne promene sadržaja vode, pa različita zemljišta pod biljnim kulturama imaju različite vodne režime.

Smonica je zemljište relativno visoke proizvodne sposobnosti, ali nepovoljnih fizičkih odlika (Tanasijević i sar., 1966). U Srbiji, smonica je zastupljena na površini od 780.000 ha, koja na osnovu proizvodne sposobnosti pripada III klasi, sa povoljnim hemijskim odlikama, a nepovoljnim vodnim, vazdušnim i temperaturnim režimom (Pavlović i sar., 2017). Površine pod smonicom (normalna smonica) na području Čačka iznose 6.594 ha, što čini 10,36% ukupne površine grada Čačka, odnosno 15,16% zemljišta Čačanske kotline (Babović i sar., 1997).

U nizu savremenih mera koje se primenjuju u ratarskoj proizvodnji, navodnjavanje zauzima posebno mesto, jer je ishrana ratarskih kultura uslovljena primenom ove meliorativne mere. Značaj vode za poljoprivrednu proizvodnju, činioca koji utiče na rast i razvoj ratarskih kultura, ogleda se u obezbeđenosti vode u zemljištu u optimalnoj

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija (gordasek@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet-Lešak, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Srbija.

količini. U našim agroekološkim uslovima ozima strna žita daju sigurnije prinose od jarih sorata. Kritični period za vodom kod strnih žita je u stadijumu intenzivnog rasta, tj. na 15 dana pred klasanje i tokom nalivanja zrna (Vučić, 1976). Primena navodnjavanja posle klasanja može da bude efikasna tokom vremena, tzv. "toplotnih udara", naročito u vreme mlečnog, a ponekad i voštanog zrenja, tokom pojave visokih temperatura vazduha, niske vlažnosti vazduha i toplih vetrova. Tada je veoma korisno navodnjavanje, sa manjim zalivnim normama u odnosu na primenu pred klasanje. Kod žita, tokom sušnih jeseni, efikasno je i tzv. "predsetveno" navodnjavanje, koje doprinosi nicanju, ukorenjavanju i pripremi biljaka za prezimljavanje.

Od strnih žita, kod nas se navodnjava ozima pšenica, ozimi i jari pivarski ječam i ovas. Pored pivarskog, veliku vrednost ječam ima u ishrani domaćih životinja, a dodaje se u koncentrovane krmne smeše.

Prema objavljenim podacima Republičkog zavoda za statistiku (Statistički godišnjak, 2018), u Republici Srbiji, korišćeno poljoprivredno zemljište je tokom 2018. godine iznosilo 3.438.130 ha. Od toga, pod oranicama i baštama bilo je 2.594.980 ha, od čega je pod žitima bilo 1.718.034 ha.

Navedeni izvor, za region Šumadije i Zapadne Srbije, za 2018. godinu, navodi sledeće podatke: korišćeno poljoprivredno zemljište je iznosilo 1.012.041 ha (29,4% u odnosu na korišćene poljoprivredne površine u Republici Srbiji). Od toga, pod oranicama i baštama bilo je 554.558 ha (21,4% u odnosu na površine pod oranicama i baštama u Republici Srbiji), od čega je pod žitima bilo 388.952 ha (22,6% u odnosu na površine pod žitima u Republici Srbiji).

Prema objavljenim podacima Republičkog zavoda za statistiku (Statistički godišnjak, 2018), tokom 2018. godine, u Srbiji je navodnjavano 46.823 ha poljoprivrednih površina, što je za 7% manje nego u prethodnoj godini. Prema Statističkom godišnjaku iz 2008. godine, ukupne navodnjavane površine u Republici Srbiji iznosile su 26.220 ha (0,5% ukupnih korišćenih poljoprivrednih površina u Republici), a u Centralnoj Srbiji 4.130 ha, što je 0,1% ukupno korišćenih površina (Statistički godišnjak, 2008). To je podatak koji ukazuje da su ukupne navodnjavane površine u Republici Srbiji za poslednjih 10 godina povećane 1,79 puta. Tokom 2018. godine oranice i bašte (sa 95,3%) imaju najveći udeo u ukupno navodnjavanom površinama, a potom slede voćnjaci (sa 4,3%) i ostale poljoprivredne površine (sa udelom od 0,4%).

Za navodnjavanje je u Republici Srbiji tokom 2018. godine ukupno zahvaćeno 54.540.000 m³ vode, što je za 27,5% manje nego u prethodnoj godini. Najviše vode crpelo se iz vodotokova (88,3%), dok su preostale količine zahvaćene iz podzemnih voda, jezera, akumulacija i iz vodovodne mreže (Statistički godišnjak, 2018).

Najzastupljeniji tip navodnjavanja bio je veštačkom kišom (orošavanjem). Od ukupne navodnjavane površine, orošavanjem se navodnjavalo 93,9%, kapanjem 6,0%, a površinski se navodnjavalo svega 0,1% površine.

Na osnovu navedenog, cilj rada se sastoji u određivanju potrebnih količina vode za navodnjavanje ozimog ječma (šestoredni, za ishranu domaćih životinja), na smonici, u sklopu ekoloških uslova Čačanske regije.

Materijal i metode rada

Istraživanje u okolini Čačka (390 m n/m), na zemljištu tipa smonica (*Vertisol*) (Pedološka karta sreza Kraljevo, 1964; USDA Soil Taxonomy, 1999), na kome je obavljena setva ozimog ječma. Određen je retencioni vodni kapacitet smonice po Kopeckom-Gračaninu (Dragović, 1997). Navedenom metodom određena je i zapreminska masa smonice. Uzorci zemljišta su uzeti cilindrima Kopeckog, zapremine 100 cm³ sa tri dubine (0-10 cm, 10-20 cm i 20-30 cm), u tri ponavljanja. Kapacitet vlažnosti trajnog venuća određen je posredno, po Rastvorov-u (Dugalić i Gajić, 2005), i to pomoću maksimalnog higroskopiciteta po Čerkasov-u (Vučić, 1976). Od klimatskih elemenata, proučene su padavine i temperature vazduha za Čačak (Poljoprivredna stanica, Čačak, 1948/49-1994/95). Izračunata je obezbeđenost padavina od 75% tokom vegetacionog perioda ozimog ječma. Proračun potencijalne evapotranspiracije (PET) je izvršen po Thornthwaite-u (Dragović, 2000), na osnovu višegodišnjih podataka srednjih mesečnih temperatura vazduha područja Čačka. Postupkom bilansiranja vode u zemljištu, po Thornthwaite-u (Dragović, 2000), utvrđene su potrebe za vodom ozimog ječma.

Rezultati istraživanja i diskusija

Geografski položaj Čačka, posmatrano u celini, pruža povoljne uslove za biljnu proizvodnju. Odlikuje se umerenokontinentalnom klimom koja je pod uticajem Panonske nizije, ali je usled blizine planina modifikovana pod uticajem visijskog momenta (Tanasijević i sar., 1966).

Srednja godišnja temperatura vazduha područja Čačka iznosi 10,7°C, a u periodu vegetacije ozimog ječma 7,8°C (Tab. 1).

Tabela 1. Srednje mesečne, vegetaciona i godišnja temperatura vazduha (°C) za Čačak (1948/49-1994/95)

Table 1. Average monthly, growing season and annual air temperatures (°C) for Čačak (1948/49-1994/95)

Meseci <i>Months</i>											Vegetaciona Growing season	Godišnja Annual	
X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
11,1	5,6	1,3	-0,7	1,3	5,9	10,9	15,8	19,2	20,8	20,5	16,8	7,8	10,7

Temperature vazduha direktno utiču na veličinu potencijalne evapotranspiracije (PET) koja je njima izazvana, usled čega je veličina PET najveća tokom letnjih meseci, i to u julu (130 mm), avgustu (118 mm) i u junu iznosi 117 mm (Tab. 2). Prosečna PET za vegetacioni period ječma iznosi 352 mm (Tab. 2; Tab. 3), pod uslovom da se vodni režim u zemljištu održava sve vreme tokom vegetacionog perioda raspoloživom lakopristupačnom vodom u rizosferi. Srednja godišnja veličina PET iznosi 680 mm (Tab. 2).

Godišnja suma padavina za Čačak iznosi 714 mm (Tab. 2). Iako su najveće mesečne sume padavina tokom letnjih meseci, nedovoljne su za poljoprivrednu proizvodnju, jer su tada najveće potrebe, tj. potrošnja vode (PET).

Tabela 2. Srednje mesečne, vegetaciona i godišnja vrednost potencijalne evapotranspiracije (PET) i srednje mesečne, vegetaciona i godišnja suma padavina (mm) za Čačak (1948/49-1994/95)

Table 2. Mean monthly, growing season and annual potential evapotranspiration (PET) and mean monthly, growing season and annual rainfall (mm) for Čačak (1948/49-1994/95)

Parametar <i>Parameter</i>	Meseci <i>Months</i>												Vegetaciona <i>Growing season</i>	Godišnja <i>Annual</i>
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
PET, mm <i>PET, mm</i>	44	17	4	1	5	22	51	91	117	130	118	80	352	680
Padavine, mm <i>Rainfall, mm</i>	54	62	52	45	40	48	55	83	90	75	59	51	529	714

Celokupna količina padavina koja tokom vegetacionog perioda padne na površinu zemljišta ne doprinosi njegovom korisnom vlaženju. Po Kabashij-u (1980), korisno je oko 75% padavina. Zbog toga su, za vegetacioni period ječma proračunate efektivne padavine, obezbeđenosti 75% (Tab. 3).

Najveće efektivne padavine su u junu i maju (67 mm i 62 mm), novembru, aprilu i oktobru (46 mm, 41 mm i 40 mm), decembru, martu i januaru (39 mm, 36 mm, 34 mm), a 30 mm u februaru (Tab. 3).

Polazeći od rezultata određenog retencionog vodnog kapaciteta smonice, koji za humusno akumulativni horizont (A_h) iznosi 34,8 vol%, a koji po Gračaninu (Dragović, 1997), na skali vrednosti, pripada srednjem retencionom kapacitetu za vodu, u delu rizosfere do dubine 1,0 m, ječmu će biti dostupno rezerve vode u količini 65% kapaciteta pristupačne vode. Maksimalni higroskopicitet (H_y) smonice, prema Čerkasovu (Vučić, 1976), iznosi 4,75 %tež. S' obzirom da je određena zapreminska masa smonice ($1,41 \text{ g cm}^{-3}$), to H_y smonice iznosi 6,70 %vol, a pristupačna voda smonice iznosi 258 mm na dubini od 100 cm zemljišta. Od te količine vode, ječam može da iskoristi 168 mm tokom vegetacionog perioda, tj. u toku svakog meseca po 18 mm, tj. 19 mm vode (Tab. 3).

Ukupan netto nedostatak vode u smonici područja Čačka za ječam iznosi 41 mm, i to u maju 10 mm, a u junu 31 mm (Tab. 3). U smonici se pojavljuje višak vode, počev od oktobra do aprila (Tab. 3). Značajnije količine vode za evakuaciju iz zemljišta su od novembra do marta (Tab. 3). U maju i junu zalivanje je potrebno izvesi od 10 mm, tj. 31 mm (norme zalivanja), kada je ječmu, na osnovu proračuna, a u sklopu proučavanih pedoklimatskih uslova, najpotrebnija voda.

Navedeni podaci o mesečnim manjkovima potrebne vode u toku prosečne obezbeđenosti padavinama i u uslovima prosečne vrednosti temperature vazduha

Čačka, odnose se na srednju (normalnu) godinu. Za sušne godine nedostaci vode su veći i tada se povećavaju za oko 15% (Stojićević, 1980).

Tabela 3. Mesečni bilans potrebne, raspoložive i deficitarne količine vode u vegetacionom periodu za održavanje normalnog vodnog režima smonice u proizvodnji ječma područja Čačka

Table 3. Monthly soil water balance including water requirements, available water and water deficit during the growing season of barley in Čačak as required for maintaining normal soil moisture regime in the smonitza

Parametri bilansa vode <i>Water balance parameters</i>	Meseci <i>Months</i>									Vegetacioni period <i>Growing season</i>
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Potrebna količina vode, mm <i>Water requirements, mm</i>	44	17	4	1	5	22	51	91	117	352
Raspoloživa količina vode od efektivnih padavina, mm <i>Water available from effective rainfall, mm</i>	40	46	39	34	30	36	41	62	67	395
Raspoloživa količina vode iz zemljišne rezerve, mm <i>Water available from soil reserves, mm</i>	19	19	19	18	18	18	19	19	19	168
Nedostatak vode (netto), mm <i>Water deficit (net), mm</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	31	41
Višak vode, mm <i>Water surplus, mm</i>	15	48	54	51	43	32	9	0	0	252

Zaključak

Klimatske odlike Čačka, analizirajući ih kroz dugogodišnji niz, kao i edafski činilac, osnova su za projektovanje nedostajuće količine vode za ozimi ječam. Da bi se postigli energetske zahteve atmosfere za vlagom i da bi se odgovorilo potrebama ozimog ječma, pri neprekidnoj obezbeđenosti smonice do nivoa retencionog vodnog kapaciteta, dva puta tokom vegetacije treba izvesti zalivanje, kako bi se nadoknadio netto nedostatak od 41 mm vode, a višak vode odvodnjavati od oktobra do aprila, u ukupnoj sumi od 252 mm.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekata T.R. 31054 i T.R. 31092, koje finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

- Babović D., Petrović S., Korunović B., Šekularac G. (1997). Zemljišta Čačanske kotline i njihova tipska pripadnost. Zbornik radova devetog Kongresa Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta "Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta", Hadžić V. (ed.), 516-522. Novi Sad, Republika Srbija: Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta.
- Dragović, S. (1997): Retencioni vodni kapacitet-Postupak po Kopeckom-Gračaninu. *Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta*, Hadžić V., Bošnjak Đ., 99-101. Novi Sad, Srbija: Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta.
- Dragović, S. (2000): Metoda Thornthwaite-a. *Navodnjavanje*, Ćirović M. (ed.), 111-118. Novi Sad, Republika Srbija: Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo.
- Dugalić G., Gajić B. (2005). Indirektne metode određivanja vlažnosti trajnog uvenuća biljaka. *Pedologija*, Spasojević M. (ed.), 100-102. Čačak, Srbija: Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku.
- Kabashi, B. (1980): Potreba za proširenjem površina pod navodnjavanjem u SAP Kosovo. IX Savetovanje JDON "Problemi razvoja navodnjavanja i odvodnjavanja u SAP Kosovo", 259-270. Beograd, SFRJ: Jugoslovensko društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje.
- Pavlović P., Kostić N., Karadžić B., Mitrović M. (2017). Soil Types and Their Production Value. *The Soils of Serbia*, 27-29. 3311 GX Dordrecht, The Netherlands: Springer Science+Business Media B.V.
- Pedološka karta (1964). Pedološka karta teritorije sreza Kraljevo, R=1:50.000.
- Poljoprivredna stanica "Ovčar" (1948/49-1994/95). Podaci o temperaturama vazduha i padavinama. Čačak, Republika Srbija.
- Statistički godišnjak (2008). Podaci o korišćenim i navodnjavanim poljoprivrednim površinama. Beograd, Republika Srbija: Republički zavod za statistiku.
- Statistički godišnjak (2018). Podaci o korišćenim i navodnjavanim poljoprivrednim površinama. Beograd, Republika Srbija: Republički zavod za statistiku.

- Stojićević D. (1980). Klimatske karakteristike i potrebne količine vode za navodnjavanje u slivu Belog Drima. *IX Savetovanje JDON "Problemi razvoja navodnjavanja i odvodnjavanja u SAP Kosovo"*, 345-349. Beograd, SFRJ: Jugoslovensko društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje.
- Tanasijević Đ., Antonović G., Aleksić Ž., Pavićević N., Filipović Đ., Spasojević M. (1966). Klima. *Pedološki pokrivač zapadne i severozapadne Srbije*, Tanasijević Đ. (ed.), 26-35. Beograd-Topčider, SR Srbija: Institut za proučavanje zemljišta.
- USDA - United States Department of Agriculture (1999). Soil Taxonomy - A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd edition, No. 436.
- Vučić N. (1976). Vodne konstante i njihova primena u navodnjavanju - Poljski vodni kapacitet; Vlažnost venjenja; Kategorije vode u zemljištu. *Navodnjavanje poljoprivrednih kultura*, Stojanović Z. (ed.), 104-108; 108-111; 92-104. Novi Sad, SR Srbija: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- http://www.bilje.hr/POLJOPRIVREDA/AgBase_1/HTM/jecam.htm
https://www.deltaagrar.rs/trgovina_i_distribucija/sem/sem_jecma.91.html

THE CALCULATING OF THE WATER NEED FOR IRRIGATION SMONITZA UNDER THE BARLEY (*Hordeum vulgare* L.) IN THE TERMS OF THE ČAČAK

*Gordana Šekularac¹, Miroljub Aksić², Nebojša Gudžić², Milena Đurić¹,
Aleksandar Đikić²*

Abstract

The balance of the required quantity of water for irrigation of the smonitza under the winter barley of the Čačak area is calculated. In conditions of a mean monthly temperature of 7.8°C during the vegetation period, when 395 mm of effective precipitation falls, with 352 mm of potential evapotranspiration (PET), and with the continuous security of the smonitza with humidity at the level of its retention capacity, the soil is missing 41 mm of water. There is also a surplus of water from October to April, a total of 252 mm. The scheme foresees a total of two watering, in May, 10 mm and June 31 mm.

Key words: water needs, irrigation, climate, smonitza, barley

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia (gordasek@kg.ac.rs);

²University of Priština, Faculty of Agriculture-Lešak, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Serbia.

BILANS NADIZDANSKE ZONE PSEUDOGLEJA NA PODRUČJU M. S. KRALJEVO

*Gordana Šekularac¹, Nebojša Gudžić², Milena Đurić¹, Miroљjub Aksić²,
Aleksandar Đikić²*

Izvod: Rezultat bilansa vode nadizdanske zone pseudogleja tokom dve godine proučavanja na području meteorološke stanice Kraljevo, usled neregulisanog vodnog režima, su godišnji, kao i mesečni manjkovi i viškovi vode. Godišnji manjkovi vode iznose 140 mm, tj. 167 mm, raspoređeni po mesecima tokom jula, avgusta i septembra. Viškovi vode postoje u količini od 211 mm, tj. 35 mm, raspoređeni od januara do maja. Rezultat bilansa vode ukazuje na potrebu primene navodnjavanja i odvodnjavanja pseudogleja.

Ključne reči: vodni bilans, pseudoglej, navodnjavanje, potrošnja vode, klima

Uvod

Imajući u vidu sve veće potrebe svetskog stanovništva za hranom, potrebno je povećati njenu proizvodnju, i to povećanjem prinosa i/ili setvenih površina. U tome, obezbeđenju biljaka potrebnom količinom vode pripada prioritarna važnost. Nedostatku vode doprinosi sve veća potrošnja vode, zagađivanje površinskih, podzemnih i atmosferskih voda, kao i problemi globalne promene klime.

U tehničko-tehnološkom i agronomsko-biološkom procesu poljoprivredne proizvodnje veoma je značajna primena navodnjavanja. Prema Bošnjak-u (1982), u uslovima navodnjavanja treba održavati optimalnu vlažnost zemljišta, koja varira usled režima padavina, vrste poljoprivredne kulture, itd.

Za potrebe biljaka za vodom (potencijalna evapotranspiracija-PET), u cilju njihovog normalnog rasta i razvika, na lokacijama na kojima se navodnjava, neophodno je analizirati prirodne uslove lokalnog područja, najpre uslove životne sredine, zemljišta i prirodnog doticaja vode od padavina.

Za obračun PET su u upotrebi brojne metode koje, u najboljem smislu, aproksimiraju prosečne vrednosti potencijalne evapotranspiracije (PET). To su, uglavnom, empirijske metode, zasnovane na regionalnom odnosu evapotranspiracije i klimatskih uslova (Stojiljković i sar., 2001). Analiza padavina tokom letnjih meseci ukazuje na redovnost suše u Srbiji (Bošnjak, 1996). Po Savić-u i Salvai-u (1996), nedostatak padavina se smatra osnovnim faktorom početka suše.

Vrednosti PET i količine padavina, osnova su bilansa zone aeracije (nadizdanske zone, nesaturisane zone), tj. definisanja manjkova i viškova zemljišta proučavanog područja. Obračunati deficiti i suficiti vode, osnova su za navodnjavanje, tj. odvodnjavanje, što je i cilj ovog rada.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija (gordasek@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet-Lešak, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Srbija.

Materijal i metode rada

Za srednju godišnju temperaturu vazduha i za srednju temperaturu vazduha tokom vegetacionog perioda (sa klimatskog aspekta), tokom 2016. i 2017. godine, područja Kraljevo, poslužili su podaci srednjih mesečnih temperatura vazduha (Statistički godišnjak, 2018). Po podacima Statističkog godišnjaka (2018), sume mesečnih padavina meteorološke stanice (m. s.) Kraljevo, za 2016. i 2017. godinu, poslužile su za prikaz suma padavina na godišnjem i na vegetacionom nivou.

Izvor prosečnih mesečnih vrednosti potencijalne evapotranspiracije (PET) za m. s. Kraljevo je Republički hidrometeorološki zavod (1971-2000).

Bilans vode pseudogleja područja Kraljevo je izvršen po metodi Thornthwaite-a (Dragović, 2000).

Tokom proračuna bilansa vode, pretpostavljeno je da pseudoglej sadrži rezervu lakopristupačne vode (RLPV) od 100 mm u zoni rizosfere. Smatra se da je evapotranspiracija prilično stabilna do te rezerve vode. Kada se rezerva vode iskoristi, ostatak količine padavina predstavlja njen višak (suficit), koji se odvodi iz zemljišta odvodnjavanjem. Ukoliko vode nema u zemljištu do limita rezerve lakopristupačne, tada vlada njen manjak, tj. deficit, tada se pristupa navodnjavanju.

Rezultati istraživanja i diskusija

Geografski položaj Kraljeva pruža povoljne uslove za biljnu proizvodnju. Raznolikosti prirodnih resursa doprinosi i postojanje različitih zemljišta na području Kraljeva. Jedan od tipova je pseudoglej, zemljište loše produktivne sposobnosti usled neuređenog vodno-vazdušnog režima.

Struktura teritorije grada Kraljevo, po nameni, obuhvata poljoprivredno zemljište (47,4%), šume (46,8%) i ostalo (5,8%). U okviru korišćenog poljoprivrednog zemljišta, oranice i bašte čine 42,15%, livade i pašnjaci 46,45%, voćnjaci 9,30%, okućnice 1,07%, vinogradi 0,02% i ostali stalni zasadi 0,01%.

Područje Kraljeva se odlikuje umerenokontinentalnom klimom koja je, usled blizine planina, pod uticajem visijskog momenta (Tanasijević i sar., 1966).

Temperature vazduha utiču na potrošnju vode od strane biljaka, tj. na veličinu potencijalne evapotranspiracije (PET), koja je njima izazvana.

Srednja godišnja temperatura vazduha područja meteorološke stanice (m. s.) Kraljevo za 2016. godinu iznosi 12,2°C, a tokom perioda vegetacije, srednja temperatura vazduha je 18,7°C (Tab. 1). Jul je 2016. godine najtopliji, sa srednjom temperaturom vazduha 23,2°C, a zatim jun, sa prosečnom temperaturom 21,3°C (Tab. 1). Najmanja srednja mesečna temperatura vazduha je u januaru 2016. (-0,1°C). Tokom 2017. godine, srednja godišnja temperatura vazduha iznosi 12,4°C, a za period vegetacije, 19,3°C (Tab. 1). U 2017. godini, u avgustu je bila najveća temperatura vazduha, srednja mesečna 24,2°C (Tab. 1). Slično je i sa temperaturom vazduha u julu (24,0°C). Najmanja srednja mesečna temperatura vazduha 2017. godine je u januaru, -5,0°C (Tab. 1).

Tabela 1. Srednje mesečne, vegetaciona i srednja godišnja temperatura vazduha (°C) za Kraljevo (2016 i 2017)

Table 1. Mean monthly, growing season and mean annual air temperatures (°C) for Kraljevo(2016 and 2017)

Godina Year	Meseci Months												Vegetaciona Growing season	Srednja godišnja Mean annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2016.	-0,1	8,8	7,8	14,1	15,5	21,3	23,2	20,6	17,6	10,6	6,8	0,0	18,7	12,2
2017.	-5,0	4,5	10,3	11,3	16,2	22,4	24,0	24,2	17,7	11,9	6,8	4,0	19,3	12,4

Godišnja suma padavina 2016. godine iznosi 835 mm, vegetaciona 367 mm, a za 2017. godinu, godišnja suma je 702 mm, a vegetaciona 346 mm (Tab. 2). Najviše padavina 2016. godine realizovano je u martu (158 mm) i maju (136 mm), Tab. 2. Najkišovitiji mesec 2017. godine je oktobar (133 mm). U maju 2017. godine, 100 mm padavina palo je na površinu zemljišta Kraljeva (Tab. 2).

Tabela 2. Mesečne, vegetaciona i godišnja suma padavina (mm) za Kraljevo (2016 i 2017)

Table 2. Monthly, growing season and annual rainfall (mm) for Kraljevo (2016 and 2017)

Godina Year	Meseci Months												Vegetaciona Growing season	Godišnja Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2016.	86	53	158	40	136	49	29	63	50	84	78	9	367	835
2017.	22	35	58	82	100	56	35	29	44	133	52	56	346	702

Veličina potencijalne evapotranspiracije, tj. njene srednje vrednosti područja Kraljeva su najveće tokom letnjih meseci, i to u julu (127 mm), avgustu 114 mm, junu 113 mm, kao i tokom maja 100 mm (Tab. 3). Prosečna PET za vegetacioni period iznosi 604 mm, a srednja godišnja PET je 782 mm (Tab. 3) (Republički hidrometeorološki zavod, 1971-2000), Najniže vrednosti PET su u januaru (15 mm) i decembru, 16 mm (Tab. 3).

Tabela 3. Srednje mesečne, vegetaciona i godišnja vrednost potencijalne evapotranspiracije (PET) (mm) za Kraljevo (1971-2000)
 Table 3. Means monthly, growing season and annual potential evapotranspiration (PET) (mm) for Kraljevo (1971-2000)

Parametar <i>Parameter</i>	Meseci <i>Months</i>												Srednja vegetaciona <i>Mean growing season</i>	Srednja godišnja <i>Mean annual</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
PET, mm <i>PET, mm</i>	15	24	50	73	100	113	127	114	77	48	25	16	604	782

Rezultat bilansa vode nadizdanske zone pseudogleja područja Kraljevo su manjkovi i viškovi vode (Tab. 4).

Tabela 4. Manjkovi i viškovi vode u pseudogleju (mm), Kraljevo (2016 i 2017)
 Table 4. Water deficit and water surplus in the pseudogley (mm), Kraljevo (2016 and 2017)

Parametar <i>Parameter</i>	Meseci <i>Months</i>												Godišnja <i>Annual</i>	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2016.														
Manjak vode, mm <i>Water deficit, mm</i>								62	51	27				140
Višak vode, mm <i>Water surplus, mm</i>	71	29	108		3									211
2017.														
Manjak vode, mm <i>Water deficit, mm</i>								49	85	33				167
Višak vode, mm <i>Water surplus, mm</i>	7	11	8	9										35

Manjkovi vode u pseudogleju su prisutni od jula do septembra tokom obe istraživačke godine (2016. i 2017.). Tokom 2016. godine, manjak vode od ukupno 140 mm, iznosi: u julu 62 mm, avgustu 51 mm i septembru 27 mm (Tab. 4). Tokom 2017. godine, u

pseudogleju nedostaje 167 mm vode (u julu 49 mm, avgustu 85 mm i septembru 33 mm), Tab. 4.

Odvodnjavanje je hidromeliorativna mera koja treba da se primeni na pseudogleju Kraljeva, a na osnovu proračuna baziranog na bilansu vode u njemu, i to: 2016. godine, 211 mm, a 2017., 35 mm (Tab. 4). Po mesecima, višak vode u pseudogleju 2016. godine pojavio je u januaru (71 mm), februaru (29 mm), martu (108 mm) i maju (3 mm), Tab. 4. Po proračunu, 2017. godine odvodnjavanje je potrebno izvesti u januaru (7 mm), februaru 11 mm, martu 8 mm i aprilu 9 mm (Tab. 4).

Zaključak

Na osnovu dvogodišnjih analiziranih klimatskih parametara područja Kraljevo, rezultat bilansa vode pseudogleja je da su evidentni kako manjkovi, tako i viškovi vode u njemu. Tokom prve godine analize, usled manje temperature vazduha u odnosu na drugu godinu analize, kao i veće sume padavina, pojavio značajno veći višak vode u zemljištu (za 176 mm). U drugoj godini, analiza ukazuje da se usled većih temperatura vazduha, manje sume padavina, u odnosu na prvu godinu analize, u pseudogleju pojavio nešto veći manjak vode (za 27 mm).

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta T.R. 31054 i T.R. 31092, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

- Bošnjak Đ. (1996). Fenomen suše-povremen, redovan ili posledica klimatskih promena. *Zbornik kratkih sadržaja Internacionalnog simpozijuma "Susa i biljna proizvodnja"*, Jevtić S. (ed.), 36. Lepenski Vir, SRJ: Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Beograd.
- Bošnjak Đ. (1982). Evapotranspiracija sa slobodne vodene površine kao osnova zalivnog režima i njen odnos prema ETP kukuruza i soje. Doktorska disertacija. Novi Sad, SFRJ: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Dragović, S. (2000): Metoda Thornthwaite-a. *Navodnjavanje*, Ćirović M. (ed.), 111-118. Novi Sad, Republika Srbija: Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo.
- Republički hidrometeorološki zavod (2019). Podaci o vrednostima potencijalne evapotranspiracije za Kraljevo, za period 1971-2000. Beograd, Republika Srbija.
- Savić R., Salvai A. (1996). Periodičnost padavina kao faktor analize suše. *Zbornik kratkih sadržaja Internacionalnog simpozijuma "Susa i biljna proizvodnja"*, Jevtić S. (ed.), 50. Lepenski Vir, SRJ: Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Beograd.
- Statistički godišnjak (2018). Podaci o temperaturama vazduha i padavinama za meteorološku stanicu Kraljevo za 2016. i 2017. godinu. Beograd, Republika Srbija: Republički zavod za statistiku.

Stojiljković D., Nešković-Zdravić V., Rajić M., Šekularac, G. (2001). Bilans nadizdanske zone na području m. s. Vršac. Agroznanje, god. II, br. 1: 139-148.
Tanasijević Đ., Antonović G., Aleksić Ž., Pavićević N., Filipović Đ., Spasojević M. (1966). Klima. *Pedološki pokrivač zapadne i severozapadne Srbije*, Tanasijević Đ. (ed.), 26-35. Beograd-Topčider, SR Srbija: Institut za proučavanje zemljišta.
<http://www.kraljevo.rs/privreda/lokalna-ekonomija/poljoprivreda/>

BALANCE OF UNSATURATED ZONE OF THE PSEUDOGLEY AT AREA OF M. S. KRALJEVO

Gordana Šekularac¹, Nebojša Gudžić², Milena Đurić¹, Miroljub Aksić², Aleksandar Đikić²

Abstract

The result of the water balance of the pseudogley unsaturated zone during the two years of study in the Kraljevo meteorological station, due to the unregulated water regime, are annual as well as monthly deficits and surplus of water. Annual water deficits are 140 mm, i.e. 167 mm, arranged by months during July, August and September. There are surplus water in the amount of 211 mm, i.e. 35 mm, distributed from January to May. The result of the water balance indicates the need for irrigation and drainage of pseudogley.

Key words: water balance, pseudogley, irrigation, water consumption, climate

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia (gordasek@kg.ac.rs);

²University of Priština, Faculty of Agriculture-Lešak, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Serbia.

SPECIJSKE RAZLIKE U AKUMULACIJI I DISTRIBUCIJI METALA IZMEĐU *STENACTIS ANNUA* (L.) NESS I *HEILANTUS TUBEROSUS* L.

Gorica Đelić^{1,1}, Siniša Timotijević², Milica Novaković³, Snežana Branković⁴,
Zoran Simić⁵

Izvod: U cilju utvrđivanja stepena specijskih razlika u usvajanju i distribuciji metala *Stenactis annua* (L.) Ness i *Heilantus tuberosus* L određena je količina metala Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, Cr, Ca, Mg u zemljištu i u podzemnim i nadzemnim organima ispitivanih vrsta. Rezultati su pokazali da vrsta *S. annua* akumulira veće količine Mn, Fe, Zn i Cr u odnosu na vrstu *H. tuberosus*. Biokonzentracioni faktor veći od 1 konstatovan je kod *S. annua* za Zn a kod *H. tuberosus* za Cu. Na osnovu rezultata analize varijanse možemo zaključiti da postoji vrlo visoka statistički značajna razlika u sadržaju ispitivanih metala između *H. tuberosus* i *S. annua*.

Ključne reči: metali, akumulacija, *H. tuberosus*, *S. annua*

Uvod

Apsorpcija teških metala od strane biljaka zavisi od genetske konstitucije biljke, osobina zemljišta, od klimatskih uslova. Otuda je individualni, specijski i intraspecijski diverzitet značajna komponenta u razmatranju problema usvajanja teških metala.

Stenactis annua (L.) Ness (krasolika), je izuzetno agresivna alohtona korovska vrsta (Vrbničanin et al. 2004) u flori Srbije.

Heilantus tuberosus L., čičoka, adventivna vrsta iz fam Asteraceae je veoma invazivan korov na prostoru Srbije (Vrbničanin et al., 2004). Krtola se koristi za ishranu ljudi jer sadrži korisne nutritivne (Judprasong et al., 2018) a ima i antioksidativnu aktivnost zbog sadržaja polifenolnih i flavonoidnih jedinjenja (Mašković et al., 2017). Rezultati istraživanja pokazali su da ova vrsta ima sposobnost apsorpcije teških metala koja zavisi od pH reakcije zemljišta (Willscher et al., 2017). Antonkiewicz i sar. (2018) su utvrdili da postoje značajne razlike u usvajanju teških metala iz zemljišta između „Rubik“ i „Albik“ sorti jeruzalemske artičoke dok su Long i sar. (2013) ukazali da genotip određuje efikasnost fitoekstrakcije artičoke i da genotip NI5 ima veću biljnu biomasu i veću akumulaciju Cd u tkivima nego NI2.

Cilj istaživanja je da se utvrde specijske razlike između invazivnih korovskih vrsta *Stenactis annua* (L.) Ness i *Heilantus tuberosus* L., a na osnovu usvojenih količina teških metala i njihove distribucija u biljnim organima.

Materijal i metode rada

^{1,2,3,4,5} Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

Biljni materijal *H. tuberosus*, i zemljište prikupljeni su sa lokaliteta Preljina, (43°55'07" SGŠ; 20°13'17" IGD) a vrsta *S. annua* i zemljište sa lokaliteta Trbušani (43°90'43" SGŠ; 20°33'14" IGD). Podzemni i nadzemni delovi sakupljenih biljnih vrsta i uzorkovana zemljišta sušeni su prirodno u hladu a zatim su samleveni. Biljni materijal je podvrgnut mokroj digestiji. Razaranje zemljišta je vršeno azotnom i perhlornom kiselinom. U zemljištu i uzorcima nadzemnih i podzemnih biljnih organa, određivane su koncentracije Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, Cr, Ca, Mg na Atomskom spektrofotometru (PerkinElmer Company Model 3300/96) principom atomsko-apsorpcione plamene fotometrije, na Prirodno-matematičkom fakultetu u Kragujevcu. Svaki uzorak je očitao u šest ponavljanja, nakon čega je izračunata srednja vrednost i standardna devijacija. Koncentracije metala u biljnom materijalu i zemljištu izražene su u mg kg⁻¹ suve materije.

Biokoncentracioni faktor (BCF) korišćen je za utvđivanje akumulacije metala iz zemljišta u korenu biljaka (Malik et al., 2010) a translokacioni faktor (TF) za analizu translokacije metala iz korena u nadzemne delove biljke. Akumulacija postoji ukoliko je BCF>1 a efikasna translokacija metala se odvija kada je TF>1. Razlike u koncentracijama metala u biljkama, kao i između zemljišta i biljaka određivane su metodom analize varijanse (One-Way Anova) za nivo značajnosti p<0,05. Statistička značajnost je određena pomoću Pearson-ovog korelacionog koeficijenta. (Temple, 2006.). Statistička obrada rezultata urađena je pomoću verifikovanog programa SPSS statistika (SPSS 16 for Windows)

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati istraživanja (Tabela 1) pokazuju da sem Ni, količine analiziranih metala u ispitivanim zemljištima ne prelaze maksimalno dozvoljene količine propisane Pravilnikom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja (Službeni glasnik RS, br. 23/94). Na osnovu konstatovanih količina u zemljištu sa lokaliteta Preljina sve metale možemo da poredamo u niz Fe >Ca >Mg >Mn >Ni >Cr >Zn>Cu a u zemljištu sa lokaliteta Trbušani Fe> Mg >Ca >Mn >Cr >Ni >Zn >Cu.

Dobijeni rezultati ukazuju da vrsta *S. annua* akumulira veće količine Mn, Zn u odnosu na vrstu *H. tuberosus* a manje Fe, Mg i Cr. U korenu *S. annua* konstatovane su najveće količine Ni, Fe, Zn i Cr, u listu Mn, Ca i Mg dok cvet sadrži najveće količine Cu. Podzemni organi *H. tuberosus* sadrže najveće količine Mn, Ni, Cu i Cr a listovi Fe, Zn, Ca i Mg.

Opseg normalnih koncentracija u biljkama za Cu je od 5-30, za Zn je 27-150, za Ni je 1-5, za Fe je 30-900 mg kg⁻¹ (Antonijević i dr., 2012), za Mn 15-150 mg kg⁻¹ (Kastori et al., 1997). *H. tuberosus* sadrži veće količine Ni i Fe (tab.1) što je svrstava u tolerantne vrste prema ovim metalima.

Niske vrednosti BCF ukazuju da je biodostupna koncentracija većine analiziranih metala u ispitivanim zemljištima najverovatnije bila mala. Vrednosti BCF > 1 ukazuju na dobru akumulaciju određenih elemenata u korenu. *H. tuberosus* u korenu akumulira Cu i Cr dok *S. annua* u korenu akumulira Zn (Tabela 2).

Translokacioni faktor ukazuje na prirodni proces transportovanja metala koji se odvija u smeru od korena prema nadzemnim delovima biljke. Za analizirane metale

utvrđena je kod *H. tuberosus* efikasna translokacija (Tabela 3) i to za Fe i Mg iz korena u lišće i cvetove a za Zn i Ca iz korena samo u lišće.

Tabela 1. Sadržaj ispitivanih metala [mgkg⁻¹] u zemljištu i proučavanim biljkama
 Table 1. The content of investigated metal [mg kg⁻¹] in the soil and researched plants

Biljka		Mn	Ni	Fe	Cu	Zn	Cr	Ca	Mg
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Rizom rizoma	32.3 ±1.0	9.9 ±0.2	833 ±23	27.2 ±0.5	21.3 ±1.7	101.4 ±9.3	12298 ±144	3934 ±58
	Stablo stem	12.1 ±0.6	1.0 ±0.09	155 ±8	11.1 ±0.6	12.4 ±0.9	58.0 ±5.8	5829 ±76	2890 ±32
	List leaf	30.2 ±0.9	3.9 ±0.2	2727 ±32	10.0 ±0.4	41.2 ±2.1	63.5± 7.2	22413 ±187	11195 ±132
	Cvet flower	7.7 ±0.2	9.1 ±0.2	1046 ±32	10.5 ±0.5	17.1 ±1.0	70.2 ±6.4	12126± 124	5220 ±56
Zemljište soil	220.1 ±1.5	129.6 ±1	26766.3 ±82	9.43 ±0.5	35.5 ±0.8	110.1 ±2.3	26500.3 ±112	19294.3 ±80.3	
<i>Stenactis annua</i> (L.) Ness	Koren root	57.8 ±0.8	7.5± 0.2	274.3 ±16	11.9 ±0.6	45.8 ±2.2	13.4 ±8.1	7859 ±27	2175 ±22
	Stablo stem	14.1 ±0.2	0.81± 0.03	249.3 ±22	3.4 ±0.3	16.0 ±1.0	9.52 ±6.6	11913 ±19	1496 ±19
	List leaf	61.5 ±1.0	6.9 ±0.3	121.4 ±11	11.7 ±0.3	39.1 ±1.8	7.9. ±5.9	21294 ±25	5424 ±55
	Cvet flower	37.2 ±0.8	3.2 ±0.1	128.4 ±15	24.8 ±0.7	18.2 ±0.8	6.89 ±6.7	17562 ±24	4895 ±45
Zemljište soil	315.8 ±2.8	109.7 ±1.3	36490.4 ±151	21.1 ±0.2	44.5 ±0.1	165.3 ±1.4	14558.2 ±136	18578.6 ±98.3	
MDK u zemljištu		2000	50	50000	100	300	1000		

MDK – Maksimalno dozvoljena koncentracija, Službeni glasnik Republike Srbije br. 23/94

Tabela 2. Biokoncentracioni faktor (BCF)

Table 2. Bioconcentration factor

	Mn	Ni	Fe	Cu	Zn	Cr	Ca	Mg
<i>H. tuberosus</i>	0.14	0.07	0.03	2.88*	0.6	1*	0.46	0.20
<i>S. annua</i>	0.18	0.06	0.007	0.56	1.02*	0.08	0.53	0.11

Kod vrste *S. annua* konstatovana je efikasna translokacija Mn iz korena u listove, Ca i Mg iz korena u lišće i cvetove a Cu samo u cvetove.

Rezultati analize varijanse (Tabela 4) između koncentracija metala u biljnim vrstama *H. tuberosus* i *S. annua* pokazali su da postoji vrlo visoko statistički značajna razlika u sadržaju ispitivanih metala između jedinki ispitivanih vrsta.

Rezultati dobijeni metodom analize varijanse pokazuju da postoje statistički vrlo visoko značajne razlike u sadržaju metala između odabranih vrsta i zemljišta (Tabela 5).

Tabela 3. Translokacioni faktori (TF)
Table 3. Translocation factors (TF)

Biljka		Mn	Ni	Fe	Cu	Zn	Cr	Ca	Mg
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Stablo-stem	0.37	0.1	0.19	0.40	0.58	0.57	0.47	0.73
	List-leaf	0.93	0.39	3.27*	0.36	1.93*	0.62	1.82*	2.84*
	Cvet-flower	0.23	0.92	1.17*	0.38	0.80	0.69	0.98	1.32*
<i>Stenactis annua</i> (L.) Ness	Stablo-stem	0.24	0.1	0.09	0.28	0.35	0.70	1.51*	0.68
	List-leaf	1.06*	0.9	0.04	0.98	0.85	0.58	2.7*	2.49*
	Cvet-flower	0.64	0.42	0.04	2.08*	0.40	0.51	2.23*	2.25*

Tabela 4. Analiza varijanse između koncentracije metala u biljnim vrstama *H. tuberosus* i *S. annua*
Table 4. Variance analysis between metals concentrations in plant species *H. tuberosus* and *S. annua*

	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Stenactis annua</i>		
	F	p	F	F
Mn	8763,7	***	18787,1	***
Ni	12249,3	***	5701,2	***
Fe	3622,4	***	7645,3	***
Cu	3947,1	***	7673,5	***
Zn	7820,1	***	14167,6	***
Cr	11267,2	***	1061,6	***
Ca	5979,4	***	84027,4	***
Mg	67784,1	***	40563,3	***

p>0.05 – nije značajno; p<0.05 – značajno; p<0.01 – vrlo značajno; p < 0.001 – vrlo visoko značajno (***)

Vrednosti koeficijenta korelacije između koncentracija metala u ispitivanim biljnim vrstama (Tabela 6) su pokazale da postoji pozitivna korelativna veza (vrednosti od 0 do 1 ukazuju na pozitivnu povezanost). Porast jedne varijable praćen je porastom druge varijable u sadržaju cinka svih ispitivanih organa *H. tuberosus*, a negativna korelacija (vrednosti od -1 do 0) ukazuju na negativnu povezanost. Postoji jaka pozitivna korelativa u sadržaju Mn svih ispitivanih organa *S. annua*.

Tabela 5. Analiza varijanse između koncentracija metala u biljnim vrstama *H. tuberosus* i *S. annua* i u zemljištu

Table 5. Variance analysis between metal concentrations in plant species *H. tuberosus* and *S. annua* and in the soil

	<i>Heilanthus tuberosus</i>		<i>Stenactis annua</i>	
	F	p	F	F
Mn	33195,3	***	63897,6	63897,6
Ni	10883,1	***	4152,9	4152,9
Fe	5973,1	***	16694,5	16694,5
Cu	5085,8	***	9428,7	9428,7
Zn	1105	***	24517,6	24517,6
Cr	48353,4	***	3724,7	3724,7
Ca	5724,8	***	76518,5	76518,5
Mg	101123,3	***	65280,3	65280,3

p>0.05 – nije značajno; p<0.05 – značajno; p<0.01 – vrlo značajno; p < 0.001 – vrlo visoko značajno (***)

Tabela 6. Vrednosti koeficijenta korelacije (r) između koncentracija metala u biljnim organima *H. tuberosus* i *S. annua*

Table 6. Correlation coefficient values (r) between metals concentrations in plant organs *H. tuberosus* and *S. annua*

		Mn	Ni	Fe	Cu	Zn	Cr	Ca	Mg
		r	r	r	r	r	r	r	r
<i>H.</i>		-0,334	-0,075	-0,968*	-0,47	0,512	0,592	-0,172	-0,397
<i>tuberosus</i>	stablo	-0,268	-0,682	-0,868*	0,465	0,74*	0,46	0,417	-0,901*
	list	-0,72	0,577	0,39	0,676	0,624	0,084	0,468	0,774*
	cvet	0,332	-0,591	-0,942*	-0,06	0,035	-0,106	-0,248	0,665
<i>S.</i>	koren	0,99*	0,71	0,604	0,572	0,076	-0,362	0,317	-0,65
<i>annua</i>	stablo	0,893*	0,248	0,339	-0,19	0,852*	-0,452	-0,422	0,811*
	list	0,884*	0,886*	-0,533	0,371	-0,248	-0,23	-0,164	-0,426
	cvet	0,891*	-0,657	0,571	-0,15	0,821*	-0,437	0,133	0,179

r – Pearson-ov koeficijent korelacije (0-0.3: nema korelacije; 0.3-0.5: slaba korelacija; 0.5-0.7: značajna korelacija; **0.7-0.9: jaka korelacija**)

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja sadržaja metala Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, Cr, Ca, Mg u biljnim organima *H. tuberosus* i *S. annua*, možemo zaključiti da *S. annua* ima veći akumulacioni potencijal za Mn, Zn a vrsta *H. tuberosus* za Fe, Mg i Cr. *H. tuberosus* u korenu akumulira Cu i Cr dok *S. annua* u korenu akumulira Zn. Postoji vrlo visoko statistički značajna razlika u sadržaju ispitivanih metala između jedinki *H. tuberosus* i *S. annua*.

Literatura

Antonijević M., Dimitrijević M., Milić S., Nujkić M., Metal concentrations in the soils and native plants surrounding the old flotation tailings pond of the Copper Mining and Smelting Complex Bor (Serbia), Journal of Environmental Monitoring, 14 (2012) 866-877.

- Antonkiewicz, J., Kołodziej, B., Jolanta Bielińska, E., Witkowicz, R., Tabor, S. (2018) *Using Jerusalem Artichoke to Extract Heavy Metals from Municipal Sewage Sludge Amended Soil*, Pol. J. Environ. Stud. 27(2):513–527
- Judprasong, K., Archeepsudcharit, N., Chantapiriyapoon, K., Tanaviyutpakdee, P., Temviriyankul, P. (2018). *Nutrients and natural toxic substances in commonly consumed Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber*. *Food Chem.* 238, 173-179.
- Kastori, R., Petrović, N. & Arsenijević-Maksimović, I. 1997. Heavy metals and plants. In: Kastori, R. (ed): *Heavy Metals in the Environment*, pp. 195–257
- Long, X., Ni, N., Wang, L., Wang, X., Wang, J., Zhang, Z., Rengel, Z., Liu, Z., Shao H. (2013). *Phytoremediation of Cadmium-Contaminated Soil by Two Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Genotypes*, Clean - Soil, Air, Water, Vol 41, No2. 202-209
- Malik N., Biwas AK., Qureshi TA., Borana K. (2010). *Bioaccumulation of heavy metals in fish tissues of a freshwater lake of Bhopal*. – *Environ. Monit. Assess.*, 160: 267-276.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja, “Sl.glasnik RS” be 23/94
- Temple M., Filzmoser P., Reinannn A. (2006). *Cluster analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities*. Forschungsberich, Vienna University of Technology.
- Vrbničanin, S., Karadžić, B., Dajić-Stevanović, Z. (2004). *Adventivne i invazivne korovske vrste na području Srbije*, Acta Herbologica, Vol. 13, No. 1, 1-12
- Willscher, S., Jablonski, L., Fona, Z., Rahmi, R., Wittig, J. (2017). *Phytoremediation experiments with *Helianthus tuberosus* under different pH and heavy metal soil concentrations*, Hydrometallurgy, Volume 168, 153-158.

SPECIES DIFFERENCES IN ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF METALS BETWEEN *STENACTIS ANNUA* (L.) NESS I *HEILANTUS TUBEROSUS* L.

Gorica Delić^{1,1}, Siniša Timotijević², Milica Novaković³, Snežana Branković⁴, Zoran Simić⁵

Abstract:

In order to determine the degree of species differences in adoption and distribution of metals between *Stenactis annua* (L.) Ness and *Heilantus tuberosus* L., the quantity of Mn, Ni, Fe, Cu, Zn, Cr, Ca, Mg was determined in the soil and underground and overground organs of investigated species. The results showed that the *S. annua* species accumulates larger amounts of Mn, Fe, Zn and Cr relative to the species *H. tuberosus*. Bioconcentration factor greater than 1 was found in *S. annua* for Zn and *H. tuberosus* has bioconcentration factor greater than 1 for Cu. Based on the results of the variance analysis we can conclude that there is a very high statistically significant difference in the content of investigated metals between *H. tuberosus* and *S. annua*.

Key words: metals, accumulation, *H. tuberosus*, *S. annua*

^{1,2,3,4,5} Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

INTRASPECIJSKE RAZLIKE AKUMULACIJE I DISTRIBUCIJE METALA U JEDINKAMA VRSTE *SALIX PURPUREA* L. SA RAZLIČITIH LOKALITETA

Gorica Đelić¹, Siniša Timotijević², Milica Novaković³, Zoran Simić⁵

Izvod: Zagađenje zemljišta teškim metalima je važan ekološki problem. Iako toksičnost metala ograničava rast osetljivih vrsta, neke biljke su razvile toleranciju na povišene nivoe teških metala. Cilj preliminarnih istraživanja bio je da se utvrde intraspecijske razlike u usvajanju i akumulaciji metala (Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn) u jedinkama *Salix purpurea* L. iz dve populacije (Zahumsko i Moravac) kako bi se odredila granica intraspecijske tolerantnosti na količinu metala u zemljištu. Za određivanje metala u zemljištu i biljnom materijalu koristili smo atomsku apsorpcionu spektrofotometriju. Određivan je bioakumulacioni koeficijent, a razlike u koncentracijama metala u biljkama, kao i između zemljišta i biljaka, određivane su metodom analize varijanse (One-Way Anova). Veća količina metala zabeležena je u biljnim organima iz populacije sa lokaliteta Moravac u odnosu na iste sa lokaliteta Zahumsko. Statistički su vrlo visoko značajne razlike u sadržaju metala kod jedinki ispitivane vrste sa različitih lokaliteta.

Ključne reči: *S. purpurea* L., akumulacija, metali, intraspecijske razlike

Uvod

Biljke različitim intenzitetom usvajaju i akumuliraju teške metale. Razlike su naročito uočljive kod biljaka koje rastu na staništima prirodno bogatim, ili antropogenim putem zagađenim teškim metalima. Vrste roda *Salix* imaju veliki potencijal usvajanja i akumulacije teških metala, ali i druge kontaminirajuće materije kao što su ugljovodonici, herbicidi i trihloroetileni iz zemljišta (Pietrini i sar., 2008.) što ih svrstava u grupu biljaka pogodnih za primenu u fitoremedijaciji (Miller i sar., 2011.)

Na zemljištima kontaminiranim teškim metalima u centralnoj Evropi rastu vrste *S. caprea*, *S. purpurea*, *S. fragilis*. Ove vrste tolerišu visoke nivoe Zn i Pb (Unterbrunner et al., 2007.) iako njihova akumulaciona svojstva ne postižu definisane vrednosti hiperakumulacionih biljnih vrsta. Robinson i sar. (2000.) ukazuju da pojedine jedinke imaju sposobnost da akumuliraju Zn i do 4500 mg kg⁻¹ u listu i 50 mg kg⁻¹. Otpornost vrba na prisustvo metala (Cu, Zn, Ni, Pb, Fe) i njihova sposobnost da akumuliraju znatne količine ovih polutanata u biljnom tkivu su dokumentovani u mnogim radovima, iz čijih rezultata proizilazi zaključak da je korišćenje ovih biljaka vrlo značajno i isplativo u ekstrakciji teških metala iz zagađenih sredina (Punshon i Dickinson, 1997.; Ali i sar., 1999.; Watson i sar., 2003.; Keller i sar., 2003.).

Biljke koje rastu na zemljištima bogatim teškim metalima postepeno razvijaju toleranciju na povišene nivoe teških metala. Evolucija tolerancije vodi ka nastajanju

^{1,2,3,4,5}Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

novih genotipova koji se odlikuju sposobnošću hiperakumulacije. U filogeniji skrivenosemenica evolucija visoke tolerancije metala nije ravnomerno zastupljena po taksonomskim grupama i pokazuje razlike ne samo između taksonomskih grupa, već čak i među populacijama iste vrste (Ernst 2006) što može da dovede do nastanka ekotipova.

Cilj istraživanja je utvrđivanje razlika u akumulaciji i distribuciji metala (Ca, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn) kod jedinki vrste *S. purpurea* sa različitih lokaliteta, kako bi se odredila granica intraspecijske tolerantnosti na količinu metala u zemljištu.

Materijal i metode rada

Za analizu sadržaja i distribuciju metala Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn prikupljene su izdanci sa listovima *S. purpurea*. Biljni materijali i zemljište su sakupljeni sa lokaliteta selo Zahumsko (35 km jugozapadno od Sjenice) i sa lokaliteta Čačak–Moravac.

Sakupljeni uzorci biljaka (izdanci i listovi) i zemljišta su sušeni na vazduhu u hladu nakon čega je materijal samleven. Za hemijske analize korišćen je samleven biljni materijal i prosejan zemljišni uzorak u određenoj količini (2 g biljnog materijala i 5 g zemljišta). Količina potrebnih uzoraka merena je na analitičkoj vagi sa tačnošću $\pm 0,1$ mg.

Uzorak biljnog materijala prenet je u balon po Kjeldalu gde je preleven sa 20 ml HNO₃, blago zagrevan (do 40° C) i ostavljen da prenoći. Sledećeg dana rastvor je zagrevan do blagog ključanja (blizu 120° C) i ostavljen da ključa dva sata. Rastvor smo uparili na trećinu zapremine. Nakon toga, rastvor je sklonjen sa grejnog tela, ostavljen da se ohladi, a zatim je dodato 2 ml conc. HClO₄. Rastvor se ponovo zagreva na temperaturi od 150° C a zatim uparava do pojave belih para. Kada je rastvor postao bistar, razaranje je završeno. Nakon razaranja, rastvor je filtriran u normalan sud od 50 ml. Da bi se postigla odgovarajuća kiselost sredine, u normalan sud u kome se nalazi rastvor dodato je 5 ml HCl u razmeri 1:1, i destilovana voda. Kasnije je sadržaj iz normalnog suda filtriran u plastične boce.

Uzorak zemljišta je prenet u porcelansku šolju i preleven sa 25 ml HCl u razmeri 1:1 a zatim zagrevan dva sata na temperaturi od 120° C. Nakon toga rastvor je filtriran u normalan sud zapremine 50 ml i dodata destilovana voda do te zapremine.

U zemljištu i uzorcima biljaka pripremljenim od grančica i listova određivane su koncentracije Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn na Atomskom spektrofotometru „Perkin Elmer 3300” principom atomske apsorpcione plamene fotometrije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Kragujevcu. Svaki uzorak je očitao u šest ponavljanja, nakon čega je izračunata srednja vrednost, standardna devijacija i određen bioakumulacioni koeficijent. Bioakumulacioni koeficijent je dobijen iz odnosa sadržaja metala u biljci i njihovog sadržaja u zemljištu (Kabata-Pendias, 2011.). Kod hiperakumulatora, ovaj faktor je uvek veći od 1. Sadržaji metala u biljnom materijalu i zemljištu izraženi su u mg kg⁻¹ suve materije.

Razlike u koncentracijama metala u biljkama, kao i između zemljišta i biljaka određivane su metodom analize varijanse (One-Way Anova) za nivo značajnosti $p < 0,05$. Takođe je određivana i statistička značajnost pomoću Pearson-ovog

korelacionog koeficijenta. Utvrđivano je da li postoji statistički značajna razlika u sadržaju metala između zemljišta i biljaka. Korelacioni koeficijent (r) je vrednovan kao: 0-0,3: nema korelacije; 0,3-0,5: slaba korelacija; 0,5-0,7: srednja korelacija; 0,7-0,9: visoka korelacija; 0,9-1,0: veoma visoka statistički značajna korelacija (Ward, 1963.; Brereton, 2003.; Temple, 2006.). Programa SPSS statistika (SPSS 16 for Windows) je korišćen za statističku obradu rezultata.

Rezultati istraživanja i diskusija

Analiza količine metala u ispitivanim zemljištima (Tabela 1.) pokazuje da zemljište sa lokaliteta Moravac sadrži Fe u koncentraciji većoj od MDK, a da je sadržaj Cr na oba lokaliteta veći za 3,3 (Zahumsko) i 5,3 puta (Moravac) od MDK. Količine Cr, Cu, Mn, Zn u oba ispitivana zemljišta su ispod MDK, a sadržaj Cd je bio ispod granica detekcije. Zemljište sa lokaliteta Zahumsko sadrži za 1,8 puta manje Fe, za 1,4 puta manje Zn, za 1,6 puta manje Cr, za 8,9 puta manje Mg, za 3,7 puta manje Ca, a za 1,9 puta više Mn nego zemljište sa lokaliteta Moravac. Ovakve razlike u količini metala u ispitivanim zemljištima ukazuju da se vrsta *S. purpurea* odlikuje širokom ekološkom valencom za sadržaj metala u zemljištu na kome uspeva. Na osnovu količine, ispitivane metale u zemljištu sa lokaliteta Moravac možemo da poredjamo u niz: $Mg > Fe > Ca > Cr > Mn > Zn > Cu$, a u zemljištu sa lokaliteta Zahumsko $Fe > Mg > Ca > Mn > Cr > Zn > Cu$.

Donje granična vrednosti toksičnosti mangana za biljke je 80 mg kg^{-1} (Le Bot i sar., (1996.)) Količina mangana nađena u izdancima i listovima *S. purpurea* sa oba lokaliteta (Tabela 2) je ispod granične vrednosti toksičnosti. Biljka sa lokaliteta Moravac sadrži veće količine mangana u odnosu na biljku sa lokaliteta Zahumsko.

Količina gvožđa je kod ispitivane vrste u okviru graničnih vrednosti ($50\text{-}1000 \text{ mg kg}^{-1}$ (Kabata-Pendias, 2011.)) i kretala se od $169,6 \text{ mg kg}^{-1}$ (izdanci sa lokaliteta Zahumsko) do 509 mg kg^{-1} (list sa lokaliteta Zahumsko).

Rezultati istraživanja su pokazali da je količina usvojenog bakra kod jedinki sa oba lokaliteta (tabela 2) u okviru graničnih vrednosti ($5 \text{ do } 30 \text{ mg/kg}$) datih u literature za količinu bakra koje biljke usvajaju (Kastori i Petrović 1993.). Hakmaoui i sar. (2006.) su na osnovu eksperimenata biljnu vrstu *S. purpurea* definisali kao tolerantnu na Cu. U izdanku *S. purpurea* × *viminalis* Mleczeck i saradnici (2017) su detektovali $33,4 \text{ mg kg}^{-1}$ Cu što je daleko iznad koncentracija u našem istraživanju.

U izdancima *S. purpurea* sa oba lokaliteta su konstatovane približne količine cinka (27 mg kg^{-1} i $28,8 \text{ mg kg}^{-1}$) dok je u listu sa lokaliteta Moravac količina cinka veća za 1,9 puta ($70,5 \text{ mg kg}^{-1}$) u odnosu na količinu koja se nalazi u biljci sa lokaliteta Zahumsko ($37,4 \text{ mg kg}^{-1}$).

U genotipu *S. purpurea* ‘Nigra longifolia’ *pendula* izmereno je $118,55$ i $129,03 \text{ mg kg}^{-1}$ Zn, u *S. purpurea* ‘Utilissima’ konstatovano je $48,92$ i $53,27 \text{ mg kg}^{-1}$ cinka (Mleczeck i sar., 2009.). Koncentracije cinka u istraživanju koje smo sprovedli su manje u odnosu na koncentracije u ostalim studijama, a to se objašnjava time što je ispitivana nativna vrsta *S. purpurea*, a u ostalim studijama su korišćeni klonovi.

U biljnom materijalu količina hroma je od $18,7 \text{ mg kg}^{-1}$ (izdanci sa lokaliteta Zahumsko) do $21,3 \text{ mg kg}^{-1}$ (izdanci sa lokaliteta Moravac), što je za od 4,6 do 5,3 puta veće od gornje vrednosti sadržaja u biljkama (4 mg kg^{-1}).

Listovi biljaka sa lokaliteta Moravac sadrže 1,5 puta više Mn, 1,9 puta više Zn, 1,4 puta više Ca i 1,7 puta više Mg od listova sa lokaliteta Zahumsko. Izdanci *S. purpurea* sadrže približne količine metala osim Fe koga izdanci sa lokaliteta Moravac sadrže 2,8 puta više od izdanaka ispitivane vrste sa lokaliteta Zahumsko.

Dobijeni rezultati ukazuju da su listovi vrste *S purpurea* akumulirali veće količine ispitivanih metala u odnosu na izdanke. Na osnovu usvojenih količina metale možemo da poredamo u niz Ca>Mg>Fe>Mn>Zn>Cr>Cu kod jedinki sa oba lokaliteta.

Tabela 1. Količina Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Mg, Ca, u testiranom zemljištu (mg kg⁻¹)
 Table 1. The concentration [mg kg⁻¹ d.m] of Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Mg, Ca, in tested soil

metal <i>metal</i>	Moravac	MDK <i>MPC</i>	Moravac
	zemljište <i>soil</i>		zemljište <i>soil</i>
Mn	458,7±6,62	2000	231,2±7,41
Fe	27657,3±103,93	50000	51431,7±169,84
Cu	24,7±0,43	100	25,2±0,88
Zn	26,5±0,48	300	38,5±0,59
Cr	326,3±7,89	100	527,7±5,93
Mg	6242,8±105,61		55553,7±142,25
Ca	4131,7±36,71		15252±31,75

Tabela 2. Sadržaj metala u izdancima i listovima *S. purpurea* (mg kg⁻¹)
 Table 2. The concentration [mg kg⁻¹ d.m] of metals in twigs and leaves of *S. Purpurea*

metal <i>metal</i>	Zahumsko	Moravac	Zahumsko	Moravac
	Izdanci <i>twigs</i>		Listovi <i>leaves</i>	
Mn	24,1±0,48	29,3±0,36	47,4±0,26	70,7±0,39
Fe	169,6±1,14	478±1,13	509,2±1,00	412,9±0,58
Cu	2,5±0,46	3,1±0,05	3,7±0,07	4,1±0,06
Zn	27±0,37	28,8±0,19	37,4±0,31	70,5±0,39
Cr	18,7±0,27	21,3±0,39	19,4±0,17	17,2±0,34
Ca	8065±25,06	10071,8±38,14	17312,5±133,8	24217,3±74,24
Mg	4460±54,53	4608,3±64,7	2683,7±15,44	4628,8±55,91

Bioakumulacioni faktor je korišćen za procenu efikasnosti biljke u akumulaciji Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Mg, Ca i ukazuje na sposobnost biljaka da tolerišu i akumuliraju teške metale. U slučaju kada je vrednost bioakumulacionog koeficijenta veća od 1 tada se biljka svrstava u kategoriju hiperakumulatora prema kriterijumima za definisanje hiperakumulatora koje je opisao Brooks (1998).

Bioakumulacioni koeficijent (Tabela 3.) veći je od 1 za Ca i Zn u listovima sa oba lokaliteta i stablu sa lokaliteta Zahumsko. Ovakvi rezultati su u skladu sa podacima iz literature gde se navodi da je vrsta hiperakumulator za ove metale.

Tabela 3. Bioakumulacioni koeficijent *S. purpurea*
 Table 3. Values of bioaccumulation factor for *S. Purpurea*

Bilj. org./ zemlja <i>Plant org./soil</i>	Zahumsko	Moravac	Zahumsko	Moravac
	izdanci <i>twigs</i>		listovi <i>leaves</i>	
Mn	0,05	0,12	0,1	0,27
Fe	0,006	0,009	0,02	0,008
Cu	0,1	0,12	0,15	0,16
Zn	1,02*	0,75	1,4*	1,83*
Cr	0,06	0,04	0,06	0,03
Ca	1,95*	0,66	4,2*	1,59*
Mg	0,72	0,08	0,43	0,08

Analiza varijanse pokazuje da postoje statistički vrlo visoko značajne razlike u sadržaju metala između *S. purpurea* i zemljišta. Takođe postoji statistički značajna

razlika u sadržaju ispitivanih metala kod jedinki ispitivane vrste koje su uzorkovane sa različitih lokaliteta.

Vrednosti koeficijenta korelacije između koncentracija metala u biljnim organima i u zemljištu (Tabela 4.) pokazali su da postoji pozitivna korelacija kod jedinki sakupljenih sa lokaliteta Moravac. Vrlo jaka pozitivna korelacija je zabeležena u listu rakite sakupljene sa lokaliteta Moravac u sadržaju Mn. Jaka pozitivna korelacija je utvrđena u listu *S. purpurea* sa lokaliteta Zahumsko u sadržaju Cu i Zn, kao i u izdanku *S. purpurea* sa lokaliteta Moravac u sadržaju mangana. Izdanak *S. purpurea* sa lokaliteta Zahumsko ima negativnu korelaciju prema svim metalima (osim hroma). Jaka negativna korelacija je zabeležena u stablu *S. purpurea* sa lokaliteta Zahumsko u sadržaju Ca i Mg. Prema Cr obe vrste su imale pozitivnu korelaciju.

Tabela 4. Vrednosti koeficijenta korelacije (r) između koncentracija metala u biljnim organima *S. purpurea* sa različitih lokaliteta

Table 4. Coefficients of correlation values (r) between concentrations of metals in the soil and *S. Purpurea*

biljna vrsta <i>plant species</i>	biljni organ <i>plant organ</i>	Mn	Fe	Cu	Zn	Cr	Ca	Mg
		r	r	r	r	r	r	r
<i>S. purpurea</i> (Zahumsko)	izdanci <i>twigs</i>	-0,16	-0,42	-0,23	-0,25	0,38	-0,72*	-0,72*
	list <i>leaf</i>	-0,05	0,52	0,84*	0,8*	0,59	0,73	-0,53
<i>S. purpurea</i> (Moravac)	izdanci <i>twigs</i>	0,75*	0,41	0,66	0,63	0,46	0,11	0,11
	list <i>leaf</i>	1	0,29	0,04	0,05	0,22	0,09	0,28

r – Pearson-ov koeficijent korelacije (0-0,3: nema korelacije; 0,3-0,5: slaba korelacija; 0,5-0,7: značajna korelacija; 0,7-0,9: jaka korelacija; 0,9-1,0: vrlo jaka korelacija)

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja sadržaja metala Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni, Mg, Ca, Pb, Co u zemljištu, izdancima i listovima vrste *S. purpurea* možemo zaključiti da je za vrstu *S. purpurea* karakteristično da usvaja metale u sledećem nizu Ca>Mg>Fe>Mn>Zn>Cr>Cu, a da količina usvojenih metala zavisi od njihove količine u zemljištu. Listovi su akumulirali veće koncentracije metala u odnosu na izdanke. *S. purpurea* se odlikuje širokom ekološkom valencom za sadržaj metala u zemljištu na kome uspeva. Statistički su vrlo visoko značajne razlike u sadržaju metala kod jedinki ispitivane vrste sa različitih lokaliteta.

Razlike između ispitivanih populacija ukazuju na potrebu za daljim proučavanjem ekološke valence i tolerancije biljaka na metale sa fizioloških, biohemijskih, genetskih, ekoloških i drugih aspekata, kako bi se uočila eventualna diferencijacija vrste na ekotipove.

Literatura

- Ali M.B., Tripathi R.D., Rai U.N., Pal A., Singh S.P. (1999). Physico-chemical characteristics and pollution level of lake Nainital (U.P., India): Role of macrophytes and phytoplankton in biomonitoring and phytoremediation of toxic metal ions, *Chemosphere*, 39 (12), 2171-2182.
- Brooks R.R. (1998). *Plants that hyperaccumulate heavy metals*. 384 pp. Wallingford: CAB International.
- Brereton R.G. (2003). *Data analysis for the laboratory and chemical plant*. West Sussex, UK., John Wiley and Sons, Ltd., West Sussex.
- Ernst W. (2006) Evolution of metal tolerance in higher plants, *Forest Snow and Landscape Research* 80(3):251-274
- Hakmaoui A., Barón M., Ater M. (2006). Screening Cu and Cd tolerance in *Salix* species from North Morocco, *Environmental Biotechnology African Journal of Biotechnology*, 5 (13), 1299-1302.
- Kabata-Pendias A. (2011). *Trace elements in soils and plants*, 4th edition, , London, New York, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Ration.
- Kastori R., Petrović N. (1993). Teški metali i pesticidi u Zemljištima Vojvodine. Poljoprivredni fakultet i Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, 113-125.
- Keller C., Hammer D., Kayser A., Richner W., Brodbeck M., Sennhauser M. (2003). Root development and heavy metal phytoextraction efficiency: Comparison of different plant species in the field, *Plant Soil*, 249, 67-81.
- Le Bot J., Kirkby A.E., Van Beusichem L.M. (1996). Manganese toxicity in tomato plants. Effects on cation uptake and distribution, *J. Plant Nutr.*, 13(5), 513-525.
- Miller R.S., Khan Z., Doty S.L. (2011). Comparison of trichloroethylene toxicity, removal, and degradation by varieties of *Populus* and *Salix* for improved phytoremediation applications, *Journal of Bioremediation and Biodegradation*, 7, 2.
- Mleczek M., Rissmann I., Rutkowski P., Kaczmarek Z., Golinski P. (2009). Accumulation of selected heavy metals by different genotypes of *Salix*, *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 289-296.
- Mleczek M., Rutkowski P., Goliński P., Kaczmarek Z., Szentner K., Waliszewska B. & Szczukowski S. (2017). Biological diversity of *Salix* taxa in Cu, Pb and Zn phytoextraction from soil. *International journal of phytoremediation*, 19(2), 121-132.
- Pietrini F., De Angelis P., Scarascia Mugnozza G., Massacci, A. (2008). Physiological and growth responses to cadmium exposure in hydroponic culture of Salicaceae to select clones with phytoremediation ability, Dipartimento di scienze dell'ambiente forestale e delle sue risorse corso di dottorato di ricerca in ecologia forestale, Settore Scientifico Disciplinare – AGR/05.
- Punshon T., Dickinson N. (1997). Acclimation of *Salix* to metal stress, *New Phytologist*, 137, 303-314.
- Robinson B.H., Mills T.M., Petit D., Fung L.E., Green S.R. Clothier B.E. (2000). Natural and induced cadmium-accumulation in poplar and willow: Implications for phytoremediation, *Plant and Soil*, 227, 301-306.

- Temple M., Filzmoser P., Reinann A. (2006). *Cluster analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities*. Forschungsbericht, Vienna University of Technology.
- Unterbrunner R., Puschenreiter M., Sommer P., Wieshammer G., Tlustos P., Zupan M., Wenzel W.W. (2007). Heavy metal accumulation in tree growing on contaminated sites in Central Europe, *Environmental Pollution*, 148, 107-114.
- Ward J.H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Jour. Am. Stat. Assoc.*, 58, 236-244
- Watson C., Pulford, I.D., Riddell-Black D. (2003). Development of a hydroponic screening technique to assess heavy metal. *International Journal of Phytoremediation*, 5, 333-349.

INTERSPECIES DIFFERENCES OF ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF METALS IN SPECIES *SALIX PURPUREA* L. FROM DIFFERENT LOCALITIES

Gorica Đelić¹¹, Siniša Timotijević², Milica Novaković³, Zoran Simić⁴

Abstract:

Soil pollution by heavy metals is an important environmental problem. Although the toxicity of metals limits the growth of sensitive species, some plants have developed tolerance to a higher levels of heavy metals. The objective of preliminary research was to determine the interspecies differences in acceptance and accumulation of metals (Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn) in *Salix purpurea* L. from two populations (Zahumsko and Moravac) with goal to determine the limit of interspecies tolerance to the amount of metal in the soil. We used atomic absorption spectrophotometry to determine the quantity of metals in the soil and plant material. The bioaccumulation coefficient was determined, and differences in the concentration of metals in plants, as well as between soil and plants, were determined by variance analysis method (One-Vai Anova). A higher quantity of metal was recorded in plant organisms from the population of Moravac site compared to the same plants from Zahumsko locality. Statistically significant differences in the content of metals were found in *Salix purpurea* L. individuals from different sites.

Key words: *S. purpurea* L., accumulation, metals, interspecies differences

^{1,2,3,4,5}Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (gorica.djelic@pmf.kg.ac.rs);

PRISUSTVO MIKROMICETA U ZAPADNOJ MORAVI

Ivana Matović-Purić¹, Duško Brković², Tatjana Mihailov-Krstev³

Izvod: Cilj rada je utvrđivanje prisutnosti i izolovanje određenih vrsta mikromiceta na određenim lokalitetima Zapadne Morave. Rezultati istraživanja su pokazali prisustvo sledećih vrsta mikromiceta: *Aspergillus niger* (prvi lokalitet), *Trichoderma harzianum* i *Mucor plumbeus* (drugi lokalitet). Na trećem lokalitetu (500m od veštackog jezera ”Međuvršje”), ni jedna od pomenutih vrsta gljiva nije izolovana, što ukazuje na umeren stepen zagađenja rečne vode. Antropogeni uticaji usloveli su prisustvo ili odsustvo određenih vrsta mikromiceta.

Ključne reči: Zapadna Morava, *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum*, *Mucor plumbeus*.

Uvod

Vodotoci sliva Zapadne Morave izloženi su snažnim zagađenjima organskog (otpadne materije podložne biološkoj razgradnji) i neorganskog (suspendovani nanos, ispiranje jalovine, hemikalije i dr.) porekla (<http://www.hidmet.sr.gov.rs>).

Mikrobiološku zajednicu i druge hidrobionte ugrožava povećana upotreba deterdženata u domaćinstvima, koji dospevaju u otpadne vode i prirodne ekosisteme. (Chatuverdi i Kumar, 2010). Deterdženti i njihovi produkti dospevaju u životnu sredinu industrijskim i kanalizacionim otpadnim vodama, primenom pesticida ili odlaganjem otpadnog aktivnog mulja (Abu-Zreig *u cap.*, 2003).

Prirodni izolati mikromiceta koji su poreklom iz kanalizacionih i industrijskih otpadnih voda su prilagođeni na visoke koncentracije deterdženta, koje su letalne za većinu akvatičnih organizama.

Zagađenja vode predstavlja kontaminacije vodenih ekosistema izazvane različitim zagađivačima koji se direktno ili indirektno ispuštaju u vodu bez adekvatnog tretmana za uklanjanje štetnih materija. Posledice zagađenja vode ispoljavaju različite negativne uticaje na akvatične organizme i njihove zajednice (<http://www.ftn.kg.ac.rs>).

U zagađenju životne sredine važno mesto zauzimaju deterdženti. Potrošnja ovih hemijskih sredstava se svakim danom povećava u industriji i domaćinstvima. Zbog toga se preduzimaju naponi u pravcu eliminacije ili umanjenja njihovih štetnih dejstava.

Značajnu ulogu imaju naučna istraživanja većeg broja prirodnih nauka.

Mikromicete, kao potencijalni prečistači životne sredine, koriste otpadne materije (uključujući prisutne deterdžente i druge organske polutante) kao izvor ugljenika za svoje životne potrebe.

¹Medicinska škola, Episkopa Nikifora Maksimovića, Čačak, Srbija (ivana.matovic.puric@gmail.com)

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (ime.prezime@kg.ac.rs);

³Univerzitet u Nišu, Prirodno-Matematički fakultet, Višegradska 33, Niš, Srbija

Deterdženti i produkti njihove degradacije dospevaju u životnu sredinu, preko industrijskih i kanalizacionih otpadnih voda, primenom pesticida, kao i odlaganjem aktivnog uglja.

Materijal i metode rada

Istraživanja su obuhvatila dva segmenata:

1. Uzorkovanje površinske vode Zapadne Morave.

Vršeno je uzorkovanje vode sa tri lokaliteta Zapadne Morave tokom 2016 godine (datumi uzorkovanja - 25.4.2016, 20.08.2016. i 12.12.2016.).

Lokalitet a - površinska voda Zapadne Morave na mestu izlivanja kanalizacionih otpadnih voda u reku (kod SRC "Mladost").

Lokalitet b - površinska voda Zapadne Morave na mestu izlivanja industrijskih otpadnih voda (industrijska zona Čačak).

Lokalitet c - površinska voda Zapadne Morave, 500m nizvodno od veštackog jezera "Međuvrše" (zaštićeno područje Ovčarsko–Kablarske klisure).

2. Izolovanje i identifikacija različitih vrsta mikromiceta iz otpadnih voda.

Uzorci vode sa mešovitim kulturama mikroorganizama uzeti su sterilnim staklenim bocama i preneti u mikrobiološku laboratoriju PMF-a u Kragujevcu.

Uzorci su čuvani u frižideru na 4°C nakon čega su zasejani na hranjivu podlogu PDA sa streptomycinom koji sprečava rast bakterija. Dodavanjem rastvora 1 mol L⁻¹ NaOH i 1 mol L⁻¹ HCl Reakcija podloge (pH) je podešavana na 6,5-6,8. Reizolacija mikromiceta vršena je na sterilisanom PDA bez streptomicina. Na osnovu morfoloških karakteristika i primenom sistematskog ključa reizolovane kulture gljiva na katedri za Algologiju, mikologiju i lihenologiju Instituta za biologiju i ekologiju PMF-a u Kragujevcu.

Rezultati istraživanja i diskusija

Identifikovane su sledeće vrste mikromiceta: *Aspergillus niger* (SRC "Mladost"), *Trichoderma harzianum*, *Mucor plumbeus* (industrijska zona Čačak). Na trećem lokalitetu (zaštićeno područje Ovčarsko–Kablarske klisure) nije izolovana ni jedna od pomenutih vrsta gljiva.

Carstvo: Fungi

Razdeo: Ascomycota

Klasa: Ascomycetes

Subklasa: Euromycetidae

Red: Eurotiales

Familia: Trichocomaceae

Rod: *Aspergillus*

Vrsta: *Aspergillus niger*

Gljive roda *Aspergillus* izazivaju plesnivost na različitim substratima. Jednoćelijski konidiofori su nerazgranati, poseduju loptasta, ređe čiodasta proširenja (vezikule). Na proširenjima se nalaze radijalno rasporedene fijalide (flašaste tvorevine) na kojima su nizovi jednoćelijskih konidija. Fijalide kod nekih vrsta ne izrastaju direktno iz vezikule, već iz kratkih grančica nazvanih profijalide ili metule (Ranković, 2003).

Aspergillus niger je najčešća vrsta roda *Aspergillus*. Karakterišu je dobro razvijene kolonije. Konidiofori su različite dužine, jednoćelijski, negranati sa tamnim proširenjima - vezikulama na vrhu. Golim okom je na koloniji vidljiv beli micelijum na kome su tamne konidijske glave, najčešće crne boje na dnevnoj svetlosti (Slika 1).

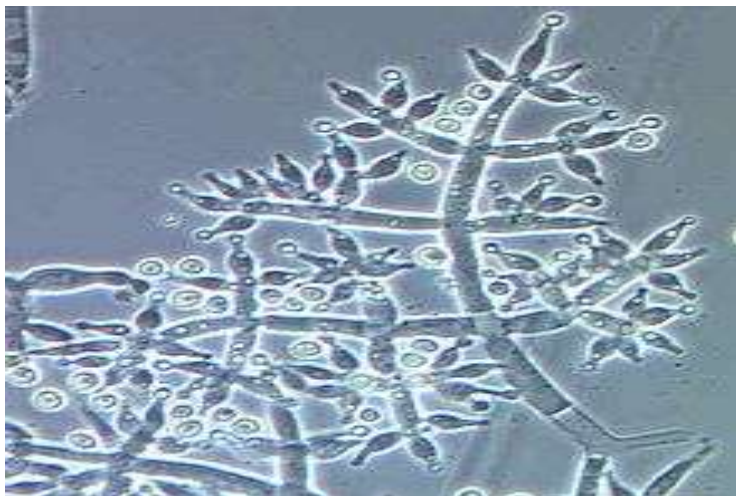


Slika 1. Izgled kolonije *Aspergillus niger*
 Pic. 1. Appearance of colony *Aspergillus niger*

Carstvo: Fungi,
 Razdeo: Ascomycota
 Podrazdeo: Pezizomycotina
 Klasa: Sordariomycetes
 Red: Hypocreales
 Familia: Hypocreaceae
 Rod: *Trichoderma*
 Vrsta: ***Trichoderma harzianum***

Rod *Trichoderma* je karakterističan po glatkim i prozirnim kolonijama, koje kasnije postaju flokulirane. Konidiofore formiraju koncentrične zone u obliku prstena. Tokom sazrevanja menjaju boju od beličasto - bele do maslinasto zelene. Kolonija se sastoji od septiranih hifa, konidiofora, fijalida i konidija. Konidiofore su hijaline, višestruko razgranate, povremeno mogu imati piramidalan oblik. Fijalide su granate u obliku flaše, pojedinačne ili grupisane (Jakovljević, 2015). Konidije su jednoćelijske, neseptirane okruglog ili elipsoidnog oblika.

Trichoderma harzianum je kosmopolitska vrsta mikromiceta (Slika 2).



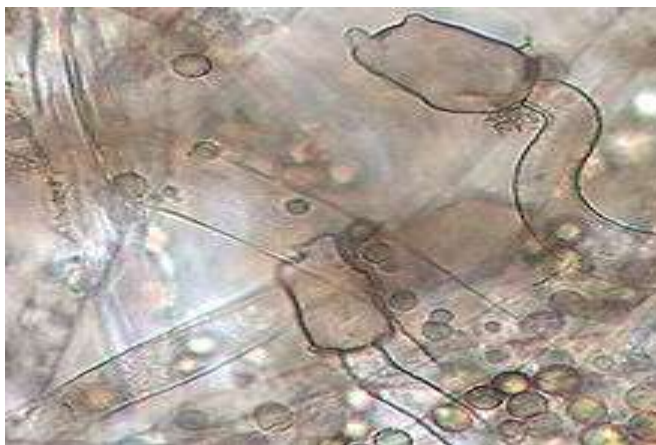
Slika 2. Izgled kolonije *Trichoderma harzianum*

Pic. 2. Appearance of colony Trichoderma harzianum

Carstvo: Fungi
 Razdeo: Zygomycota
 Klasa: Zygomycetes
 Red: Mucorales
 Familia: Mucoraceae
 Rod: *Mucor*
 Vrsta: ***Mucor plumbeus***

Rod *Mucor* sadrži dosta vrsta, pretežno zemljišnih saproba. Micelija gljiva prožima supstrat i malim delom se razvija na njegovoj površini (vazдушna ili površinska micelija). Od supstratne veoma razgranate acelularne micelije, tokom perioda fiziološke zrelosti odvajaju se vertikalne acelularne grane, sporangiofori na kojima su loptaste sporangije (Ranković, 2003).

Mucor plumbeus je mikromiceta koja se odlikuje brzim rastom i za kratko vreme prekriva površinu agara. Kolonija je gusta, tamno siva ili svetlo maslinaste boje (Slika 3).



Slika 3. Izgled kolonije *Mucor plumbeus*

Pic. 3. Appearance of colony *Mucor plumbeus*

Zaključak

Proučavane vrste gljiva (*Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum* i *Mucor plumbeus*) su izolovane iz tri lokaliteta reke Zapadne Morave na mestima ispusta kanalizacionih i industrijskih otpadnih voda.

Prisustvo navedenih vrsta mikromiceta ukazuje da se kvalitet rečne vode menja u zavisnosti od prisustva kanalizacionih i industrijskih otpadnih voda. To potvrđuje činjenica da na trećem ispitivanom lokalitetu (500m nizvodno od veštackog jezera "Međuvršje") nije registrovana ni jedna od pomenutih vrsta gljiva, pošto ovaj sektor rečnog toka nije kontaminiran.

Dobijeni rezultati bi trebalo da budu osnov za dalje praćenje prisustva (odsustva) različitih vrsta mikromiceta, što može imati značaj za praćenje kvaliteta vode. Istovremeno, ukazuje na potrebu rešenja problema sanacija otpadnih voda koje dospevaju u Zapadnu Moravu.

Literatura

- Abu-Zreig, M., Rudra P.R., Dickinson T.W., (2003) Effect of application of surfactants on hydraulic properties of soils. *Biosyst Eng.*, 84, 363–372.
- Chaturvedi V., Kumar A., (2010) Toxicity of sodium dodecyl sulfates in fishes and animals. *IJABPT*, 1, 630-633.
- Ranković B. (2003) *Sistematika gljiva*. Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac.
- Jakovljević V. (2014). *Biohemijske karakteristike izabranih vrsta gljiva u funkciji biodegradacije deterđenta*. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac.

<http://fungi.myspecies.info/non-lichenized-ascomycota/aspergillus-niger>

<http://www.hidmet.sr.gov.rs>.

PRESENCE OF MICROMYCETES IN WESTERN MORAVA RIVER

*Ivana Matović-Purić*¹, *Duško Brković*², *Tatjana Mihailov-Krstev*³

Abstract

The aim of this paper was to determine the presence and to isolate the certain species of micromycetes at different Western Morava River localities. The research results indicated the presence of following species: *Aspergillus niger* (the first locality), *Trichoderma harzianum* and *Mucor plumbeus* (the second locality). At the third locality (500 m away from Međuvršje reservoir) none of the mentioned fungal species has been isolated, indicating that this site is moderately pollution of river water. The presence or absence of certain micromycetes species was determined by anthropogenic factors

Key words: Western Morava River, *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum*, *Mucor plumbeus*

¹ Medical school, Episkopa Nikifora Maksimovića, Čačak, Serbia (ivana.matovic.puric@gmail.com)

² University in Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia;

³ University in Niš, Faculty of Science and Mathematics, Višegradska 33, Niš, Serbia

STRUKTURIRANJE ELASTOMERNIH MATERIJALA ZA PRIMENU U POLJOPRIVREDI

*Jaroslava Budinski-Simendić¹, Slaviša Jovanović^{1,2}, Gordana Marković³
Vojislav Aleksić⁴, Vojislav Jovanović³, Jelena Tanasić¹,
Suzana Samaržija-Jovanović⁵*

Izvod: Poljoprivreda i poljoprivredna industrija zahtevaju elastomerne proizvode koji mogu izdržati dugotrajnu izloženost ekstremnim naponima i hemikalijama. Elastomeri dobijeni od etilen-propilen-dienskog kaučuka (EPDM) nalaze široku primenu u poljoprivredi. Ovaj prekursor mreže je nepolaran i materijali na osnovu njega imaju izvanrednu otpornost na uticaj ozona, visoke temperature i polarne medije i zbog toga manje podležu reakcijama oksidacije i termičke degradacije. Umreženi EPDM je pogodan je za upotrebu u radu sa hemikalijama na vodenoj osnovi, za pravljenje poljoprivrednih jama, za proizvodnju pokrivače silaže, linije i creva za rukovanje tečnim đubrivima i navodnjavanje. Cilj ovog rada je bio da se ispita uticaj sadržaja nano čestica čađi na mehanička svojstva elastomernih kompozita na osnovu EPDM kaučuka.

Ključne reči: elastomeri, EPDM, ojačanje gume, čađ, cevi

Uvod

Elastomeri nastaju u procesu umrežavanja, tokom kojeg se prekursori mreža, a najčešće makromolekuli kaučuka, spajaju u prostornu trodimenzionalnu strukturu uz nastajanje hemijskih ili fizičkih čvorova mreže. Parametri koji definišu nastale mreže su: prosečna molska masa lanaca između čvorova mreže, prosečan broj čvorova po jedinici zapremine, prosečna funkcionalnost čvorova, broj elastično aktivnih lanaca mreže po jedinici zapremine. Mali moduli elastičnosti i velike povratne deformacije su svojstva elastomera koja omogućavaju njihovu upotrebu u raznim granama industrije i poljoprivredi. U toku procesa umrežavanja makromolekula, izborom vrste i količine komponenata dobijaju se materijali željenih karakteristika. Danas je gumarska industrija usmerena ka upotrebi postojećih polaznih prekursora mreža i dobijanju novih tipova elastomernih materijala njihovim kombinovanjem. Sa ekonomske tačke gledišta mešanje više vrsta kaučuka za dobijanje elastomera određenih karakteristika je veoma povoljno. Za proizvodnju elastomernih materijala sa novim specifičnim svojstvima neophodno je poznavanje molekulske strukture polaznih reaktanata i mogućnost prerade materijala prema zahtevima inženjerstva materijala kao i njihovo ojačanje različitim vrtama punilaca. Čađ i SiO₂ su osnovne grupe ojačavajućih punila i mogu da formiraju sopstvenu mrežu u polimernoj matrici. Na slici 1. je prikazana struktura površine čestica čađi i silicijum dioksida. U hemijskom pogledu priroda površine punila sadrži reaktivne

¹Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija (jarkamer@gmail.com);

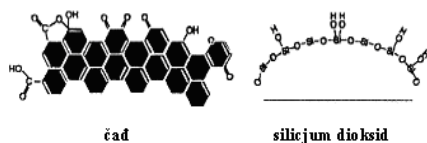
²Trelleborg, Ruma, Srbija;

³Tigar AD, Nikole Pašića 213, Pirot, Srbija;

⁴Univerzitet Istočno Sarajevo, Tehnološki fakultet, Zvornik, Bosna i Hercegovina;

⁵Faculty of Natural Science and Mathematics, University of Priština, Kosovska Mitrovica, Srbija

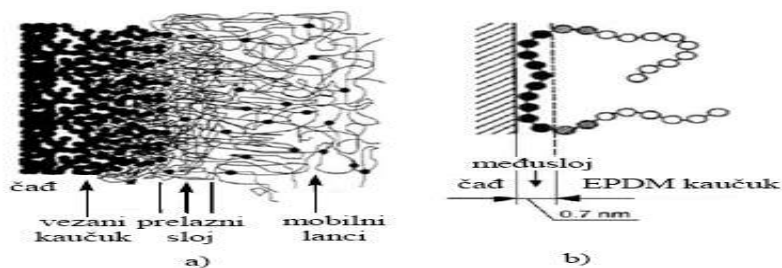
grupe kao što su hidroksilne ili metaloksidne kod SiO₂, odnosno karboksilne, hinonske ili fenolne kod čađi. Upravo, te grupe na površini punila imaju važnu ulogu i na brzinu procesa umrežavanja.



Graf 1. Hemijska struktura površine čestica čađi i silicijum dioksida.
 Graph 1. The chemical structure of carbon black and silica particles surface.

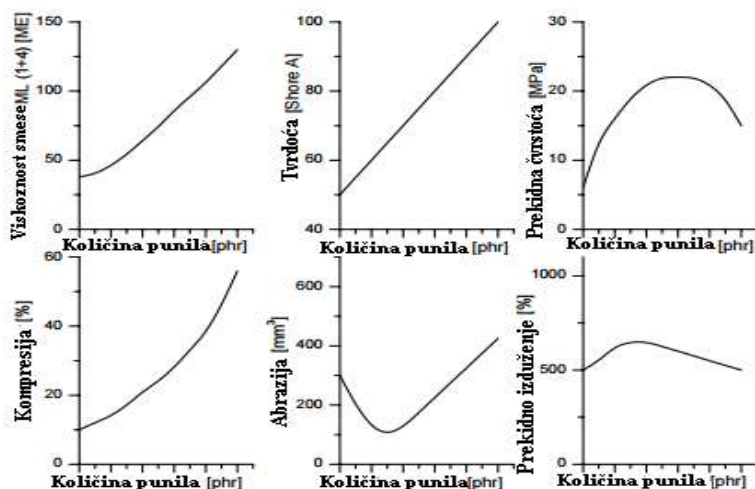
Elastomeri samo na osnovu kaučuka se retko upotrebljavaju zbog smanjene tvrdoće, čvrstoće i otpornosti na trošenje. Za poboljšanje tih svojstava dodaju se punila. Mnoga mehanička svojstva gumenih materijala se postižu mešanjem sa punilima i do 300 %. Napredak u razumevanju mehanizama koji kod elastomernih regulišu ojačanje aktivnim punilima, predstavlja strateški interes za poboljšanje industrijskih procesa u kojima se stvaraju novi elastomerni materijali (Li Z.H., Zhang J., i Chen S.J., 2008).

Jedno od ključnih otkrića je mogućnost da se odredi opšta i lokalna struktura punila (pojedinačna disperzija, međusobna povezanost, agregati i aglomerati kao i polimernog lanca (nemodifikovana, opružena ili komprimovana) i ustanove korelacije sa makroskopskim mehaničkim svojstvima materijala (ojačanje, linearne ili nelinearne deformacije). Iako ne postoji opšti model za opisivanje uticaja punila (nanočestica ili ansambala nanočestica) napravljen je veliki napredak, naročito u razdvajanju privlačnih sila između punila od onih koje se javljaju između punila i matrice kod dobro definisanih modela i u pojednostavljenim industrijskim sistemima. Nasuprot tome do sada je pitanje konformacije makromolekula i njeno narušavanje usled prisustva ansambala nanočestica bilo posmatrano sa fundamentalne tačke gledišta (Litvinov V., i Steeman P., 1999). Na slici 2. dat je prikaz prožimanja lanaca kaučuka na površini čađi kod kompozita na osnovu EPDM. Na slici 3 je dat prikaz trendova zavisnosti nekih mehaničkih svojstava elastomernih kompozita od sadržaja čestica nanopunila.



Graf 2. Prikaz prožimanja lanaca prekursora mreže na površini čađi kod elastomernih materijala na osnovu EPDM kaučuka.

Graph 2. The entanglement of network precursor chains at carbon black surface in elastomeric materials based on EPDM rubber.



Graf 3. Prikaz trendova zavisnosti nekih mehaničkih svojstava elastomernih kompozita od sadržaja čestica nanopunila.

Graph 3 The trends for effects of nano-fillers on some mechanical properties of elastomeric composites.

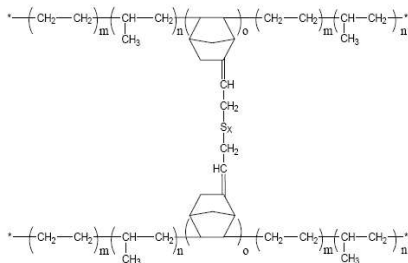
Etilen-propilen-dienski kaučuk EPDM je nepolaran i elastomeri dobijeni na osnovu njega imaju izvanrednu otpornost na uticaj ozona, visoke temperature i polarne medije i zbog toga ne podležu reakcijama oksidacije i termičke degradacije pri preradi (*Lee C.H. i Kim S.W., 2000*). Ovaj precursor mreža sadrži relativno mali sadržaj dvostrukih veza u bočnom nizu. Pogodan je u radu sa poljoprivrednim hemikalijama kao i proizvodnju jama za đubriva, pokrivače silaže, creva za tečna đubriva i linijama za navodnjavanje. Cilj ovog rada je bio da se odredi uticaj sadržaja aktivnog punila čađi na mehanička svojstva elastomernih materijala dobijenih od EPDM kaučuka.

Materijali i metode rada

Kao prekursor mreže za dobijanje elastomera upotrebljen je poli(etilen-ko-propilen-ko-2-etiliden-5-norbornen) (BUNA EPT2450 proizvođač Bayer, Nemačka), sadržaj dienske komponente 4 mas.%, sadržaj etilena 58 mas.%, gustina 0.86 gcm^{-3}). Kao punilo korišćena je čađ N330 (proizvođač Degussa Nemačka). Sredstvo za umrežavanje je bio sumpor. Cink-oksidi je upotrebljen aktivator umrežavanja. Svi sistemi su umešani na laboratorijskom dvovaljku na temperaturi od 50 do 60 °C. Optimalno vreme umrežavanja je određeno primenom reometra sa oscilujućim diskom. Masticiranje kaučuka je trajalo 5 min, a zatim su dodavani, aktivatori, ubrzivači, čađ i sumpor. Nakon homogenizovanja smeša se oblikovala u ploču debljine 2 mm. Za umrežavanje u toku korišćena je električna presa. Iz dobijenih ploča su nakon 24 h isecani uzorci za ispitivanje mehaničkih svojstava prema standardizovanim industrijskim procedurama.

Rezultati istraživanja i diskusija

Prilikom projektovanja sirovinskog sastava elastomera potrebno je obratiti pažnju na kvalitet materijala i ekonomsku opravdanost proizvodnog procesa. Kvalitet se razmatra kroz tehnički uslov za konkretan proizvod pod kojim se podrazumevaju: namena proizvoda, faktori koji utiču na proizvod u uslovima eksploatacije (temperaturni opseg primene, radni medijum, prisustvo mehaničkih naprežanja po vrsti i intezitetu) i kritični režimi rada uz napomenu na njihov period i frekvenciju. Raspoloživa tehnologija takođe može biti jedan od ograničavajućih faktora prilikom projektovanja sirovinskog sastava elastomernih materijala. Zahtevi koji se postavljaju kod nekog tipa tehnologije a pogotovu materijala koji će se koristiti u poljoprivredi je da ispuni i ekološke zahteve. U ovom radu sumpornim umrežavanjem je dobijeno nekoliko tipova elastomernih kompozitnih materijala na osnovu EPDM u kojima je sadržaj čađi variran (0, 20, 40, 50, 60, 80 i 100 phr). Na slici 4. dat je rikaz čvora ostvaren u elastomernom materijalu. U tabeli 1 date su karakteristike umrežavanja kaučukovih smeša u zavisnosti od sadržaja čađi. Kao što se i očekivalo ustanovljeno je da se optimalno vreme umrežavanja t_{C90} smanjuje sa povećanjem količine dodatog aktivnog punioca čađi. Za uzorak bez čađi ono je 600 sekundi a za uzorak sa 100 phr čađi 390 sekundi.



Graf 4. Čvor polimerne mreže koja nastaje u hemijskoj reakciji EPDMk sa sumporom.

Graph 4. The crosslink of polymer network formed via chemical reaction of EPDM with sulfur.

Tabela 1. Karakteristike procesa umrežavanja uzoraka kaučukovih smeša na osnovu EPDM i različitog sadržaja nanočestica čađi.

Table 1. Mechanical properties of elastomers based on EPDM rubber reinforced with different content of carbon black nanoparticles

Čađ Carbon black (phr)	Mh (Nm)	Ml (Nm)	t_{S2} (s)	t_{C90} (s)
0	6,89	1,19	252	600
20	7,85	1,24	168	324
40	8,36	1,58	132	600
50	9,03	1,87	126	516
60	9,66	2,15	114	558
80	10,96	2,82	102	552
100	11,24	3,62	84	390

Tabela 2. Mehanička svojstva elastomera na osnovu EPDM kaučuka ojačanih različitim količinama nanočestica čađi.

Table 2. Mechanical properties of elastomers based on EPDM rubber reinforced with different content of carbon black nanoparticles

Čađ Carbon black (phr)	Modul 300% Modulus 300% (MPa)	Prekidna čvrstoća Tensile strength (MPa)	Prekidno izduženje Elongation at break (%)	Tvrdoća Hardness (Sh ^o A)
0	-	4,30	170	54
20	2,60	5,64	460	58
40	4,91	15,69	635	69
50	6,47	17,17	575	73
60	8,58	18,39	570	76
80	11,77	16,68	430	82
100	15,21	16,68	345	90

Zaključak

Cilj ovo grada je bio da se ispita uticaj sadržaja nano čestica čađi na umrežavanje i mehanička svojstva sumporom umreženih elastomernih kompozita na osnovu EPDM kaučuka. Ustanovljeno je da se optimalno vreme umrežavanja t_{C90} smanjuje sa povećanjem količine dodatog aktivnog punioca čađi. Za uzorak bez čađi ono je 600 sekundi a za uzorak sa 100 phr čađi 390 sekundi. Dodatak aktivnog punila povećava modul elastičnosti, prekidnu čvrstoću. Prekidno izduženje opada sa porastom sadržaja čađi. Tvrdoća za uzorak elastomera bez čađi je 54 Sh^oA, a za uzorak sa 100 phr čađi je 90 Sh^oA. Elastomerni materijali proizvedeni od etilen-propilen-dienskog kaučuka nalaze široku primenu u poljoprivredi jer imaju izuzetna mehanička svojstva pošto je ovaj prekursor mreže nepolaran i materijali na osnovu njega imaju izvanrednu otpornost na uticaj ozona, visoke temperature i polarne medije.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta (III 45022) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Litvinov V., Steeman P.A., (1999). EPDM–Carbon Black Interactions and the Reinforcement Mechanisms, as Studied by Low-Resolution 1H NMR. *Macromolecules* 32(25) 8476–8490
- Lee C.H., Kim S.W., (2000). Effects of carbon blacks on electrical properties of EPDM compounds. *Journal of applied polymer science* 78 (14) (2540-2546)

STRUCTURING OF ELASTOMERIC MATERIALS FOR APPLICATION IN AGRICULTURE

Jaroslava Budinski-Simendić¹, Slaviša Jovanović^{1,2}, Gordana Marković³, Vojislav Aleksić⁴, Vojislav Jovanović⁵, Jelena Tanasić¹, Suzana Samaržija-Jovanović⁵

Abstract

Agriculture and agriculture industry require rubber products that can withstand long-term exposure and extreme stresses. Elastomeric materials based on EPDM rubber are widely using in agriculture. This network precursor is non-polar and materials based on it are resistant to ozon high temperature and polar mediums and therefore, they are not subject to oxidation and thermal degradation reactions and are suitable for use with aqueous-based agricultural chemicals, agricultural ponds, silage covers, hoses for liquid fertilizers and irrigation lines. Cilj ovog rada je bio da se ispita uticaj sadržaja nano čestica čađi na mehanička svojstva elastomernih kompozita na osnovu EPDM kaučuka.

Key words: elastomers, EPDM, rubber reinforcement, soot, tubes

¹University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia, (jarkamer@gmail.com)

²Trelleborg, Ruma, Serbia

³Tigar AD, Nikole Pašića 213, Pirot, Serbia

⁴University of East Sarajevo, Faculty of Technology , Zvornik, Bosnia and Herzegovina

⁵University of Priština, Faculty of Natural Science and Mathematics, Kosovska Mitrovica,, Serbia

ODREĐIVANJE SADRŽAJA TEŠKIH METALA U UZORCIMA ZEMLJIŠTA SA TERITORIJE GRADA NIŠA – HEMOMETRIJSKI PRISTUP

Jelena Nikolić¹, Violeta Mitić¹, Marija Dimitrijević¹, Slobodan Ćirić¹, Marija Ilić², Gordana Stojanović¹, Vesna Stankov Jovanović¹

Izvod: Cilj ovog rada bio je određivanje sadržaja teških metala u uzorcima zemljišta sa teritorije gradskog dela Niša i statistička analiza dobijenih podataka primenom hemometrijskih tehnika (PCA i klaster analiza). Element sa najvećom koncentracijom u analiziranim uzorcima bilo je gvožđe. PCA analiza omogućila je grupisanje teških metala u zavisnosti od koncentracije, a klaster analiza potvrdila je rezultate dobijene PCA analizom. Hemometrijske tehnike mogu se koristiti za razumevanje podataka i međusobnih odnosa dobijenih analizom velikog broja uzoraka.

Ključne reči: teški metali, ICP-OES, PCA, klaster analiza

Uvod

Zemljište predstavlja ranjiv i složen sistem, koji se može definisati kao gornji sloj Zemljine kore koji se sastoji od mineralnih materija, organskih supstanci, vazduha, vode i živih organizama (European Commission, 2006). Smatra se teško obnovljivim resursom iz razloga što njegovo formiranje predstavlja dugotrajan proces. Zbog njegovih bitnih funkcija, kao što su proizvodnja hrane i biomase, transformacija različitih supstanci, mesto za život različitih organizama i ljudsku aktivnost neophodno je težiti očuvanju njegovih prirodnih karakteristika. Ipak, zemljište je u današnje vreme ugroženo, kako u našoj zemlji, tako i svuda u svetu. Zagađenje, salinizacija i gubitak organske supstance su procesi koji su posledica prvenstveno antropogene aktivnosti, i ugrožavaju ekosistem, ljudsko zdravlje i ekonomiju.

Mineralna materija predstavlja važnu komponentu i čini 95 do 99% zemljišta (Frank i Tölgyessy, 1993). Sastoji se iz velikog broja elemenata, ali samo njih osam po sadržaju prelazi 1% (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg). Pored ovih elemenata u poslednje vreme sve veću pažnju izazivaju teški metali, koji u zemljište dospevaju pretežno usled antropogene aktivnosti. S obzirom na to da ne podležu degradaciji, u zemljištu se zadržavaju duži vremenski period i ispoljavaju svoje negativno dejstvo na životnu sredinu (Adriano, 2003). Iz zemljišta oni lako dospevaju u biljke, te na taj način ulaze u lanac ishrane i dospevaju do čoveka. Od teških metala u zemljištu su najčešće prisutni Pb, Cr, As, Zn, Cd, Cu, Hg i Ni (GWRTAC, 1997).

Cilj ovog rada bila je analiza sadržaja Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Fe, Ni, Mn i Pb u uzorcima zemljišta prikupljenim u gradskom delu grada Niša i statistička analiza dobijenih rezultata primenom multivarijantne statističke analize. Teški metali

¹Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Višegradska 33, Niš, Srbija (jelena.cvetkovic7@gmail.com);

²Veterinarski specijalistički institut "Niš", Dimitrija Tucovića 175, Niš, Srbija

analizirani u ovom radu predstavljaju važan izvor zagađenja i analizirani su sa ciljem procene zagađenosti zemljišta u gradskom delu Niša. Multivarijantna statistička analiza predstavljala statistički postupak kojom se ispituje međusobni odnos više varijabli. Primjenjene su tehnike analize glavnih komponenti (principal component analysis - PCA) i hijerarhijska klaster analiza. Upotreba ovih tehnika omogućava jednostavnije tumačenje podataka dobijenih analizom velikog broja uzoraka.

Materijali i metode

Aparati

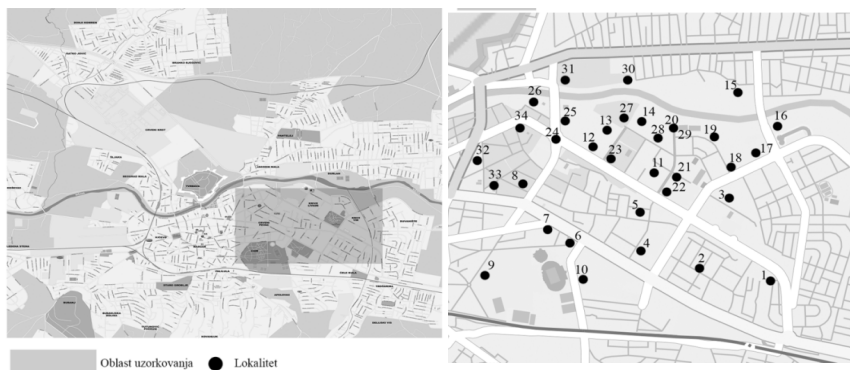
Sadržaj metala u uzorcima zemljišta određen je na Inductively Coupled Atomic Emission Spectrometer, ICP-OES (Thermo Scientific, United Kingdom), model 6500 Duo. Uzorci zemljišta za određivanje sadržaja teških metala pripremljeni su mikrotalasnom digestijom pomoću Milestone ETHOS One Advanced Microwave Digestion System (Sorisolet, Italija).

Reagensi

U radu su korišćeni HCl i HNO₃ i multistandard koji sadrži Al, Ca, Fe, Na, Mg, P, S, Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Hg, In, Li, Mn, Ni, Sr, Pb i Zn u koncentracijama od 1000 mg L⁻¹, (Merck, Darmstadt, Nemačka). Dejonizovana voda korišćena za rad imala je specifičnu provodljivost 0,05 μS cm⁻¹.

Prikupljanje uzoraka zemljišta

Uzorci zemljišta prikupljeni su u Nišu, u gradskom području u februaru 2015. godine (Slika 1.). Uzorak je uzet iz centra i četiri ugla zamišljenog kvadrata, sa dubine 5-20 cm na svakom od lokaliteta. Prikupljeni uzorci su homogenizovani, prosejani i sušeni na vazduhu, a nakon toga čuvani na -18 °C do analize.



Slika1. Mapa lokaliteta sa kojih su prikupljeni realni uzorci (grad Niš)
Figure 1. Map of Niš showing sampling locations

Određivanje sadržaja teških metala u uzorcima zemljišta

Uzorci zemljišta prikupljeni na teritoriji grada su odmereni (0,5 g) i pomešani sa 15 mL koncentrovane HCl (36%, w/w) i 5 mL HNO₃ (65% w/w). Mikrotalasna digestija trajala je 5 sati, a uzorci su zagrevani na 80 °C. Nakon toga, uzorci su filtrirani kroz Whatman no. 42 filter papir i rastvoreni u normalnom sudu od 100 mL.

Snimanje je izvršeno na ICP-OES (Thermo Scientific, Velika Britanija), model 6500 Duo. Uslovi snimanja prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Parametri ICP-OES metode

Table 1. ICP-OES parameters

RF snaga plazme <i>RF power</i>	1150 W
Protok gasa za hlađenje <i>Cool gas flow</i>	12 L min ⁻¹
Protok gasa za obrazovanje plazme <i>Nebuliser gas flow</i>	0,5 L min ⁻¹
Protok raspršivačkog gasa <i>Auxiliary gas flow</i>	0,5 L min ⁻¹

Statistička analiza

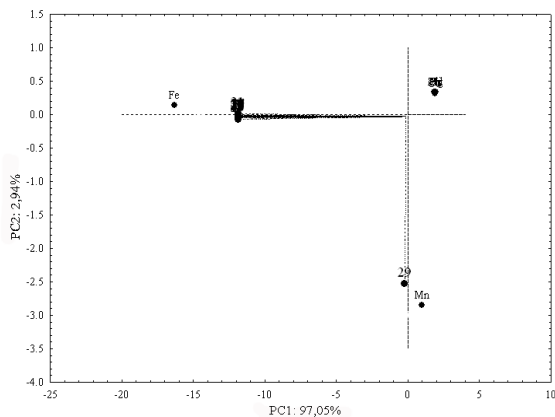
Statistička analiza izvršena je korišćenjem softvera Statistica 8 (StatSoft, Tulsa). Kako bi se utvrdila statistički značajna razlika korišćen je Studentov t-test ($p < 0.05$). Multivarijantne metode koje su primenjene su hijerarhijska klaster analiza (HCA) i analiza glavnih komponenti (PCA).

Rezultati istraživanja i diskusija

U analiziranim uzorcima zemljišta određen je sadržaj teških metala - Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Fe, Ni, Mn, Zn i Pb. Sadržaj ovih metala u uzorcima zemljišta određen je kako bi se procenila zagađenost zemljišta u Nišu. Rezultati određivanja sadržaja teških metala prikazani su na slici 2.

Element koji je u analiziranim uzorcima pronađen u najvećoj koncentraciji je Fe (1254,9 $\mu\text{g g}^{-1}$ za uzorak 29 do 25424,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ za uzorak 1). Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo (2006) analizirao je sadržaj gvožđa u uzorcima iz urbanog dela Novog Sada i dobijene vrednosti slične su vrednostima dobijenim u ovom istraživanju. Koncentracije ostalih analiziranih elemenata bile su višestruko niže u odnosu na koncentraciju gvožđa. Uredbom o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa (Ministarstvo zaštite životne sredine, 2010) propisane su granične vrednosti za sadržaj pojedinih metala u uzorcima zemljišta. Granična vrednost za sadržaj Ni u zemljištu (Ministarstvo zaštite životne sredine, 2010) iznosi 35 $\mu\text{g g}^{-1}$. Za 14 analiziranih uzoraka zabeležena je veća vrednost sadržaja Ni u odnosu na graničnu vrednost. Granična vrednost za sadržaj Zn u zemljištu iznosi 140 $\mu\text{g g}^{-1}$ i pet od 34 analizirana uzorka ima vrednost sadržaja cinka veću od propisane vrednosti.

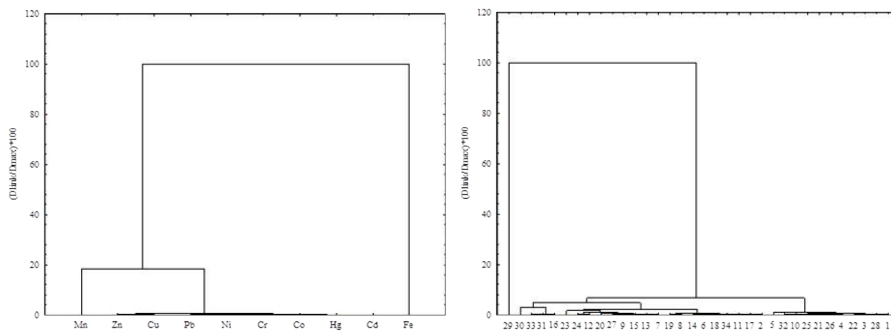
Fe se izdvojio u odnosu na ostale analizirane metale. Najveće negativno opterećenje na PC1 zabeleženo je za Fe (-16,3271), dok za sve ostale analizirane metale PC1 ima pozitivno opterećenje.



Slika 3. PCA dijagram grupisanja uzoraka zemljišta na osnovu sadržaja teških metala
Figure 3. Plot obtained by principal component analysis of heavy metal content

Na PC2 najveće pozitivno opterećenje zabeleženo je za Hg (0,34303), metal sa najmanjom koncentracijom u analiziranim uzorcima. Jedino negativno opterećenje za PC2 ima Mn (-2,84225). Mn je metal koji je posle Fe u uzorcima nađen u najvećoj koncentraciji.

Primenom klaster analize izvršeno je grupisanje teških metala (Slika 4a i 4b).



Slika 4. Dendrogram a) ispitivanih teških metala u uzorcima zemljišta b) grupisanja uzoraka zemljišta na osnovu sadržaja teških metala
Figure 4. Dendrogram obtained in the cluster analysis of heavy metal content showing grouping of a) heavy metals in samples b) soil samples based on heavy metal content

Teški metali u analiziranom zemljištu grupisani su u 2 klastera ($D_{link}/D_{max} < 50$). U jednom klasteru izdvojilo se Fe, koje je u analiziranim uzorcima zastupljeno u najvećoj koncentraciji, dok drugi klaster čine preostali teški metali. Analizirani uzorci su na

osnovu sadržaja teških metala grupisani u dva klastera ($D_{\text{link}}/D_{\text{max}} < 50$). Osim uzorka 29, svi uzorci grupisani su zajedno. Najmanje Euklidovo rastojanje (39) zabeleženo je između uzoraka 6 i 26, te se oni mogu smatrati najsličnijim po sadržaju teških metala. Rezultati dobijeni PCA analizom poklapaju se sa rezultatima dobijenim klaster analizom.

Zaključak

Sadržaj teških metala analiziran je u uzorcima zemljišta prikupljenog na teritoriji gradskog područja grada Niša. Od analiziranih teških metala Fe je metal nađen u najvećoj koncentraciji. Sadržaj Ni, Zn, Cu, Pb, Cd i Hg, prelazi maksimalno dozvoljene koncentracije propisane zakonskom regulativom Srbije na nekim od lokaliteta. Na PCA dijagramu izdvojilo se gvožđe, kao metal sa najvećom koncentracijom. Klaster analizom uzorci su grupisani u dva klastera, u prvom klasteru je došlo do izdvajanja uzorka sa najmanjim sadržajem Fe, dok su svi drugi uzorci grupisani u drugi klaster. Slični rezultati dobijeni su i PCA analizom.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta 172047 i 172051 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.

Literatura

- Adriano D. C., (2003). Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals. Springer, New York, USA.
- European commission (EC), (2006). Soil - The story behind the strategy, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Frank V., Tölgyessy J., (1993). The Chemistry of Soil In J. Tölgyessy (Ed.) Chemistry and Biology of Water, Air and Soil, Elsevier Science, New York, USA, pp: 621 - 697.
- Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center (GWRTAC), (1997). Remediation of metals-contaminated soils and groundwater. Pittsburgh, Pennsylvania, USA.
- Kaiser H.F., (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. Educ. Psychol. Measur. 20:141 - 151.
- Manahan S., (2002). Toxicological Chemistry and Biochemistry, Third Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, United States.
- Ministarstvo zaštite životne sredine, (2010). Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa, ("Sl. glasnik RS", br. 88/2010).
- Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, (2006). Kontrola kvaliteta životne sredine na teritoriji AP Vojvodine - zemljište industrijskih zona - broj: 08-100/526 27.02.2006.

HEAVY METAL CONTENT IN SOIL SAMPLE FROM NIS – CHEMOMETRIC APPROACH

Jelena Nikolić¹, Violeta Mitić¹, Marija Dimitrijević¹, Slobodan Ćirić¹, Marija Ilić², Gordana Stojanović¹, Vesna Stankov Jovanović¹

Abstract

Heavy metal content in soil samples from Nis was determined in order to evaluate soil pollution. Multivariate statistical analysis was employed in order to evaluate relations between analyzed soil samples and heavy metals. The element with the highest concentration in the analyzed samples was Fe. PCA analysis enabled heavy metals grouping depending on concentration, and cluster analysis confirmed the results obtained by PCA analysis.

Key words: heavy metals, ICP-OES, PCA, cluster analysis

¹University of Nis, Faculty of Sciences and Mathematics, Visegradska 33, Nis, Serbia (jelena.cvetkovic7@gmail.com)

² Veterinary Specialized Institute, Dimitrija Tucovica 175, Nis, Serbia

UPOREDNA ANALIZA DUŽINE ŽIVOTA IMAGA *Plodia interpunctella* (Hübner) ODGAJENIH NA TRI VRSTE ORAŠASTIH PLODOVA

Kristina Miljković¹, Snežana Tanasković¹, Sonja Gvozdenac², Snežana Pešić³,
Filip Vukajlović³, Dragana Predojević³

Izvod: Bakrenasti plamenac brašna (*Plodia interpunctella*, Lepidoptera, Pyralidae) predstavlja ekonomski najznačajniju štetočinu uskladištenih prehrambenih proizvoda. Cilj istraživanja bio je da se utvrdi da li postoje razlike u dužini života imaga *P. interpunctella* gajenog na izlomljenim jezgrama oraha, lešnika i badema. Najduži životni vek od 7,69 dana imala su imaga gajena na orahu. Na bademu i lešniku ova vrednost se statistički značajno ne razlikuje, i iznosi 7,07 i 6,73 dana, po podlogama. Na osnovu rezultata možemo zaključiti da je orah najpogodniji supstrat za razviće *P. interpunctella*.

Ključne reči: *Plodia interpunctella*, orah, lešnik, badem, dužina života imaga

Uvod

Bakrenasti plamenac brašna – BPB (*Plodia interpunctella*, Hübner 1813.) (Lepidoptera, Pyralidae) predstavlja ekonomski najznačajniju štetnu vrstu skladišnih prostora širom sveta (Fasulo and Knox, 2018; Razazzian at all., 2015; Barrera-Illanes at all., 2017). BPB je u svetu predmet proučavanja velikog broja istraživača (Tzanakakis, 1959; Mbata 1985; Phillips at all., 2000; Aguilera-Pena and Perez-Mendoza, 2004, Tramatterra at all., 2016). Iako predstavlja najvažniju štetočinu suvog voća (Almaši i Poslončec, 2012), ne postoji mnogo podataka o biologiji populacije BPB sa područja Republike Srbije (Kljajić i sar., 2002; Almaši i Poslončec, 2010; Vukajlović i sar., 2013; Predojević i sar., 2017). BPB je i primarna i sekundarna štetočina (Štrbac, 2002; Almaši, 2008). Izrazit je polifag. Najveće štete se ogledaju u vizuelnim promenama na infestiranim proizvodima, dok su gubici u težini zanemarljivi (Almaši, 2008; Miljković, 2017). U stadijumu larve (štetan stadijum), BPB se hrani velikim brojem uskladištenih namirnica (proizvodi od žita, suvo voće, suvo povrće, lekovito bilje, čokolada). Imaga BPB ne konzumiraju hranu. Međutim, u izuzetnim uslovima, mogu ih privući voćni sokovi ili šećerni mameci (Fasulo and Knox, 2009). Kopulacija nastupa neposredno nakon eklozije imaga, najčešće u prva 24 h njegovog života (Silhacek at all., 2003). Podaci o dužini života leptira BPB se razlikuju od studije do studije (Marzban at all., 2001; Razazzian at all., 2015; Barrera-Illanes at all., 2017).

Cilj istraživanja bio je da se utvrdi da li postoje razlike u dužini života imaga BPB odgajenih na izlomljenim jezgrama oraha (*Junglans regia* L.), lešnika (*Corylus avellana* L.) i badema (*Amygdalus communis* /L./ Spach).

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (kristinaomiljkovic.992@gmail.com);

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija (gvozdenacsonja@gmail.com);

³Univerzitet u Kragujevcu, Prirodnomatematički fakultet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (snezana.pesic@pmf.kg.ac.rs).

Materijal i metode rada

Eksperimentalna istraživanja utvrđivanja dužine života imaga izvedena su u laboratoriji za Opštu i Primenjenu entomologiju, Instituta za biologiju i ekologiju, Prirodnomatematičkog fakulteta, Univerziteta u Kragujevcu.

Eksperimentalne životinje i hranljive podloge

Početna populacija odraslih jedinki BPB je sakupljena 2011. godine tokom leta i jeseni u prostorijama Fakulteta u herbološkim zbirka. Hranljive podloge, na kojima je gajena populacija BPB, su izlomljene jezgre oraha (*Juglans regia* L.), lešnika (*Corylus avellana* L.) i badema (*Amygdalus communis* L./ Spach). Orah je nabavljen iz domaćinstva Dragane Predojević, dok su lešnik i badem kupljeni u prodavnici zdrave hrane „Biomax“.

Postavka eksperimenta

Ogled je postavljen 01.07.2016. godine, u sistemu 3x12, to jest tri tretmana (orah, lešnik, badem) po dvanaest ponavljanja (dvanaest teglica). U zavisnosti od tipa hranljive podloge teglice su obeležene sledećim oznakama: O – orah, L – lešnik, B – badem, a brojevima od 1 do 12 označena su ponavljanja (O₁, ... O₁₂; L₁, ... L₁₂; B₁, ... B₁₂). Svaka serija teglica napunjena je sa 100 mL hranljive podloge. Jaja BPB stara 24h, dobijena sparivanjem muških i ženskih jedinki laboratorijske populacije, takođe su uneta u svaku teglicu (50 jaja/ponavljanju). Teglice su unete u termostat, na temperaturu od 28±1 °C, vlažnost vazduha 60±10% i režim svetlosti 12h:12h.

Tokom larvenog razvika vršeni su kontrolni pregledi na svakih 7 dana. Prvi pregled obavljen je 14. dana od postavke ekperimenta. Pregledi su završeni kada se poslednja larva ulutkala.

Svaka lutka je izdvojena u posebnu epruvetu. Na epruveti je zabeležen tip hranljive podloge, broj ponavljanja, redni broj lutke izdvojene tog dana i datum ulutkavanja (na primer: O₃L₁ – hranljiva podloga orah, broj ponavljanja 3, lutka prva; 28.07.2016.). Pregled epruveta je vršen svakog dana u 8, 13 i 17h sve do eklozije poslednjeg imaga. Na svakoj epruveti sa eklodiralim imagom zabeležen je još datum eklozije i pol imaga (O₃L₁ 28.07.2016; I♂- 03.08.2016.). Određivanje pola je vršeno vizuelno na osnovu razlike u građi spoljašnje genitalne armature. Prebrojavanjem imaga utvrđen je odnos polova. Epruvete su pregledane svakog dana do dana uginuća imaga.

Statistička obrada podataka

Podaci su obrađeni u softveru SPSS19. Značajnost razlika između posmatranih parametara, na tri različite podloge, testirana je Dankanovim testom višestrukih poređenja (F vrednost), za interval poverenja 95%.

Rezultati istraživanja i diskusija

U tabeli 1. prikazani su biološki parametri BPB (pol, dužina stadijuma lutke i dužina života leptira) sa datumima ulutkavanja, eklozije i uginuća imaga, za ona sa najdužom i najkraćom dužinom života.

Tabela 1. Najduži i najkraći životni vek imaga BPB na različitim podlogama
 Table 1. The longest and shortest life span of IMM imago on different substrates

Imago <i>Imago</i>	Pol <i>Gender</i>	Datum ulutkavanja <i>Date of pupation</i>	Dužina stadijuma lutke <i>Life span of pupa</i>	Datum eklozije <i>Date of eclosion</i>	Dužina života leptira <i>Life span of moth</i>	Datum uginuća <i>Date of death</i>
Imaga sa najdužom i najkraćom dužinom života, odgajenih na orahu <i>Imago with the longest and the shortest life span developed on walnut</i>						
O ₈ L ₅	♀	01.08.2016.	5	06.08.2016.	14	20.08.2016.
O ₁₂ L ₁	♂	17.08.2016.	7	24.08.2016.	3	27.08.2016.
Imaga sa najdužom i najkraćom dužinom života, odgajenih na lešniku <i>Imago with the longest and the shortest life span developed on hazelnut</i>						
L ₁₁ L ₄	♀	10.08.2016.	4	14.08.2016.	13	27.08.2016.
L ₁ I ₁	♀	/	/	30.07.2016.	3	02.08.2016.
L ₉ L ₃	♂	28.07.2016.	4	01.08.2016.	3	04.08.2016.
L ₁₁ L ₃	♀	29.07.2016.	4	02.08.2016.	3	05.08.2016.
Imaga sa najdužom i najkraćom dužinom života, odgajenih na bademu <i>Imago with the longest and the shortest life span developed on almond</i>						
B ₁₂ L ₄	♀	15.08.2016.	7	22.08.2016.	14	05.09.2016.
B ₁ L ₁	♂	29.07.2016.	4	02.08.2016.	3	05.08.2016.
B ₁ L ₃	♀	28.07.2016.	5	02.08.2016.	3	05.08.2016.
B ₂ L ₅	♂	28.07.2016.	4	01.08.2016.	3	04.08.2016.
B ₅ L ₃	♂	28.07.2016.	5	02.08.2016.	3	05.08.2016.
B ₉ L ₂	♂	11.08.2016.	3	14.08.2016.	3	17.08.2016.
B ₁₀ L ₃	♀	28.07.2016.	5	02.08.2016.	3	05.08.2016.

Na orahu je eklodiralo 208 leptira, a najduži period života imaga (14 dana) zabeležen je kod jedinke O₈L₅. Jedinke O₁₂L₁ imala je najkraći životni vek od svega 3 dana (Tabela 1). Kod ostala 206 imaga, registrovana dužina života je od 4 do 11 dana.

Na lešniku je eklodiralo 163 leptira, a najduži period života imaga zabeležen je kod jedinke L₁₁L₄ od 13 dana (Tabela 1). Najkraće (3 dana) su želeli leptiri L₁I₁, L₉L₃ i L₁₁L₃. Utvrđena dužina života ostalih 159 imaga je od 4 do 12 dana.

Najduži registrovan život leptira B₁₂L₄ od 14 dana, registrovan je na bademu, na kome je eklodiralo 176 leptira. Najkraći period dužine života za 6 imaga (Tabela 1) trajao je, kao i kod ostalih hranljivih podloga, 3 dana. Utvrđena dužina života ostalih 169 imaga je od 4 do 12 dana.

U istraživanjima Barerra at all. (2017) registrovane su nešto niže vrednosti dužine života imaga, odgajenih na orasima u laboratorijskim uslovima na temperaturi 24 ± 1 °C i prosečnoj relativnoj vlažnosti vazduha 56 ± 11%. Muške jedinke živele su 7-10 dana, a ženske 5-10 dana.

Tabela 2. Uporedna analiza dužine života leptira i zastupljenost mužjaka i ženki (%) u različitim tretmanima

Table 2. Comparative analysis of life span of moths and male / female ratio (%)

Parametri <i>Parameters</i>	Hranljiva podloga Nutrient medium			
	Orah <i>Walnut</i>	Lešnik <i>Hazelnut</i>	Badem <i>Almond</i>	F odnos <i>F value</i>
Dužina života leptira <i>Life span of moth</i>	7,69±0,36 a	6,73±0,37 b	7,07±1,13 b	5,60**
% mužjaka <i>% male</i>	45,80±10,3 a	41,10±13,5 a	43,50±12,8 a	0,45nz
% ženki <i>%female</i>	38,25±13,4 a	47,74±15,8 a	38,21±10,2 a	1,96nz

Najduži dužini vek (Tabela 2) od 7,69 ±0,36 dana imala su imaga gajena na orahu. Ovi adulti se dužinom života statistički razlikuju u odnosu na imaga gajena na lešniku i bademu (F=5,60**, p< 0,01). Dužina života leptira (Tabela 2) na lešniku i bademu se statistički ne razlikuju.

Slični rezultati dobijeni su u istraživanjima Razazzian at all. (2015). Dužina života leptira, odgajenih na četiri vrste pistaća pri temperaturi od 28±0,5 °C, vlažnosti vazduha 50±5% i fotoperiodu 16h:8h, praćena je samo kod ženskih jedinki. Prosečna dužina života ženskih jedinki iznosila je od 6,19 do 6,75 dana zavisno od sorte pistaća. Duži život imaga u odnosu na ova istraživanja registrovan je u istraživanjima Marzban at all. (2001). Srednja vrednost dužine života imaga na pistaću iznosila je 7 dana, na orahu 8,57 i na bademu 9,18 dana.

U ovom istraživanju procenat eklodiranih imaga (mužjaka i ženki) se nije statistički značajno razlikovao u zavisnosti od podloge i sve vrednosti su na istom nivou značajnosti (F=0,45nz; 1,96nz; 0,96nz, p>0,05, redom).

Kontrolni pregledi lutki, radi praćenja dinamike eklozije imaga, su izvođeni u 8, 13 i 17h. Najveći intenzitet eklozije registrovan je tokom drugog kontrolnog perioda, u–13h, kada je izletelo više od 50% od ukupnog broja leptira.

Ovo je u saglasnosti sa rezultatima Burks and Jones (2012), koji navode da je eklozija imaga najintenzivnija u drugoj polovini dana.

Zaključak

Podaci dobijeni uporednom analizom dužine života imaga BPB čije su larve uzgajane na različitim podlogama i to na izlomljenim jezgrama oraha, lešnika i badema, pokazuju da je orah najpogodniji supstrat za razvoj leptira. Najduži životni vek odraslih od 7,69 dana imala su imaga gajena na orahu. Prosečna dužina života leptira na lešniku trajala je 6,73 dana, a na bademu 7,07 dana. Ove dve vrednosti statistički se ne razlikuju. Procenat eklodiranih imaga (mužjaka i ženki) se nije statistički značajno razlikovao zavisno od podloge i sve vrednosti su na istom nivou značajnosti. Najveći broj izletanja leptira registrovan je tokom drugog kontrolnog dnevnog pregleda, to jest oko 13h, kada je izletelo više od 50% od ukupnog broja leptira.

Literatura

- Aguilera-Peña, M., Perez-Mendoza, J. (2004). Development, reproduction, and control of the Indian mealmoth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) in stored seed garlic in Mexico. *Journal of Stored Products Research*, 40: 409-421.
- Almaši R. (2008): Štetne artropode uskladištenog žita i proizvoda od žita. U P. Kljajić (Ur.) *Zaštita uskladištenih biljnih proizvoda od štetnih organizama*. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, 9-38
- Almaši R., Poslončec D. (2010). Razviće najvažnijih štetočina uskladištenog suvog voća. *Biljni lekar*, 38 (4-5): 376-381.
- Almaši R., Poslončec D. (2012). Uloga feromonskih klopki u suzbijanju štetočina uskladištenog suvog voća. *Biljni lekar*. Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu. 40 (5): 453-456.
- Barrera-Illanes A., Popich S., Ajmat M. (2017). Ciclo de vida de *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) en nueces almacenadas bajo condiciones ambientales controladas. *Folia Entomológica Mexicana*. 3(2): 15-22.
- Burks C. and Johnson J. (2012). *Biology, Behavior and Ecology of Stored Fruit and Nut Insects*. *Stored Product Protection*, Hagstrum, Phillips and Cuperus (eds.), 21-32. Manhattan, United States: Kansas State University.
- Vukajlović., Pešić S., Tanasković S. (2013). Efikasnost vodenih ekstrakata tri vrste *Echium* u suzbijanju larvi *Plodia interpunctella* (Hübner 1813) na pšenici. *Zbornik radova Simpozijuma entomologa Srbije 2013*, Tara, Srbija, 38.
- Kljajić P., Miloševski N., Perić I. (2002). Trajnost delovanja pirimifos-metila i deltametrina u zaštiti kukuruza od *Plodia interpunctella* Hübner, i *Sitotraga cerealella* Oliver i pasulja od *Acanthoscelides obtectus* Say. *Pesticidi*, 17 (3-4): 11-123.
- Marzban R., Bayat Asadi H., Mirmoaedi A. (2001). Comparative Assessment of Some Biological Characteristics of Indian Meal Moth *Plodia interpunctella* Hb. (Lep.: Pyralidae) on Pistachio, Walnut and Almond in Laboratory. *Journal of Entomological Society of Iran*. 20(2): 79.
- Mbata G. N. (1985): Some physical and biological factors affecting oviposition by *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Phycitidae). *Insect Science and its Application* 6: 597-604.
- Miljković K. (2017). Uvodna dinamika bioloških parametara bakrenastog plamenca (*Plodia interpunctella*, Hbn.) gajenog na lešniku, orahu i bademu. Master rad, Agronomski fakultet u Čačku. 1-80.
- Phillips T. W., Berbert R. C. And Cuperus G. W. (2000): Post-harvest integrated pest management, In: Francis F. J. (Ed.), *Encyclopedia of Food Science and Technology*. 2nd ed. Wiley Inc., New York, pp. 2690-2701.
- Predojević D., Vukajlović F., Tanasković S., Gvozdenac S., Pešić S. (2017). Influence of maize kernel state and type on life history of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*. 72: 121-127.

- S., Reza Hassani M., Imani S., Shojai M. (2015). Life table parameters of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Pyralidae) on four commercial pistachio cultivars. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 18: 55-59.
- Silhacek, D., Murphy, C., Arbogast, R. T. (2003): Behavior and movements of Indian meal moths (*Plodia interpunctella* Hübner) during commodity infestation. *Journal of Stored Products Research* 39: 171–184.
- Tramaterra P., Oliviero A., Salvoldelli S., Scholler M. (2016): Controlling infestation of a chocolate factory by *Plodia interpunctella* by combining mating disruption and the parasitoid *Habrobracon hebetor*. *Insect Science*. DOI: 10.1111/1744-7917.12319.
- Fasulo T. R. and Knox M. A. (2018): Indianmeal Moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae) University of Florida. EENY-026. 1-4.
- Štrbac P. (2002). Štetočine uskladištenih proizvoda i njihova kontrola. Poljoprivredni fakultet-Noví Sad, Institut za zaštitu bilja i životne sredine “Dr Pavle Vukasović”, Štamparija “Feljton” Novi Sad, 42(47):174-176.

COMPARATIVE ANALYSIS OF LIFE SPAN OF IMAGO *Plodia interpunctella*, (HÜBNER) GROWN ON THREE DIFFERENT TYPES OF NUTS

Kristina Miljković¹, Snežana Tanasković¹, Sonja Gvozdenac², Snežana Pešić³,
Filip Vukajlović³, Dragana Predojević³

Abstract: Indian Meal Moth (*Plodia interpunctella*, Lepidoptera, Pyralidae) is one of the most important pests of stored food products. The aim of this study was to determine the influence of different nutrient medium (broken kernels of walnuts, hazelnuts and almonds) on life span of imago *P. interpunctella*. The longest life span (7,69 days) was recorded on walnut. On hazelnut and almond, this value was statistically not significantly different, amounting to 7,07 and 6,73 days, respectively. According to obtained results, it can be concluded that the walnut is the most suitable nutrient medium for the development *P. interpunctella*.

Key words: *Plodia interpunctella*, walnut, hazelnut, almond, life span of imago

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (kristinaomiljkovic.992@gmail.com);

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30., Novi Sad, Srbija (gvozdenacsonja@gmail.com);

³Univerzitet u Kragujevcu, Prirodnomatematički fakultet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (snezana.pesic@pmf.kg.ac.rs);

MIKROBIOLOŠKA OCENA SANITARNOG STANJA ZEMLJIŠTA

Leka Mandić¹, Dragutin Đukić¹, Aleksandar Semenov,² Slavica Vesković³,
Slobodan Vlajić⁴, Vesna Đurović¹

Izvod: U radu se ukazuje na značaj sanitarne ocene stanja zemljišta na osnovu mikrobioloških pokazatelja (koli-titar, titar anaeroba i titar termofila), broja helminata, larvi muva itd., što je uslov za organizaciju ekološki sigurne i zdravstveno bezbedne poljoprivredne proizvodnje.

Gljučne reči: mikroorganizmi, zdravlje, zemljište.

Uvod

Zaštita životne sredine od zagađenja odavno je postala međunarodni problem. S tim u vezi, stanju životne sredine, posebno sa aspekta zdravlja stanovništva, mora se posvetiti velika pažnja (Đukić i sar., 2015a)

Imajući u vidu određenu epidemiološku ulogu zemljišta kao faktora širenja nekih infektivnih obolenja životinja i čoveka, u sanitarno-antiepideziološkoj praksi preduzima se niz mera zaštite zemljišta od zagađenja i inficiranja patogenim vrstama mikroorganizama.

Radi toga vrši se sanitarna ocena stanja zemljišta pomoću hemijskih, bakterioloških i helmintoloških ispitivanja. Zemljište se kontroliše radi njegove sanitarne ocene, karakterizacije procesa samoočišćenja, određivanja efikasnosti zemljišnih i biotermičkih metoda dezinfekcije otpada, pronalaženja parcela pogodnih za gradnju stambenih i privrednih objekata, kao i radi epidemioloških i epizootoloških istraživanja, koja služe za razjašnjavanje puteva zaražavanja zemljišta, vremena preživljavanja patogenih mikroorganizama u njemu itd. (Đukić i sar., 2011, 2015b; Flores-Tena et al., 2007).

Sanitarno-mikrobiološka analiza zemljišta

U zavisnosti od cilja vrši se kratka ili potpuna sanitarno-mikrobiološka analiza zemljišta. Pri tekućem sanitarnom nadzoru stanja zemljišta celishodno je vršiti kratku sanitarno-mikrobiološku analizu (Đukić i sar., 2009; Kalwasińska et al., 2012).

Sanitarno-bakteriološka analiza uključuje:

- određivanje ukupnog broja mikroorganizama u 1 g zemljišta;
- utvrđivanje titra crevnog štapića;
- utvrđivanje *Cl. perfringens* u zemljištu.

U slučaju postojanja epidemijских naznaka vrši se ispitivanje zemljišta na prisustvo bakterija rodova *Salmonella* i *Clostridium* (*Cl. tetani*, *Cl. botulinum*).

Sanitarno stanje zemljišta ocenjuje se na osnovu ukupnog broja mikroorganizama u njemu, titra crevnog štapića i titra anaeroba (*Cl. perfringens*) - tab. 1.

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (lekamg@kg.ac.rs)

²Faculty of Biology, Department of Microbiology, M. V. Lomonosov Moscow

³Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11040, Beograd, Srbija

⁴Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

Tabela 1. Šema sanitarne ocene zemljišta na osnovu mikrobnih pokazatelja
 Table 1. Sanitary assessment scheme of soil on the basis of microbial indicators

Ocena zemljišta <i>Soil evaluation</i>	Ukupan broj bakterija u 1 g zemljišta <i>Total number of bacteria in 1 g of soil</i>	Titar crevnog štapića <i>Coli titer</i>	Titar anaeroba (<i>Cl. perfringens</i>) <i>Anaerobic titer (Cl. perfringens)</i>
Čisto <i>Clean</i>	manje od 10 000 <i>less than 10 000</i>	više od 1 <i>more than 1</i>	više od 0,1 <i>more than 0,1</i>
Slabo zagađeno <i>Lightly polluted</i>	najviše 10 000 <i>maximum 10 000</i>	1,00 – 0,01	0,100 – 0,001
Umereno zagađeno <i>Moderately polluted</i>	100.000 – 900.000	0,010 – 0,001	0,0010 – 0,0001
Veoma zagađeno <i>Very polluted</i>	1.000 000 i više <i>2.000 000 and more</i>	do 0,001 <i>up to 0,001</i>	do 0,0001 <i>up to 0,0001</i>

O prisustvu patogenih mikroorganizama u zemljištu sudi se na osnovu indirektnog pokazatelja – prisustva sanitarno-indikatorskih mikroorganizama (bakterija grupe crevnog štapića, *Cl. perfringens*, bakterija roda *Proteus*, termofila). Koli-titar zagađenog zemljišta iznosi $1 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^5$, a čistog – može biti jednak 1 i više.

Nalaženje u zemljištu *Cl. perfringens*, uporedo sa bakterijama grupe crevnog štapića, takođe ukazuje na njegovo fekalno zagađenje. U početku se u zemljištu razvijaju i nakupljaju istovremeno bakterije iz grupe crevnog štapića i *Cl. perfringens*. Nakon 4 – 5 meseci bakterije grupe crevnog štapića izumiru, a *Cl. perfringens* se još uvek može naći u titru 0,01. Prema tome, titar *Cl. perfringens* ima sanitarno-indikatorski značaj samo u slučaju kada se određuje u kompleksu sa drugim pokazateljima. Na osnovu odnosa između broja vegetativnih i sporogenih oblika *Cl. perfringens* može se suditi o vremenu fekalnog zagađenja.

Zaštita zemljišnih resursa

Zaštita zemljišnih resursa propisana je kompleksom organizacionih, sanitarnih, sanitarno-tehničkih, planskih (projektnih), zemljišno-građevinskih i agrotehničkih mera, koje su usmerene na ograničavanje unošenja u zemljište različitih zagađenja, a što je sve određeno pojmom „sanitarna zaštita zemljišta“.

Osnovni zadaci sanitarne zaštite zemljišta su: utvrđivanje naučno zasnovanih MDK materija antropogenog porekla; otkrivanje i evidentiranje izvora zagađenja zemljišta; proučavanje uticaja zagađenja na procese samoočišćenja zemljišta i proučavanje uticanja zagađenog zemljišta na zdravlje stanovništva.

Poštovanje utvrđenih normativa zagađenja zemljišta industrijskim otpadom, otpadnim vodama preduzeća, otpadom od poljoprivredne proizvodnje, pesticidima i automobilskim transportom je jedna od najvažnijih mera zaštite zemljišta kao prirodnog resursa.

Zemljište je važna karika u kruženju hemijskih elemenata po hranidbenim lancima. Od hemijskog sastava zemljišta zavisi sastav podzemnih i površinskih voda; nasuprot nestabilnosti i isparljivosti mnogih materija, od hemijskog sastava zemljišta zavisi i koncentracija materija u atmosferi. Hemijske materije koje se nalaze u zemljištu akumuliraju se u biomasi biljaka, pa, prema tome, i u tkivu životinja i čoveka (Mandić i sar., 1995a; Đukić i sar., 1997).

Zemljište je obavezna karika u ciklusu razvoja geohelminata; ona je epidemiološki faktor nastanka i prenošenja crevnih infekcija; u zemljištu se dugo održavaju spore nekih patogenih mikroorganizama.

Samoočišćenje zemljišta, razlaganje organskih ostataka do prostih, mineralnih jedinjenja i sinteza složenih humusnih jedinjenja, pa i eliminisanje patogenih mikroorganizama moguće je samo uz učešće dovoljne količine kiseonika. Pri antropogenom zagađenju, koje izaziva uginuće prirodnih mikrobne zajednice i potrošnji kiseonika na oksidaciju hemijskog otpada, procesi samoočišćenja se remete, stvaraju se velike količine intermedijernih proizvoda oksidacije organskih jedinjenja i zemljište postaje nepogodno za poljoprivrednu proizvodnju (Recorbet и сар., 1993; Đukić, Mandić, 1993/98; Đukić и сар., 1999; Gagliardi и Karns, 2002).

U tabeli 2 dat je pregled osnovnih pokazatelja sanitarnog stanja zemljišta, stepena njegovog zagađenja i opasnosti.

Tabela 2. Pokazatelji sanitarnog stanja zemljišta, stepena njegove zagađenosti i opasnosti
 Table 2. Soil sanitary condition indicators, the degree of its pollution and environmental hazards

Stepen opasnosti zemljišta <i>Soil hazard degree</i>		Bezopasno <i>Harmless</i>	Relativno bezopasno <i>Relatively harmless</i>	Opasno <i>Hazardous</i>	Izuzetno opasno <i>Extremely hazardous</i>	
Stepen zagađenosti zemljišta <i>Soil pollution degree</i>		Čisto <i>Clean</i>	Slabo zagađeno <i>Lightly polluted</i>	Zagađeno <i>Polluted</i>	Veoma zagađeno <i>Very polluted</i>	
Pokazatelji sanitarnog stanja zemljišta <i>Soil sanitary condition indicators</i>	Koli-titar* - <i>Coli titer</i>	> 1,0	1,0 - 0,01	0,01 - 0,001	< 0,001	
	Titar anaeroba** - <i>Anaerobic titer</i>	> 1,0	1,0 - 0,001	0,001 - 0,0001	< 0,0001	
	Broj jaja helminata u 1 kg <i>Number of helminth eggs in 1 kg</i>	0	10	10 - 100	> 100	
	Broj larvi i lutaka muva (0,25m ²) <i>Number of larvae and fly pupa (0,25m²)</i>	0	10	10 - 100	> 100	
	Sanitarni broj Hlebnikova*** <i>Hlebnikov's sanitary code</i>	0,98 - 1,0	0,75 - 0,97	0,50 - 0,74	< 0,50	
	Sadržaj gasova u zemljišnom vazduhu na dubini od 1 m (uk. % pri 0°C i pritisku od 760 mm Hg stuba**** <i>The content of gases in the soil air at a depth of 1 m (in.% at 0°C and pressure of 760 mm Hg pillar</i>	CO ₂	0,38 - 0,80	1,20 - 2,80	4,10 - 6,50	4,40 - 18,0
		O ₂	19,80 - 20,30	17,70 - 19,90	14-20 - 16,50	1,70 - 5,50
		CH ₄	-	-	-	0,8 - 2,70
		H ₂	-	-	-	0,3 - 3,4
	Kratnost nadmašenja MDK egzogenih hemijskih materija - <i>Value of ability to overcome MDK exogenous chemical substances</i>		< 1	1 - 10	10 - 10	> 100
Titar termofila***** - <i>Thermophile titer</i>		0,01 - 0,001	0,001-0,00002	0,00002-0,00001	< 0,00001	

* Vrlo važan faktor mikrobnog zagađenja zemljišta je koli-titar – najmanja težina (masa) zemljišta u gramima u kojoj se nalazi jedan crvni štapić/*A very important factor of microbial contamination of soil is coli-titer - minimum soil weight (mass) in grams in which there is one intestinal wand*

** Titar anaeroba – najmanja masa zemljišta u gramima u kojoj se nalazi jedan anaerobni organizam./*Anaerobic titer - minimum soil weight (mass) in grams in which there is one anaerobic organism.*

***Sanitarni broj Hlebnikova – odnos zemljišnog belančevinskog azota (azota humusa) u mg/kg prema ukupnoj količini organskog azota u zemljištu./ *Hlebnikov's Sanitary Code - ratio of soil protein nitrogen (nitrogen humus) in mg / kg in total amount of organic nitrogen in the soil*

**** Kratnost premašaja MDK egzogenih hemijskih materija – to je odnos faktičkog sadržaja hemijske materije u zemljištu u mg/kg prema MDK te materije (mg/kg)./*Value of ability to overcome MDK exogenous chemical substances - this is the ratio of the actual chemical content of the soil in mg / kg to the MDK of that substance (mg / kg)*

***** Titar termofila – najmanja težina zemljišta u gramima u kojoj se nalazi jedan termofilni organizam./*Thermophile titer - the smallest weight of the soil in grams in which a thermophilic organism is located*

Prirodni procesi koji se odvijaju u zemljištu izuzetno su složeni. Za obnavljanje izgubljenih svojstava zemljišta potrebne su mnoge decenije. Očuvanje zemljišta kao prirodnog resursa je jedan od globalnih zadataka ekologije.

Jedan od najvažnijih principa stabilnog ekološkog razvoja je racionalno iskorišćavanje prirodnih resursa i smanjenje količine otpada.

Zaključak

Ovaj rad predstavlja doprinos u pogledu sagledavanja značaja sanitarne ocene zemljišta na osnovu, pre svega, mikrobioloških parametara.

Osim standardnog određivanja ukupnog broja mikroorganizama, titra crevnog štapića i *Clostridium perfringens* u zemljištu, u slučaju epidemiološke opasnosti određuju se i bakterije rodova *Salmonella* i *Clostridium* (*Cl. tetani*, *Cl. botulinum*).

Napomena: Istraživanja u ovom radu su deo projekta TR 31057 i TR 31092 koje finansira Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

- Flores-Tena F.J., Guerrero-Barrera A.L., Avelar-Gonzalez F.J., Ramirez-Lopez E.M., Martinez-Saldana Ma.C. (2007). Pathogenic and opportunistic Gram-negative bacteria in soil, leachate and air in San Nicolas landfill at Aguascalientes, Mexico. *Rev. Latino. Microbiol.* **49**, (1-2), 25-30.
- Djukic D., Mandic L., Veskovic-Moracanic S. (2015b). Zajednički patogeni viših biosfernih organizama. Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 13-14. Mart, Zbornik radova, Vol. 20(22): 497-513.
- Đukić D. Jemcev V.T., Mandić L. (2011). Sanitarna mikrobiologija zemljišta, cela monografija, Agronomski fakultet u Čačku, 502 str.
- Đukić D., Mandić L., Đorđević S. (2015a). Mikrobiološka i fitoremedijacija zagađenih zemljišta i voda. Agronomski fakultet u Čačku, 294 str.
- Đukić D., Mandić L., Marijana Pešaković, Novosel P. (2009). Kolonizacija biljaka sa *E.coli* u uslovima zagađenog zemljišta. XIV Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 27- 28. Mart. Zbornik radova, Vol. 14, br. 15, 23-26

- Đukić, D., Mandić L. (1993/98). Mikroorganizmi kao faktori kontrole količine pesticida u zemljištu. “Glasnik Repub. zavoda za zaštitu prirode i prirodjačkog muzeja”, 26, 67-76.
- Đukić, D., Mandić, L., Marković, G. (1999). Effect of diverse concentrations of heavy metals on number of some systematic groups of soil microorganisms. *Ekologija*, 34 (1-2), 73-78.
- Đukić, D., Mandić, L., Ranković, M.(1997). Herbicidi kao faktor regulacije brojnosti amilolitskih mikroorganizama i azotobaktera u zemljištu pod rastilom jabuke. *Jugoslovensko voćarstvo*, Vol. 31, br. 117-118, 159-166.
- Gagliardi J.V., Karns J.S. (2002). Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on plant roots. *Environmental microbiology*, 4(2): 89-96
- Kalwasińska A., Swiontek-Brzezinska M., Burkowska A. (2012). Sanitary Quality of Soil in and near Municipal Waste Landfill Sites. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 21, No. 6, 1651-1657.
- Mandić, L., Đukić, D. (1995a). Effect of Different Herbicides on Number of Ammonificators and Soil Proteolytic Activity Under Apple Root Stock. “*J. Sci. Agric. Research*”, 56, 202, 3-4, 41-51.
- Recorbet G., Picard C., Normand P., Simonet P. (1993). Kinetics of the Persistence of Chromosomal DNA from Genetically Engineered *Escherichia coli* Introduced into Soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 59(12): 4289-4294.

MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF SOIL SANITARY STATUS

Leka Mandić¹, Dragutin Đukić¹, Aleksandar Semenov² Slavica Vesković³, Slobodan Vlajić⁴, Vesna Đurović¹

Abstract

The paper points importance of sanitary assessment of soil on the basis of microbiological parameters (coli titer, titer of anaerobes and titer thermophiles), the number of helminths, larvae of flies, etc., which is a condition for the organization of agricultural production safe for environment and health.

Key words: microorganisms, health, soil.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (lekamg@kg.ac.rs)

² Faculty of Biology, Department of Microbiology, M. V. Lomonosov Moscow

³Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 11040, Beograd, Srbija

⁴Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

ANTIMIKROBNA AKTIVNOST SEKUNDARNIH BILJNIH METABOLITA

*Ljubica Šarčević-Todosijević¹, Bojana Petrović¹, Predrag Vukomanović¹,
Ljubiša Živanović², Jana Garčić¹, Vera Popović³*

Izvod: Sekundarni metaboliti biljaka odgovorni su za širok dijapazon aktivnosti biljnih droga. Ciljevi istraživanja sekundarnih biljnih metabolita, odnose se i na potrebe pronalaska novih antimikrobnih materija s obzirom na globalnu pojavu otpornosti bakterija na antibiotike. U ovom radu, razmatra se antimikrobna aktivnost sekundarnih biljnih metabolita.

Gljučne reči: sekundarni biljni metaboliti, antimikrobna aktivnost.

Uvod

Biljke imaju važnu ulogu u održavanju zdravlja ljudi i poboljšanju kvaliteta ljudskog života, a korišćenje biljaka u ove svrhe datira od davnina. Infektivne bolesti su još uvek vodeći uzrok smrtnosti širom sveta, uprkos velikom napretku medicine i farmacije, između ostalog, i zbog globalne pojave otpornosti bakterija na antibiotike, pa se nameće potreba za pronalaskom novih antimikrobnih jedinjenja (Freiesleben and Jäger, 2014).

Pod pojmom "biljna droga" u farmaciji, podrazumevaju se biljni organi ili njihovi delovi, koji sadrže farmakološki aktivna jedinjenja; u širem smislu droge su proizvodi koji se iz biljnog organizma mogu izdvojiti procesom ekstrakcije. Farmakološki aktivne materije u biljkama, uglavnom pripadaju grupi sekundarnih metabolita i upravo su ovi sastojci odgovorni za aktivnost biljnih droga. Farmakološka aktivnost biljnih droga je izuzetno široka, obuhvata antioksidativna, antimitagena, antikancerogena, antialergijska, antiinflamatorna, antibakterijska, antivirusna, citotoksična, diuretička, spazmolitička, sedativna i mnoga druga dejstva (Kovačević, 2004; Popović i sar., 2016; 2018a).

Jedan od značajnih ciljeva istraživanja sekundarnih biljnih metabolita, odnosi se i na mogućnosti pronalaska novih antimikrobnih materija, posebno ako se ima u vidu pomenuta pojava otpornosti bakterija na konvencionalna antibiotska sredstva. Istraživanjima je potvrđeno da antimikrobnu aktivnost poseduju brojni polifenolni sastojci biljaka (jednostavni polifenoli, fenolne kiseline, lignani, hinoni, flavonoidi, tanini, kumarini), terpenoidi i etarska ulja, alkalodi, lektini, polipeptidi, poliacetileni (Kovačević, 2004; Cowan, 1999; Kovačević i Kundaković, 2007).

U ovom radu, razmatra se antimikrobna aktivnost sekundarnih biljnih metabolita.

¹Visoka zdravstveno-sanitarna škola strukovnih studija "Visan", Tošin bunar, 7a, Zemun, Beograd, Srbija (ljsarcevic@gmail.com);

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun, Beograd, Srbija;

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog, 30, Novi Sad, Srbija.

Sekundarni metaboliti biljaka

Biljke sintetišu veliki broj organskih jedinjenja, koja su tradicionalno klasifikovana kao primarni i sekundarni metaboliti, iako oštre granice između ovih grupa nisu uvek jasne. Primarni metaboliti su označeni kao jedinjenja koja učestvuju u osnovnim metaboličkim procesima biljke, a nastaju u procesima fotosinteze, glikolize, ciklusa limunske kiseline, sinteze aminokiselina, transaminacije, sinteze enzima, proteina i strukturnog materijala ćelija. Sekundarni metaboliti su jedinjenja koja nemaju direktnu ulogu u fundamentalnim metaboličkim procesima, već imaju važan ekološki značaj za opstanak biljke, kao i zaštitnu ulogu u adaptaciji biljke na uslove biotičkog i abiotičkog stresa. Odnosi između biljaka i drugih članova biocenoza, uključujući mikroorganizme, u ekosistemima su veoma složeni i često su posredovani produkcijom sekundarnih metabolita. Sekundarni metaboliti su niskomolekulska jedinjenja, bez energetskog značaja, odlikuju se hemijskom raznovrsnošću i biološkom i farmakološkom aktivnošću (Odum, 1972; Kovačević, 2004; Veberič, 2010, Šarčević - Todosijević et al., 2016; Šarčević - Todosijević i sar., 2018a; Šarčević - Todosijević i Stevanović, 2018; Šarčević - Todosijević et al., 2019).

Fenolna jedinjenja predstavljaju najveću grupu sekundarnih metabolita, obuhvataju jednostavna jedinjenja poput fenolnih kiselina, ali i polimere velike molekulske mase, kao što su kondenzovani tanini. Intenzivno se proučava hemijska struktura i dejstvo fenolnih kiselina i njihovih heterozida. Uglavnom su prisutne u žitaricama (pšenici, ječmu, raži), a posebno ferulna kiselina, esterifikovana polisaharidima, koji su sastavni deo ćelijskog zida biljaka. Poseduju snažnu antioksidativnu, antiinflamatornu, antikancerogenu i antimikrobnu aktivnost. Galna kiselina poseduje aktioksidativna, anifugalna i antiviralna svojstva (Kovačević, 2004; Popović i sar., 2018a; 2018b; 2018c; 2019). Flavonoidi predstavljaju najveću grupu biljnih polifenola. U osnovi molekula aglikona kod ove grupe jedinjenja, nalazi se 2-fenil-benzo- γ -piron (flavon). Veliki broj lekovitih biljaka sadrži flavonoide, koji imaju izraženo antiviralno i antibakterijsko dejstvo. Koncentrisani su u semenu, plodovima, listu, cvetu, kori drveta (Kovačević, 2004; Šarčević - Todosijević et al., 2018b). Biljni ekstrakti bogati flavonoidima, već duži period se koriste kao efikasni baktericidni agensi protiv vrsta *Escherichia coli*, *Staphylococcus nervous*, *Staphylococcus epidermidis* i dr. (Cushnie and Lamb, 2005), pri čemu su flavonoidi miricetin, apigenin, rutin, galangin, 2,4,2'-trihidroksi-5'-metil halkan i lanhokarpol vodeće supstance (Kovačević i Kundaković, 2007).

Alkaloidi su heterociklična azotna jedinjenja. Diterpenoidni alkaloidi, izolovani iz biljaka familije Ranunculaceae, pokazuju značajno antimikrobno dejstvo (Omulokoli and Khan Chhabra, 1997). Glikoalkaloid iz familije Solanaceae, pokazuje anti-HIV dejstvo kao i antibakterijsko dejstvo (McMahon et al., 1995).

U grupu sekundarnih biljnih metabolita, izraženog antimikrobnog dejstva, ubrajaju se i etarska ulja. Etarska ulja su lako isparljive kompleksne prirodne smeše različitih mono-, seskviterpena i fenilpropanskih jedinjenja. Od masnih ulja se razlikuju po aromatičnosti i isparljivosti, daju biljkama karakterističan miris i predstavljaju najčešće tečne produkte biljnog tkiva. Gotovo sva ulja intenzivno sprečavaju razvoj mikroorganizama, suzbijajući širenje infekcija na biljkama u kojima nastaju. Izuzetno

bogate etarskim uljima su vrste familija: Pinaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae, Apiaceae (Kovačević, 2004; Miloradović i sar., 2018).

Antimikrobna aktivnost sekundarnih biljnih metabolita

Sekundarni metaboliti biljaka inhibiraju rast mikroorganizama različitim mehanizmima. Uopšteno gledano, smatra se da postoji pet osnovnih mehanizama dejstva prirodnog proizvoda na ćeliju mikroorganizma, a to su:

- dezintegracija ćelijskog zida,
- destabilizacija prolaska protona kroz membranu ćelije,
- sprečavanje protoka elektrona,
- sprečavanje aktivnog transporta i
- koagulacija ćelijskog sadržaja (Sikkema et al., 1995; Madigan et al., 1997; Faleiro, 2011).

Među antimikrobnim supstancama biljnog porekla, kao što je naglašeno, posebno se ističu etarska ulja, koja se tradicionalno koriste zbog prijatnog mirisa i antiseptičkih svojstava. Etarska ulja se smatraju za prirodne alternative hemijskim biocidima i antibioticima, a efikasna su protiv velikog broja patogenih bakterija. Aromatične biljne vrste roda *Thymus* su važne lekovite biljke, preporučuju se zbog terapijskih svojstava njihovog etarskog ulja. Rod *Thymus* pripada familiji Lamiaceae, obuhvata oko 350 vrsta (Jančić, 2004).

U studiji Nikolića i sar. (2014), izvedena je naučna validacija tradicionalne upotrebe i ispitivanje fitohemijske i biološke aktivnosti etarskih ulja *Thymus serpyllum*, *Thymus algeriensis* i *Thymus vulgaris*. Analiza je otkrila timol kao glavnu komponentu *Thymus algeriensis*, *Thymus vulgaris* i *Thymus serpyllum*, sa procentualnim udelom od 56,02%, 48,92% i 38,50%. Osušeni delovi *Thymus vulgaris* i *Thymus algeriensis* odvojeni su od drvenastih delova (100 g) i podvrgnuti hidrodestilaciji, uz aparat Clevenger 3 sata, u skladu sa standardnom procedurom. Dobijena etarska ulja su osušena iznad Na₂SO₄ i čuvana na 4°C pre daljih analiza. Ispitivano je dejstvo etarskih ulja na sledeće kliničke oralne izolate: *Streptococcus mutans* (IBR S001), *Streptococcus sanguis* (dva soja, IBR S002 i IBR S003), *Streptococcus pyogenes* (dva soja, IBR S004 i IBR S005), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Pseudomonas aeruginosa* (IBR P001) i *Lactobacillus* sp. (IBR L002). Minimalna inhibitorna koncentracija je određena metodom mikrodilucije. U eksperimentu je korišćena pozitivna kontrola s antibiotikom (ampicilin i streptomycin) i antimikrobnim preparatom (*Hexoral* i *Chlorhexidine* 0,05%). Sva tri ulja pokazala su značajnu antimikrobnu aktivnost prema svim testiranim sojevima bakterija. Vrednosti inhibicije varirale su od MIK 2,5-160 µg/ml, a minimalna bakteriocidna koncentracija (MBK) iznosila je 5-320 µg/ml. *Thymus serpyllum* je pokazao najjaču antimikrobnu aktivnost (MIK 2,5-5 µg/ml, a MBK 5-10 µg/ml), dok je *Thymus vulgaris* pokazao najniži antimikrobni potencijal (MIK 80-160 µg/ml, MBK 160-320 µg/ml). *Thymus algeriensis* je inhibirao rast odabranih mikroorganizama u srednjem dometu MIK 20-80 µg/ml, MBK 40-160 µg/ml. Upoređujući rezultate dejstva etarskih ulja sa standardnim lekovima (heksoral), zaključeno je da ulja poseduju snažnija antibakterijska dejstva na ispitivane patogene taksone mikroorganizama. Etarsko ulje vrste *Thymus serpyllum* pokazalo je veću antibakterijsku aktivnost nego

testirana dva antibiotika. Ulje *Thymus algeriensis* je pokazalo jednak antibakterijski potencijal kao streptomycin, ali jači od ampicilina na sledećim bakterijama: *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus pyogenes* i *Staphylococcus aureus*. Etarsko ulje *Thymus vulgaris* je, takođe, pokazalo veću aktivnost od ampicilina na *Streptococcus pyogenes* i *Staphylococcus aureus* (Nikolić i sar., 2014).

Izuzetno je značajna studija Beatovića i sar. (2013), koja se odnosila na ispitivanje hemijskog sastava i antimikrobne aktivnosti etarskog ulja svetog bosiljka, *Ocimum sanctum* L. Etarsko ulje iz suve herbe vrste bosiljka (*Ocimum sanctum* L.), dobijeno je hidrodestilacijom u oficinalnom aparatu po Clevenger-u.

Testirani su sledeći bakterijski sojevi:

- Gram (+): *Bacillus cereus* (klinički izolat) *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Micrococcus flavus* (ATCC 10240), *Listeria monocytogenes* (NCTC 7937) i *Enterococcus faecalis* (humani izolat);
- Gram (-): *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), *Escherichia coli* (ATCC 35218).

Za uzgoj bakterijskih kultura, korišćena je *Mueller-Hinton* čvrsta podloga. Antibiotici ampicilin i streptomycin su korišćeni kao pozitivne kontrole. Hemijski sastav etarskog ulja određen je gasnom hromatografijom. Detektovane komponente ulja su svrstane u tri grupe: **monoterpene, seskviterpene i fenilpropanoide**. Rezultati istraživanja pokazuju izraženu antibakterijsku aktivnost ulja na sve testirane bakterijske sojeve, Gram (+) i Gram (-), a u odnosu na antibiotike. Etarsko ulje je delovalo na sve testirane sojeve inhibitorno u intervalu 0,34–41,50 µl/ml i baktericidno u opsegu 22,50–124,5 µl/ml. Referentni antibiotik streptomycin je delovao inhibitorno u intervalu 1,25–10,00 µl/ml i baktericidno u opsegu 2,5–25,00 µl/ml, a ampicilin inhibitorno 100,00 µl/ml i baktericidno 150,00 µl/ml. Uočena je veća antibakterijska aktivnost na Gram-negativne bakterije, najosetljiviji bakterijski taksoni su *Salmonella typhimurium* (MBK = 22,50µl/ml) i *Escherichia coli* (MBK = 25,00µl/ml). *Listeria monocytogenes* i *Enterococcus faecalis* pokazale su najveću rezistentnost na ispitivano ulje (MBK = 124,50µl/ml) (Beatović i sar., 2013).

Ispitivanjem aktivnosti etarskih ulja matičnjaka (*Melissa officinalis*), manuke (*Leptospermum scoparium*) i vratića (*Tanacetum vulgare*) na sojeve *Candida* spp. i *Aspergillus* spp., uzročnike otomikoza, površnih gljivičnih infekcija kože spoljašnjeg ušnog kanala, Jovanović et al. (2016) su dokazali da navedena etarska ulja imaju i antimikotični efekat.

Još jedna važna biljna familija, s aspekta ekstrakcije i primene etarskih ulja, je Myrtaceae (Jančić, 2004). Značajan predstavnik je vrsta *Eucalyptus globulus* zbog izraženih bioloških i farmakoloških svojstava. Koristi se za ekstrakciju etarskog ulja, koje nalazi veliku primenu, i to kao anestetik, antiseptik, adstringent, dezinfekciono sredstvo, zatim kao narodni lek za apsces, artritis, astmu, bronhitis, opekotine, dijabetes, dijareju, difteriju, groznicu, grip. Takođe, veliku primenu ima i u kozmetičkoj industriji. Mnogobrojne studije su se bavile antimikrobnim svojstvima etarskog ulja *Eucalyptus globulus*. Bachir i Benali (2012) su ispitivali antimikrobnu aktivnost etarskog ulja iz listova *Eucalyptus globulus* na dve medicinski značajne vrste bakterija, *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*, putem metode disk difuzije i metode razređivanja. Najveća zona inhibicije je dobijena za *Escherichia coli* sa 100% koncentracijom etarskog ulja

Eucalyptus globulus, a najmanja za *Staphylococcus aureus* sa 25% koncentracije listova etarskog ulja. Sa porastom koncentracije etarskog ulja, raste i inhibički efekat na rast ispitivanih mikroorganizama (Bachir and Benali, 2012). Beneta (1997), na osnovu rezultata istraživanja, navodi da je etarsko ulje vrste *Eucalyptus globulus* delovalo na većinu ispitanih Gram-pozitivnih i Gram-negativnih bakterija, kvasnica i dermatofita u koncentracijama manjim od 2%, dok je slabije dejstvo utvrđeno za vrste *Escherichia coli*, *Candida glabrata* te različite vrste roda *Bacillus*. Dermatofiti *Trichophyton mentagrophytes* i *Epidermophyton floccosum* nisu bili osetljivi na delovanje etarskog ulja (Beneta, 1997).

Pored pomenutih biljnih taksona, i mnoge druge biljne vrste i njihovi sekundarni metaboliti pokazuju antimikrobna svojstva. Halilović et al. (2017) su ispitivali antimikrobni učinak ekstrakata iz plodova i listova borovnice, brusnice i aronije. Najizraženiji antimikrobni učinak od ispitivanih plodova pokazao je plod borovnice, a od listova list brusnice. Bobičaste vrste su antimikrobno delotvornije prema Gram - pozitivnim bakterijama u odnosu na Gram - negativne.

Đukić i sar. (2016) su ispitivali hemijsku strukturu i antimikrobnu aktivnost vrste *Lotus corniculatus* L. (žuti zvezdan). Sasušeni delovi biljke žutog zvezdana su usitnjeni pomoću blendera i tako dobijeni biljni materijal ekstrahovan u Soxhlet aparatu. Ekstrakcijom iz ispitivane biljke, dobijen je etanolni ekstrakt. Za utvrđivanje antimikrobne aktivnosti, određena je minimalna inhibična koncentracija ispitivanih uzoraka. Standardni antibiotik amracin korišćen je za kontrolu osetljivosti testiranih bakterija. Rezultati dobijeni mikrodilucionom metodom, ukazuju na značajnu inhibičnu aktivnost ekstrakta, pri čemu MIK vrednosti iznose od 7.8125 µg/ml do 125.00 µg/ml. Ekstrakt izolovan iz *Lotus corniculatus* L. pokazao je inhibičnu aktivnost prema šest testiranih bakterijskih sojeva. U pitanju su sledeći taksoni: *Proteus hauseri* (ATCC 13315), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 13883), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Proteus mirabilis* (ATCC 14153), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633). Biljni ekstrakt *Lotus corniculatus* L. ispoljava najjaču antimikrobnu aktivnost u odnosu na *Escherichia coli*, a najslabiju antimikrobnu aktivnost na *Proteus hauseri* (Đukić i sar., 2016).

Beli luk (*Allium sativum* L.) nalazi široku primenu u farmaceutskoj industriji, ali i kao narodni lek. Sadrži ugljene hidrate, steroidne saponozide, mineralne materije i sumporne heterozide kao najvažnije sastojke. Dokazano je da beli luk poseduje imunološka, hepatoprotektivna, antioksidativna, antikancerogena i antimikrobna svojstva (Kalaba i sar., 2015).

Zaključak

Rezultati prikazanih istraživanja, jasno ukazuju na značajnu antimikrobnu aktivnost sekundarnih biljnih metabolita, koja može varirati u zavisnosti od koncentracije ekstrakta koji se koristi, pa i dela biljke iz kojeg je dobijen ekstrakt. U brojnim slučajevima, sekundarni biljni metaboliti pokazuju snažniju antibakterijsku aktivnost na testiranim taksonima mikroorganizama u odnosu na konvencionalne antibiotike. Takvi rezultati predstavljaju dodatni motiv za dalja istraživanja sekundarnih biljnih metabolita i njihovu širu primenu u medicini, kao i ostalim sferama života.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat projekata: TR 31025 koga finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011-2020); i bilateralnog projekta, CG-SR: Alternativna žita i uljarice kao izvor zdravstveno bezbedne hrane i važna sirovina za proizvodnju biodizela (2019-2020).

Literatura

- Bachir, G., Benali, M. (2012). Antibacterial activity of the essential oils from the leaves of *Eucalyptus globulus* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2 (9): 739-742.
- Beatović, D., Jelačić, S., Oparnica, Č., Krstić-Milošević, D., Glamočlija, J., Ristić, M., Šiljegović, J. (2013). Hemijski sastav, antioksidativna i antimikrobna aktivnost etarskog ulja *Ocimum sanctum* L. *Hemijska industrija*, 67 (3): 427-435.
- Beneta, G. (1997). Investigation of antimicrobial activity of the essential oil of *Eucalyptus globulus* Labillardiere, Myrtaceae. Diploma thesis. University of Zagreb. Faculty of Pharmacy and Biochemistry.
- Cowan, M. (1992). Plants products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology*, 12 (4): 564-582.
- Cushnie, T.T.P., Lamb, A. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26: 343-356.
- Đukić, D., Zelenika, M., Mandić, L., Stevović, V., Pavlović, V., Mašković, P. (2016). Mineralni sastav i antimikrobna aktivnost etanolskog ekstrakta žutog zvezdana. XXI Savetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova, Vol. 21 (24): 815-820.
- Faleiro, M.L. (2011). The mode of antibacterial action of essential oils. *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*. FORMATEX, Vol. 5, No.21: 1143-1156.
- Freiesleben, S., Jäger, A. (2014). Correlation between Plant Secondary Metabolites and Their Antifungal Mechanisms - A Review. *Medicinal & Aromatic Plants*, 3: 154.
- Halilović, A., Hodžić, S., Hercegovac, A., Osmanović, S., Husejinagić, D., Meškić, E., Hadžić, V. (2017). Antimicrobial properties extracts from fruits and leaves of blueberry, cranberry and aronia. XXII Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, Knjiga 2, 597-602.
- Jančić, R. (2004). Botanika farmaceutika. Službeni list SCG. Beograd.
- Jovanović, Đ., Jovanović, V., Mitrović, S. (2016). Antifungal activity of essential oils of lemon balm, manuka and tansy to the causative agents of otomycosis. *Medical Youth*, Volume 67 [No. 1]. 44-50.
- Kalaba, V., Kasagić, D., Golić, B. (2015). The antimicrobial properties of garlic (*Allium sativum*), *Veterinary Journal of Republic of Srpska*, Vol.XV No.2, 1-189.
- Kovačević, N. (2004). Osnovi farmakognozije. Srpska školska knjiga. Beograd.
- Kovačević, N., Kundaković, T. (2007). Antimikrobna aktivnost sastojaka biljaka. *Arh.farm.* 57: 277-287.
- Madigan, M., Martinko, J., Parker, J. (1997). *Biology of Microorganisms*. Eighth Edition. Prentice Hall. International, Inc. New Jersey.

- McMahon, J., Currens, M., Gulakowski, R., Buckheit, R., Lackman-Smith, C., Hallock, Y., Boyd, M., Michellamine, B. (1995). A novel plant alkaloid, inhibits human immunodeficiency virus-induced cell killing by at least two distinct mechanisms. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 39 (2):484–488.
- Miloradović, Z., Glamočlija, Đ., Popović, V., Jovanović, Lj., Popović, S., Ugrenović, V., Filipović, V. (2018). Fresh yield biomass immortelle and essential oil contents depending on the growing locality. 22th International ECO-Conference® 10th Eco-Conference on safe food. 26th - 28th September 2018. Novi Sad, Serbia, 241-250.
- Nikolić, M., Glamočlija, J., Ferreira, I., Calhelha, R., Fernandes, A., Marković, T., Marković, D., Giweli, A., Soković, M. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*. Elsevier., 52: 183-190.
- Odum, E.P. (1972). *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. W.B. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Omulokoli E, Khan Chhabra, S. (1997). Antiplasmodial activity of four Kenyan medicinal plants. *J. Ethnopharmacol.*, 56: 133–137.
- Popovic, V., Tatic, M., Sikora, V., Ikanovic, J., Drazic, G., Djukic, V., Mihailovic, B., Filipovic, V., Dozet, G., Jovanovic, Lj., Stevanovic, P. (2016): Variability of yield and chemical composition in soybean genotypes grown under different agro-ecological conditions of Serbia. *Romanian Agricultural Research*, 33, 29-39. www.incda-fundulea.ro, DII 2067-5720 RAR 2016-167.
- Popović, V., Maksimović, L., Vasić, M., Marjanović-Jeromela, A., Mihailović, V., Ikanović, J., Stojanović, D., Filipović, V. (2018a). Prinos i sadržaj ulja i sadržaj ukupnih fenola u semenu maka (*Papaver somniferum* L.) u organskom sistemu proizvodnje, Zbornik radova 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, 17-23. Jun 2018, Herceg Novi, 85-94.
- Popović, V., Tatić, M., Vučković, S., Glamočlija, Đ., Dolijanović, Ž., Dozet, G., Kiprovska, B. (2018b): Potencijal semena i komponenti kvaliteta lana *Linum usitatissimum* L. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik. Radovi sa XXXII Savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. 2018. Vol. 24, br. 1-2. 111-122.
- Popović, V., Sikora, V., Maksimović, L., Kiprovska, B., Marjanović-Jeromela, A., Mihailović, N., Raičević, V. (2018c): NS Primus - sorta uljanog lana odličnog tehnološkog kvaliteta. Zbornih referata. 51. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije. Zlatibor 21-27.01.2018. Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad. 68-80.
- Popović, V., Marjanović Jeromela, A., Jovović, Z., Janković, S., Filipović, V., Kolarić, Lj., Ugrenović, V., Šarčević-Todosijević, Lj. (2019). Chapter 5. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) production trends in the World and in Serbia. Ed. Janjev. I. Book Title: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment. NOVA Science Publishers, INC., USA, ISBN: 978-1-53614-897-8, <https://novapublishers.com/shop/serbia-current-issues-and-challenges-in-the-areas-of-natural-resources-agriculture-and-environment/>

- Sikkema, J., de Bont, J.A, Poolman, B. (1995). Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 1995, 59 (2): 201–222.
- Šarčević-Todosijević, Lj., Živanović, Lj., Janjić, S., Popović, V., Ikanović, J., Popović, S., Dražić, G. (2016). The influence of nitrogen fertilizer on the total number of microorganisms and aminoautotroph dynamics under "ugar" and sown maize. *Agriculture and Forestry*, 62 (3): 185-196. DOI: 10.17707/AgricultForest.
- Šarčević - Todosijević, Lj., Živanović, Lj., Petrović, B., Marinković, T., Popović, V. (2018a). Brojnost i značaj aktinomiceta u zemljištu u fazi fiziološke zrelosti zrna kukuruza (*Zea mays* L.). XXIII Savetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova, p. 82 – 88.
- Šarčević - Todosijević, Lj., Petrović, B., Marinković, T., Živanović, Lj., Popović, V. (2018b). Pregled lekovitih biljnih taksona razdela Magnoliophyta na lokalitetu Košutnjak. XXIII Savetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova, p. 339-345.
- Šarčević – Todosijević, Lj., Stevanović, A. (2018). Interaction of Plants and Pathogenic Microorganisms in Health Safe Food Production, 10th International Scientific Conference "Freedom and Security in Real and Syber Space", 88.
- Šarčević-Todosijević Lj., Popović V., Živanović, Lj., Popović, S. (2019). The Possible Use of Allelopathic Relationships in Plant Growing, Ed. Janev. I. Chapter 4. Book Title: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment, NOVA Science publishers, INC., USA ISBN: 978-1-53614-897-8, <https://novapublishers.com/shop/serbia-current-issues-and-challenges-in-the-areas-of-natural-resources-agriculture-and-environment/>
- Veberič, R. (2010). Bioactive Compounds in Fruit Plants. Biotehnički fakultet, Ljubljana.

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PLANT SECONDARY METABOLITES

*Ljubica Šarčević - Todosijević¹, Bojana Petrović¹, Predrag Vukomanović¹,
Ljubiša Živanović², Jana Garčić¹, Vera Popović³*

Abstract

Plant secondary metabolites are responsible for a wide range of herbal drug activities. The objectives of the research of secondary plant metabolites also relate to the needs of the invention of new antimicrobials due to the global appearance of bacteria resistance to conventional antibiotic agents. In this paper, the antimicrobial activity of secondary plant metabolites is considered.

Key words: plant secondary metabolites, antimicrobial activity.

¹High Medical and Sanitary College of Vocational Studies "Visan", Tošin bunar, 7a, Zemun, Belgrade, Serbia, (ljsarcevic@gmail.com);

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun, Belgrade, Serbia;

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maxim Gorki, 30, Novi Sad, Serbia.

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GROWTH OF *FUSARIUM* SPP. ISOLATED FROM ROTTED GARLIC BULBS

Maja Ignjatov¹, Dragana Milošević¹, Slobodan Vlajić¹, Žarko Ivanović²,
Zorica Nikolić¹, Dušica Jovičić¹, Jelica Gvozdanović Varga¹

Abstract: During the last few years, the appearance of rot of garlic bulbs and cloves in warehouses has been continuously monitored, and six species of *Fusarium* genus were found: *F. verticillioides*, *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. tricinctum*, *F. oxysporum* f. sp. *cepae* and *F. acuminatum*. Maximum growth rate after three days was recorded at 25°C in all investigated isolates. At 10°C maximum growth rate was recorded for the *F. tricinctum* with 13mm in diameter and the lowest growth rate at 30°C with ø11mm. Our experimental results show how different temperature greatly influenced mycelial growth and it can increase rot progression and severity during the storage period.

Key words: fungi, *Fusarium* spp., effect temperature, garlic, rot

Introduction

In addition to the relatively little knowledge of the primary damage that the species of the genus *Fusarium* cause on garlic during production, it is considered that *Fusarium* species take a significant place as the causative agents of rot in warehouse conditions. The fungi that cause *Fusarium* rot of garlic are propagated by mycelium or spores. The causative agents of rot of garlic are stored in the winter in the bulbs, on plant debris and soil.

Garlic (*Allium sativum* L.) production is the highest in Asia (China), Latin America, North Africa and in Southern part of Europe (1422428 ha), with world production of 24.3 million tones (FAO 2014). Spain has the highest production of garlic in Europe, while Serbia also belongs to the largest east European garlic producers with an area of about 7744 ha. The results of numerous studies indicate that the several species of *Fusarium* genus are responsible for occurrence of garlic rot: *F. proliferatum*, *F. oxysporum* f. sp. *cepae*, *F. verticillioides*, *F. solani* (Dugan et al., 2003; Palmero et al., 2012; Tonti et al., 2012). The significance of *Fusarium* rot of garlic has been previously reported in Serbia with common species such as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. proliferatum* and *F. verticillioides* (Stanković et al., 2007; Lević 2008; Lević et al., 2009). During the last few years, the appearance of rotting of garlic in warehouses has been continuously monitored. A large number of isolates were collected and, after molecular and morphological identification, six species of *Fusarium* genus were found. Two species *F. tricinctum* and *F. acuminatum* has been first time reported as the causal agents of garlic rot (Ignjatov et al., 2017a; 2017b). A modern sustainable approach in agricultural practice should be a replacement of synthetic and toxic substances in the treatment of crop with biocontrol agents of natural origin or

¹Field and Vegetable Crops Institute, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia (maja.ignjatov@nsseme.com)

²Institute for Plant Protection and Environment, Teodora Drazera 9, 11000 Belgrade, Serbia

environmentally friendly alternatives. It has been found that *Bacillus* spp. exert beneficial effects on plant growth and reduce *Fusarium* spp. disease suppression of garlic in Serbia (Bjelić et al., 2018).

Host range and climatic factors influence the growth, survival, spreading and hence the incidence of *Fusarium* species as the causal agents of garlic rots. There are some reports on how the *Fusarium* species differentially respond to different environmental variations, mostly temperature, isolate origin and humidity (Conrath et al., 2002). The epidemiological and ecological characteristics of the isolates represent important data in the framework of the plant protection strategy. The objectives of this study was to determine if temperature affects *in vitro* growth of *Fusarium* spp. isolates collected from diseased garlic bulbs in Serbia during 2015-2019.

Material and methods

Fusarium spp. isolates used in experiment

During 2015-2019, six different *Fusarium* collected from diseased garlic originating from several localities in Serbia. Isolates of *F. verticillioides* (FV), *F. solani* (FS), *F. proliferatum* (FP), *F. tricinctum* (FT), and *F. oxysporum* f. sp. *cepae* (FOC) and *F. acuminatum* (FA) were used in experiment. The fungi were kept in the Culture Collection of the Laboratory for Seed Testing of the Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad. Cultures were grown on PDA (Sigma-Aldrich), which proved to promote fast growth and sporulation, within 7 days at 27°C. Identification of isolate was confirmed by sequencing the translation elongation factor (EF-1 α) gene with the primer pair EF1 and EF2 (Geiser et al. 2004). Molecular methods and sequencing confirmed previous morphological results that all isolates belong to *Fusarium* species with 100% matches with other sequences of this species in *Fusarium* ID-database (Table 1).

Table 1. List of *Fusarium* spp. isolates used in experiment

Isolates	Locality	NCBI Acc No.
<i>Fusarium proliferatum</i> (FP)	Cerić	KX092460
<i>Fusarium verticillioides</i> (FV)	Sakule	KX092464
<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>cepae</i> (FOC)	Subotica	KX092466
<i>Fusarium tricinctum</i> (FT)	Sakule	KX611146
<i>Fusarium acuminatum</i> (FA)	Sakule	KX752419
<i>F. solani</i> (FS)	Farkaždin	MH161453

Estimation of *in vitro* growth rate

The effects of different temperature on *Fusarium* spp. isolates was assessed by analyzing the *in vitro* growth rate on PDA at 10, 15, 20, 25, and 30°C. The PDA plates were inoculated with mycelia plugs (7 mm in diameter), separated from the margin of 5-days old culture. Five Petri dishes (diameter 9 cm) of each isolate were incubated in conditions described above. Control variants were prepared in the same way, but without mycelium inoculation (Hudec and Muchova, 2010). All isolates were tested at the same time at each incubation temperature, and then the experiment was repeated twice. Colony diameter measurements (mm) were taken at 3 and 7 days after plating.

Results and discussion

The results in this study indicate that temperature affects the growth of *Fusarium* species. At different temperature growth rate of six isolate of investigated species of *Fusarium* spp. was varied. Maximum growth rate after three days was recorded at 25°C in all investigated isolate: FV isolates with ø35mm followed by FP (ø32mm), FT (ø30mm), FS, FA and FOC (ø29mm) (Tab. 2). At 10°C maximum growth rate was recorded for the FT with 13mm in diameter and the lower growth rate the same isolate showed at 30°C with ø11mm. However, at 15°C maximum growth rate was recorded for FT with growth rate of 22mm in diameter whereas other isolates showed a lower growth rate. The temperature of 20°C and 25°C were optimum for all isolates, but at 30°C isolate FT showed the lowest growth rate within others isolates with the 11mm in diameter (Tab. 2). After seven days at 10°C FT showed growth rate with 31mm in diameter while others were 4.5mm in average. The lower rate above other isolates FT showed at 30°C with 11mm in diameter. Results presented in this article showed that effects of different temperatures had the most influence on FT growth rate. Low temperature (10°C) inhibits the growth rate of all isolates except for FT with the growth rate of 31mm after seven days. As well as 30°C has decreased growth rate for FT (ø 52 mm). The present organisms have displayed a single optimum at 25°C where good growth is coupled with excellent sporulation and the growth rate of all isolates was 90mm in diameter.

Table 2. Effect of different temperature on the growth rate of *Fusarium* spp.

Isolates	Colony diameter (mm)									
	10°C		15°C		20°C		25°C		30°C	
	3 th	7 th	3 th	7 th	3 th	7 th	3 th	7 th	3 th	7 th
<i>F. verticillioides</i> (FV)	5	6	18	64	25	88	35	90	32	90
<i>F. solani</i> (FS)	2	4	8	43	14	61	29	90	31	90
<i>F. proliferatum</i> (FP)	2	8	7	44	22	86	32	90	24	90
<i>F. tricinctum</i> (FT)	13	31	22	80	24	90	30	90	11	52
<i>F. o. f. sp. cepae</i> (FOC)	2	6	14	54	16	71	29	90	26	90
<i>F. acuminatum</i> (FA)	3	4	11	38	22	86	29	90	21	88
Average	4.5	9.8	13.3	58.8	20.5	80.3	30.7	90	24.2	83.3

Fusarium spp. is well known to survive at wide temperature and its ability to survive extreme conditions makes them as a potent pathogen that can survive in soil for a long time. The analysis of presented results showed that isolates of *Fusarium* spp. responded differentially to different range of temperature. The fungi could grow under a wide range of temperature (Leslie and Summerell, 2006). In general, a vast majority of fungi are unable to grow at a temperature above 35°C, and for many of them the optimum temperature lies between 20°C and 30°C. The above results show that isolates of *Fusarium* spp. could grow satisfactorily between the temperature range of 20° and 30°C. Earlier studies indicated that *Fusarium* species differed in their temperature for optimal growth (Brennan et al., 2001). Vares et al. (2009) reported a thermotherapy treatment in garlic appropriate for the control of diseases.

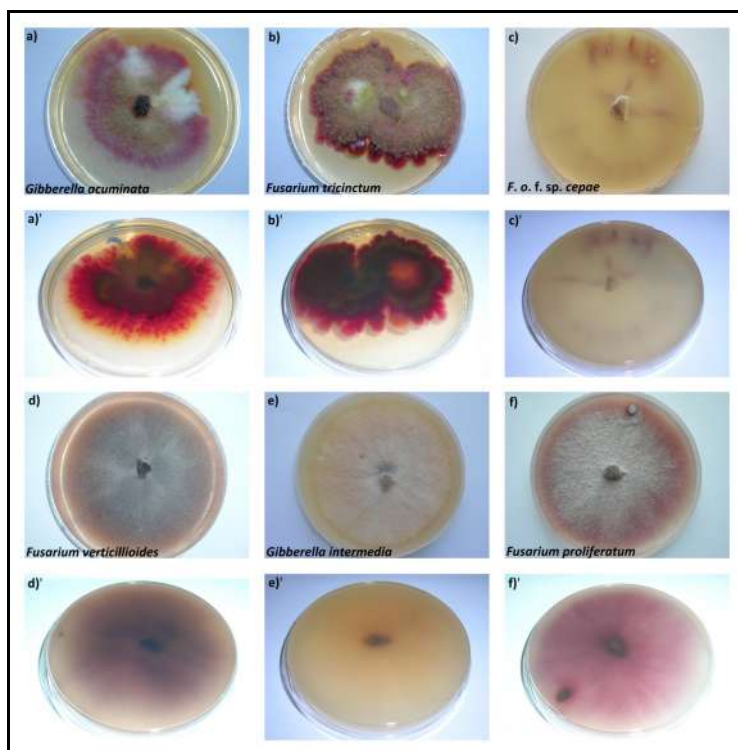


Figure 1. Seven-day-old colonies of *Fusarium* spp. isolates grown at 30°C photographed from the top and bottom side of the agar plate (photo: dr Ignjatov Maja)

Conclusion

Garlic bulbs are routinely stored by local producers at room temperature for few months or in refrigerated chambers with high percent of moisture. Our experimental

results show how different temperature greatly influenced mycelial growth and it can increase rot progression and severity during the storage period.

Acknowledgment

The research presented in this article is part of project TR31030 financially supported by Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

References

- Bjelić Dragana, Ignjatov Maja, Marinković Jelena, Milošević Dragana, Nikolić Zorica, Gvozdanić-Varga Jelica, Karaman Maja (2018). *Bacillus* isolates as potential biocontrol agents of *Fusarium* clove rot of garlic. *Zemdirbyste-Agriculture*. Vol. 105, No. 4: 369–376.
- Brennan J.M., Fagan B., Van Maanen A. (2003). Studies on in vitro growth and pathogenicity of European *Fusarium* fungi. *European Journal of Plant Pathology*. 109: 577-587.
- Conrath U., Pieterse C.M.J., Mauch-Mani B. (2002). Priming in plant-pathogen interactions. *Trends in Plant Science*. 7: 210-216.
- Dugan F.M., Hellier B.C., Lupien S.L. (2003). First report of *Fusarium proliferatum* causing rot of garlic bulbs in North America. *Plant Pathology*. 52: 426.
- FAO (Food, Agriculture Organization of the United Nations) (2014). FAOSTAT Production Statistics.
- Geiser, D.M., der mar Jimenez-Gasco, M., Kang, S., Makalowska, I., Veeraraghavan, N., Ward, T.J.; Zhang, N., Kuldau, G.A. & O'Donnell, K. (2004). FUSARIUM-ID v.1.0: A DNA sequence database for identifying *Fusarium*. *European Journal of Plant Pathology*. 110, 473–479.
- Hudec, K., Muchova, D. (2010). Influence of temperature and species origin on *Fusarium* spp. and *Microdochium nivale* pathogenicity to wheat seedlings. *Plant Protection Science*. 46, 59–65.
- Ignjatov, M., Milošević, D., Nikolić, Z., Gvozdanić-Varga, J., Tatić, M., Popović, T., Ivanović, Ž. (2017a): First Report of *Fusarium tricinctum* causing rot of stored garlic bulbs in Serbia. *Plant Disease*. 101 (2): 382.
- Ignjatov, M., Bjelić, D., Nikolić, Z., Milošević, D., Gvozdanić-Varga, J., Marinković, J., Ivanović, Ž. (2017b): First Report of *Fusarium acuminatum* causing garlic bulb rot in Serbia. *Plant Disease*. 101 (6): 1047.
- Leslie J.F., Summerell B.A. (2006). *The Fusarium laboratory manual*. 1st ed. Blackwell Publishing Ltd; Oxford, London.
- Lević J. (2008): Vrste roda *Fusarium*. Cicero, Beograd, 1-1230.
- Lević J., Stanković S., Krnjaja V., Bočarov-Stančić A. (2009). *Fusarium* species: The occurrence and the importance in agricultural of Serbia. *Proceedings for Nature Sciences, Matica Srpska*. 116:33-48.
- Palmero D., De Cara M., Nosir W., Galvez L., Cruz A., Woodward S., Gonzalez-Jaen M.T., Tello J.C. (2012). *Fusarium proliferatum* isolated from garlic in Spain:

- Identification, toxigenic potential and pathogenicity on related *Allium* species. *Phytopathologia Mediterranea*. 51: 207–218.
- Stanković S., Lević J., Petrović T., Logrieco A., Moretti A. (2007). Pathogenicity and mycotoxin production by *Fusarium proliferatum* isolated from onion and garlic in Serbia. *European Journal of Plant Pathology*. 118: 165–172.
- Tonti Stefano, Dal Pra Mauro, Nipoti Paola, Prodi Antonio, Alberti Ilaria (2012). First Report of *Fusarium proliferatum* Causing Rot of Stored Garlic Bulbs (*Allium sativum* L.) in Italy. *Journal of Phytopathology*. 160: 761–763.
- Vares L., Correa E., Iglesias C., Palmero D. (2009). Influencia de la temperatura de termoterapia en el rendimiento del cultivo del ajo. *Terralia*. 74: 30–34.

EFEKTI ETARSKIH ULJA RUZMARINA (*Rosmarinus officinalis* L.) I ŽALFIJE (*Salvia officinalis* L.) KAO POTENCIJALNIH BIOHERBICIDA NA *Chenopodium album* L.

Maja Meseldžija¹, Milica Dudić¹, Aleksandra Dušanić¹, Marina Petković¹

Izvod: U radu je ispitivano herbicidno delovanje etarskog ulja ruzmarina i žalfije na korovsku vrstu *Chenopodium album* L., tokom 2018 godine na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu. Etarska ulja su primenjena u koncentracijama od 1, 5 i 10% (v/v). Biljke su tretirane i etarskim uljem karanfilića (4% (v/v)) kao standarda, rastvorom vinskog sirćeta (1:10) i kuhinjske soli NaCl (1:8), dok su kontrolne varijante ostale netretirane. Ocenjivanje je izvršeno 1, 24, 48, 72, 96, 120 i 144 h nakon primene. Etarska ulja ruzmarina i žalfije su u obe količine primene imala visoku efikasnost u odnosu na kontrolu. Fitotoksične pojave u vidu gubitka turgora, hlorotičnih a kasnije i nekrotičnih pega, utvrđene su već nakon 24h od primene. Slabu efikasnost imao je rastvor vinskog sirćeta, dok je visoku efikasnost imao tretman sa rastvorom NaCl. Etarsko ulje karanfilića u količini primene od 4% (v/v) prouzrokovalo je najveća oštećenja u odnosu na primenjena etarska ulja.

Ključne reči: etarska ulja, ruzmarin, žalfija, bioherbicidi, *Chenopodium album* L.

Uvod

Preterana upotreba herbicida može izazvati niz negativnih posledica, kao što su pojava rezistentnosti korova (Macias et al., 2003), zagađenost životne sredine, štetne posledice na zdravlje ljudi i životinja (Ravlić i Baličević, 2014). Primena herbicida (45,4%) znatno nadmašuje ukupnu proizvodnju i primenu insekticida (27,5%) i fungicida (21,7%) (Stephenson, 2000). Sve ovo vodi ka povećanju važnosti korišćenja nehemijskih i ekoloških alternativa u suzbijanju korova. Pojedina istraživanja su podstakla mogućnost korišćenja etarskih ulja, izlovanih iz aromatičnih biljaka a neka su potvrdila uticaj na inhibiciju klijanja semena i rast klijanaca mnogih korova. Skoro sva komercijalizovana etarska ulja su potencijalni selektivni, kontaktni herbicidi, dobrog ali kratkotrajnog delovanja. Tworkoski (2002) u radu navodi da su ulja timijana, čubara, cimeta i karanfilića ispoljila visoku fitotoksičnost na *Chenopodium album*, *Sorghum halepense* i *Ambrosia artemisiifolia*. Etarsko ulje ruzmarina poseduje snažna antibakterijska, antifungicidna, antimutagena, antioksidativna i antikancerogena svojstva (Hussain et al., 2010). Ulje se nudi kao insekticid u voćnjacima i povrtarskim usevima i kao fungicid u svim poljoprivrednim usevima (Grahovac i sar., 2009). Bioaktivna jedinjenja žalfije poseduju širok spektar biološke aktivnosti kao što su antidiabetička, antioksidativna, antiinflamatorna, antivirusna, fungicidna, baktericidna i antikancerogena aktivnost (Grdiša i sar., 2015). Hassannejad i Ghafarbi (2013) su

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija (maja@polj.uns.ac.rs)

potvrdili alelopatske efekte pojedinih etarskih ulja iz porodice *Lamiaceae*, koja su značajno uticala na klijavost i rast klijanaca *Cuscuta campestris*.

Cilj ovog istraživanja jeste utvrđivanje uticaja različitih koncentracija etarskih ulja ruzmarina i žalfije na razvoj i porast korovske vrste *Ch. album* L., i mogućnosti njihove primene kao potencijalnih bioherbicida.

Materijal i metode rada

Ponici *Ch.album* su prikupljeni sa zelene površine gde su se javili kao samonikle biljke, i pikirani u kontejnere. U svaku posudu su pikirane 2 jedinke a ogled je postavljen u šest ponavljanja. Biljke su gajene u kontrolisanim uslovima na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu. Tretmani su rađeni u fazi 4-8 listova, rastvorom etarskog ulja ruzmarina i žalfije u koncentracijama 1, 5 i 10% (v/v), uljem karanfilića kao standarda, u koncentraciji 4% (v/v), rastvorom vinskog sirćeta (1:10) i kuhinjske soli NaCl (1:8). U ogled su uključene i ne tretirane biljke. Ulja su razređena vodom prema navedenim koncentracijama, uz dodatak 0,1% okvašivača Trend 90. Rastvori su primenjeni ručnom prskalicom Einhell BG-PS 1,5/1, radnog pritiska 2 kPa. Tretirane biljke smeštene su u klima komoru sa prosečnom dnevnom temperaturom od 25 °C. Ocena efekata ispitivanih tretmana na cele biljke rađena je vizuelnom procenom prema EWRC (European Weed Research Council) skali od 1 (0% oštećenje) do 9 (100% propadanje biljaka) (Püntener, 1981). Za ocenu stepena oštećenosti lista korišćena je vizuelna procena prema skali od 1 (0% oštećenje) do 5 (100% propadanje biljaka) (Gar, 1963).

Rezultati istraživanja i diskusija

Efekti etarskih ulja ruzmarina i žalfije u ispitivanim koncentracijama 1, 5 i 10% (v/v), karanfilića (4% (v/v)), kuhinjske soli NaCl (8:1) i vinskog sirćeta (1:10) na korovsku vrstu *Ch. album* L. prikazani su u tabelama 1-4.

Tabela 1. Ocena oštećenja, skala po Gar-u
Table 1. Assessment of injury, Gar scale

Vreme ocene <i>Time of assessment</i>	Koncentracija etarskog ulja ruzmarina <i>Concentration of essential oil of rosemary</i>			Kontrola <i>Control</i>	Koncentracija etarskog ulja žalfije <i>Concentration of essential oil of sage</i>			Kontrola <i>Control</i>
	1%	5%	10%		1%	5%	10%	
1h	0	0	0	0	0	0	0	0
24h	2	2	2	0	1	2	2	0
48h	2	2	2	0	1	2	2	0
72h	2	2	2	0	1	2	3	0
96h	2	3	3	0	1	2	3	0
120h	2	3	4	0	1	2	3	0
144h	2	3	4	0	1	2	3	0

Tabela 2. Ocena oštećenja, skala po Gar-u
Table 2. Assessment of injury, Gar scale

Vreme ocene <i>Time of assessment</i>	Koncentracija etarskog ulja karanfilica <i>Concentration of essential oil of cloves</i>	NaCl (1:8)	Vinsko sirće (1:10) <i>Wine vinegar</i>	Kontrola <i>Control</i>
	4%			
1h	0	0	0	0
24h	4	3	1	0
48h	4	4	1	0
72h	4	4	1	0
96h	4	4	1	0
120h	4	4	1	0
144h	4	4	1	0

Tabela 3. Ocena oštećenja, EWRC skala
Table 3. Assessment of injury, EWRC scale

Vreme ocene <i>Time of assessment</i>	Koncentracija etarskog ulja ruzmarina <i>Concentration of essential oil of rosemary</i>			Kontrola <i>Control</i>	Koncentracija etarskog ulja žalfije <i>Concentration of essential oil of sage</i>			Kontrola <i>Control</i>
	1%	5%	10%		1%	5%	10%	
1h	0	0	0	1	0	0	0	1
24h	5	5	6	1	2	4	5	1
48h	5	6	6	1	2	4	5	1
72h	6	6	6	1	3	5	6	1
96h	6	7	7	1	3	5	6	1
120h	6	7	8	1	3	5	6	1
144h	6	7	8	1	3	5	6	1

Tabela 4. Ocena oštećenja, EWRC skala
Table 4. Assessment of injury, EWRC scale

Vreme ocene <i>Time of assessment</i>	Koncentracija etarskog ulja karanfilica <i>Concentration of essential oil of cloves</i>	NaCl (1:8)	Vinsko sirće (1:10) <i>Wine vinegar</i>	Kontrola <i>Control</i>
	4%			
1h	0	0	0	1
24h	6	7	2	1
48h	7	8	2	1
72h	7	8	2	1
96h	7	8	2	1
120h	7	8	2	1
144h	7	8	2	1

Sat vremena nakon tretiranja nisu konstatovani znaci oštećenja od primenjenih etarskih ulja ruzmarina i žalfije. U tretmanu sa koncentracijama od 1 i 5% etarskog ulja ruzmarina, nakon 24h došlo je do poleganja biljaka (kategorija 5 po EWRC skali), odnosno zabeležene su hlorotične i nekrotične pege (kategorija 2 i 3 po skali Gar-a). Pri koncentraciji od 10% (v/v) ovog ulja evidentirano je izraženije poleganje (6, 7 i 8 po EWRC skali), a nakon 120h biljke su reagovala apsolutnim gubljenjem turgora, promenom boje, pojavom hloroze i nekroze po celoj površini biljaka. U tretmanu sa etarskim uljem žalfije pri najnižoj primenjenoj koncentraciji (1% (v/v)) biljke su reagovala samo delimičnim poleganjem (kategorija 2 i 3 po EWRC), sa pojavom manjih hlorotičnih pegama (kategorija 1 po Gar-u), dok su u tretmanima 5 i 10% (v/v) oštećenja bila umerena do snošljiva (5 i 6 po EWRC skali), došlo je do gubljenja turgora i boje listova (2 i 3 po Gar-u) (tab. 1 i 3). Visoka efikasnost uočena je kod tretmana sa NaCl (skala 7 i 8 po EWRC), gde je došlo do poleganja klijanaca, jake hloroze i gubljenja boje (skala 4 po Gar-u). U tretmanu sa vinskim sirćetom (1:10) efikasnost je bila slaba, sa pojavom manjih hlorotičnih pega (2 po EWRC, i 1 po Gar-u). Od svih primenjenih etarskih ulja najveća efikasnost uočena je kod etarskog ulja karanfilića (4% (v/v)) manifestovana gubljenjem turgora, hlorozom, nekrozom i potpunim sušenjem pojedinih biljaka (tab. 2 i 4).

Isik et al. (2016) su ispitivali alelopatske efekte ekstrakta nane (*Mentha piperita* L.), timijana (*Thymus vulgaris* L.), ruzmarina (*Rosmarinus officinalis* L.), žalfije (*Salvia officinalis* L.) i korijandera (*Coriandrum sativum* L.) na klijanje semena *Chenopodium album* L. Dobijeni rezultati su ukazali da je potpuna inhibicija klijavosti dobijena pri najvećoj koncentraciji (20%) etarskih ulja.

Šest dana nakon tretmana, izmerena je prosečna visina biljaka i broj listova *Ch. album* L. U radu nisu uočene statistički značajne razlike u visini biljaka, koja je stagnirala tokom svih ocena. Prema dobijenim podacima iz tabele 5 uviđa se da je etarsko ulje ruzmarina od 1, 5 i 10% (v/v), i etarsko ulje žalfije od 10% (v/v) uticalo na smanjene broja listova u odnosu na kontrolu. Najveći efekat uočen je kod etarskog ulja karanfilića 4% (v/v) i rastvora NaCl 48h nakon tretiranja (tab. 6).

Tabela 5. Prosečan broj listova biljka *Ch. album*
Table 5. Average number of leaves of *Ch. album*

Vreme ocene <i>Time of assessment</i>	Koncentracija etarskog ulja ruzmarina <i>Concentration of essential oil of rosemary</i>			Kontrola <i>Control</i>	Koncentracija etarskog ulja žalfije <i>Concentration of essential oil of sage</i>			Kontrola <i>Control</i>
	1%	5%	10%		1%	5%	10%	
24h	8	8	8	8	7	8	8	8
48h	8	7	7	8	7	8	8	8
72h	7	7	7	8	7	8	7	8
96h	7	7	6	8	7	8	7	8
120h	7	7	6	8	7	8	7	8
144h	7	7	6	8	7	8	7	8

Tabela 6. Prosečan broj listova biljka *Ch. album*
Table 6. Average number of leaves of *Ch. album*

Vreme ocene <i>Time of assessment</i>	Koncentracija etarskog ulja karanfilica <i>Concentration of essential oil of cloves</i>	NaCl (1:8)	Vinsko sirće (1:10) <i>Wine vinegar</i>	Kontrola <i>Control</i>
	4%			
24h	8	8	10	9
48h	4	4	10	9
72h	4	4	10	9
96h	4	4	10	9
120h	4	4	10	9
144h	4	4	10	9

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata etarska ulja ruzmarina i žalfije pri koncentracijama 1, 5 i 10% (v/v) su pokazala efikasnost u suzbijanju *Ch. album* L. Dobra efikasnost ulja ruzmarina postignuta je pri koncentraciji 10% (v/v), što se manifestovalo apsolutnim gubljenjem turgora, hlorozom i nekrozom biljaka. U tretmanu sa 5 i 10% etarskog ulja žalfije na biljkama je došlo do gubljenja turgora i boje listova. Visoka efikasnost uočena je kod tretmana sa NaCl, a slaba u tretmanu sa vinskim sirćetom. Od svih primenjenih etarskih ulja najveća efikasnost je dobijena primenom karanfilica (4% (v/v)). Dobijeni rezultati ukazuju da bi ovakva istraživanja trebalo nastaviti ali i proširiti na druge korovske i gajene vrste, sa ciljem da se dobiju što precizniji podaci o delovanju određenih etarskih ulja i njihovoj primeni u sistemu integralne zaštite bilja.

Literatura

Gar, K. A. (1963). Metodi ispitivanja toksičnosti i efikasnosti insekticidov. Seljhoz, lit. Moskva.

Grahovac, M., Indić, D., Lazić, S., Vuković, S. (2009). Biofungicidi i mogućnosti primene u savremenoj poljoprivredi. Pesticidi i fitomedicina, vol. 24, br. 4, str. 245-258

Grdiša, M., Jug-Dujaković, M., Lončarić, M., Carović-Stanko, K., Ninčević, T., Liber, Z., Radosavljević, I., Šatović, Z. (2015). Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.): A Review of Biochemical Contents, Medical Properties and Genetic Diversity. *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, 80(2), 69-78.

Hassannejad, S., Porheidar Ghafarbi, S. (2013). Allelopathic effects of some Lamiaceae on seed germination and seedling growth of dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.). *International Journal of Biosciences (IJB)*, 3(3),9-14.

Hussain, A., Anwar, F., Chatha, S., Jabbar, A., Mahboob, S., Nigam, P. (2010). *Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41(4), 1070-1078.

Isik, D., Mennan, H., Cam, M., Tursun, N., Arslan, M. (2016). “Allelopathic potential of some essential oil bearing plant extracts on common lambsquarters (*Chenopodium album* L.)” *Revista de Chimie* 67(3): 455-459.

Macias F. A., Marin D., Oliveros-Bastidas A., Varela R. M., Simonet A. M., Carrera C., Molinillo J. M. G. (2003). Allelopathy as new strategy for sustainable ecosystems development. *Biological Sciences in Space*, 17(1), 18-23.

Püntener, W. (1981). *Manual for Field Trials in Plant Protection*. Second edition. Ciba-Geigy, Agricultural Division. Basel, Švicarska.

Ravlić, M., Baličević, R. (2014.). *Biološka kontrola korova biljnim patogenima*. *Poljoprivreda*, 20(1), 34-40.

Stephenson, G. R. (2000). *Pesticide Use and World Food Production: Risks and Benefits*. Proceedings of 2000 National Meeting, Expert Committee on Weeds.

Tworkoski, T. (2002). Herbicide effects of essential oils. *Weed Science*, 50(4), 425-431.

EFFECTS OF ROSEMARY (*Rosmarinus officinalis* L.) AND SAGE (*Salvia officinalis* L.) ESSENTIAL OILS AS POTENTIAL BIOHERBICIDES ON *Chenopodium album* L.

Maja Meseldžija¹, Milica Dudić¹, Aleksandra Dušanić¹, Marina Petković¹

Abstract

In this study the herbicidal activity of essential oils of rosemary and sage was tested on the weed species *Chenopodium album* L., during 2018, at the Faculty of Agriculture, University of Novi Sad. The essential oils were applied at concentrations of 1, 5 and 10% (v/v). Plants were treated with essential oil of clove (*Syzygium aromaticum* L.) (4% (v/v)) as standard, wine vinegar solution (1:10) and kitchen salt NaCl (1:8), while the control variants remained untreated. The evaluation was carried out 1, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 h after application. Essential oils of rosemary and sage in both applications rate had high efficacy compared to the control. Phytotoxic changes in the form of turgor loss, chlorotic and later necrotic spots, were determined after 24 hours from the application. Low efficacy had a wine vinegar solution, while high efficacy was in the treatment with NaCl solution. The essential oil of clove in the amount of application of 4% (v / v), caused the greatest damage in relation to the applied essential oils.

Key words: essential oils, rosemary, sage, bioherbicides, *Chenopodium album* L.

¹University of Novi Sad, Faculty of Agronomy, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia (maja@polj.uns.ac.rs)

BIOAKUMULACIJA TEŠKIH METALA U ODABRANIM VRSTAMA GLJIVA

Marija Dimitrijević¹, Violeta Mitić¹, Jelena Nikolić¹, Marija Ilić², Slobodan Ćirić¹, Gordana Stojanović¹, Vesna Stankov Jovanović¹

Izvod: Gljive tokom rasta mogu akumulirati teške metale iz zemljišta, koji putem ishrane mogu dospeti u ljudski organizam. Zbog toga je veoma važno utvrditi bezbednost njihove primene. Analiziran je sadržaj teških metala (As, Cd, Cr i Pb) u gljivama *Lactarius deliciosus*, *Lactarius sanquifluus* i *Lactarius semisanquifluus* metodom induktivno spregnute plazme sa atomskom emisijom spektrometrijom. Takođe, određen je sadržaj teških metala u zemljištu sa koga su ubrane analizirane gljive. Na osnovu rezultata određeni su bioakumulacioni i translokacioni faktor. Dobijeni rezultati treba da ukažu na mogućnost bezbedne primene gljiva sa područja Srbije u ishrani.

Ključne reči: teški metali, gljive, bioakumulacioni faktor, ICP-AES

Uvod

Gljive iz zemljišta na kome rastu uzimaju hranljive materije koje su neophodne za njihov razvoj i deluju stimulatивно na životni ciklus. Ali pored ovih esencijalnih, postoje i štetne materije među kojima treba spomenuti elemente koji u malim koncentracijama ne utiču na rast i razvoj gljiva i biljaka, ali u većim količinama imaju toksično dejstvo. To su teški metali i obzirom da su oni prirodne komponente Zemljine kore, interesovanje za iste ne bi postojalo da koncentracija nekih toksičnih elemenata u zemljištu ne dostiže visok nivo što je najčešće posledica antropogene aktivnosti.

U kategoriju teških metala ubrajaju se metali koji imaju gustinu veću od 5 g cm^{-3} mada postoji i tvrdnja da u teške metale spadaju i oni čija je gustina veća od 4 g cm^{-3} . (Duffus, 2002.). Među opasnim elementima koji se mogu naći u gljivama, najčešće su Pb, Cd, Hg i As. Njihovo štetno dejstvo ogleda se u ireverzibilnim procesima oštećenja ćelijske mebrane i enzimslih sistema u unutrašnjosti ćelije.

Pečurke akumuliraju elemente iz zemljišta, vode ili vazduha, ali generalno, glavni izvor elemenata u njima je njihov zemljišni supstrat. Sposobnost akumulacije teških metala zavisi od vrsta gljiva, kao i od mobilnosti elementa. Mobilnost teških metala zavisi od vrste metala i pH vrednosti zemljišta. Na primer, As i Se su mobilniji u baznoj sredini zemljišta dok je mobilnost Hg, Pb, Cd i Zn veća u kiselom zemljištu.

Različite gljive različito deluju na prisustvo većih koncentracija teških metala što za posledicu ima promenu hemijskog sastava, morfološke i anatomske promene pa čak i uginuće gljive. Teški metali preko gljiva i biljaka ulaze u lanac ishrane, gde u ljudskom organizmu imaju kumulativna svojstva, tj. dolazi do njihovog nakupljanja u pojedinim organima ili tkivima, gde ispoljavaju svoje štetno delovanje. Akumulacioni potencijal

¹Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet u Nišu, Višegradska 33, Niš, Srbija (marija.dimitrijevic@pmf.edu.rs);

²Veterinarski specijalistički institut "Niš", Dimitrija Tucovića 175, Niš, Srbija

pečurke se može odrediti pomoću bioakumulacionog faktora koji nam može ukazati na opasnosti i rizika od toksikanata.

Cilj ovog rada bio je određivanje koncentracije teških metala u gljivama *Lactarius deliciosus*, *Lactarius sanguifluus* i *Lactarius semisanguifluus* i zemljišnim supstratima na kojima su ove gljive rasle, radi procene odnosa između ovih elemenata u gljivama i zemljištu. Takođe, računat je bioakumulacioni faktora (BAF) za svaki element u cilju razumevanja akumulacionog potencijala gljiva.

Materijal i metode rada

Sakupljanje gljiva

Kako bi se smanjio uticaj klimatskih faktora, uzorci gljiva *L. deliciosus*, *L. sanguifluus* i *L. semisanguifluus* i njihovi zemljišni supstrati sakupljeni su u blizini Niša, 2015. godine na tri lokaliteta na kojima su rasle zajedno. Determinaciju vrsta gljiva izvršilo je mikološko društvo u Nišu. Uzorci zemljišta su sušeni na vazduhu, zatim su homogenizovani u ahatnom avanu i čuvani na 4 °C.

Reagensi

Sve hemikalije primenjivane u radu bile su proizvodi firme Merck, p.a. čistoće.

Priprema uzoraka gljiva za analizu

Sadržaj teških metala u gljivama određivan je po metodi koju daje Tüzen (2003.). Odmereni uzorci pečuraka (1g) su preliveni sa 15 ml smeše $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ (4:1:1) i zagrevani na peščanom kupatilu 4 sata na temperaturi od 150 °C. Nakon toga uzorci su ohlađeni i dopunjeni do 25 ml dejonizovanom vodom.

Priprema uzoraka zemljišta za analizu teških metala mokrom digestijom

1 g odmerenog zemljišta preliveno je sa 10 ml smeše $\text{HCl}:\text{HNO}_3$ (3:1) i zagrevano je 6 sati na 90 °C. Nakon toga uzorci su ohlađeni i dodato je po 5 ml smeše H_2O_2 (30 %): H_2O =3:2, i ponovo je vršeno zagrevanje na peščanom kupatilu do zapremine manje od 5 ml. Nakon hlađenja smeše, uzorci su filtrirani i razblaženi do 25 ml, dejonizovanom vodom.

Bioakumulacioni faktor (BAF)

Bioakumulacioni faktor se može definisati kao odnos koncentracija metala u nadzemnom delu gljive i koncentracije metala u zemljištu na kome posmatrana gljiva raste. On predstavlja meru sposobnosti biljke da usvoji i transportuje metal u nadzemni deo (McGrath i Zhao, 2003.).

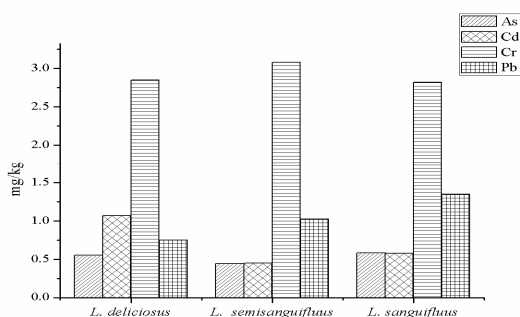
$$\text{BAF}=\text{Cm}/\text{Cs}$$

Cm predstavlja koncentraciju metala u izdanku, a Cs je koncentracija metala u supstratu.

Smatra se da gljiva akumulira metale ukoliko je bioakumulacioni factor veći od 1.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize sadržaja elemenata u gljivama *L. deliciosus*, *L. sanguifluus* i *L. semisanguifluus* predstavljeni su u obliku histograma na Slici 1 dok su koncentracije istih elemenata u zemljištu dati u Tabeli 1.



Slika 1. Sadržaj teških metala u gljivama
Figure 1. Content of heavy metals in mushrooms

Tabela 1. Sadržaj teških metala u zemljištu sa staništa gljiva (mg kg⁻¹)
Table 1. Content of haevy metals in soil of mushrooms habitat (mg kg⁻¹)

Teški metali Zemljište gde su rasle gljive	Teški metali			
	As	Cd	Cr	Pb
<i>L. deliciosus</i>	21.634	8.127	104.567	44.989
<i>L. semisanguifluus</i>	23.915	9.977	118.398	48.439
<i>L. sanguifluu</i>	23.795	8.781	116.231	49.205

Sa histograma se može uočiti da je sadržaj hroma povećan u odnosu na ostale elemente i kreće se u intervalu od 2,818 mg kg⁻¹ za *L. sanguifluus* do 3,080 mg kg⁻¹ za *L. semisanguifluus*. Sadržaj hroma u gljivi *L. deliciosus* je 2,847 mg kg⁻¹ što je 2,5 puta više od literaturnih vrednosti (1,11 mg kg⁻¹) za istu vrstu (Kosanić i sar., 2016.). Uvećane vrednosti su i očekivane iz razloga što je koncentracija hroma u zemljištu povećana, 104,567 mg kg⁻¹ za *L. deliciosus*, 116,231 mg kg⁻¹ za *L. sanguifluus* i 118,398 mg kg⁻¹ za *L. semisanguifluu*. Prosečna koncentracija hroma u nekontaminiranom zemljištu je 60 mg kg⁻¹, ali se mogu naći i veće koncentracije, zavisno od stena i materijala od kojih je zemljište nastalo (Kabata-Pendias 2011.). Sa

povećanjem koncentracije elemenata u zemljištu može se povećati njihov sadržaj u pečurkama (Garcia i sar., 2009.; Aloupi i sar., 2012.; Kojta i sar., 2012.).

Kadmijum se takođe ubraja u red toksičnih metala. Maksimalna koncentracija kadmijuma u telu jestivih gljiva dozvoljena propisom Evropske Unije je 1 mg kg^{-1} (Gucia i sar., 2012.). U ovom radu dobijene su vrednosti $1,068 \text{ mg kg}^{-1}$ za *L.deliciosus* gljivu, kao i duplo manje kod *L.semisanguifluus* gljive, $0,447 \text{ mg kg}^{-1}$. Na osnovu dobijenih vrednosti može se zaključiti da su ispitivane vrste gljiva bezbedne za konzumiranje u pogledu sadržaja kadmijuma.

Kadmijum se u zemljištu može naći u koncentraciji od $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$. To je prosečna koncentracija nezagađenog zemljišta dok se koncentracija Cd u vazduhu kreće od 1 do 50 mg kg^{-1} , zavisno od udaljenosti izvora emisije. Kadmijum je lako mobilan u zemljištu, pa je zbog toga pristupačniji biljkama i gljivama u odnosu na druge teške metale. U ispitivanim uzorcima zemljišta koncentracija Cd se kreće od $8,127 \text{ mg kg}^{-1}$ do $9,977 \text{ mg kg}^{-1}$.

Maksimalna koncentracija olova u hrani dozvoljena propisom Evropske Unije je 3 mg kg^{-1} . Naša ispitivanja pokazuju da da *L.deliciosus* sadrži $0,7504 \text{ mg kg}^{-1}$ olova, *L.semisanguifluus* $1,021 \text{ mg kg}^{-1}$ i *L. sanguifluus* $1,345 \text{ mg kg}^{-1}$ što se uklapa u dozvoljenu granicu.

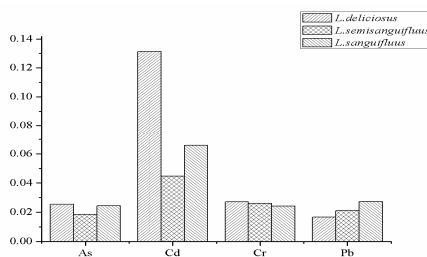
Poreklo olova u zemljištu je najčešće antropogenog porekla i najviše ga ima u površinskim slojevima zemljišta. Ono što olovo čini manje opasnim od kadmijuma jeste njegova slaba rastvorljivost i mala mobilnost i pristupačnost za biljke i gljive. Ova činjenica je potvrđena ovim istraživanjem jer je sadržaj olova u zemljištu mnogo veći nego u analiziranim gljivama i kreće se od $44,989 \text{ mg kg}^{-1}$ do $49,204 \text{ mg kg}^{-1}$.

Koncentracije arsena iznosile su za *L.deliciosus* $0,549 \text{ mg kg}^{-1}$, za *L.semisanguifluus* $0,443 \text{ mg kg}^{-1}$ i za *L. sanguifluus* $0,581 \text{ mg kg}^{-1}$. Evropska unija nema određenu maksimalno dozvoljenu dozu arsena u gljivama dok je u Srbiji maksimalna dozvoljena koncentracija $0,3 \text{ mg}$ ukupnog arsena u kilogramu svežih gljiva. Imajući u vidu da je sadržaj vode u svežim gljivama i do 90%, to bi značilo da analizirane gljive sadrže arsen u količinama znatno nižim od dozvoljenih jer su rezultati prikazani u ovom radu preračunavani na suhu materiju.

Prosečna koncentracija arsena u nekontaminiranim zemljištima se kreće od 1 do 40 mg kg^{-1} (Mandal i Suzuku 2002.). Ispitivani uzorci zemljišnih supstrata sadrže prosečne koncentracije arsena uobičajene za nezagađena područja ($21,634 - 23,915 \text{ mg kg}^{-1}$).

Bioakumulacioni faktor

Kako bi se bolje razumela veza između biodostupnih metala u zemljištu i gljivama, izračunati su bioakumulacioni faktori toksičnih metala. Neke vrste gljiva imaju mehanizam pomoću kog usvajaju visoke količine metala. Gljive niski akumulatori manje usvajaju teške metale kada je povećana njihova koncentracija u zemljištu. Na slici 2 predstavljene su BAF vrednosti toksičnih metala u gljivama *L.deliciosus*, *L.semisanguifluus* i *L. sanguifluus*.



Slika. 2. BAF vrednosti toksičnih metala u gljivi
 Figure 2. BAF values of heavy metals in mushrooms

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su analizirane gljive niski akumulatori i da manje usvajaju teške metale kada je povećana količina teških metala u supstratu zemljišta. Najveći faktor bioakumulacije pokazuje Cd što je i očekivano iz razloga što ovaj metal pokazuje veliku mobilnost.

Zaključak

Obzirom da su gljive široko rasprostranjene u ljudskoj ishrani, veoma je važno poznavanje sadržaja teških metala u istim. Cilj ovog rada je ispunjen određivanjem koncentracije As, Cd, Cr i Pb u gljivama *L.deliciosus*, *L.semisanguifluus* i *L.sanguifluus*. Takođe određen je i bioakumulacioni faktor čime se došlo do zaključka da su analizirane gljive niski akumulatori teških metala i potvrđena je tvrdnja da Cd pokazuje veću mobilnost od ostalih elemenata. Na osnovu dobijenih rezultata može se utvrditi da su analizirane vrste bezbedne po zdravlje čoveka i da se bez bilo kakvog rizika mogu konzumirati.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta “Prirodni proizvodi biljaka i lišajeva: izolovanje, identifikacija, biološka aktivnost i primena.”(OI 172047), “Razvoj novih i poboljšanje postojećih elektrohemijskih, spektroskopskih i protočnih (FIA) metoda za praćenje kvaliteta životne sredine” (OI 172051), koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, i “Antioksidantna aktivnost biljaka, gljiva, lišajeva i komercijalnih proizvoda” (0-13-18) Srpska akademija nauka i umetnosti, ogranak SANU u Nišu.

Literatura

- Aloupi M., Koutrotsios G., Koulousaris M., Kalogeropoulos N. (2012) Trace metal contents in wild edible mushrooms growing on serpentine and volcanic soils on the island of Lesbos, Greece. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 78, 184-194.
- Duffus JH. (2002). Heavy metals - a meaning less term? (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry* 74, 793–807.

- García MA., Alonso J., Melgar MJ. (2009) Lead in edible mushrooms levels and bioaccumulation factors. *Journal of Hazardous Materials* 167, 777-783.
- Gucia M., Kojta AK., Jarzyńska G., Rafał E., Roszak M., Osiej I., Falandysz J. (2012) Multivariate analysis of mineral constituents of edible Parasol Mushroom (*Macrolepiota procera*) and soils beneath fruiting bodies collected from Northern Poland. *Environmental Science and Pollution Research* 19, 416–431
- Kabata-Pendias A. (2011) *Trace Elements in Soils and Plants*, 4th edition, CRC Press by Taylor & Francis Group, LLC.
- Kojta AK., Jarzyńska G., Falandysz J. (2012) Mineral composition and heavy metal accumulation capacity of Bay Bolete (*Xerocomus badius*) fruiting bodies collected near a former gold and copper mining area. *Journal of Geochemical Exploration* 121, 76-82.
- Kosanić M., Ranković B., Rančić A., Stanojković T. (2016). Evaluation of metal concentration and antioxidant, antimicrobial, and anticancer potentials of two edible mushrooms *Lactarius deliciosus* and *Macrolepiota procera*. *Journal of Food and Drug Analysis* 24, 477-484.
- Mandal BK., Suzuki KT. (2002) Arsenic round the world: a review. *Talanta* 58, 201-235.
- McGrath SP., Zhao FJ. (2003). Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils. *Current Opinion in Biotechnology* 14, 277-282.
- Tüzen M. (2003). Determination of Heavy Metals in Soil, Mushroom and Plant Samples by Atomic Absorption Spectrometry. *Microchemical Journal*, 74, 289-297.

BIOACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SELECTED SPECIE OF MUSHROOMS

Marija Dimitrijević¹, Violeta Mitić¹, Jelena Nikolić¹, Marija Ilić², Slobodan Ćirić¹, Gordana Stojanović¹, Vesna Stankov Jovanović¹

Abstract

During their growth, mushrooms can accumulate macro elements and heavy metals from the soil, which can enter the human body through the diet. Therefore it is very important to determine the safety of their application. The content of heavy metals in *Lactarius deliciosus*, *Lactarius sanquifluus* and *Lactarius semisanquifluus* mushrooms were determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Also, the content of heavy metals in the soil from which the mushrooms were collected was determined. Based on the results, bioaccumulation factor and translocation factor were calculated. The obtained results should indicate the possibility of a safe use of analysed mushrooms from Serbia in the human diet.

Key words: heavy metals, mushrooms, bioaccumulation, ICP-AES

¹University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Višegradska 33, Niš, Serbia (marija.dimitrijevic@pmf.edu.rs)

²Veterinary Specialized Institute, Dimitrija Tucovica 175, Nis, Serbia

UTICAJ PLODOREDA, OBRADE ZEMLJIŠTA I SISTEMA ĐUBRENJA NA REZERVE SEMENA KOROVSKIH BILJAKA U ZEMLJIŠTU: NOVIJA SAZNAJNA

*Markola Saulić¹, Ivica Đalović², Vladan Jovanović³,
Dragana Božić⁴, Sava Vrbničanić⁴*

Izvod: Poznavanje vertikalne distribucije semena korovskih biljaka u poljoprivrednom zemljištu ima veliki značaj za očuvanje biodiverziteta i stabilnosti ekosistema, kao i pri izboru i pomoći u razvoju uspješne strategije suzbijanja korova. U radu su prikazana novija saznanja efekta primene plodoreda, obrade zemljišta i sistema đubrenja na rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu. Odabirom adekvatnih mera i metoda moguće je proceniti rezerve semena korovskih biljaka u poljoprivrednom zemljištu i spram klimatskih i zemljišnih uslova dati prognozu zakorovljenosti u budućem periodu.

Ključne reči: seme korovskih biljaka, obrada zemljišta, plodored, sistemi đubrenja.

Uvod

Jedan od problema savremene poljoprivredne proizvodnje je konstantna i mukotrpa borba farmera sa agresivnim i invazivnim korovskim vrstama. Korovi se zahvaljujući biološko–ekološkim osobinama semena (neravnomernost sazrevanja, periodičnost klijanja i pojava ponika, dugovečnost, životna sposobnost i mirovanje), uspešno prilagođavaju učestalim sezonskim i godišnjim promenama. Vrlo važnu ulogu čini zemljište kao „depo“ u kome se seme skladišti, čuva i održava do povoljnog perioda, te predstavlja stalni izvor zakorovljavanja poljoprivrednih površina (Grundy & Jones, 2002.). Kada se stvore povoljni uslovi sredine u zrelom semenu dolazi do aktiviranja niza reakcija i procesa koji za rezultat imaju pojavu klice na površini semena (Finch–Savage & Leubner–Metzger, 2006.). Plodored, sistem obrade zemljišta i primena đubriva spadaju u osnovne agrotehničke mere koje u interakciji sa suzbijanjem korova utiču na kvalitativno–kvantitativni sastav rezervi semena (Nicholas et al., 2015.). Procenom rezerve semena korovskih biljaka u poljoprivrednom zemljištu, poznavanjem biološko–ekoloških osobina semena, kao i sistema gajenja useva moguće je pomoću adekvatnih modela predvideti kada i koliko semena će klijati u određenim klimatskih i zemljišnim uslovima.

Rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu

Termin „rezerva semena korovskih biljaka u zemljištu“ (*eng. soil weed seed–bank*) može se jednostavno poistovetiti sa mestom u zemljištu gde seme ostaje do momenta

¹ PKB Agroekonomik, Industrijsko naselje bb, 11213 Padinska Skela (markolasaulic@gmail.com);

² Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

³ Institut za pesticide i životnu sredinu, Banatska 31 b, 11080 Zemun, Beograd, Srbija;

⁴ Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Beograd, Srbija.

kada je spremno da klija. Iako, predstavlja tzv. “mesto odmora za seme“, vrlo je važna komponenta celokupnog životnog ciklusa korovskih biljaka. Ovaj pojam prvenstveno se odnosi na zemljište, ali postoje i aerobne rezerve (eng. *aerial seed bank*). Nju čine semena koja nakon sazrevanja ostaju određeni vremenski period na majčinskoj biljci. Tako, npr. kod vrsta *Xanthium strumarium* i *Arctium minus* ovaj vid rezerve na samoj biljci omogućava efikasniju strategiju disperzije plodova i semena pomoću krzna životinja (Gulden & Shirliffe, 2009.). Takođe ne treba zanemariti ni produkciju vegetativnih organa (rizoma, lukovica, korena, korenovih izbojaka, krtola, krtolastih–lukovica) i pupoljaka koji se nalaze u fazi mirovanja a imaju potencijal da se regenerišu i daju nove individue (Grundy & Jones, 2002.). Ove rezerve (eng. *bud bank*) omogućavaju nekim vrstama (*Eichhornia crassipes*) da se i pored toga što produkuju oko 300 semena po biljci pretežno razmnožavaju vegetativno, obrazujući za 10 do 15 dana i do 400 t ha⁻¹ plutajuće mase (Zimdahl, 1991.).

Zemljišnu rezervu obično karakteriše životna sposobnost semena, tj. koliko dugo seme može u zemljištu da opstane (Hossain & Begum, 2015.), te spram toga većina autora razvrstava zemljišne rezerve u tri tipa: *prolazni tip* čine semena koja ostaju u zemljištu do godinu dana, potom *kratkoročno postojani tip* karakterističan je za vrste čija su semena životno sposobna jednu do pet godina, dok semena koja mogu da opstanu preko pet godina čine *dugoročno postojan tip* (Thompson et al., 1997.). Prolaznu rezervu čine semena vrsta koja preživljavaju u zemljištu ne više od godinu dana (*Taraxacum officinale* Weber i *Kochia scoparia* L.) Za razliku od njih semena *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album* formiraju trajnu rezervu semena u zemljištu, jer mogu da opstanu i po nekoliko decenija (Gulden & Shirliffe, 2009.). Studije izvedene na travnjacima ukazuju da semena mogu ostati vitalna i do 50 godina. Veličina rezerve semena korova u zemljištu enormno varira između lokaliteta, plodoreda, tipa zemljišta, gajenog useva, sistema obrade, vremena uzorkovanja i upotrebe herbicida. Brojnost semena u zemljištu opada sa povećanjem dubine, pa se procenjuje da u sloju do 5 cm ima 70 do 78% semena korova, u sloju od 5 do 10 cm 14–20%, dok u sloju 10–15 cm svega 5–10% (Cardina et al., 2002.). Procenjuje se da je na pašnjacima broj semena korovskih biljaka oko 52779 semena m⁻², kao i da je 87% semena skoncentrisano u sloju do 5 cm. U voćnjacima ta brojnost iznosi oko 42000 semena m⁻² (Hosseini et al., 2014.), dok u konvencionalnom sistemu gajenja kukuruza 226 miliona semena ha⁻¹ (Davis et al., 2005.).

Za procenu rezervi semena potrebno je odabrati adekvatnu strategiju uzorkovanja spram prihvatljivog i ostvarljivog cilja (Grundy & Jones, 2002.). Na rezultat istraživanja, može da utiče vreme uzorkovanja zemljišta u određenom usevu (Thompson et al., 1997.), tip zemljišta, način podele parcele na podparcele, kao i broj uboda sonde u tlo koja je u korelaciji sa prečnikom sonde (Rahman et al., 1996.). Adekvatna metoda ili komparacijom više metodoloških postupaka može se utvrditi prisustvo semena korovskih biljaka i proceniti brojnost na ispitivanoj parceli. Poznavanjem vertikalne distribucije semena u zemljištu dobija se uvid u strukturu korovskih vsta, tj. potencijalnih konkurenata usevu (Nicholas et al., 2015.). Ukoliko je cilj da se odredi zastupljenost semena samo jedne vrste u rezervi semena koristi se *metod flotacije* (Thompson et al., 1997.), dok je za procenu celokupne rezerve semena svih zastupljenih korovskih vrsta najadekvatniji *metod fizičke ekstrakcije semena* iz zemljišnih uzoraka.

Metod naklijavanja je pouzdan za prikaz vrsta čija su semena sposobna da klijaju u narednom. Primenom mera suzbijanja korova svake godine eliminiše se deo izniklih jedinki. Međutim, pri primeni ovih mera, rezerve semena često “*sporije*” reaguju, jer se svake godine iste obnavljaju novim prilivom semena te je od suštinskog značaja raditi procenu rezerve semena na obradivim površinama (Schwartz et al., 2015.).

Uticao obrade zemljišta

Pre inteziviranja upotrebe herbicida, obrada zemljišta je predstavljala primarnu meru za suzbijanje korova (Hoosain & Begum, 2015.). U literaturi se pojavljuju oprečna mišljenja da li obrada zemljišta utiče na veličinu i sastav rezerve semena korova ili pak samo na preraspodelu semena po dubini zemljišta (Nicholas et al., 2015.). Smatra se da se oranjem, drljanjem, kultiviranjem i drugim agrotehničkim operacijama seme korovskih biljaka unosi u dublje slojeve (Janjić i sar., 2005.). Sistem biljne proizvodnje koji isključuje obradu zemljišta doprinosi povećanju zakorovljenosti useva (Bárberi & Cascio, 2001.). U takvim sistemima rezerve semena se koncentrišu u sloju do 10 cm, dok se primenom obrade zemljišta, semena ravnomerno raspoređuju na dubini do 20 cm (Cardina et al., 2002.). Pojedina istraživanja pokazuju da je gajenjem pšenice u monokulturi, uz primenu niza agrotehničkih mera, pa i dubokog oranja najveća brojnost semena korova utvrđena u sloju 15 do 25 cm (Hosseini et al., 2014.).

Različiti sistemi obrade zemljišta različito deluju na rezerve semena, te tako u sistemu obrade sa čizel plugom više od 30% semena korova se nalazi na dubini većoj od 1 cm, pri čemu količina semena linearno opada sa dubinom. U redukovanim sistemima obrade više od 85% od svih semena se nalazi na dubini od 5 cm, dok se kod klasične obrade u ovom slučaju nalazi samo 28% (Pareja et al., 1985.). Plitka i česta obrada zemljišta izlaže seme korova učestalijim promenama temperature i vlažnosti, što kod mnogih semena dovodi do prekidanja njihovog mirovanja i iniciranja klijanja. Svakako, obradom se pospešuje klijanje semena koja za prekid mirovanja zahtevaju skarifikaciju, fruktaciju temperaturnog režima, povišenu koncentraciju CO₂ i veću koncentraciju nitrata (Benech–Arnoldet et al., 2000.).

Uticao plodoreda

Smenom useva svake godine menjaju se agrotehničke mere, pa samim tim i mere suzbijanja korova. Pravilna primena plodoreda podrazumeva poštovanje smene useva u prostoru i vremenu. npr. neizmjenično smenjivanje ozimih (uglavnom strna žita) i jarih useva (okopavine), višegodišnjih i jednogodišnjih useva, uključujući i setvu žitarica, kao i useva širokorednog i uskorednog sklopa. Ovakvim sistemom utiče se na mogućnost izbora herbicida, tipa obrade zemljišta i vremena izvođenja pojedinih agrotehničkih mera koje su specifične za određeni usev, ali i korov (Grundy & Jones, 2002.). Rotacija useva je efikasan metod regulisanja veličine rezerve semene korovskih biljaka, naročito kod vrsta koje odlikuje kraća dugovečnost semena, 4–6 godina (*Avena fatua*) (Gulden & Shirliffe, 2009.). U plodoredu, zbog veće varijabilnosti u pogledu načina i korišćenja zemljišta, smene useva i mera suzbijanja korova, manja je zakorovljenost useva nego u monokulturi (Cardina et al., 2002.). Floristički sastav je

raznovrsniji i bogatiji na poljima gde se primenjuje u odnosu na monokulturu (Dorado et al., 1999.). Liebman & Dyck (1993.) navode da se monokulturom smanjuje raznolikost vrsta, a povećava brojnost biljaka u okviru jedne vrste. Dominacija nekoliko korovskih vrsta na parceli svakako pojednostavljuje izbor herbicida i kratkoročno rešava problem, ali se vremenom povećava rizik od širenja otpornih korova i njihovih rezistentnih populacija na herbicide. Novija istraživanja pokazuju da je u monokulturi pšenice procenjena rezerva semena na 9906 semena m⁻², dok je u dvopoljnom plodoredu pšenice sa leblebijom brojnost veća i iznosi 11000 semena m⁻² (Hosseini et al., 2014.). Forcella & Lindstrom (1988.) su utvrdili da se broj semena divljeg sirka kretao od 1500 do 3000 m⁻² nakon gajenja kukuruza u monokulturi 7–8 godina, dok u dvopoljnom plodoredu sa sojom taj broj se znatno redukovao na 200–700 semena m⁻².

Uticaj sistema đubrenja

Jedan od ključnih aspekata zemljišta, kao faktora koji utiče na klijavost je i njegov hemijski sastav i plodnost. Danas postoje dostupne različite forme i tipovi đubriva koje se razlikuju po poreklu, formulaciji, načinu i vremenu primene. Osim što namensko unošenje hraniva doprinosi boljem rasteњу i razviću gajene biljke a samim tim i ostvarenju većeg prinosa, primena đubriva kao važna agrotehnička mera značajno utiče i na nivo zakorovljenosti useva. Đubrenje azotom dovodi do povećanja brojnosti nitrofilnih vrsta korova (*Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *Stellaria media*, *Galium aparine*, *Galeopsis tetrahit*) (Simić i sar., 2016.). Zajednička primena organskih i neorganskih đubriva ima značajan uticaj na razvoj korovske zajednice, odnosno na povećanje organske produkcije vegetacionog pokrivača, a samim tim i na veću produkciju semena (broj semena po biljci). Dodavanjem mineralnih đubriva značajno se povećava broj korovskih vrsta po jedinici površine, dok je primenom organskih (komposta, živinskog stajnjaka) uočena veća brojnost široko zastupljenih vrsta (Major et al., 2005.). Pojedini rezultati pokazuju da se primenom 45 t ha⁻¹ stajnjaka u zemljištu može povećati broj semena korova čak i do 3,4 miliona (Roberts, 1970.). Primenom stajnjaka u okopavinskim usevima za očekivati je da će i rezerva semena biti bogatija za dve vrste *Ch. album* i *Ch. hybridum*. Razlog tome je što se semena ovih vrsta odlikuju tvrdom semenjačom, te prolaskom kroz crevni trakt preživara ostaju neoštećena, a povećava im se klijavost (Jones & Neto, 1987.). Ovaj zaključak potvrđuje i činjenica da povećan sadržaj organskih komponenti može delovati pozitivno na klijanje semena (Fenner & Thompson, 2005.).

Zaključak

Rezerva semena korovskih biljaka u zemljištu predstavlja stalni izvor korovske populacije a čine je životna sposobna semena i vegetativni organi na površini ili u samom tlu. Ona stvara tzv. „puffer zonu“ između semena i vegetativnih organa biljaka i nepovoljnih uslova surovih zimskih perioda i omogućava klijanje tokom dugih niza godina. Plodored, obrada zemljišta i primena đubriva spadaju u najvažnije agrotehničke mere koje u interakciji sa suzbijanjem korova utiču na veličinu i sastav rezervi semena korovskih biljaka i u direktnoj su korelaciji sa njihovim sadržajem u zemljištu.

Odabirom adekvatnih metoda moguće je proceniti rezervu semena korova u poljoprivrednom zemljištu i spram klimatskih i zemljišnjih uslova dati prognozu zakorovljenosti za budući period.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekata TR 31073, TR 31043 i III46008 koji se finansiraju od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Bárberi, P., Cascio, B.L.O. (2001). Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Research* 41: 325–340.
- Benech–Arnold, R. L., Sánchez, R. A., Forcella, F., Kruk, B. C., Ghersa, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research* 67: 105–122.
- Cardina, J., Herms, C.P., Doohan, D.J. (2002). Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science* 50: 448–460.
- Davis, A. S., Renner, K. A., Gross, K. L. (2005). Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. *Weed Science* 53: 296–306.
- Dorado, J., Del Monte, J.P., Lopez-Fando, C. (1999): Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems. *Weed Science* 47: 67–73.
- Fenner, M., Thompson, K. (2005). *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, pp. 76–96.
- Finch–Savage, W.E., Leubner–Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *Journal compilation, New Phytologist*, 171: 501–523.
- Forcella, F., Lindstrom, M. J. (1988). Movement and germination of weed seeds in ridge-till crop production systems. *Weed Science*, 36: 56–59.
- Grundy, A. C., Jones, N. E. (2002). What is the Weed Seed Bank? *Weed Management Handbook* (Ed. by Naylor, R.E.L). British Crop Protection Enterprises, pp. 39–63.
- Gulden, R. H., Shirliffé, S. J. (2009). Weed Seed Banks: Biology and Management Weeds, Herbicides and Management. *Prairie Soils & Crops Journal*, 2: 46–52.
- Hossain, M. M, Begum, M. (2015). Soil weed seed bank: Importance and management for sustainable crop production – A Review. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 13 (2): 221–228.
- Hosseini, P., Karimi, H., Sirwan, B., Mashhadi, R.H., Oveisi, M. (2014). Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. *Crop Protection* 64: 1–6.
- Janjić, V., Vrbničanin, S., Milošević, D., Đalović, I. (2005). Rezerve semena korovskih biljaka u zemljištu. *Biljni lekar*, XXXIII 6: 652–659.
- Jones, R. M., Neto, M. S. (1987). Recovery of pasture seed ingested by ruminants. The effects of the amount of seed in the diet and of diet quality on seed recovery from sheet. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 27: 253–256.
- Liebman, M., Dyck, E. (1993): Crop rotation and Intercropping Strategies for Weed Management. *Ecological Applications*, 3: 92–122.

- Major, J., Steiner, C., Ditommaso, A., Falcão, N., Lehmann, J. (2005). Weed composition and cover after three years of soil fertility management in the central Brazilian Amazon: Compost, fertilizer, manure and charcoal applications. *Weed Biology and Management* 5: 69–76.
- Nicholas, V., Verhulst, N., Cox, R., Govaerts, B. (2015). Weed dynamics and conservation agriculture principles. *Field Crops Research* 183: 56–68.
- Pareja, M. R., Stanifort, D. W., Pareja, G. P. (1985). Distribution of weed seed among soil structural units. *Weed Science* 33: 182–189.
- Rahman, A., James, T. K., Grbavac, N., Mellsop, J. (1996). Spatial distribution of weed seedbank in maize cropping fields. *Proceedings 49th New Zeland Protection Conference*, pp. 291–295.
- Roberts, H. A., (1970). Viable weed seed in cultivated soil. *In* Report of the National Vegetable Research Station, Wellesbourne, UK, 25–38.
- Schwartz, L.M., Gibson, D.J., Gage, K.L., Matthews J.L., Jordan, D.L., Owen, M.D.K., Shaw, D.R., Weller, S.C., Wilson, R.G., Young B.G. (2015). Seedbank and Field Emergence of Weeds in Glyphosate-Resistant Cropping Systems in the United States. *Weed Science* 63: 425–439.
- Simić, M., Dragičević, V., Dolijanović, Ž., Oljača, S., Brankov, M. (2016). Uticaj đubrenja u održivim sistemima ratarenja na zastupljenost korova. Deseti kongres o korovima, Vrđnik, Srbija.
- Thompson, K., Bakker, J., Bekker, R. (1997). The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. *Cambridge University Press*, pp. 2–36.
- Zimdahl, R. L. (1991). *Fundamentals of Weed Science*. 3rd edition, Academic Press London, pp. 79–118.

EFFECT OF CROP ROTATION, TILLAGE AND FERTILIZATION SYSTEM ON THE WEED SEED BANK : NEW RECOGNITION

*Markola Saulić¹, Ivica Đalović², Vladan Jovanović³,
Dragana Božić⁴, Sava Vrbničanin⁴*

Abstract: Knowing the vertical distribution weed seed in arable land is of great importance for preserving biodiversity and stability of the ecosystem, as well as in selecting and assisting in the development of a successful weed control strategy. This work presents recent findings of the effects of the application of crop rotations, tillage and fertilization system on the weed seed bank in the soil. By selecting adequate measures and methods, it is possible to estimate the weed seed bank in arable land and to give a forecast of the decay in the future period in relation to climate and soil conditions.

Key words: weed seedbank, tillage, crop rotation, fertilization.

¹ PKB Agroekonomik, Industrijsko naselje bb, 11213 Padinska Skela (markolasaulic@gmail.com);

² Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia;

³ Institute of Pesticides and Environmental Protection, Banatska 31b, 1080 Zemun, Beograd, Srbija;

⁴ University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Belgrade;

PRIMENA VODE U SUPERKRITIČNOM STANJU ZA ODVIJANJE HEMIJSKIH REAKCIJA

Vladan Mičić¹, Nevena Vukić², Mitar Perušić¹, Duško Kostić¹, Ivan Ristić², Vesna Teofilović², Darko Manjenčić², Ljiljana Tanasić³

Izvod: U radu se daje pregled rezultata istraživanja osobina vode u superkritičnim uslovima. Razmatrane su mogućnosti primjene superkritične vode kao rastvarača, reaktanta i katalizatora u hemijskim reakcijama. Naročita pažnja je posvećena izvođenju eksperimenata u hidrotermalnim uslovima. Posebno je perspektivna upotreba superkritične vode u heterogenoj katalizi, pri sintezi kristalnih materijala sa predvidivim osobinama i za rješavanje ekoloških problema.

Gljučne reči: voda, superkritično stanje, ekologija

Uvod

Voda kao rastvarač u superkritičnom stanju nezavisno od aktivnosti čovjeka učestvuje u procesima nastajanja raznih minerala u dubini Zemlje. Njena upotreba kao rastvarača u superkritičnom stanju počela se ispitivati još 1822. godine kada je otkrivena kritična tačka fluida (McHugh, Krukoni, 1994.). Superkritično stanje je takvo stanje materije u kojem nestaje razlika između tečnog i gasovitog stanja i gde dolazi do objedinjavanja prednosti i jednog i drugog stanja. Krajem XX vijeka kada je porastao interes za istraživanjem povećanja iskorišćenja hemijskih reakcija, porastao je i interes za istraživanjem osobina materija u superkritičnom stanju. Karakteristične osobine superkritičnih fluida, a među njima i vode, koriste se u procesima ekstrakcije, ali i u procesima prečišćavanja različitih toksičnih otpadnih tokova (McHugh, Krukoni, 1994.; Pisharody, Fisher, Abraham, 1996.; Marra, Gamse, 2000.). Takođe su intenzivirana istraživanja mogućnosti primjene superkritičnih rastvarača u organskoj i neorganskoj sintezi u homogenoj i heterogenoj katalizi (Baiker, 1999.; Savage, 1999.; Darr, Poliakov, 1999.; Adschiri i sar, 1982.; Jesop i sar. 1999.). Parametri kritične tačke, temperatura (T), pritisak (p) i gustina (ρ) najčešće korišćenih rastvarača prikazani su Tabeli 1.

Tabela 1. Parametri kritične tačke za određene rastvarače
Table 1. Parameters of critical point for different solvents

Rastvarač <i>Dissolvent</i>	T [K]	P [MPa]	ρ [kg m ⁻³]
C ₂ H ₄	282,1	5,041	214
CO ₂	303,9	7,375	468
C ₂ H ₆	305,2	4,884	203
C ₂ H ₅ OH	513,7	6,137	276
H ₂ O	646,9	22,060	322

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik, Karakaj, Republika Srpska, BiH

²Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, Srbija

³Visoka poljoprivredna škola strukovnih studija, Šabac, Srbija

Hemija fluida u superkričnom stanju intenzivno se razvijala poslednjih nekoliko decenija. Kao rezultat datog istraživanja prikupljen je veliki broj eksperimentalnih podataka o nizu rastvarača na temperaturama i pritiscima bliskim kritičnoj tački. Posebnu pažnju zauzima ispitivanje osobina superkrične vode kao rastvarača u brojnim procesima. Treba istaći da zbog visokih vrednosti kritične temperature i kritičnog pritiska, superkrična voda još nije našla široku praktičnu primjenu. Ipak, voda je najrasprostranjeniji, jeftin, bezopasan i ekološki čist rastvarač. To su sve razlozi zbog čega se u daljem razvoju superkričnih rastvarača upravo voda nalazi u žiži interesovanja naučne i stručne javnosti.

U ovom radu su navedeni literaturni podaci o fundamentalnim i primjenjenim istraživanjima osobina superkričnog stanja vode i hemijskih procesa u kojima ona učestvuje.

Fizičko – hemijske osobine vode u superkričnim uslovima

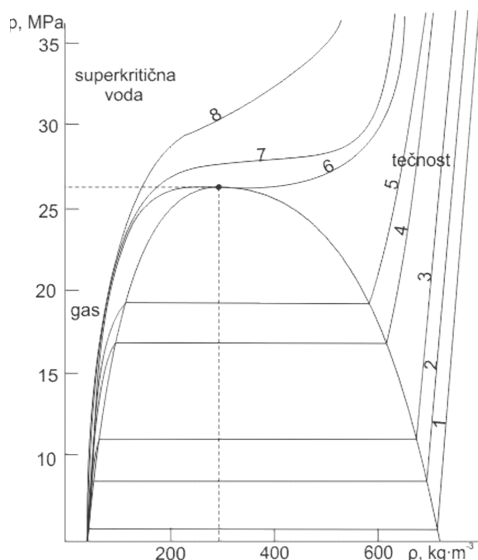
Pri normalnim uslovima voda je polarni rastvarač. Sa povećanjem temperature i pritiska mijenjaju se osobine vode i vodenih rastvora. Treba takođe istaći da se fizičko-hemijske osobine vode ne mijenjaju skokovito pri dostizanju kritične tačke, već ta promjena ima i dalje kontinuiran slijed. Voda u superkričnom stanju, po svojim karakteristikama zauzima stanje između gasa i tečnosti (Tabela 2).

Tabela 2. Parametri vode u različitim stanjima
Table 2. Parameters of water in the different states

Parametar <i>Parameter</i>	Voda pri normalnim uslovima <i>Water under normal conditions</i>	Superkrična voda <i>Supercritical water</i>	Pregrijana para <i>Overheated steam</i>
T [K]	298	723	723
p [MPa]	0,1	27,2	1,4
ρ [kg m ⁻³]	998	128	4,19
D* [m ² s ⁻¹]	7,74·10 ⁻⁸	7,67·10 ⁻⁶	1,79·10 ⁻⁵
logKw	14	21	41

*koeficijent difuzije

Fazni dijagram za vodu koji prikazuje zavisnost pritiska od gustine prikazan je na Slici 1.



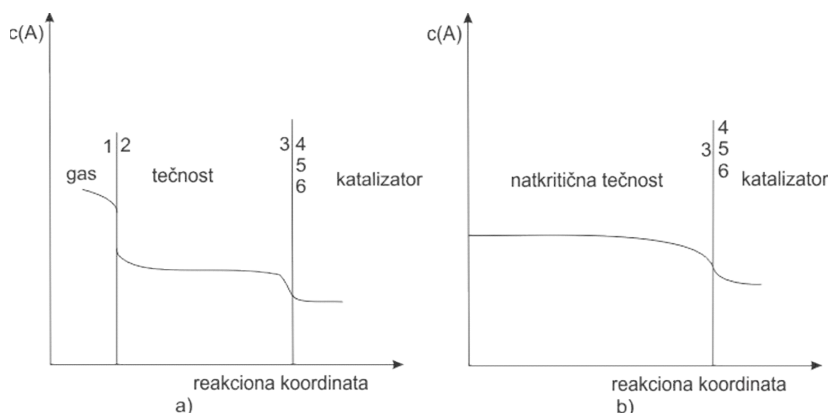
Slika 1. Fazni dijagram vode u oblasti povišenih temperatura i pritiska
T, K: 1-553; 2-573; 3-593; 4-623; 5-633; 6-647; 7-653; 8-705.

Figure 1. Phase diagram of water in elevated temperatures and pressures
T, K: 1-553; 2-573; 3-593; 4-623; 5-633; 6-647; 7-653; 8-705.

Granica diobe između tečne i gasovite faze nestaje u kritičnoj tački, a gustina vode iznosi 300 kg m^{-3} . U neposrednoj blizini kritične tačke voda poprima neograničenu stišljivost, zbog čega i neznatna promjena temperature i/ili pritiska dovodi do znatne promjene gustine. Rastvorljivost neorganskih i organskih jedinjenja u superkritičnoj vodi određena je dielektričnom provodljivošću sredine. Smanjenje dielektrične provodljivosti pri prelazu ka kritičnoj tački uslovljava povećanje rastvorljivosti organskih jedinjenja, a smanjuje rastvorljivost neorganskih jedinjenja. U superkritičnom stanju voda se miješa sa kiseonikom u svim slučajevima, ali i sa vodonikom i ugljovodonicima. U superkritičnom stanju efekat klastera molekula vode oko molekula rastvorene materije dovodi do lokalne promjene gustine. Dodavanjem rastvorene materije u sistem gustina će u blizini kritične tačke porasti nekoliko puta, pa se molska zapremina rastvorene materije smanjuje jedan do dva puta. Rastvorljivost se tako naglo povećava.

Homogena i heterogena kataliza je najperspektivniji proces korišćenja vode u superkritičnom stanju (Baiker, 1999.; Jesop i sar., 1999.; Ding i sar., 1996.). Voda, bilo u običnom ili u superkritičnom stanju može imati ulogu: netoksičnog rastvarača, efikasnog kiselo-baznog katalizatora u homogenoj katalizi i reagensa za dobijanje monokristalnih heterogenih katalizatora. Prednosti upotrebe superkritične vode u katalizi najbolje je razmotriti na primjeru hipotetičke heterogene reakcije gasa A i tečnosti B na površini katalizatora C (Baiker, 1999.). Na Slici 2 je prikazan koncentracioni profil gasa A pri odvijanju ove reakcije u vodi koja se nalazi u običnom

ili u superkritičnom stanju. U prvom slučaju, kada se voda nalazi u običnom stanju, prisutan je trofazni sistem gas-tečnost-čvrsti katalizator (Slika 2a)).



Slika 2. Koncentracijski profil gasa A u procesu heterogene katalitičke reakcije u običnoj a) i nadkritičnoj b) vodi.

Figure 2. The concentration profile of the gas A in the heterogeneous catalytic reactions in a conventional a) and supercritical b) water.

Koncentracijski profil gasa A pri odvijanju reakcije u superkritičnoj vodi ima drugi oblik (Slika 2b)). U tim uslovima gas i tečnost se neograničeno miješaju i tada sistem postaje dvofazan (tečnost-čvrsti katalizator). U ovom slučaju potpuno nestaju otpori difuzije vezani za prenos mase na granici faza gas-tečnost (proces 1 i 2). Osim toga, zbog malog viskoziteta superkritične vode difuzija reaktanata ka granici faza je mnogo veća (proces 3 i 4). Zbog ovoga se katalitička reakcija u superkritičnoj vodi odvija u kinetičkoj oblasti i njena se brzina može regulisati mijenjanjem temperature i pritiska.

Odvijanje hemijskih reakcija u superkritičnoj vodi

Primjena superkritične vode za odvijanje različitih hemijskih reakcija prilično je zastupljena (Savage, 1999.; Siskin, Katritzky, 2003.; Siskin, Katritzky, 2001.). Osnovni tipovi hemijskih reakcija koje se mogu odvijati su: hidroliza, hidrogenovanje, cijepanje ugljeničnih veza, hidratacija i oksidacija. Oksidacija metanola je najbolje istražena hemijska reakcija koja se odvija u superkritičnoj vodi (Savage i sar., 2000.; Dutornie, Mercadier, 2001.). Kao produkti oksidacije metanola u superkritičnoj vodi dobijaju se ugljendioksid i voda. Jedan od prvih produkata oksidacije je formaldehid. U uslovima odvijanja reakcije na temperaturi od 770-860 K i pritisku od 24,6 MPa, formaldehid je reaktivniji od metanola. Dosta istraživanja je obavljeno i u vezi oksidacije metana u superkritičnoj vodi uz nastajanje produkata ugljendioksida i vode. U superkritičnoj vodi mogu se selektivno oksidovati kiseonikom i alkilaromatski ugljovodoni do aromatskih kiselina i karbonilnih jedinjenja (Lee, Foster, 1996.; Holliday i sar., 1998.). Voda u superkritičnom stanju nema jonske osobine, pa se u njoj mogu obavljati reakcije katalizovane bazama ili kiselinama. U superkritičnoj vodi gustoće 300 kg m^{-3} u

intervalu temperatura 688-753 K difenil estar se razlaže na difenil i fenoksidifenil. Hidroliza estara u superkritičnoj vodi dobro je izučena (Akiya, Savage, 2001.; Krammer, Vogela, 2000.; Taylor i sar. 2001.; Taylor, i sar. 2002.). Pri razlaganju različitih organskih jedinjenja u superkritičnoj vodi limitirajući stadijum je oksidacija međuprodukata - sirćetne kiseline. Zato oksidacija sirćetne kiseline ima poseban značaj (Meyer i sar. 1995.; Kraje, Levec, 1997.). U zavisnosti od uslova u kojima se izvodi reakcija mogu nastati različiti produkti. Oksidacija kiseonikom pri temperaturi 698-873 K i pritisku 24,6 MPa daje ugljendioksid, metan, vodonik i određenu količinu propionske kiseline (Meyer i sar. 1995.). Oksidacija u šaržnom reaktoru i pri dovoljno dugom vremenu kontakta daje ugljendioksid i vodu. Bez oksidanasa (O_2 , H_2O_2) stabilnost sirćetne kiseline u superkritičnoj vodi je dovoljno visoka tako da na 873 K i 24,6 MPa konverzija sirćetne kiseline iznosi samo 35% (Meyer i sar. 1995.).

Oksidacija fenola u superkritičnim uslovima interesantna je kako za prečišćavanje toksičnih industrijskih otpadnih voda tako i za izvođenje sinteze mnogih organskih molekula (Yu, Savage, 2000.; Portela i sar. 2001.). Redukcija karbonilne grupe je primjer selektivne ekološki bezopasne reakcije u superkritičnoj vodi. Bez katalizatora i toksičnosti rastvarača na temperaturi 523-573 K i pritisku 7,5 MPa, natrijumformijat redukuje aldehide i neke ketone (Bryson i sar. 2000). Bočni produkt reakcije je ugljendioksid. Parametrima odvijanja reakcije možemo uticati na selektivnost. U većini slučajeva redukcija se odvija sa visokim iskorišćenjem čak do 74%.

Zaključak

Voda u superkritičnim uslovima nalazi sve širu primjenu kao reaktant, kiselinsko-bazni katalizator i jedinstveni ekološki rastvarač. Fizičko-hemijske osobine vode u superkritičnom stanju se mogu mijenjati u vrlo širokom intervalu. U ovom radu je opisana primjena superkritične vode u organskim sintezama mnogih jedinjenja. Za praktičnu primjenu vode u superkritičnom stanju za navedene, a i za druge slučajeve, potrebno je dobro poznavati prirodu fizičko-hemijskih pojava u hidrotermalnim uslovima na molekulskom nivou. Pored toga, potrebna su znanja i fundamentalna istraživanja mogućnosti korišćenja superkritične vode za organske sinteze i u procesima heterogene katalize. U heterogenoj katalizi voda se ne smatra samo medijumom u kome se izvode katalitičke reakcije, već i reaktantom za jednostepeno pripremanje višekomponentnih monokristalnih heterogenih katalizatora na unaprijed zadatim uslovima. Ovako stvoreni katalitički sistemi, za razliku od klasičnih, imaju neophodnu stabilnost za rad u superkritičnim uslovima.

Literatura

- Adschiri T., Kanazawa K., Avai K. (1982). *J. Am. Ceram. Soc.*, 75, 1019.
Akiya N., Savage Ph. E. (2001). *Ind. Eng. Chem. Res.*, 40, 1822.
Baiker A. (1999). *Chem. Rev.*, 99, 453.
Bryson T. A., Jennings J. M., Gibson J. M. (2000). *Tetrahedron Lett.*, 41, 3523.
Darr J.A., Poliakof M. (1999). *Chem. Rev.*, 99, 495.
Ding Z. Y., Frisch M. A., Li L.X., Gloyna E. F. (1996). *Ind. Eng. Chem. Res.*, 35, 3257.

- Dutornie P., Mercadier J. (2001). *Ind. Eng. Chem. Res.*, 40, 114.
- Holliday R. I., Jong Y. M., Kolis J. W. (1998). *J. Supercrit. Fluids*, 12, 55.
- Jesop P.G., Ikarija T., Nojori R. (1999). *Chem. Rev.*, 99, 475.
- Krammer P., Vogela H., J. (2000). *Supercrit. Fluids*, 16, 189.
- Kraje M., Levec J. (1997). *J. Appl. Cat., B. Environ.*, 18, 53.
- Lee J., Foster N. R. (1996). *J. Supercrit. Fluids*, 9, 99.
- Marra R., Gamse T. (2000). *Chem, Eng. Proc.*, 39, 19.
- McHugh M.A., Krukoniš V. J. (1994). *Supercritical fluid extraction: Principles and practice* (2nd ed.), Butterworth-Heineman, Amsterdam.
- Meyer J. C., Marrone Ph. A., Tester J. W., Aiche J. (1995). 44, 2108.
- Pisharody S. A., Fisher J. W., Abraham M. A. (1996). *Supercritical water oxidation of solid particulates*, The University of Tulsa, Tulsa, Oklahoma.
- Portela J. R., Nelot E., Martinez de la Ossa E. (2001). *Chem. Ind. J.*, 81, 287.
- Savage Ph. E., Rovira J., Stylski N., Martino C. J. (2000). *J. Supercrit. Fluids*, 17, 165.
- Savage Ph. E. (1999). *Chem. Rev.*, 99, 603.
- Siskin M., Katritzky A.R. (2003). *J. Anal, Appl. Pyrolyses*, 54, 193.
- Siskin M., Katritzky A.R. (2001). *Chem. Rev.*, 101, 825.
- Taylor J. D., Steinfeld J. I., Tester J. W. (2001). *Ind. Eng. Chem. Res.*, 40, 57.
- Taylor J. D., Pacheco F. A., Steinfeld J. I. (2002). *Ind. Eng. Chem. Res.*, 41, 1.
- Yu J., Savage Ph. E. (2000). *J. Appl Cat., B. Environ.*, 28, 275.

THE APPLICATION OF WATER IN SUPERCRITICAL CONDITION FOR CHEMICAL REACTIONS

Vladan Mičić¹, Nevena Vukić², Mitar Perušić¹, Duško Kostić¹, Ivan Ristić², Vesna Teofilović², Darko Manjenčić², Ljiljana Tanasić³

Abstract: In this paper the literature review of water properties in supercritical condition is given. Possibilities of supercritical water use as dissolvent, reactant and a catalysator in chemical reactions are considered. Special attention is given to experiments in hydrothermal conditions. The use of supercritical water in heterogeneous catalysis, for synthesis of crystalline materials with predictable properties and for ecology problems solving is very promising.

Key words: water, supercritical condition, ecology

¹ University of East Sarajevo, Faculty of Technology Zvornik, Karakaj, Republic of Srpska, B&H

² University of Novi Sad, Faculty of Technology Novi Sad, Novi Sad, Serbia

³ High Agricultural School of Vocational Studies, Šabac, Serbia

EKONOMSKI NAJZNAČAJNIJE BOLESTI I KOROVI U PROIZVODNJI ULJANE REPICE I MOGUĆNOSTI NJIHOVOG SUZBIJANJA

Petar Mitrović¹, Ana Marjanović Jeromela¹, Željko Milovac¹, Mehira Perviz²

Izvod: Uljana repica (*Brassica napus var. napus* L.) se gaji radi semena koje sadrži 40-48% ulja i 18-25% belančevina. Ulje je visokog kvaliteta te se može koristiti i za ishranu ljudi. Proizvodnja biodizela iz repičinog ulja predstavlja osnovni razlog gajenja ove kulture u našoj zemlji. Kao i kod drugih biljnih vrsta smanjenje prinosa, pored klimatskih faktora i agrotehničkih mera, može biti izazvano i neblagovremenom zaštitom od prouzrokovaca biljnih bolesti i korova. Od korovskih vrsta najveći problem predstavlja *Sinapis arvensis* (gorušica). Problem se ogleda u tome što je navedenu korovsku vrstu teško suzbiti (agrotehničke i hemijske mere), jer pripada istoj porodici kao i uljana repica. Od fitopatogenih gljiva ekonomski najznačajnije su *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma lingam* i *Peronospora parasitica*. Navedeni paraziti u povoljnim klimatskim uslovima mogu izazvati oboljenja na biljkama uljane repice.

Ključne reči: uljana repica, bolesti, korovi, mere zaštite.

Uvod

Uljana repica (*Brassica napus var. napus* L.) spada među četiri najvažnije uljane biljke u svetu (Marinković i sar., 2007.). U nekim zemljama ova biljna vrsta predstavlja najvažniju uljanu biljku. Najviše se gaji u Kini, Indiji, Kanadi i zemljama zapadne Evrope. Uljana repica se gaji zbog semena koje sadrži 40-48% ulja i 18-25% belančevina (Marjanović-Jeromela i sar., 2002; Marinković i sar., 2003; Antonijević i sar., 2008.). Ulje kod starih sorata uljane repice se karakterisalo visokim sadržajem eruka kiselina i glukozinolata. Zbog sadržaja navedenih materija ulje nije korišteno za ishranu ljudi, a sačma zbog prisustva glukozinolata nije korištena za ishranu domaćih životinja. U poslednje vreme, selekcijom su stvorene sorte i hibridi koji ne sadrže navedene materije u toksičnim koncentracijama za ljude i domaće životinje. Pored navedenog načina upotrebe, u mnogim zemljama se ulje uljane repice sve više koristi za proizvodnju biodizela. Ovome doprinosi i uredba Evropske Unije, koja nalaže da sve njene članice do 2020. godine proizvedu 15% biodizela od ukupnih količina energenata. Mogućnost proizvodnje biodizela iz repičinog ulja predstavlja osnovni razlog povećanja proizvodnje kod nas (Mitrović i sar., 2008.). Iako je uljana repica u Srbiji bila poznata još 30-ih godina prošlog veka, za većinu proizvođača tehnologija proizvodnje i zaštita predstavljaju priličnu nepoznanicu. Smanjenje prinosa, a u nekim slučajevima i preoravanje zasejanih parcela, pored klimatskih faktora i agrotehničkih mera, može biti izazvano i neblagovremenom zaštitom od prouzrokovaca biljnih bolesti, štetočina i korova. Neophodno je istaći da je na problemima zaštite u našoj zemlji radio mali broj

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija (petar.mitrovic@ifvens.ns.ac.rs;

²Poljoprivredni zavod Unsko-Sanskog kantona, Omera ef Novljanina 4, 77000 Bihać, Bosna i Hercegovina

istraživača, pre svega zbog skromnih površina ili odsustva gajenja uljane repice u pojedinim godinama.

Zaštita od korova

U korovskoj flori uljane repice, kao i u flori drugih ratarskih useva, prevladavaju jednogodišnje zeljaste biljke koje se uglavnom razmnožavaju semenom (Marisavljević i sar., 2007, Antonijević i sar., 2008.). Suzbijanje korova u usevu uljane repice se može izvesti agrotehničkim i hemijskim merama. U agrotehničke mere spadaju: ljuštenje strnjike, oranje i plitka setvospremiranja. Ljuštenjem strnjike ili oranjem zemljišta neposredno po skidanju useva se provocira klijanje i nicanje korovskih biljaka tokom jula i avgusta meseca. Iznikli korovi se suzbijaju oranjem ili setvospremiranjem zemljišta. Na ovaj način se korovske biljke mogu redukovati u znatnom procentu. Pored agrotehničkih, za suzbijanje korova se mogu koristiti i hemijske mere. Primenom herbicida (pre setve, posle setve, a pre nicanja useva i korova i u *postemergence* fazi) se mogu takođe, znatno redukovati korovske biljke. S obzirom da se kod nas uljana repica seje u prvoj polovini septembra, većina korovskih biljaka propada tokom jeseni i zime, usled izmrzavanja, pa se i na ovaj način u mnogome smanjuje populacija korova. Na prvi pogled, primenom navedenih mera plus klimatski faktor može se zaključiti da korovi ne predstavljaju problem. Za većinu korovskih vrsta (štir-*Amaranthus* sp, palamida-*Cirsium arvense*, pepeljuga-*Chenopodium album*, divlji sirak-*Sorghum halepense*, tatula-*Datura stramonium*, mrtva kopriva-*Lamium purpureum*, samonikle biljke strnih žita itd.) navedene mere mogu da redukuju iste u onoj meri da zbog sporadičnog prisustva ne ugrožavaju gajenu biljku. Ipak ove mere nisu dovoljne kada su u pitanju korovi iz familije kupusnjača, naročito korovska vrsta *Sinapis arvensis*, gorušica.

Ova korovska vrsta je iz iste familije i slične je genetičke osnove sa uljanom repicom. Prisustvo gorušice u usevu uljane repice ima višestruko negativno dejstvo. Visok sadržaj eruka kiselina i glukozinolata u semenu gorušice narušava kvalitet iscedenog ulja iz mase (Mitrović i sar., 2008.). Iscedeno ulje zbog prisustva eruka kiselina ne može se koristiti za ljudsku ishranu, a pogače dobijene posle ceđenja zbog prisustva glukozinolata se ne mogu koristiti za ishranu domaćih životinja. Preradom ovakvog ulja se dobija biodizel lošeg kvaliteta. Na loš kvalitet biodizela i manju količinu po jedinici površine ima uticaja i drugačiji masnokiselinski sastav u semenu gorušice. Većina herbicida koja se danas nalazi na tržištu kod nas ne može da suzbije gorušicu u usevu uljane repice. U poslednje vreme postoji preporuka da se preparat Gamit 4-EC, (a.m. klomazon), može koristiti za suzbijanje korova (gorušice) u usevu uljane repice u količini 0,2-0,3 l/ha (Savčić-Petrić, 2005; Janjić & Elezović, 2008.). Davies (2005.) navodi, da je gorušica umereno rezistentna na klomazon. Navedeni preparat u datoj koncentraciji je prouzrokovao pojavu fitotoksičnosti na biljkama uljane repice tokom 2008. godine u proizvodnim reonima Srbije. Ova fitotoksičnost se ogledala u izbeljivanju lista i zaostajanju biljaka u porastu. Herbicid nije prouzrokovao propadanje biljaka, što je utvrđeno na osnovu vizuelnog posmatranja useva, ali se zaostajanje biljaka u porastu sa sporadično belim listovima moglo primetiti i posle mesec dana od prve pojave fitotoksičnosti. Naša zapažanja se slažu sa navodima

(Davies, 2005.). Takođe, isti autor navodi da je belenje lista bilo privremeno kod jare uljane repice, što u našim klimatskim uslovima kod ozime uljane repice nije bio slučaj. U nekim zemljama (Kanada) ovaj problem se rešava gajenjem transgenih biljaka. I kod ove biljne vrste neophodno je ovom problemu posvetiti punu pažnju. Suzbijanje širokolisnatih i travnih korova u usevu uljane repice je teško izvodljivo samo jednom merom. Neophodno je obuhvatiti sve mere suzbijanja (hemijske, agrotehničke) uključujući i preventivne (plodored, dobra predsetvena priprema, setva čistog semena koje ima dobru energiju i visok procenat klijavosti iznad 90%). Korovske vrste iz familije *Brassicaceae* zbog nedostatka odgovarajućeg herbicida u ovom usevu je potrebno suzbijati hemijskim merama u predusevu i agrotehničkim nakon skidanja predkulture. I na kraju ne treba gajiti uljanu repicu na parcelama koje su jako kontaminirane sa korovskim vrstama iz familije kupusnjača.

Ekonomski najznačajnije bolesti uljane repice

Uljanu repicu parazitira veći broj fitopatogenih gljiva: *Plasmiodiophora brassicae*, *Peronospora parasitica*, *Alternaria brassicae*, *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Albugo candida*, *Erysiphe cruciferarum* i neke druge. Na klijancima i tek izniklim biljkama, kao i kod drugih gajenih biljaka, štete mogu prouzročiti vrste iz roda *Fusarium*, *Pythium* i vrsta *Rhizoctonia solani*. Sve navedene vrste u zavisnosti od klimatskih i drugih faktora mogu da prouzrokuju manje ili veće štete na usevu. Od svih navedenih patogena možemo izdvojiti dve odnosno tri parazitarne gljive koje se redovno javljaju svake godine na biljkama uljane repice.

Plamenjača kupusnjača: *Hyaloperonospora parasitica*

Bolest se javlja u uslovima vlažnije i hladnije klime (Ivanović & Ivanović, 2001.). U Velikoj Britaniji plamenjača je veoma često oboljenje ozime uljane repice (Gladers, 1987.). Leino (2006.) navodi da se bolest javlja u čitavom svetu, ali parazit ne prouzrokuje ekonomske štete. Međutim, Kolte (1995.) navodi da se u Aziji infekcije javljaju svake godine prouzrokujući značajno smanjenje prinosa. U Nemačkoj, samo u izuzetno vlažnim godinama, može doći do sporadičnog propadanja biljaka (Maylandt & Bothe, 2006.). Pored eruka kiselina i glukozinolata koji utiču na otpornost, u novim istraživanjima je ustanovljena i genetička otpornost sorata i linija uljane repice prema navedenom patogenu (Nashaat & Rawlinson, 1994; Nashaat et al., 1997.). Kod nas se parazit javlja već u fazi kotiledona u vidu hlorotičnih pega.

U nekim godinama (vlažno i hladno vreme) pojava simptoma je intenzivna. Međutim, i kod jakih infekcija nisu konstantovane ekonomske štete. Prilikom praćenja genotipova uljane repice na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima je ustanovljeno da postoji razlika u otpornosti prema navedenom patogenu (Mitrović i sar., 2008.). Pored agrotehničkih mera i klimatskih faktora, verovatno je i tolerantnost sorata jedan od razloga da u našim uslovima za sada *Peronospora parasitica* ne prouzrokuje značajnije ekonomske štete. Iz napred navedenog se može zaključiti da su NS sorte tolerantne za navedenu parazitarne gljive u poljskim uslovima.

Bela trulež uljane repice: *Sclerotinia sclerotiorum*

Ova patogena gljiva parazitira biljke iz preko 225 rodova iz 64 botaničke familije. Bolest je raširena u celom svetu i izaziva oboljenja u područjima tropske, mediteranske i subtropske klime (Ivanović & Ivanović, 2001.). Parazit prouzrokuje oboljenje uljane repice u svim svetskim reonima gajenja (Petrie, 1973.). Belu trulež na uljanoj repici kod nas je konstatovao Iveković (1980.). Patogen može prouzrokovati simptome oboljenja na svim organima (stablu, lišću, bočnim granama, ljuskama i korenu), ali se najčešće javlja na stablu (Antonijević i Mitrović, 2007.). Simptomi oboljenja su konstatovani u svim lokalitetima gajenja uljane repice kod nas. Iako se simptomi javljaju svake godine, parazit za sada ne pričinjava ekonomske štete. Koji su razlozi slabog intenziteta bolesti za sada se pouzdano ne zna. Uljana repica se gaji u gustom sklopu, koji obezbeđuje uvek povećanu vlažnost u usevu. Nema otpornih sorata, ne samo kod nas i ne samo kod uljane repice, već i kod drugih biljnih vrsta. Na osnovu ovih pokazatelja pojava simptoma bi trebala biti izraženija, ali nije. Postavlja se pitanje koliko utiče plodored (negajenje uljane repice posle suncokreta i soje) odnosno oslobađanje askospora, krajem maja početkom juna, kada se usev nalazi u fazi početka voštane zrelosti. Primećeno je da se simptomi uglavnom javljaju na stablu, odnosno da se infekcija obavlja na prizemnom delu stabla tj. vratu korena. Infekcije gornjih delova krune se mogu zapaziti tek u junu mesecu. Ove infekcije u junu su prouzrokovane askosporama. Verovatno plodored i kasno pojavljivanje askospora u poslednjih nekoliko godina imaju značajnog uticaja na smanjen intenzitet bolesti.

Suva trulež korena i rak stabla uljane repice: *Leptosphaeria maculans*

Leptosphaeria maculans prouzrokuje simptome bolesti na mnogim vrstama iz porodice *Brassicaceae* (Punithalingam & Holliday, 1972.). Gljiva je već dugo poznata u zapadnoj Evropi, Kanadi i Australiji. Epidemiološki rak stabla predstavlja glavno oboljenje uljane repice širom sveta (Howlett et al., 2001; Gosende et al., 2003.). Pedras et al. (1996.) navode da gubici useva *P. lingam* u Kanadi prelaze godišnje 30 miliona dolara, a u Velikoj Britaniji smanjenje prinosa kod osetljivih sorata se kreće i do 50% u godinama kada je napad raka jak (Gladders & Musa, 1979.). Parazit prouzrokuje simptome oboljenja od nicanja pa sve do zrenja. Na kotiledonima, listu i ljuskama simptomi se ispoljavaju u vidu pegavosti a na stablu i korenu (vrat korena) prouzrokuje rak (Gabrielson, 1983; Paul & Rawlinson, 1992.). Tokom jeseni primarne infekcije patogen ostvaruje pomoću askospora koje se oslobađaju iz zrelih pseudotecija (Huang et al., 2003; Marcroft et al., 2003.). Pored askospora patogen može ostvariti infekciju i pomoću piknospora (Gosende et al., 2003.). U bivšoj Jugoslaviji bolest je prvi put registrovana na karfiolu u okolini Splita (Panjanin, 1965.). Cvjetković i sar. (1983.) navode da iako se parazitna gljiva *P. lingam* nalazi na karantinskoj listi, tokom 1982. godine konstatovana je u mnogim proizvodnim reonima Jugoslavije. U Vojvodini je izolovana sa glavičastog kupusa (Mitrović, 1997.) a sa uljane repice patogen je izolovan 1987. godine u lokalitetu Negotin i tokom 1988. u lokalitetu Leskovac (Antonijević, 1999.). Tokom 2005. i 2006. godine je izolovana sa biljaka uljane repice u svim proizvodnim regionima Vojvodine (Mitrović & Marinković, 2007.). Pojava simptoma

tokom jeseni kod nas je veoma retka. U našim uslovima već tokom jeseni se obrazuju piknidi u okviru pega, što nije slučaj u zapadnoj Evropi. U drugom delu vegetacije pegavost lista je nešto izraženija bez znakova raka korena ili stable. Procenat raka uljane repice je trenutno kod nas zanemarljiv. Na osnovu iznetog se može zaključiti da ovaj parazit nije ekonomski štetan kod nas. Danas je to zaista tako. Međutim, generalno posmatrano iz godine u godinu broj pega na listu i granama je sve učestaliji. Tokom 2008. godine parazit je po prvi put prouzrokovao i sparušavanje (uvelost) cvetova (Mitrović i sar., 2014.). I u ovom slučaju broj propalih cvetova je bio mali tako da nije imalo uticaja na prinos. Sve učestalija pojava simptoma na nadzemnim organima biljaka navodi nas na razmišljanje da će možda ovaj parazit u budućnosti postati ekonomski važno oboljenje uljane repice.

Zaključak

Iako za sada navedene fitopatogene gljive ne izazivaju ekonomske štete na gajenom usevu, ipak je neophodno sprovesti određene mere zaštite. Plodored je veoma bitna mera kako sa aspekta smanjenja pojave bolesti, tako i za redukciju korovskih vrsta naročito iz familije kupusnjača. S obzirom da se *Leptosphaeria maculans* može prenositi i semenom, neophodno je za setvu koristiti zdravo seme. U uslovima povećane vlažnosi (češća pojava kiše) potrebno je koristiti i hemijske mere upotrebom odgovarajućih fungicida.

Napomena

Ovaj rad je deo projekta TR 31025 „Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene“, koji se finansira od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Antonijević, D. (1999). Gljivične bolesti uljane repice u SR Srbiji. Magistarski rad, 1–70, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd–Zemun.
- Antonijević, D., Marisavljević, Dragana, Štrbac, P., Mitrović, P. (2008). Aktuelni problemi u zaštiti uljane repice. IX savetovanje o zaštiti bilja, zbornik rezimea, str. 18.
- Antonijević, D., Mitrović, P. (2007). Bolesti lista uljane repice. Biljni Lekar, 4, 443–449.
- Antonijević, D., Mitrović, P. (2007). Bolesti korena, stabla i ljuske uljane repice. Biljni Lekar, 4, 449–457.
- Cvetković, B., Kišpatić, J., Milatović, I. (1983). Morfološke i kulturalne karakteristike patogena uljane repice novog za Jugoslaviju. Zaštita bilja 34 (4): 66.
- Davies, K. (2005). Weed management in spring oil seed rape crops. Technical note tn 579. <http://www.sac.ac.uk/mainrep/pdfs/tn579weedspringosr.pdf>

- Gabrielson, R. L. (1983). Black leg disease of crucifers caused by *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) and its control. *Seed Science and Technology*, 11, 749–780.
- Gladens, P. (1987). Current status at disease and disease control in winter oilseed rape in England and Wales. *International Organisation for Biological Control (WPRS) Bulletin* 10, 7–12.
- Gladens, P., Musa, T. (1979). The development of *Leptosphaeria maculans* in winter oilseed rape and its implications for disease control. *Pests and Diseases*: 129–136.
- Gosende, S., Penaud, A., Aubertat, J. N., Schnieder, O., Pinochet, X. (2003). Evolution of soil surface oilseed rape stubbles and their ability to produce spores of *Leptosphaeria maculans*: preliminary results. 11th International Rapeseed Congress, Proceeding 4, AP 11. 14: 1166–1168 Denmark.
- Howlett, B. J., Idnurm, A., Pedras, S. M. (2001). *Leptosphaeria maculans*, the causal agent of black leg disease of Brassicas. *Fungal Genet Biol* 33, 1–14.
- Huang, Y. J., Fitt, B. D. L., Hall, M. A. (2003). Survival of A-group and B-group *Leptosphaeria maculans* (*Phoma stem canker*) ascospores and mycelium on oilseed rape stem debris. *Annals of Applied Biology* 143, 369–399.
- Ivanović, M., Ivanović, Dragica (2001). Mikoze i pseudomikoze biljaka. P.P. De-eM-Ve, Beograd.
- Iveković, T. (1980). Bolesti uljane repice i mogućnosti suzbijanja Ronilanom. *Zbornik radova saveza društava za zaštitu bilja Jugoslavije*, 2, 230–233.
- Janjić, V., Elezović, I. (2008). Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji 2008. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.
- Kolte, S. J. (1995). *Diseases of Annual Oilseedcrops*. Vol. II, Boca Raton, FL. USA–CRC Press, Inc.
- Kondić, J., Marinković, R., Mijanović, K. (2008). Uljana repica. *Poljoprivredni institut Republike Sprske, Banja Luka*, str. 136.
- Leino, M. (2006). *Fungal diseases on oilseed rape and turnip rape*. Kraft and Kultur, Stockholm.
- Marcroft, S. Sprague, S., Salisburg, P., Howlett, B. J. (2003). Survival and dissemination of *Leptosphaeria maculans* in southern Australia. 11th International Rapeseed Congress, Proceeding 4, AP 11.11: 1157–1159. Denmark.
- Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana, Crnobarac, J., Lazarević, Jasna (2003). Path-coefficient analysis of yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Proc of the 11th Inter. Rapeseed Congress*, Vol. 3, pp. 988–991, 6–10 July 2003, Copenhagen, Denmark.
- Marinković, R., Marjanović-Jeromela, A., Mitrović, P. (2007). Privredni značaj, osobine i tehnologija proizvodnje uljane repice. *Biljni Lekar*, 4, 377–393.
- Marisavljević, D., Pavlović, D., Pfaf, Erika (2007). Korovska flora useva uljane repice. *Biljni lekar*, 4, 464–467.
- Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., Milovac, Ž., Miladinović Dragana, Sekulić, R., Jasnić S. (2008). Ispitivanje sjemenskih kvaliteta sjemena uljane repice (*Brassica napus* L.) tretiranog insekticidima i fungicidima. *Glasnik zaštite bilja*, 4, 13–21.

- Marjanović–Jeromela, Ana, Marinković, R., Sekulić, R., Jasnić, S., Milovac, Ž. (2008). Uticaj tretiranja semena insekticidima i fungicidima na klijavost uljane repice (*Brassica napus* L.). Glasnik zaštite bilja, 4, 13–21.
- Marjanović–Jeromela, Ana, Marinković, R., Vasić, D., Škorić, D. (2002). Sadržaj ulja u semenu uljane repice (*Brassica napus* L.). Zbornik radova sa 43. Savetovanja industrije ulja, Budva, p. 117–122.
- Maylandt, M., Bothe, C. H. (2006). Raps-Anbau und Verwertung liner Kultur mit Perspektive, LV-Druck im Landwirtschaftsverlag, Mnster Hitrup Bost Aktiengesellschaft, Limburgerhart.
- Mitrović P., Milovac Ž., Marjanović–Jeromela A., Trkulja V., Marinković R., Mihić-Salapura J., Terzić S. (2014). Rapeseed flowers wilt caused by pathogenic fungi *Leptosphaeria maculans* in Serbia. Book of Proceedings. Fifth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2014“ October 23-26th. Jahorina, Bosnia and Herzegovina, pp. 508–516.
- Mitrović, P. (1997). Paraziti kupusa. Magistarski rad, str. 1-88. Univerzitet u Novom Sad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Mitrović, P., Marinković, R. (2007). *Phoma lingam* – a rapeseed parasite in Serbia. Proc. at the 12th Intern. Rapeseed Congress, Vol. IV, pp. 217–219. March 26–30, 2007. Wuhan China.
- Mitrović, P., Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana (2008). Otpornost (osetljivost) nekih genotipova uljane repice na *Peronospora parasitica* u poljskim uslovima. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Vol. 45, No. II, pp. 97–101.
- Mitrović, P., Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana (2008). Zaštita ozime uljane repice. IX savetovanje o zaštiti bilja, Zbornik rezimea, str. 71.
- Nashaat, N. I., Rawlinson, C. J. (1994). The response of oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) accessions with different glucosinolate and erucic acid contents to isolates of *Peronospora parasitica* (downy mildew) and the identification of new sources of resistance. Plant Pathology, 43, 278–285.
- Nashaat, N. I., Mitchell, S. E., Awasthi, R. P. (1997). New genes for resistance to downy mildew (*Peronospora parasitica*) in oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*). Plant Pathology, 46, 964–968.
- Panjanin, M. (1965): Suva trulež kupusa (*Phoma lingam*). Biljna zaštita. 617, 133–135.
- Paul, V., Rawlinson, J. C. (1992). Diseases and pests of rape. Verlag Theodore Mann, Gelsenkirchen- Buer, Germany.
- Pedras, C. S. M., Taylor, J. L., Morales, V. M. (1996): The black leg fungus of rapeseed: How many species. Acta Hort. (ISHS) 407, 441–446.
- Petrie, G. A. (1973). Disease of Brassica species in Saskatchewan 1970-1972. Canadian Plant Disease Survey, 53 (2), 83–93.
- Punithalingam, E., Holliday, E. (1972). *Leptosphaeria maculans* CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No. 331.
- Savčić-Petrić, Snežana (2005): Pesticidi u prometu u Srbiji (2005). Biljni lekar, br. 2–3, Novi Sad

EKONOMSKI NAJZNAČAJNIJE BOLESTI ULJANE REPICE SA PREDLOGOM MERA ZAŠTITE

Petar Mitrović¹, Radovan Marinković¹, Ana Marjanović–Jeromela¹, Mehira Perviz²

Abstract: Oilseed rape (*Brassica napus* var. *Napus* L.) is grown for seeds containing 40-48% oil and 18-25% protein. The oil is of high quality and can also be used for human consumption. The production of biodiesel from rapeseed oil is the main reason for cultivating this culture in our country. As with other plant species, yield reductions, in addition to climate factors and agro-technical measures, can also be caused by untimely protection against plant diseases and weeds. Of the weed species, the largest problem is (*Sinapis arvensis*) wild mustard. The problem is that the weed species mentioned above can be difficult to control (agro-chemical and chemical measures) because it belongs to the same family as rapeseed. Of the phytopathogenic fungi economically most important *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma lingam* i *Peronospora parasitica*. The listed parasites in favorable climatic conditions can cause diseases on the plants of the rapeseed.

Key words: rapeseed, diseases, weeds, protection measures

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Maxsim Gorki 30, 21000 Novi Sad, Serbia (petar.mitrovic@ifvcns.ns.ac.rs);

²Federal Institute of Agriculture, Unsko–Sanski District, Omera ef Novljanina 4, 77000 Bihac, Bosnia and Herzegovina

SUZBIJANJE KOROVA U ZASADIMA TOPOLA *Populus x eurameicana* 'I-214'

Ranko Sarić¹, Snežana Branković²

Izvod: Cilj straživanja bio je suzbijanje korova u zasadima klonova topola *Populus x euramericana* 'I-214', u položju reke Tamiš. Suzbijane korova na tri ogledne površine (2011-2018 godine) izvršeno je primenom totalnog herbicida na bazi (glifosata) kao aktivne materije. Tretiranje korova ovim preparatom je sprovedeno na kružnoj površini od 1 m oko sadnica topole, pri čemu je tretirano 9 % od ukupne površine u toku prve tri godine starosti zasada topole. Prirast sadnica izražen merenjem njihovog prečnika na tretiranim površinama je znatno veći u odnosu na kontrolne površine što ukazuje na pozitivan efekat primene ove mere i na značajnu uštedu primenom herbicida.

Ključne reči: topola, herbicid, prečnik

Uvod

Topolarstvo predstavlja jednu od najintezivnijih proizvodnih grana u šumarstvu, otuda i potreba da se u proizvodnju uvode novi klonovi selekcionisani u cilju unapređenja proizvodnje (povećanja količine, kvaliteta i vrednosti drveta). Klonovi topole, zbog povećane potražnje u industriji prerade drveta, dobijaju sve veći ekonomski značaj u privredi države, stoga je važno da se intezivira i unapređuje njihova proizvodnja i podstiču svi vidovi topolarstva. Novoselekcionisani klonovi topola su pokazali značajane prednosti u pogledu bujnosti rasta i specifičnu reakciju u uslovima rasadničke proizvodnje tako da se javlja potreba za prilagođavanjem tehnologija ove proizvodnje njihovim karakteristikama (sortna proizvodnja). Stoga istraživanja ove studije predstavljaju doprinos upoznavanja metodologije efikasnog gajenja i proizvodnje klona topole *Populus x euramericana* 'I-214'.

Zasadi toplola predstavljaju važan činilac u topolarstvu. Najvažniji faktori koji učestvuju u većoj proizvodnji zasada topola su: pravilan izbor klona, razmak sadnje, tip zemljišta, hidrološki uslovi i mere nege. Od momenta podizanja zasada topola mere nege, naročito u prvim godinama, dobijaju sve veći značaj. Upotrebom herbicida smanjuje se zakorovljenost, posebno u početnim fazama razvoja šumskih sadnica, kada je nepovoljan uticaj korova na sadnice i najveći (Vasić i sar.,2010).Pravilno i pravovremeno izvođenje mera nege pomaže u skraćivanju sečive zrelosti zasada. Najčešće mere nege koje se sprovode u prvim godinama starosti zasadima su: okopavanje, međuredno tanjiranje, međuredno tarupiranje, mehaničko suzbijanje korova rotosekačima, suzbijanje korova hemijski i orezivanje grana Osnove za gazdovanje šumama (2004-2013) i (2014-2023)

¹JP "Vojvodina šume", ŠG "Banat" Pančevo, Maksima Gorkog 24, 24000. Pančevo, Srbija (ranko.saric@banatsume.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, 34 000, Kragujevac, Srbija. .

Cilj ove studije je bio da se na osnovu višegodišnjih istraživanja (period od osam godina) pokaže uticaj primene totalnog herbicida (glifosata), kao jedne od mera nege, na rast prečnika klona topole *Populus × euramericana* 'I-214'.

Materijal i metode rada

Istraživanja u ovoj studiji su vršena na 3 stalne ogledne površine (dve ogledne površine kod Opova, jedna kod Idvora) u periodu od 2011-2018 godine u nezaštićenom delu od poplava (poloju) na području reke Tamiš. Na oglednim površinama analiziran je uticaj primene herbicida na bazi glifosata na rast klona topole *Populus × euramericana* 'I-214' (Slika 1).



Slika. 1. Klona topole *Populus × euramericana* 'I-214'
Picture. 1. Clone poplar *Populus × euramericana* 'I-214'

Prvi premer prečnika sadnica na oglednim površinama izvršen je neposredno posle pošumljavanja. Na osnovu prvog premera prečnika urađena je statistička analiza prečnika sadnica tretirane i kontrolne površine. Na osnovu rezultata analize varijanse proizilazi da između tretirane i kontrolne površine ne postoje statistički značajne razlike: (F-2,68 ; p-0,104) na pragu značajnosti 95% za OP1, (F-0,48 ; p-0,489) na pragu značajnosti 95% za OP2 i (F-0,01 ; p-0,914) na pragu značajnosti 95% za OP3.

Totalna priprema zemljišta je izvršena na svim OP (oglednim površinama). Takođe, suzbijanje korova herbicidom glifosatom rađeno je na svim oglednim (tretiranim redovima), dok su kontrolni redovi bili bez primene herbicida. Okopavanje je izvršeno na tretiranim i na kontrolnim površinama na OP1 (ogledna površina 1) i OP2 (ogledna površina 2). Na OP3 (ogledna površina 3), kako na tretiranoj tako i na kontrolnoj površini, okopavanje nije rađeno. Na tretiranim i na kontrolnim površinama primenjivane su i druge mere poput: međurednog tanjiranja, međurednog tarupiranja i kresanja grana.

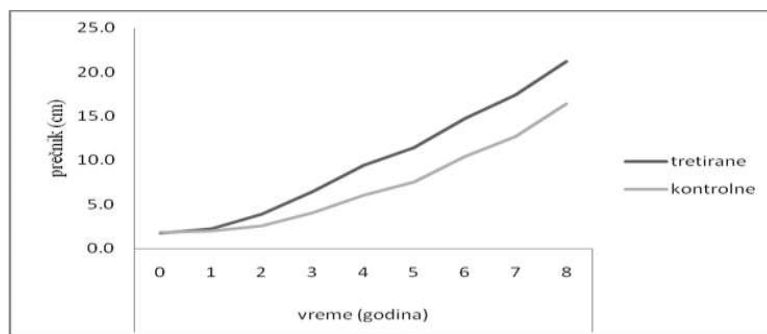
Tabela 1. Podaci o zasadu
Table 1. Plantation data

Ogled Plot	Starost (godina) Age (year)	No tretir. redova No treated row	No kontr. redova No control row	No tretir. stabla No treated trees	No kontr. stabla No control trees
OP1	1-8	4	4	60	60
OP2	1-7	11	11	55	55
OP3	1-5	6	6	60	60

Procentualno učešće korova u ogledima, po površini je sledeće: bagremac (*Amorpha fruticosa*) 3% i zeljasti korov 97%. Suzbijanje korova je izvršeno u prve tri godine starosti zasada sa glifosatom (aktivna materija glifosat) u koncentraciji 2%. Glifosat je neselektivni izrazito sistemski, translokacioni preparat za suzbijanje velikog broja korova koji se najčešće koristi u formi izopropil amino soli. Primenjuje se na listove korova. Ovaj herbicid ima sposobnost jakog vezivanja za koloide zemljišta tako da postaje nepristupačan biljkama. Glifosat je primenjivan na tretiranim površinama prskalicom od 10 l u prečniku 1 m oko sadnica topole. Razmak sadnje na svim ogledima 6×6 m, tako da je tretirana površina u odnosu na ukupnu površinu oko 9%. U prvoj vegetacionoj periodu vreme tretiranja na oglednim površinama bilo je od 14 marta do 15 juna, u drugoj 25 aprila do 3 juna, a u trećoj vegetacionoj periodu od 31 marta do 13 juna. Potrošnja herbicida je 0,4-0,5 l·ha⁻¹. Na tretiranim i kontrolnim površinama izmereni su prečnici topole na prsnim visinama i to pre kretanja vegetacije, kao i na kraju svake vegetacijske sezone. Dobijeni rezultati merenja prečnika debla izraženi su u cm.

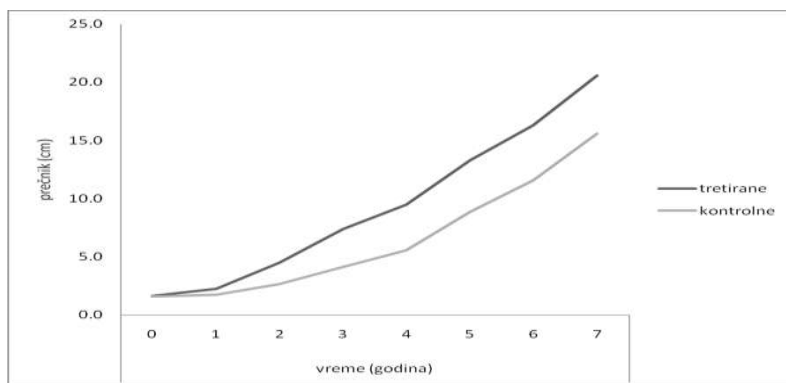
Rezultati istraživanja i diskusija

Na grafiku 1 prikazan je prirast stabala klonova topole u vidu prečnika debla u periodu od 8 godina na oglednoj površini 1. Rezultati ove studije ukazuju na porast prečnika stabala topole sa starošću, kako na kontrolnoj tako i na tretiranoj površini. Na ovoj oglednoj površini u osmoj godini starosti prečnici sadnica na tretiranim površinama su veći u odnosu na kontrolne za 4,9 cm.



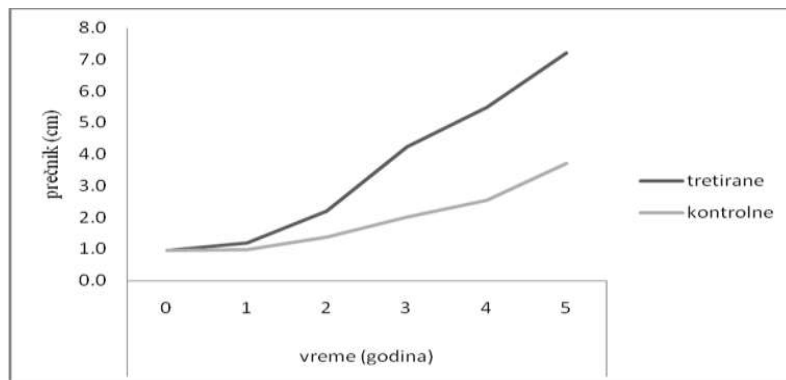
Graf. 1. Rast prečnika debla klona I-214 OP1
Graph. 1. Trunk diameter of clone I-214 PI

Na oglednoj površini 2 pokazano je da postoji porast prečnika topole sa starošću na kontrolnoj i na tretiranoj oglednoj površini 2 u toku sedam godina (Grafik 3). Takođe, u sedmoj godini starosti prečnici sadnica na tretiranim površinama su veći u odnosu na kontrolne za 5,0 cm.



Graf. 2. Rast prečnika debla klona I-214 OP2
 Graph. 2. Trunk diameter of clone I-214 P2

Najmanji porast prečnika debla topole tokom perioda od pet godina zabeležen je na tretiranim i kontrolnim poljima ogledne površine 3 (Grafik 3). Takođe, na ovoj oglednoj površini pokazana je najmanja razlika u prečniku debla u petoj godini starosti na tretiranim u odnosu na kontrolne površine (3,5 cm).



Graf. 3. Rast prečnika debla klona I-214 OP3
 Graph. 3. Trunk diameter of clone I-214 P3

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su na svim oglednim površinama srednji prečnici debla topole na tretiranim površinama značajno veći u odnosu na kontrolne površine. Dobijeni rezultati pokazuju da je procenat prijema sadnica na tretiranim površini u odnosu na kontrolnu površinu na OP1 je veći za 19%, na OP2 za 16%, dok je

na OP3 veći za 9%. U toku celokopnog istraživanja troškovi okopavanja su iznosili 56,2 €·ha⁻¹, a troškovi suzbijanje korova hemijskim putem 10,6 €·ha⁻¹, što ukazuje na uštedu od 45,6 €·ha⁻¹.

Pokazano je da korovi troše značajne količine vode, a samim tim isušuju i osiromašuju zemljište. Suzbijanjem korova, sadnice topole nemaju konkurenciju u usvajanju vlage iz zemljišta, što povećava bolje ožiljavanje sadnica i dovodi do većeg debljinskog prirasta stabala, takođe, sadnice su vitalnije sa većom krošnjom i sa većim brojem listova.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da u prvoj godini suzbijanje korova treba izvršiti dva puta, zbog veće količine korova koja se pojavljuje posle pošumljavanja. U drugoj i trećoj godini preporučuje se jedno suzbijanje korova, izuzetno dva puta u toku vegetacijske sezone i to u slučaju veće količine padavina. Vreme suzbijanja korova zavisi od perioda fenofaze listanja korovskih vrsta. Vreme tretiranja zavisi i od eventualne pojave poplava naročito u nezaštićenim delovima od poplava. Takođe, suzbijanje korova je prva mera nege koja se može sprovesti posle poplava, zbog nemogućnosti ulaska mašina u zasade topola. Suzbijanje korova oko sadnica kao mera nege se preporučuje u preventivnoj zaštiti od entomoloških i fitopatoloških štetočina. Tretirana površina u odnosu na ukupnu površinu iznosi oko 9%. Zbog toga je ova mera nege i sa stanovišta ekologije prihvatljiva. Sa ekonomskog i biološkog aspekta, suzbijanje korova herbicidima oko sadnica uz primenu mehaničkih mera (tanjiranje i tarupiranje) predstavljaju idealnu kombinaciju mera nege u zasadima.

Američka agencija za zaštitu životne sredine EPA (Pilipović i sar., 2002, 2016) definisala je fitoremedijaciju kao tehnologiju koja koristi biljke i njihove rizosferične mikroorganizme da ukloni, degradira ili zadrži štetne hemijske materije koje se nalaze u zemljištu, podzemnim i površinskim vodama i atmosferi. Veći broj drvenastih vrsta je istraživan ili korišćen u fitoremedijaciji pri čemu je najveća pažnja posvećena brzorastućim vrstama (posebno mesto zauzimaju vrbe i topole). Topole kao brzorastuće vrste su naročito pogodne za primenu u fitoremedijaciji zemljišta, zahvaljujući visokoj proizvodnji biomase, dobro razvijenom korenovom sistemu, visokom stepenu transpiracije i mogućnosti topola da rastu u širokom opsegu klimatskih uslova (Keber, 2014). Vrste roda *Populus* su pokazale i visoku prirodnu toleranciju prema organskim i neorganskim kontaminantima. Zbog ogromnog potencijala topola u oblasti fitoekstrakcije, neophodna je dalja identifikacija vrsta i genotipova koji poseduju osobine brzog rasta, velike biomase, kao i potencijala za akumulaciju različitih polutanata.

Zaključak

U ovom radu prikazani su rezultati primene glifosata (totalnog herbicida), kao jedne od mera nege, na rast prečnika debla klona topole *Populus × euramericana 'I-214'* u toku višegodišnjeg istraživanja (period od osam godina). Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su na svim oglednim površinama srednji prečnici stabala klonova topole na tretiranim površinama značajno veći u odnosu na kontrolne površine. Troškovi suzbijanja korova herbicidima u odnosu na okopavanje su manji i ušteda iznosi 45,6 €·ha⁻¹. Procenat prijema sadnica na tretiranim površinama u odnosu na kontrolnu površinu na oglednoj površini 1 je veći za 19%, na površini 2 za 16%, dok je na površini 3 veći

za 9%, što je prosečno veće za 15%. Sa ekonomskog i biološkog aspekta, suzbijanje korova herbicidima oko sadnica uz primenu mehaničkih mera (tanjiranje i tarupiranje) predstavljaju idealnu kombinaciju mera nege u zasadima.

Literatura

- Kebert M. (2014). Biohemijska i fiziološka karakterizacija klonova topole (*Populus* spp.) u procesu fitoekstrakcije bakra, nikla i kadmijuma. Doktorska disertacija. Departman za hemiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Pilipović A., Klašnja B., Orlović S. (2002). Uloga topola u fitoremedijaciji zemljišta i podzemnih voda. Topola (169/170): 57–66.
- Pilipović A., Orlović S., Trudić B., Katanić M., Vasić V., Kebert M. (2016). Testiranje klonova topole (*Populus* spp.) i vrba (*Salix* spp.) za fitoremedijaciju herbicida kroz ispitivanje uticaja na njihove fiziološke procese. Topola N (197/198): 35-49.
- Posebna osnova gazdovanja šumama za GJ "Gornje Potamišje" (2004-2013), Planski dokument Šumskog gazdinstva "Banat" Pančevo koji se radi za period od 10 godina
- Osnova gazdovanja šumama za GJ "Gornje Potamišje" (2014-2023), Planski dokument Šumskog gazdinstva "Banat" Pančevo koji se radi za period od 10 godina
- Vasić V., Galić Z., Drekić M. (2010). Učinkovitost i selektivnost nekih herbicida u rasadničkoj proizvodnji sadnica topole. Šumarski list (134): 395-400.

WEED CONTROL IN POPLAR PLANTATIONS *Populus x eurameicana* 'I-214'

Ranko Sarić¹, Snežana Branković²

Abstract

This paper present results of research of weed control in *Populus x euramericana* 'I-214' plantations, along the Tamiš River. Weed control on three experimental surfaces (2011-2018) were made using herbicide (glyphosate). Treatment of weed with glyphosate was carried out on a circular surface of 1 m around apple seedlings whereby 9% of the total area was treated during the first three years of poplar planting. The increment of seedlings expressed by measuring their diameter on treated surfaces is significantly higher in relation to control surfaces, which indicates a positive effect of the application of measures and significant saving by the use of herbicides.

Key words: poplar, herbicide, diameter

¹JP "Vojvodina šume", FE "Banat" Pančevo, Maksima Gorkog 24, 24000. Pančevo, Serbia (ranko.saric@banatsume.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, 34 000. Kragujevac, Serbia.

MAKROSKOPSKA I MIKROSKOPSKA ANALIZA RODA EQUISETUM

Samira Huseinović¹, Sanida Bektić¹, Selma Lolić¹

Izvod: Preslica (*Equisetum*) je rod trajnih zeljastih biljaka zastupljen sa 32 vrste. Neke vrste preslica imaju visoka stabla do 30 cm. Uglavnom većina preslica raste u vlažnim šumama, na rubovima šuma, puteva, te uz obale rijeka i potoka. Vršena su terenska i laboratorijska istraživanja. U terenskom dijelu rada prikupljen je biljni materijal sa pet različitih lokaliteta na području općine Srebrenik u periodu avgust - novembar 2017. godine. Svježi biljni materijal je konzerviran u FOA konzervansu, a drugi dio biljnog materijala je osušen na provjetrenom mjestu. Nakon uzorkovanja, obavljen je i laboratorijski dio istraživanja. Izvršena je makroskopska i mikroskopska determinacija. Identifikovane su slijedeće vrste: *Equisetum arvense* L. (na četiri lokaliteta), *Equisetum pratense* Ehrh. (na dva lokaliteta) *Equisetum telmateia* Ehrh. (na jednom lokalitetu).

Glavne reči: *Equisetum*, determinacija, porečni presek *equisetuma*

Uvod

Kada govorimo o današnjim preslicama, one pripadaju redu Equisetales, koje su svrstane u jednu familiju Equisetaceae, sa jednim rodом *Equisetum*, koji broji 32 vrste. *Equisetum* su jednogodišnje zeljaste biljke sa rizomima. Za njih je karakteristično člankovito stablo, često nerazgranato, a ako postoje grane one su pretežno u pršljenovima. Nazubljeni rukavci se nalaze na čvorovima stabla i oni su nastali srastanjem pršljenastih sitnih listova. Preslice mogu da obrazuju dvije vrste izdanaka, fertilne i sterilne (Bosnić i sar., 2011).

Preslica je trajna višegodišnja uspravna korovska biljka, do 80 cm visine. Poznata i pod nazivom konjski rep zbog sličnosti njezinih grančica s konjskom strunom. (Kojić i sar., 2001; Mišić i sar., 1990). Sporofili, sa većim brojem sporangija, imaju uglavnom karakteristični oblik štitića, a raspoređeni su terminalno u guste skupine nalik na šišaricu ili klas (sporonosni ili sporofilni klas). *Equisetum arvense* L., ili poljska preslica, član je vrlo primitivne porodice biljaka (Ferhatović i sar., 2003). Kada se podsječe, biljka dosta liči na bljedo zeleno grmlje sa uspravnom šupljom spojenom stabljikom sa uzdužnim brazdama i sa oštrim zupčastim omotačima (Arnaut, 2016).

Nekoliko studija je prikazalo hipoglemijsku i diuretsku aktivnost preslice, prije svega u upotrebi kao protuupalnog sredstva za kupanje prilikom kožnih bolesti u zemljama Evrope, Azije, Amerike i kao antiseptik u Turskoj i Americi. Dokazano je da voda i etanolni ekstrakt *Equisetum arvense* posjeduju mogućnost čišćenja slobodnih radikala u svojstvu antioksidansa. Sa druge strane, hidroalkoholni ekstrakt biljke pokazalo se kao dobar sedativ sa dobrim učinkom. (Mujić, 2012).

¹Univerzitet u Tuzli. Prirodno-matematički fakultet, 75000 Tuzla. Univerzitetska 4. Bosna i Hercegovina. (samira.huseinovic@untz.ba)

Materijal i metode rada

Biljni materijal je prikupljan na pet lokacija općine Srebrenik na području prirodnog staništa biljaka. Prikupljanje biljaka obuhvatilo je razdoblje od avgusta do novembra. Odabrani lokaliteti se razlikuju po nadmorskoj visini, karakteristikama tla, biljne zajednice, i slično. Sakupljanje biljnog materijala izvršeno je ručno uz veliku pažnju da prikupljene biljke budu zdrave. Ovaj metod se odnosi na prikupljanje sterilnih stabljika preslice. Stabljike preslica koje su prikupljene, konzervirane su, u svježem stanju, u FAO konzervansu (formaldehid, ocatna kiselina i alkohol).

Drugi dio biljnog materijala je osušen na provjetrenom mjestu u tankom sloju. Preslice u suhom stanju su lomljive i krhke, te se mora voditi posebna pažnja o rukovanju istim, te njihovom odlaganju u papirne vrećice. Istraživanja u laboratoriji sastojala su se od: pregleda biljnog materijala i determinacije prikupljenog materijala. Prikupljeni biljni materijal obuhvata makroskopsku i mikroskopsku identifikaciju koja je obavljena u laboratorijama Prirodno matematičkog fakulteta.

Makroskopska identifikacija je izvršena golim okom kao i uz pomoć povećala, u cilju da se utvrde morfološka obilježja biljaka. Mikroskopski pregled je izvršen svjetlosnim mikroskopom Olympus BX 51, uvećanje 10x plus dodatno uvećanje. Rezultati pregleda su zabilježeni fotoaparatom Iphone 6s.

Determinacija je izvršena uz pomoć priručnika za određivanje bilja (Domac, 1994).

Rezultati istraživanja i diskusija

Biljni materijal, prikupljan na pet lokacija općine Srebrenik, i to Babunovići, Čehaje, Ježinac, Mustafići i Ljenobud, prošao je kroz analizu i determinisan je. Lokacija Babunovići, Mustafići, Ježinac i Ljenobud su područja koja su bogata ovom biljkom. Pronađena je na čak četiri lokacije od pet istraživanih.

Makroskopsko istraživanje

Na osnovu rezultata možemo zaključiti da je vrsta *E. arvense* L. zastupljena na četiri lokaliteta (Babunovići, Mustafići, Ježinac i Ljenobud). Vrsta *E. pratense* zastupljena je na dva lokaliteta (Čehaje i Mustafići), dok je vrsta *E. telmateia* zastupljena na jednom lokalitetu (Ljenobud).



Slika 1. *Equisetum arvense* L. - Slika 2. *Equisetum arvense* L. – Mustafići Babunovići



Slika 3. *Equisetum arvense* L. – Ljenobud



Slika 4. *Equisetum arvense* L. – Ježinac



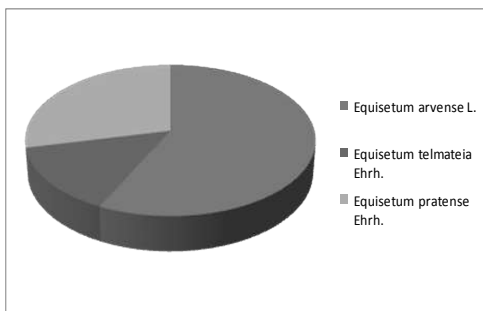
Slika 5. *Equisetum pratense* Ehrh. – Čehaje



Slika 6. *Equisetum pratense* Ehrh. – Mustafići



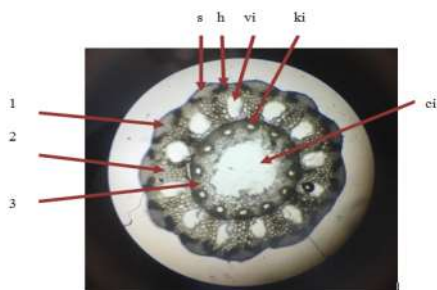
Slika 7. *Equisetum telmateia* Ehrh. – Ljenobud



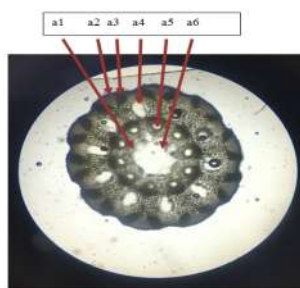
Grafikon 1. Odnos između zastupljenih vrsta na pet lokaliteta općine Srebrenik
Chart 1. The relationship between the species represented at the five localities of Srebrenik municipality

Rezultati mikroskopske analize

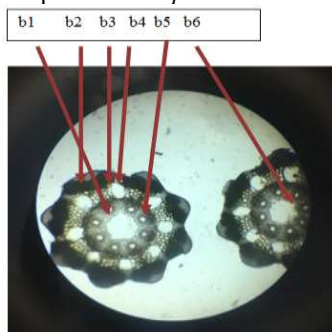
Preslice ili Equisetophyta, imaju veliki broj intercelulara zbog svog člankovitog stabla. Valekularne šupljine se nalaze u parenhimu kore, a u centralnom cilindru se nalazi šupljina koja zauzima 1/3 do 2/3 prečnika stabla. 1- centralni cilindar, 2- sklerenhim, 3- hlorenhim, 4 - valekularni intercelulari, 5 - karinalni intercelulari i 6- centralni intercelulari.



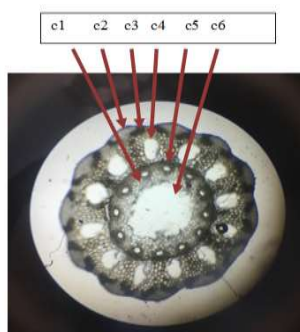
Slika 8. Poprečni presjek kroz stablo preslice – *Equisetum*



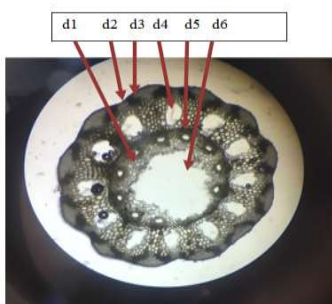
Slika 9. *E. arvense* L. – Babunovići



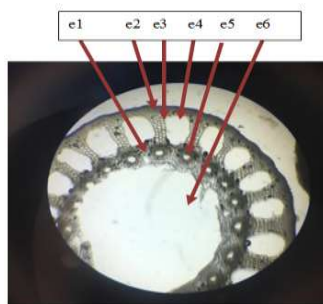
Slika 10. *E. arvense* L. – Ježinac



Slika 11. *E. arvense* L. – Ljenobud



Slika 12. *E. arvense* L. – Mustafići



Slika 13. *E. pratense* Ehrh. – Čehaje

Stablo preslice je rebrasto i člankovito. Sastoji se od nekoliko brazdi i rebara. Ispod epidermisa uočavamo mehaničko tkivo ili sklerenhim, hlorenhim ili fotosintetičko tkivo i parenhim primarne kore. U parenhimu se nalaze vaskularne šupljine.

Slična istraživanja na području Tuzle i okoline rađena su (Mujić, 2012). Na istraživanim lokalitetima determinisane su vrste: *E. arvensis* L., *E. telmateia* Ehrh. i *E. palustre* L.

Prema istraživanju poljske preslice sprovedenom u Iranu zaključeno je da *E. arvensis* L. ima značajnu ulogu u borbi protiv dijabetesa.

Metanolni ekstrakt *E. arvensis* L. pokazao je značajnu anti-hiperglikemijsku aktivnost u streptozotocin-pobuđenim hiperglikemičnim miševima sa veoma značajnom promjenom u težini tijela. Histopatološko istraživanje zajedno sa biohemijskim ispitivanjem sugerira na mogućnosti regeneracije Langerhansovih otočića primjenom tretmana ekstrakta biljke. (Solemani i sar. 2007).

Poljska preslica sakupljena na području planine Zlatibor rezultirala je vrlo visokom fenolnom komponentom, za razliku od poljske preslice sakupljene na urbanom području čiji su rezultati pokazali vrslo oskudan sadržaj antioksidativne i fenolne aktivnosti u odnosu na preslice koje rastu na nezagađenim područjima. (Kukrić i sar. 2013).

Istraživanjima (Arnaut, 2016), TLC metodom dokazano je prisustvo flavonoida kod poljske preslice *E. arvensis* L., dok je kod velike preslice *E. telmateia* Ehrh., sadržaj flavonoida oskudan što su potvrdila i druga istraživanja izvršena na ovim biljkama.

Zaključak

Istraživanja roda *Equisetum* na području općine Srebrenik spovedena su na pet lokacija u periodu od avgusta do novembra 2017. Na četiri lokaliteta pronađena je vrsta *E. arvensis* L., na dva lokaliteta *E. pratense* Ehrh., a na jednom lokalitetu *E. telmateia* Ehrh. Na lokalitetu Babunovići, Mustafići, Ježinac i Ljenobud pronađena je vrsta *E. arvensis* L. Na lokalitetu Čehaje i Mustafići pronađena je vrsta *E. pratense* Ehrh. Na lokalitetu Ljenobud pronađena je vrsta *E. telmateia* Ehrh.

Makroskopska identifikacija pokazala je da je razmak internodija kod *Equisetum arvensis* L., duži od omotača glavne stabljike. Preslica je veoma dobra za liječenje bolesti pluća, posebno kod plućnih krvarenja i tuberkuloze, svih oblika malokrvnosti jer pospješuje stvaranje crvenih krvnih zrnaca, liječenju čira na želucu, hemoroida, mokraćnih puteva a i ostalih oblika čireva.

Mikroskopskom analizom poprečnih presjeka stabljika uočeni su središnji kanali sa vaskularnim i karinalnim kanalima. *E. telmateia* se može koristiti kao potencijalni izvor antimikrobne substance te u fitoterapiji, farmaciji i industriji hrane.

Literatura

Arnaut E., *Makroskopska, mikroskopska i TLC analiza nekih vrsta roda Equisetum na području Živinica*, Diplomski rad, Prirodno – matematički fakultet, Biologija, Tuzla, decembar, 2016.

Bosnić T., Pekmić S., Osmanović S., Huseinović S: *Macroscopic, microscopic and HPTLC examination of horsetail Equisetum arvensis L.* INTERNATIONAL

- CONFERENCE "MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN GENERATING OF NEWVALUES st IN 21 CENTURY" Book of Abstracts. Sarajevo, 9-12 November, 2011.
- Domac R., *Flora Hrvatske*, Školska knjiga Zagreb, 1994.
- Ferhatović Dž., Mišić Lj., Mededović S., *Sistematika otrovnih biljaka (Pteridophyta & Spermatophyta)*, Tuzla, Univerzitet u Tuzli, 2003.
- Kojić M., Pekić S., Dajić Z., *Botanika*, Beograd, Banja Luka, Romanov, 2001.
- Kukrić Z., Topalić-Trivunović Lj., Pavičić S., Žabić M., Matoš S., Davidović A., *Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of Equisetum arvense L.* University of Banja Luka, Faculty of Technology, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2013.
- Mišić Lj., Lakušić R., *Livadske biljke*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1990.
- Soleimani S., Azarbaizani F.F., Nejati V. The effect of Equisetum arvense L.(Equisetaceae) in Histological changes of Pancreatic β -Cells in Streptozotocin-Induced Diabetic in Rats, Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Iran, (2007).

MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC ANALYSIS OF GENUS EQUISETUM

Samira Huseinović¹, Sanida Bekić¹, Selma Lolić¹

Summary

Equisetum is genus of permanent herbaceous plants which counts thirty two species. Some species have high trees up to 30 cm. All Equisetum prefer to grow in humid forests, on the edges of forests, roads, an along of the rivers and streams. Activities in the preparation of this work required fieldwork and laboratory's research. In the fieldwork plant's material was collected from five different locations in the area of Srebrenik in the period for August to November 2017. year. Fresh plant's material was preserved in FOA preservative and the other part of plant materials was dried in a well-ventilated place. After the sampling, laboratory's part of research was done. Microscopic and macroscopic was determination. The following species were identified: *Equisetum arvense* L. (present at four locations), *Equisetum pratense* Ehrh. (present at two locations) and *Equisetum telmateia* Ehrh. (present at one location).

Key words: Equisetum, macroscopic, microscopic determination.

¹University of Tuzla, Faculty of Natural Science and Mathematics, 75000 Tuzla, University 4, Bosnia and Herzegovina (samara.huseinovic@untz.ba)

TRADICIONALNA PRIMJENA SAMONIKLOG LJEKOVITOG BILJA NA PODRUČJU TUZLE

Sanida Bektić¹, Samira Huseinović², Ilma Osmanović³, Elvisa Mujanović⁴

Izvod: Istraživanje tradicionalne primjene samoniklog ljekovitog bilja provedeno je na području Tuzle. Rad se temelji na metodi anketiranja 60 ispitanika, 30 ispitanika iz studentske populacije i 30 ispitanika populacije starije od 45 godina. Rezultati istraživanju pokazuju da se na području Tuzle u velikoj mjeri još uvijek koristi tradicionalni način liječenja ali da ispitanici nisu pokazali zavidan stepen poznavanja ljekovitih biljnih vrsta, niti korištenja biljnih vrsta karakterističnih za ovo područje. Ovo istraživanje predstavlja jedan mali doprinos očuvanju tradicionalnih znanja o primjeni samoniklih ljekovitih biljnih vrsta na području Bosne i Hercegovine.

Ključne reči: samoniklo ljekovito bilje, tradicionalna primjena, ispitanici

Uvod

Pored moderne koja svakim danom napreduje, savremeni čovjek se i dalje okreće tradicionalnoj medicini koja nije izgubila na značaju. Tradicionalna medicina je dio alternativne medicine koja je vezana uz specifičnu kulturu nekog naroda i proizlazi iz narodnog znanja. (Dohranović i sar., 2012; Šarić Kundalić i sar., 2015). U mnogim zemljama svijeta tradicionalna medicina je vrijedan izvor informacija o načinima prikupljana i korištenja samoniklog ljekovitog bilja. Obzirom da sadrži biološki aktivne tvari koje imaju pozitivan uticaj na zdravlje ljudi, samoniklo ljekovito bilje predstavlja vrijednu osnovu za proizvodnju savremenih lijekova (Mamedov i sar., 2015). Smatra se da 25 % svih propisanih lijekova sadrži sastojke koji potiču iz ljekovitog bilja (Sher i Hussain, 2009).

Moderna naučna istraživanja potvrđuju djelotvornost brojnih biljnih vrsta što je doprinijelo intenziviranju tradicionalnog korištenja lijekova koji dolaze iz prirode (Houdret i sar., 2002).

Temeljni cilj ovog istraživanja podrazumijeva upoznavanje sa tradicionalnom primjenom samoniklog ljekovitog bilja kao načinom očuvanja kulturne baštine i tradicije bosanskog naroda. Samo kontinuiranim i sistematičnim istraživanjem i prikupljanjem što većeg broja podataka bogata kulturna baština o tradicionalnoj primjeni samoniklog ljekovito bilja sačuvala bi se od zaborava.

Materijal i metode rada

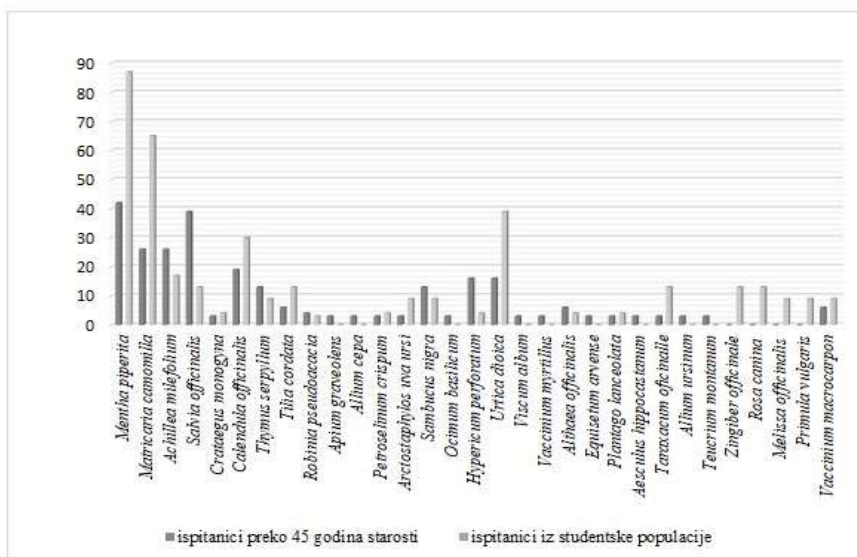
Istraživanje je realizovano na području Tuzle i sastojalo se od terenskog rada i analize prikupljenih podataka. U samom istraživanju učestvovalo je 60 ispitanika različite starosne dobi koji su podijeljeni u dvije skupine. Prvu skupinu činili su

^{1,2,3,4}Univerzitet u Tuzli, Prirodno matematički fakultet u Tuzli, Univerzitetska 4, Tuzla, BiH (sanida.osmanovic@untz.ba)

ispitanici starosne dobi iznad 45 godina. Srednja starosna dob ove skupine iznosila je 53 godine. Drugu skupinu ispitanika činili su studenti Biologije Prirodno matematičkog fakulteta u Tuzli (starosna dob između 20-24 godine). Srednja starosna dob ove grupe je bila 23 godine. Dobiveni rezultati su analizirani i predstavljeni grafički.

Rezultati istraživanja i diskusija

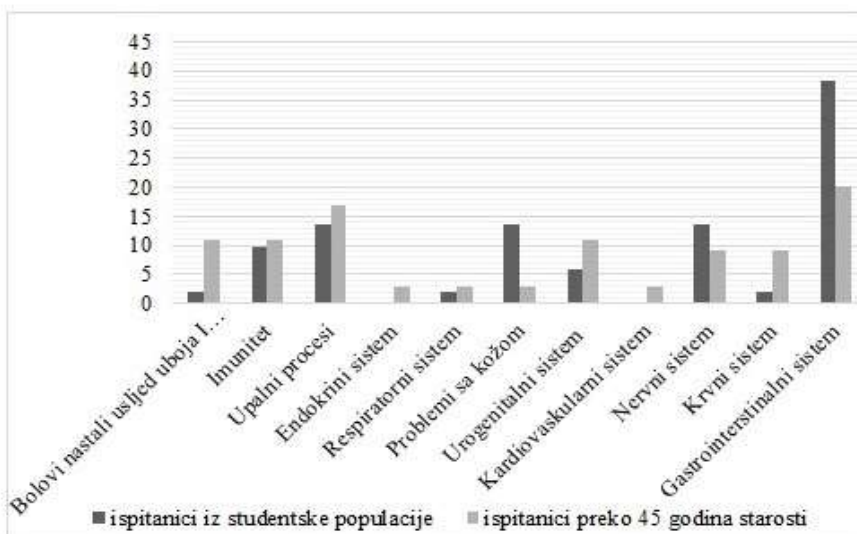
Rezultati istraživanja prikazani su na grafikonima od 1-3. Grafikon 1 predstavlja komparaciju najčešće korištenih biljnih vrsta od strane obje grupe ispitanika.



Graf. 1. Komparacija najčešće korištenih biljnih vrsta
Graph. 1. Comparison of the most commonly used plant species

Najčešće pominjane biljne vrste od strane 30 ispitanika starosne dobi iznad 45 godina su: *Mentha piperita* (42%), *Matricaria camomilla* (26%), *Achillea millefolium* (26%), *Calendula officinalis* (19%), *Hypericum perforatum* (16%) i *Urtica dioica* (16%). Najčešće pominjane biljne vrste od strane studenata biologije PMF-a u Tuzli su: *Mentha piperita* (87%), *Matricaria camomilla* (65%), *Urtica dioica* (39%), *Salvia officinalis* (39%) i *Calendula officinalis* (30%) (graf 1.). Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju da postoji očigledna sličnost u upotrebi biljnih vrsta među zemljama regije (Redžić,2007; Jarić i sar., 2007; Pieroni i sar., 2008; Šarić-Kundalić i sar., 2010).

Grafikon 2 predstavlja komparaciju najčešćih indikacija.

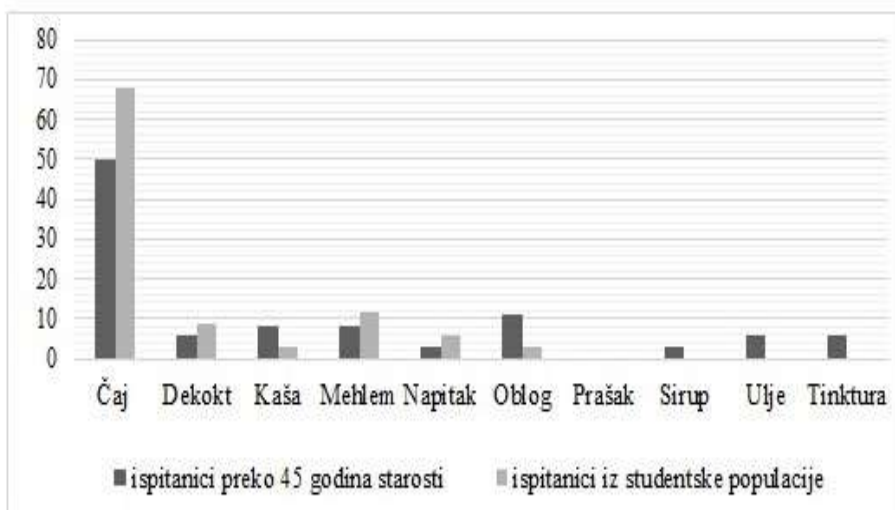


Graf. 2. Komparacija najčešćih indikacija
Graph. 2. Comparison of the most common indications

Komparacijom najčešćih indikacija može se primjetiti da su ispitanici starije dobi iznad 45 godina prikupljene biljne vrste najviše koristili u terapiji gastrointestinalnog sistema (20 %), upalnih procesa (17 %), uboja ili iščašenja (11%), jačanju imuniteta (11%) i problema urogenitalnog sistema (11%). U terapiji oboljenja nervnog i krvnog sistema biljni preparati su korišteni nešto manje (9 %) dok su najmanje korišteni kod oboljenja i tegoba u endokrinom sistemu, respiratornom sistemu, problemima sa kožom i kardiovaskularnom sistemu (3%). Ispitanici iz studentske populacije biljne vrste su najčešće koristili u terapiji gastrointestinalnog sistema (38,40%), nervnog sistema, (13,50%), upalnih procesa (13,50%) i problema sa kožom (13,50%). Studentska populacija je ljekovite biljke najmanje koristila u terapiji krvnog sistema (1,90%), liječenju bolova kod uboja i iščašenja (1,90%) i respiratornog sistema (1,90%).

Ljekoviti preparati za terapiju oboljenja kardiovaskularnog sistema endokrinog sistema nisu pominjani u ovoj grupi ispitanika (graf 2).

Grafikon 3 predstavlja komparaciju najčešće pominjanih preparacija.



Graf. 3. Komparacija najčešće pominjanih preparacija
 Graph 3. Comparison of the most commonly mentioned preparations

Od ukupnog broja preparacija čaj se izdvaja kao najčešće pominjana kod obje grupe ispitanika čak 41 put (58,5%), zatim mehlemi 7 puta (10%) i oblog 5 puta (7,1%) (graf 3.) U istraživanjima Šarić Kundalić i sar., (2015) čaj se izdvaja kao najčešće pominjana preparacija.

Zaključak

Na osnovu provedenog istraživanja mogu se izvesti sljedeći zaključci: Najčešće pominjane biljne vrste od strane ispitanika starije dobi iznad 45 godina su: *Mentha piperita* (42%), *Matricaria camomilla* (26%), *Achillea millefolium* (26%), *Calendula officinalis* (19%), *Hypericum perforatum* (16%) i *Urtica dioica* (16%). Najčešće pominjane biljne vrste od strane studentske populacije su: *Mentha piperita* (87%), *Matricaria camomilla* (65%), *Urtica dioica* (39%), *Salvia officinalis* (39%) i *Calendula officinalis* (30%).

Kao najčešća indikacija kod obje grupe ispitanika izdvaja se oboljenje gastrointestinalnog sistema.

Obje grupe ispitanika ljekovite biljne pripravke najčešće upotrebljavaju u obliku čaja, dok se ostale preparacije koriste rijetko.

Ispitanici područja Tuzle nisu pokazali zavidan stepen poznavanja i korištenja ljekovitih biljnih vrsta karakterističnih za ovo područje.

Literatura

- Dohranović S., Bosnić T., Osmanović S. (2012). Značaj i uloga alternativne medicine u liječenju. Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku. 1 (2) 39-47.
- Houdret J. (2002). *Ljekovito bilje: uzgoj i uporaba cjelovit i praktičan vodič za uspješan uzgoj bilja i sveobuhvatan popis bilja*. Dušević & Kršovnik, Rijeka. 256.
- Jarić S., et al. (2007). An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). *Journal of Ethnopharmacology*. 111, 160-175.
- Mamedov N., Mehdiyeva NP., Craker LE. (2015). Medicinal plants used in traditional medicine of the Caucasus and North America. *J Med Plants* 4:42-66.
- Pieron A., Giusti M.E. (2008). The Remedies of the folk medicine of the Croatians living in Čičarija, Northern Istria. *Collegium Antropologicum*. 32, 623-627.
- Redžić S., (2007). The Ecological Aspect of Ethnobotany and Ethnopharmacology of Population in Bosnia and Herzegovina. *Collegium Antropologicum*. 31 (3): 869-890.
- Sher H., Hussain F. (2009). Ethnobotanical evaluation of some plant resources in Northern part of Pakistan. *Afr J Biotechnol*. 8: 4066-4076.
- Šarić-Kundalić B., Ahmetbegović A., Cilović E., Ademović Z., Kerleta-Tuzović V., Izić B. (2015). Ethnobotanical study of traditionally used plants in human therapy of Treštenica and Tulovići, north-east Bosnia and Herzegovina. *Pharmacia*. 18 (2): 221-234.
- Šarić-Kundalić B., Dobes C., Klatter-Asselmeyer V., Saukei V. (2010). Ethnobotanical survey of traditionally used plants in human therapy of east, north-east Bosnia and Herzegovina. *Journal of Ethnopharmacology*. 133 (3): 1052-1075.

TRADITIONAL APPLICATION OF NATIVE MEDICINAL PLANTS ON THE FIELD OF TUZLA

Sanida Bektić¹, Samira Huseinović², Ilma Osmanović³ Elvisa Mujkanović⁴

Abstract

Investigation of the traditional applied native medicinal plants was conducted in the area of Tuzla. Work based on the polling method sixty examinees, of that, thirty from student's population and thirty examinees of the population older than 45 years. Therefore, the result of the research show that the Tuzla's area is still using largely, traditional way of treatment but, examinees did not show enviable degree of knowledge of medicinal plant species, in addition to that, neither the use of plant species characteristic of this areas. Apart from that, this research present one small contribution conservation of traditional knowledge on the application of native medicinal plant species in the territory of Bosnia and Herzegovina.

Key words: native medicinal plants, traditional applications, examinees.

^{1,2,3,4}, University of Tuzla, Faculty of Science in Tuzla, Univerzitetska 4, Tuzla, BiH.
(sanida.osmanovic@untz.ba)

UTVRĐIVANJE PRISUSTVA BAKTERIJE *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CAMPESTRIS* NA SEMENU KUPUSA

Slobodan Vlajić¹, Jelica Gvozdanović-Varga¹, Stevan Maširević², Renata Iličić², Vladimir Božić³, Maja Ignjatov¹, Dragana Milošević¹

Izvod: U periodu 2015-2017. god. izvršeno je sakupljanje semena kupusa i utvrđivanje prisustva fitopatogenih bakterija. Sakupljeno je 37 uzoraka (sertifikovanog i naturalnog) semena, od kojih je kod 15 uzoraka primećena pojava žutih kolonija koje podsećaju na predstavnike roda *Xanthomonas*. Na osnovu pozitivnih rezultata provere patogenosti, biohemijsko-fizioloških i seroloških odlika izolati su identifikovani kao vrsta *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

Gljučne reči: kupus, seme, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

Uvod

Zaraženo seme predstavlja značajnu kariku u epidemiologiji širenja i održavanja različitih patogena. Početni inokulum sa semena je kritični faktor koji određuje intenzitet zaraze (Roberts et al., 1999). Fitopatogene bakterije, obzirom da nemaju sposobnost stvaranja spora, iz godine u godinu se najčešće prenose semenom (Balaž, 2005). Preko 45 vrsta fitopatogenih bakterija se prenosi semenom, ispoljavajući četiri simptoma – trulež, promenu boje semenjače, gumozu i „šturost“ semena (Neergaard, 1977). Jedno zaraženo seme sa bakterijom *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc) na 10 000 semena predstavlja potencijalnu opasnost za nastanak i širenje bakterije, zbog toga je potrebna nulta tolerancija u kontroli semena. Procenat zaraženog semena je relativno mali (< 0,1%) i retko prelazi 1 % (Schaad, 1980). Prema Clayton (1925), Xcc na semenu može da preživi do tri godine.

Bakterija Xcc predstavlja značajnog patogena i ekonomski najštetnijih bolesti kupusnjača u svetu (Lelliottu, 1988) i kod nas (Balaž, 1988; Obradović i Arsenijević, 1999; Vlajić i sar., 2017). Prouzrokuje značajne gubitke u uslovima umerenog klimata (Williams, 1980), pri temperaturama 20-30 °C (Mariano et al., 2001).

Tokom klijanja zaraženog semena, patogen prodire u mezofil i vaskularno tkivo epikotila, inficira listove i oslobađa se kapljicama gutacije na rubovima listova (Köhl and der Wolf, 2005). Tipičan simptom bakterioze na listovima kupusa, predstavlja nekroza lisnog tkiva, koja spuštajući se do centralnog nerva formira latinično slovo „V“. Zaražene biljke su slabijeg porasta, dok se glavice teže čuvaju usled napada saprofita koji prouzrokuju simptom truleži.

Cilj rada je bio sakupljanje sertifikovanog i naturalnog semena kupusa, radi utvrđivanja prisustva Xcc.

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
(svlajic89@gmail.com)

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

³”Zaštita bilja” d.o.o., Toplički Partizanski Odred 151, 18000 Niš, Srbija

Materijal i metode rada

Sakupljanje uzoraka semena vršeno je tokom perioda 2015-2017. godine. Uzorci naturalnog semena su poreklom sa tri lokaliteta (Futog, Despotovo i Begeč), dok su deklarirani (setifikovano seme) uzorci sakupljeni po poljoprivrednim apotekama. Tokom ispitivanog perioda sakupljeno je 37 uzorka (14 deklarisanog i 23 naturalnog).

Ispitivanja su sprovedena prema metodi koju opisuje International Seed Testing Association (ISTA) (Annexe to Chapter 7 – 019a: Seed Health Testing Methods) i Chitarra i sar. (2002). Za pozitivnu kontrolu upotrebljena su semena koja su hemijski dezinfikovana (4% rastvor NaClO) a potom potopljena 2 sata u suspenziju bakterije XCC NCPPB 1144 koncentracije 3×10^8 cfu/ml (podešena pomoću McFarland skale), nakog čega su sušena 24 h na sterilnoj filter hartiji.

Za izolaciju je korišćena YDC podloga u koju je dodat cyclohexamide (250 mg/l podloge), a nakon očvršćivanja nanoseno je po 100 μ l nerazblaženog i razblaženog macerata koji je razvučen L – petljom po podlozi. Inkubacija je vršena 3-4 dana na temperaturi 27 °C. Nakon porasta kolonija vršena je subkultivacija i formirana kolekcija izolata. Ogljed je postavljen u tri ponavljanja.

Provera patogenosti

Provera patogenosti izolata, ispitana je inokulacijom lista biljke domaćina (Obradović i Arsenijević, 1999; Radunović i Balaž, 2012). Bakterijska suspenzija 10^6 – 10^7 cfu/ml starosti 48h gajena na YDC podlozi, pomoću medicinskog šprica i igle, ubrizgana je u centralni nerv lista kupusa sorte Futoški. Pozitivnu kontrolu činila je inokulacija referentnim sojem NCPPB 1144 (Xcc), a negativnu sterilna destilovana voda. Inokulisani listovi postavljeni su u PVC kutije sa navlaženim filter papirom. Kutije su odložene u fitotrotonsku komoru gde su održavani konstantni uslovi temperature 25 °C. Rezultati su očitavani treći, peti i sedmi dan. Po završetku ogljeda, rađena je reizolacija bakterija, a potom reinokulacija opisanom metodom infiltriranjem reizolata bakterije.

Identifikacija

Identifikacija bakterije do nivoa vrste je rađena prema Schaad et al. (2001), uzimajući u obzir morfološke i biohemijsko-fiziološke karakteristike izolata. Dodatni test su činile serološke karakteristike rađene primenom direktne imunoenzimske metode na ploči (DAS-ELISA) primenom poliklonalnih antitela specifičnih za detekciju Xcc. U testu su korišćene čiste kulture bakterije, starosti 48h gajene na podlozi od hranjvog agara pri 27 °C. Metoda je izvedena prema uputvu proizvođača (Loewe Biochemica GmbH, Nemačka). Specifična poliklonalna antitela (IgG) i sekundarna antitela konjugovana sa alkalnom fosfatazom (IgG-AP-Conjugate) korišćena su u razređenju 1:200 u odgovarajućem puferu. Nakon 1-2 časa po dodavanju supstrata p-nitrofenilfosfata (1 mg/ml), intenzitet bojene reakcije je očitavan spektrofotometrijski (Multiscan Ascent, Finland). Rezultati za svaki uzorak su izračunati kao prosečna

vrednost dva ponavljanja, uključujući kontrole. Pozitivnom reakcijom smatrane su vrednosti apsorpcije dva i više puta veće od vrednosti apsorpcije negativne kontrole.

Rezultati istraživanja i diskusija

Zasejavanjem macerata semena 37 uzoraka na YDC podlogu, nakon tri dana kod 15 uzoraka, uočena je pojava žutih, ispupčenih kolonija, prečnika 2-3 mm, sluzaste konzistencije i sjajnog izgleda. Istog dana izvršena je subkultivacija konija i nakon dva dana formirana je kolekcija izolata (Tabela 1).

Tabela 1. Izolati bakterija poreklom sa semena
Table 1. Isolate bacteria from the seeds

Red. br.	Šifra	Datum izolacije	Način proizvodnje*	Poreklo	Mesto uzorkovanja
1.	S-2	08.06.2015.	N	Domaćinstvo	Futog
2.	S-3	08.06.2015.	N	Domaćinstvo	Futog
3.	S-4	08.06.2015.	N	Domaćinstvo	Futog
4.	S-5	08.06.2015	N	Domaćinstvo	Futog
5.	S-6	24.06.2015.	N	Domaćinstvo	Despotovo
6.	S-7	29.06.2015.	S	Polj.apoteka	Novi Sad
7.	S-8	14.07.2015.	S	Polj. apoteka	Novi Sad
8.	S-9	05.04.2016.	S	Polj.apoteka	Novi Sad
9.	S-11	12.06.2016.	N	Domaćinstvo	Futog
10.	S-12	12.06.2016.	N	Domaćinstvo	Futog
11.	S-13	12.06.2016.	N	Domaćinstvo	Futog
12.	S-16	11.05.2017.	N	Domaćinstvo	Despotovo
13.	S-17	11.05.2017.	N	Domaćinstvo	Futog
14.	S-18	20.06.2017.	N	Domaćinstvo	Futog
15.	S-19	16.06.2017.	N	Domaćinstvo	Futog

*S - sertifikovano seme: seme proizvedeno od semena poznatog genetičkog porekla i genetičke čistoće čija je proizvodnja kontrolisana; N - neutralno seme: neobrađeno i nedeklarisano seme (kategorizovano na osnovu Zakona o semenu „Sl. glasnik RS“ br. 45/2005)

Proverom patogenosti svi ispitivani izolati ispoljili su patogenost na biljci domaćinu. Na osnovu rezultata biohemijsko-fizioloških reakcija izolata koji su isti sa rezultatima testova kod referentnog soja NCPPB 1144, ispitivani izolati su preliminarno identifikovani kao vrsta *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Tabela 2).

Serološka ispitivanja su obuhvatila primenu direktne imunoenzimske metode na ploči (DAS-ELISA), korišćenjem komercijalnih poliklonalnih antiseruma (Loewe Biochemica GmbH, Nemačka) specifičnih za detekciju ove bakterije. Poređenjem srednjih vrednosti ekstinkcija proučavanih sojeva, utvrđeno je da su srednje vrednosti svih 15 izolata bile dva ili više puta veće od negativne kontrole, što je ocenjeno kao pozitivna reakcija.

Prema našim istraživanjima, na analiziranim uzorcima, potvrđeno je prisustvo bakterije Xcc. Naročito je značajna pojava bakterije na semenu koje je iz kontrolisane semenske proizvodnje.

Pravilnikom o zdravstevom pregledu useva, dozvoljena je zaraza do 2% biljaka u polju (Službeni glasnik RS), međutim potrebno je posebnu pažnju posvetiti odabiru izvodnica koja moraju biti potpuno zdrave.

Tabela 2: Biohemijsko-fiziološke karakteristike izolata poreklom sa semena i referentnog soja

Table 2: Biochemical and physiological characteristics of the isolates derived from the seed and the reference strain

Testovi*	Ispitivani izolati (n=15)	Referentni soj NCPPB 1144
O/F test	O	O
Stvaranje indola	+	+
H₂S	+	+
Aktivnost oksidaze	-	-
katalaze	+	+
Razlaganje želatina	+	+
Hidroliza skroba	+	+
eskulina	+	+
Redukcija nitrata	-	-
Razlaganje citrata	+	+
Proteoliza mleka	+	+
Stvaranje saharoze	+	+
kiseline iz: trehaloze	+	+
D-arabinoze	+	+

*Legenda: + pozitivna reakcija; - negativna reakcija / Legend: + positive reaction; - negative reaction

Obilasci semenskih useva i eradikacija zaraženih izvodnica, nameće se kao neophodna mera u sprečavanju proizvodnje zaraženog semena. Imajući u vidu postojanje rasa patogena (Vicente and Holub, 2013), potrebna je sveobuhvatna analiza uvezenog semena kako ne bi došlo do introdukcije novih rasa sa izraženijom patogenosti. Proizvodnja semena lokalnih populacija kupusa, odvija se bez stručne kontrole, usled toga u razmeni semena između poljoprivrednih proizvođača, nalazi se značajan deo zaraženog sa Xcc. Posledica je veći procenat zaraženih biljaka na proizvodnim površinama (Vlajić i sar., 2017).

Zaključak

Analizom 37 uzorkaka sakupljenog semena (sertifikovanog i naturalnog), na 15 uzoraka je utvrđena pojava žutih kolonija bakterija. Na osnovu provere patogenosti, biohemijsko-fizioloških i seroloških osobina kolekcija izolata je identifikovana kao vrsta *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Obzirom da ova bakterija predstavlja

ozbiljan problem u proizvodnji kupusnjača, potrebno je zaraženo seme isključiti iz upotrebe u proizvodnji.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta Stvaranje sorta i hibrida povrća za gajenje na otvorenom polju i zaštićenom prostoru (TR 31030) koji finansira Ministarstvo nauke, prosvete i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Balaž J. (1988). Pojava novih i nekih manje poznatih bakterioza u Jugoslaviji tokom 1987. godine. Seminar iz zaštite bilja Vojvodine (XII), Arandelovac, 58-60
- Balaž J. (2005). Seme kao izvor primarnog inokuluma za nastanak bakterioza povrća i integrisane mere zaštite. *Pesticidi i fitomedicina* 20, 79-88.
- Chitarra L.G., Langerak C.J., Bergervoet J.H.W., van den Bulk R.W. (2002). Detection of the Plant Pathogenic Bacterium *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in Seed Extracts of Brassica sp. Applying Fluorescent Antibodies and Flow Cytometry. *Cytometry*, 47: 118–126.
- Clayton E.E. (1925). Second progress report of black rot (*Pseudomonas campestris*) investigations on Long Island; seed infection and seasonal development. *Phytopathology* 15: 48-49.
- Köhl J., der Wolf J. (2005). *Alternaria brassicicola* and *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in organic seed production of Brassicaceae: Epidemiology and seed infection. *Plant Research International B.V.*, Wageningen.
- Lelliott R.A. (1988). *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson. In: “European Handbook of Plant Diseases” (Eds Smith *et al.*), pp. 159-160. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Mariano R.L.R., Silveira E.B., Assis S.M.P., Gomes A.M.A., Oliveira I.S., Nascimento A.R.P. (2001). Diagnose e manejo de fitobacterioses de importância no Nordeste Brasileiro. In: Michereff, S. J. and Barros, R. (Eds.). *Proteção de Plantas na Agricultura Sustentável*. Recife. pp. 141-169.
- Neergaard P. (1977). *Seed Pathology* (Vol I and II). Printed in Great Britain.
- Obradović A., Arsenijević M. (1999). First report of black rot of cauliflower and kale caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in Yugoslavia. *Plant Disease*, 83 (10): 965.
- Radunović D., Balaž, J. (2012). Occurrence of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel, 1895) Dowson 1939, on brassicas in Montenegro. *Pesticidi i fitomedicina*, 27 (2), 131-140.
- Roberts S.J., Hiltunen L.H., Hunter P.J., Brough J. (1999). Transmission from seed to seedling and secondary spread of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Brassica* transplants: effects of dose and watering regime. *European Journal of Plant Pathology* 105, 879-89.
- Schaad N.W. (1980). Gram-negative bacteria: *Xanthomonas*. In: Schaad N.W., Jones J.B., Chun W, eds. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. St Paul, MN, USA: APS Press, 175–200.

- Schaad N.W., Jones J.B., Chun W. (2001). Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Third Editional, APS press
- Službeni glasnik RS: Pravilnik o zdravstvenom pregledu useva i objekata za proizvodnju semena, rasada i sadnog materijala i zdravstvenom pregledu semena, rasada i sadnog materijala. "Sl. list SRJ", br. 66/99 i 13/2002, "Sl. list SCG", br. 10/2003 i 13/2003 i "Sl. glasnik RS", br. 39/2006, 59/2006, 115/2006, 119/2007 i 107/2008
- Vicente J., Holub E. (2013). *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (cause of black rot of crucifers) in the genomic era is still a worldwide threat to brassica crops. Molecular plant pathology 14 (1), 2-18.
- Vlajić S., Maširević S., Barać R., Iličić R., Gvozdanić-Varga J., Božić V. (2017). Bolesti kupusa 2016. godine. XXII Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova I, Čačak, 10-11 Mart, 309-314.

DETECTION OF BACTERIA *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CAMPESTRIS* ON CABBAGE SEED

Slobodan Vlajić¹, Jelica Gvozdanić-Varga¹, Stevan Maširević², Renata Iličić², Vladimir Božić³, Maja Ignjatov¹, Dragana Milošević¹

Abstract

In the period 2015-2017. collection of seed cabbage and detection of phytopathogenic bacteria was carried out. 37 samples (certified and natural seed) were collected, of which in 15 samples were observed yellow colonies typical for the genus *Xanthomonas*. Based on results of the pathogenicity, biochemical-physiological and serological tests, the isolates were identified as *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

Key words: cabbage, seeds, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia
(slobodan.vlajic@ifvcns.ns.ac.rs)

²University of Novom Sadu, Faculty of Agronomy, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

³”Zaštita bilja” d.o.o., Toplički Partizanski Odred 151, 18000 Niš, Serbia

APSORPCIONI KOEFICIJENT KAO POKAZATELJ SPOSOBNOSTI AKUMULACIJE METALA NEKIH BILJAKA NA SERPENTINU

Snežana Branković¹, Radmila Glišić², Marina Topuzović³, Gorica Đelić⁴, Vera Đekić⁵, Milun Jovanović⁶, Filip Grbović⁷

Izvod: Cilj ovog rada bio je da se odredi sadržaj 11 metala u zemljištu i u 10 odabranih vrsta biljaka na lokalitetu Kamenjar u podnožju planine Goč. Dobijeni rezultati pokazuju da su koncentracije Ni i Cr u istraživanom zemljištu prelazile propisane maksimalno dozvoljene koncentracije, kao i granične i remedijacione vrednosti, dok su koncentracije Co i Cd bile iznad graničnih vrednosti koncentracija za date metale saglasno regulativi Republike Srbije. Biološki apsorpcioni koeficijent veći od jedan za Ni utvrđen je kod vrste *A. markgrafii*, za Zn kod *E. glabriiflora*, a za Cu kod vrsta *A. alba*, *D. pentaphyllum* i *T. montanum*. Vrsta *A. markgrafii* je hiperakumulator Ni.

Gljučne reči: zemljište, metali, biljke, bioakumulacija

Uvod

Na serpentinitima Goča možemo sresti jako plitku skeletnu, nešto dublju skeletnu pravu i brauniziranu skeletnu rendzinu, organsku rendzinu, smeđe i lesivirano zemljište. U delovima gde su zastupljeni peridotiti i serpentinisani peridotiti, srećemo zemljišne tipove počev od inicijalnog stadijuma sirozema, pa preko protorendzine, rendzine, smeđeg zemljišta do lesiviranog smeđeg zemljišta i pseudogleja. Zemljišta na serpentinu imaju težak mehanički sastav i uprkos povoljnim hemijskim osobinama malu ekološku vrednost. Ona se odlikuju visokim sadržajem skeleta u čitavom profilu, suva su zbog velike propustljivosti, a takođe im je svojstveno i jako zagrevanje južnih padina i tamna boja serpentinskog kamenja.

Serpentinska zemljišta se razvijaju na magmatskoj steni, bogatoj Mg, Fe, Cr, Ni, što uslovljava njihovu ultrabazičnu reakciju. Kod biljaka na ovom zemljištu se javlja “serpentinitiski sindrom”, koji se ispoljava u slaboj razgranatosti biljaka, beličastim, glatkim, sjajnim površinama listova, redukcijom veličine nadzemnog dela, snažno razvijenim korenovim sistemom, skleromorfnim, sitnim listovima, uglavnom glatkim ili obraslim dlakama. Sposobnost biljka da akumuliraju polutante, teške metale, i da ih skladište u svojim organima se može koristiti za monitoring zagađenja zemljišta i utvrđivanje njihovog sadržaja.

Cilj ovog rada bio je da se odredi sadržaj 11 metala u zemljištu i 10 odabranih vrsta biljaka koje na njemu rastu, i ukaže na njihovu sposobnost usvajanja i akumulacije metala.

^{1,2,3,4,7} Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Republika Srbija (snezana.brankovic@pmf.kg.ac.rs);

⁵ Centar za strna žita, Save Kovačevića 31, Kragujevac, Republika Srbija;

⁶ Geološki Zavod Srbije, Rovinjska 12, 11 050 Beograd, Republika Srbija.

Materijal i metode rada

Lokalitet Kamenjar se nalazi u podnožju planine Goč, u okviru koordinata 74° 75' 817" N, 48° 27' 174" E и 74° 75' 860" N, 48° 27' 214" E, sa nadmorskom visinom 425-457 m i NW ekspozicijom, prekriven jako plitkom skeletnom redzinom (Marković, 1983.).

Biljni materijal je prikupljan po povoljnim vremenskim uslovima pomoću odgovarajućeg pribora. Na lokalitetu Kamenjar uzorkovano je 10 vrsta biljaka: *Alyssum markgrafii* O. E. Schulz; *Alyssum montanum* L.; *Cheilanthes maranthae* (L.) Domin.; *Dorycnium pentaphyllum* Scop. subsp. *herbaceum* (Vill.) Rouy; *Euphorbia glabriflora* Vis.; *Helleborus multifidus* subsp. *serbicus* (Adamović) Merxm. & Podl.; *Rumex acetosella* L.; *Stachys scardica* (Griseb.) Hayek; *Stachys recta* L.; *Stipa pennata* L. i *Teucrium montanum* L. Uzorkovane biljne vrste su identifikovane u laboratoriji Instituta za biologiju i ekologiju PMF-a u Kragujevcu, uz pomoć standardnih ključeva za determinaciju biljaka: Jávorka and Csapody (Jávorka and Csapody, 1979.), Flora Republike Srbije (Josifović, 1991.) i Flora Evrope (Tutin, 1964-1980.).

Uzorci zemljišta od 2 kg su prvo sušeni na vazduhu do vazdušno-suvog stanja, pri čemu su iz zemljišta odstranjeni delovi stena i krupne frakcije. Srednja proba zemljišta je zatim prosejavana na sitima promera 2 mm, a nakon čega su manji uzorci težine 10 g ponovo prosejavani. Posle sušenja biljnih i uzoraka zemljišta (24h na temperaturi od 105 °C), na analitičkoj vagi je odmerena određena količina pripremljenog materijala (3 g zemljišta i 2 g biljnog materijala) i sprovedena standardna procedura za pripremanje uzoraka za hemijsku analizu.

U zemljištu i uzorcima pripremljenim od celih biljaka, određivane su koncentracije sledećih metala: Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Co i Cr, a njihovo očitavanje rađeno u Institutu za javno zdravlje u Kragujevcu, korišćenjem Optičke emisione spektrometrije sa indukovano spregnutom plazmom (ISP-OES iCAP 6500). Svaki uzorak je očitavan u šest ponavljanja. Određivani su srednja vrednost, standardna devijacija i biološki apsorpcioni koeficijent (odnos sadržaja metala u biljci i njegovog sadržaja u zemljištu) (Kabata-Pendias, 2011.). Koncentracije metala u biljnom materijalu i zemljištu izražene su u mg kg⁻¹ suve materije.

Rezultati istraživanja i diskusija

Srednje vrednosti koncentracija ispitivanih metala u zemljištu (Tabela 1) gradirane su u sledećem poretku: Mg>Fe>Ni>Ca>Cr>Mn>Co>Pb>Zn>Cu>Cd i kretale su se u rasponu od 2,5 mg Cd kg⁻¹ do 56402,9 mg Mg kg⁻¹, što je u saglasnosti sa literaturnim podacima nekih autora (Kastori, 1993.; Kabata-Pendias, 2011.). Dobijeni rezultati pokazuju da su koncentracije Ni i Cr u istraživanom zemljištu prelazile propisane maksimalno dozvoljene koncentracije, kao i granične i remedijacione vrednosti ovih metala u zemljištu saglasno uredbi i pravilniku Republike Srbije (Službeni glasnik RS, br. 23/94; Službeni glasnik RS, br. 88/2010, prilog 3). Takođe, koncentracije Co i Cd su bile iznad graničnih vrednosti za date metale u zemljištu saglasno uredbi Republike Srbije (Službeni glasnik RS, br. 88/2010, prilog 3). Koncentracija Ni je bila (oko 13 puta) veća od granične vrednosti za pomenuti metal u zemljištu prema Direktivi Evropske unije (Directive 86/278/EEC). Serpentina zemljišta se odlikuju malim

sadržajem esencijalnih makronutrijenata (P, N, K), malom dostupnošću Ca u odnosu na Mg, kao i velikim sadržajem potencijalno toksičnih metala poput Fe, Ni, Cr, Co, Mn, Cu, (Kabata-Pendias, 2011.), na šta ukazuju i rezultati ove studije.

Tabela 1. Sadržaj ispitivanih metala [mg kg^{-1}] u zemljištu i proučavanim biljkama
 Table 1. The content of investigated metals [mg kg^{-1}] in the soil and researched plants

Metali Metals	Zemljište Soil	Biljke Plants			
		<i>A. markgrafii</i>	<i>A. montanum</i>	<i>A. alba</i>	<i>Ch. maranthae</i>
Ca	706,1±10,4	5919,4±59,5	13920,0±121,4	3733,8±35,2	2215,4±31,2
Mg	56402,9±178,2	3170,3±61,9	4443,8±44,8	4311,7±28,9	4255,8±32,5
Fe	56233,5±188,5	340,2±8,2	1089,8±23,2	436,8±22,6	740,4±19,4
Mn	507,1±9,8	32,3±0,4	38,5±0,6	42,8±0,1	35,8±0,6
Cu	5,0±0,07	2,3±0,02	2,03±0,03	6,0±0,02	4,5±0,1
Zn	36,3±0,2	32,0±0,5	13,4±1,0	22,4±0,3	25,7±0,2
Ni	921,9±30,6	3113,5±30,7	39,0±2,6	15,6±0,2	51,2±0,5
Pb	39,4±0,2	13,4±0,3	1,1±0,04	0	0,7±0,1
Cd	2,5±0,01	0,2±0,004	0,1±0,009	0,1±0,004	0,1±0,004
Co	89,4±0,2	3,5±0,07	2,3±0,2	1,5±0,02	2,4±0,3
Cr	516,4±23,0	5,3±0,08	18,2±0,3	5,5±0,02	15,7±0,2
		<i>D. pentaphyllum</i>	<i>E. glabriflora</i>	<i>H. multifidus</i>	<i>R. acetosella</i>
Ca		4011,3±62,6	3229,2±25,9	5481,7±57,9	2049,9±19,4
Mg		7390,4±51,8	2512,2±32,6	25364,6±523,2	9235,0±130,4
Fe		2156,1±41,9	300,6±5,2	4581,7±100,6	2815,4±24,5
Mn		120,3±3,2	384,4±6,6	244,1±6,7	164,5±0,2
Cu		5,4±0,02	3,0±0,04	3,4±0,1	4,0±0,02
Zn		17,5±0,1	36,4±0,4	11,1±0,04	20,8±0,1
Ni		119,4±0,6	20,2±0,2	494,2±9,3	156,9±0,7
Pb		3,4±0,04	0,6±0,01	22,9±0,2	4,8±0,01
Cd		0,2±0,003	0,1±0,003	0,7±0,005	0,3±0,003
Co		9,2±0,04	3,3±0,05	25,1±0,2	12,7±0,05
Cr		43,8±0,2	4,8±0,06	191,7±1,3	64,3±0,3
		<i>S. scardica</i>	<i>S. recta</i>	<i>S. pennata</i>	<i>T. montanum</i>
Ca		3465,4±38,1	4350,0±40,1	855,8±20,7	3282,5±46,5
Mg		2540,8±26,8	3911,3±42,6	1773,2±14,1	8062,5±55,5
Fe		79,7±2,1	178,4±1,7	394,1±8,6	3426,7±51,2
Mn		33,9±0,9	20,6±0,2	25,6±0,9	138,7±4,7
Cu		3,3±0,1	3,7±0,03	2,6±0,1	6,3±0,2
Zn		14,5±0,4	10,1±0,1	13,4±0,5	21,4±0,1
Ni		8,2±0,3	12,8±0,2	21,7±0,5	128,3±0,9
Pb		0	0	0,1±0,001	4,8±0,06
Cd		0	0,01±0,002	0,04±0,004	0,3±0,005
Co		0,2±0,01	0,6±0,01	1,8±0,1	10,7±0,09
Cr		0,7±0,03	2,5±0,04	5,7±0,4	49,4±1,8

srednja vrednost (n=6) ± standardna devijacija [mg kg^{-1}]

mean value (n=6) ± standard deviation [mg kg^{-1}]

Dobijeni rezultati pokazuju da je od svih proučavanih vrsta lokaliteta Kamenjar, vrsta *H. multifidus* akumulirala najviše Mg, Fe, Pb, Cd, Co i Cr, a vrsta *E. glabriflora* Mn i Zn. Endemična serpentinofitska vrsta *A. markgrafii* je akumulirala najviše Ni, vrsta *A. montanum* najviše Ca, a vrsta *T. montanum* Cu. U tkivima svih proučavanih vrsta konstatovane su više koncentracije Ni i Cr od literaturnih prosečnih vrednosti ovih metala u tkivima biljaka. Takođe, vrste *H. multifidus*, *R. acetosella*, *D. pentaphyllum* i *T. montanum* su sadržale Ni i Cr, a vrsta *A. markgrafii* Ni iznad propisanih toksičnih vrednosti ovih metala za biljke (Kastori, 1993.; Ghaderian et al., 2007.; Kabata-Pendias, 2011.). Kod vrste *S. scardica* konstatovan je najmanji sadržaj Fe, Ni, Pb, Cd, Co i Cr, kod vrste *S. recta* Mn i Zn, dok je vrsta *Stipa pennata* sadržala najmanje Ca i Mg.

Kod svih proučavanih vrsta biljaka pokazano je da je odnos koncentracije Ca u biljkama u odnosu na njegovu koncentraciju u zemljištu veći od jedan (Tabela 2). Kod vrste *A. markgrafii* utvrđen je biološki apsorpcioni koeficijent veći od jedan za Ni, a kod vrste *E. glabriflora* za Zn. Biološki apsorpcioni koeficijent veći od jedan za Cu pokazan je kod sledećih vrsta: *A. alba*, *D. pentaphyllum* i *T. montanum*.

Tabela 2. Biološki apsorpcioni koeficijent
 Table 2. Biological absorption coefficient

Metali <i>Metals</i>	Biljke <i>Plants</i>			
	<i>A. markgrafii</i>	<i>A. montanum</i>	<i>A. alba</i>	<i>Ch. maranthae</i>
Ca	8,384	19,715	5,288	3,138
Mg	0,056	0,079	0,076	0,075
Fe	0,006	0,019	0,008	0,013
Mn	0,064	0,076	0,084	0,071
Cu	0,458	0,402	1,194	0,891
Zn	0,880	0,370	0,617	0,707
Ni	3,377	0,042	0,017	0,056
Pb	0,340	0,026	0	0,018
Cd	0,067	0,038	0,058	0,057
Co	0,039	0,025	0,016	0,027
Cr	0,010	0,035	0,011	0,030
	<i>D.pentaphyllum</i>	<i>E. glabriflora</i>	<i>H. multifidus</i>	<i>R. acetosella</i>
Ca	5,681	4,574	7,764	2,903
Mg	0,131	0,045	0,450	0,164
Fe	0,038	0,005	0,081	0,050
Mn	0,237	0,758	0,481	0,324
Cu	1,081	0,588	0,671	0,804
Zn	0,482	1,003	0,306	0,572
Ni	0,130	0,022	0,536	0,170
Pb	0,086	0,015	0,581	0,123
Cd	0,065	0,028	0,264	0,116
Co	0,102	0,037	0,281	0,142
Cr	0,085	0,009	0,371	0,124
	<i>S. scardica</i>	<i>S. recta</i>	<i>S. pennata</i>	<i>T. montanum</i>

Ca	4,908	6,161	1,212	4,649
Mg	0,045	0,069	0,031	0,143
Fe	0,001	0,003	0,007	0,061
Mn	0,067	0,041	0,051	0,274
Cu	0,656	0,728	0,507	1,254
Zn	0,398	0,278	0,367	0,590
Ni	0,009	0,014	0,024	0,139
Pb	0	0	0,003	0,120
Cd	0	0,005	0,015	0,099
Co	0,002	0,006	0,020	0,120
Cr	0,001	0,005	0,011	0,096

Na serpentinskoj geološkoj podlozi lokaliteta Kamenjar sadržaj ispitivanih metala varirao je u zavisnosti od prirode metala i biljne vrste, ali su serpentinofitske vrste koje su prilagođene zemljištima nastalim na serpentinskoj geološkoj podlozi, pokazale bolju akumulaciju u odnosu na biljke sa širom ekološkom valencom. Kod tri obligatne serpentinofitske vrste je utvrđen najveći sadržaj metala: kod vrste *H. multifidus* Mg, Fe, Pb, Cd, Co i Cr, kod vrste *E. glabriflora* Mn i Zn, a kod endemične, obligatne serpentinofitske vrste *A. markgrafii* Ni. Takođe, vrsta *A. montanum* je akumulirala najviše Ca, a vrsta *T. montanum* Cu. Sposobnost hiperakumulacije Ni na serpentinskoj poglozi pokazala je vrsta *A. markgrafii*, dobru akumulaciju Zn vrsta *E. glabriflora*, a Cu vrste *A. alba*, *D. pentaphyllum* i *T. montanum*.

Zaključak

Dobijeni rezultati pokazuju da su koncentracije Ni i Cr u istraživanom zemljištu prelazile propisane maksimalno dozvoljene koncentracije, granične, kao i remedijacione vrednosti, a koncentracija Co i Cd granične vrednosti za date metale u zemljištu saglasno uredbi i pravilniku Republike Srbije.

Serpentinofitske vrste prilagođene zemljištima nastalim na serpentinskoj geološkoj podlozi, pokazale su bolju akumulaciju u odnosu na biljke sa širom ekološkom valencom. Kod tri obligatne serpentinofitske vrste pokazan je najveći sadržaj metala i to: kod vrste *H. multifidus* Mg, Fe, Pb, Cd, Co i Cr, kod vrste *E. glabriflora* Mn i Zn, a kod vrste *A. markgrafii* Ni. Takođe, vrsta *A. montanum* je akumulirala najviše Ca, a Cu vrsta *T. montanum*. Vrsta *E. glabriflora* je pokazala dobru bioakumulaciju Zn, a Cu tri vrste *A. alba*, *D. pentaphyllum* i *T. montanum*. Takođe, endemična obligatna serpentinofitska vrsta *A. markgrafii* je akumulirala tri puta više Ni od referentne hiperakumulatorske vrednosti.

Literatura

Ghaderian A. M., Mohtadi A., Rahiminejad R., Reeves R. D., Baker A. J. M. (2007). Hyperaccumulation of nickel by two *Alyssum* species from the serpentine soils of Iran. *Plant Soil*, 293, 91-97.

- EU Directive 86/278/EEC (1986). Directive 86/278/EEC on the protection of the environment and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Off. J. Eur. Comm. L181/6.
- Javorka S., Csapody V. (1979). *Iconographia Florae parties Austro-Orientalis Europae Centralis*. Academiai kido, Budampest.
- Josifović M. (1970). *Flora of Serbia I*. SAAS, Beograd, 286-31.
- Kabata-Pendias A. (2011). *Trace Elements in Soil and Plants (4th Eds.)*. Boca Raton, CRC press, Washington, D.C.
- Kastori R. (1993). *Teški metali i pesticidi u zemljištu Vojvodine*. Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Marković A. (1983). *Fragmenti stepske vegetacije u Šumadiji*. Magistrarski rad. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja. Službeni glasnik RS, br. 23/94.
- Tutin T. G. (1964-1980). *Flora Europaea*. In: Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa. Službeni glasnik RS, br. 88/2010, prilog 3.

METAL CONTENT IN SOIL AND SELECTED PLANTS ON ONE SERPENTINITE LOCALITY (SERBIA)

Snežana Branković¹, Radmila Glišić², Marina Topuzović³, Gorica Đelić⁴, Vera Đekić⁵, Milun Jovanović⁶, Filip Grbović⁷

Abstract

The aim of this study was to determine the concentrations of 11 metals in the soil and 10 selected plant species in one serpentinite sites in the foothills of the mountain Goc. The concentrations of Ni and Cr in the investigated soil were above the maximum allowable concentration of these substances in the soil, also above limit and remediation values for a given metals in the soil, while the concentration of Cd and Co were above limit values for a given metals in the soil according to regulation of Republic of Serbia. Biological absorption coefficient higher than one was established at species *A. markgrafii* for Ni, species *E. glabriflora* for Zn, and species *A. alba*, *D. pentaphyllum* and *T. montanum* for Cu. The species *A. markgrafii* is hyperaccumulator of Ni.

Key words: soil, metals, plants, accumulation

^{1,2,3,4,7}University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Republic of Serbia (pavsnez@kg.ac.rs)

⁵ Center for Small Grains, Save Kovačevića 31, Kragujevac, Republic of Serbia;

⁶ Geological Bureau of Serbia, Rovinjska 12, 11 050 Belgrade, Republic of Serbia.

BIOAKUMULACIONI I TRANSLOKACIONI POTENCIJAL VRSTE *POPULUS NIGRA* L.

Snežana Branković¹, Duško Brković², Zoran Simić³, Goran Marković⁴, Jelena Mladenović⁵, Radmila Glišić⁶

Izvod: Cilj ovog rada bio je da se odrede koncentracije nekih metala (Mn, Ni, Ca, Mg, Fe, Zn, Cr, Pb, Cd, Cu) u zemljištu i vrsti *Populus nigra* L. na jalovištu rudnika i flotacije rudnika DOO "Rudnik". Dobijeni rezultati pokazuju da su koncentracije Cd, Pb i Cr u istraživanom zemljištu dubine 10 i 20 cm prelazile propisane maksimalno dozvoljene koncentracije, granične i remedijacione vrednosti ovih metala u zemljištu, kao i da je koncentracija Ni u zemljištu dubine 10 cm bila viša od maksimalno dozvoljene koncentracije i granične vrednosti saglasno uredbi i pravilniku Republike Srbije. Pokazano je da se u listovima vrste *P. nigra* akumuliraju Mn, Ni, Mg, Fe, Zn, Cr, Pb i Cd, a u stablu Ca i Cu. Vrsta *P. nigra* se može primeniti u fitoekstrakciji Mg, Fe, Zn i Cu iz zagađenih zemljišta.

Ključne reči: metali, zemljište, bioakumulacija, translokacija.

Uvod

Na obroncima planine Rudnik nalazi se varošica Rudnik poznata po rudniku olovo, cinkove i bakrove rude rudnik i flotacija "Rudnik" d.o.o. Rudnik. Rudarstvo na ovoj planini potiče još iz srednjeg veka i traje do danas. Intezivno bavljenje rudarstvom počinje posle drugog svetskog rata. Polimetalično ležište rudnik "Rudnik", planina Rudnik i rudarska varošica Rudnik, nalaze se u centralnom delu Srbije, odnosno u jugozapadnom delu centralne Šumadije. Teritorijalno pripadaju opštini Gornji Milanovac. Ležište "Rudnik" je izgrađeno od velikog broja rudnih tela (preko 90) koja, prema dosadašnjim saznanjima, zauzimaju prostor od 3 km po dužini i preko 1,5 km po širini. Flotacija prerađuje polimetaličnu rudu olova, cinka i bakra čiji su proizvodi koncentri i jalovina (u kojoj su metali u tragovima). Koncentri se prodaju, a jalovina se skladišti na jalovištu rudnika.

Ispitivanjem biljnog pokrivača u zoni samog jalovišta konstatovano je 10 biljnih taksona, 6 zeljastih i 4 drvenaste forme. Na samom prostoru jalovišta uočeno je i nekoliko izbojaka crne topole *Populus nigra* L. Vrsta *Populus nigra* L. je biljka iz porodice Salicaceae koja uz belu topolu čini glavnu vrstu naših ritskih šuma. Biljka spada u grupu jedričavih, difuzno poroznih vrsta čije je drvo meko, grubo, slabog sjaja, bez mirisa (Kojić i Vilotić, 2006.).

Cilj ovog rada bio je da se odredi sadržaj 10 metala (Mn, Ni, Ca, Mg, Fe, Zn, Cr, Pb, Cd, Cu) u zemljištu na dubini od 10 i 20 cm, kao u stablu i listovima vrste *Populus nigra* L. uzorkovane na jalovištu rudnika i flotacije rudnika DOO "Rudnik". Na osnovu

^{1,3,6}Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (snezana.brankovic@pmf.kg.ac.rs);

^{2,4,5}Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

spособnosti bioakumulacije i translokacije ispitivanih metala proučavane vrste trebalo je ukazati na mogućnost njene praktične primene u fitoremedijaciji.

Materijal i metode rada

Jalovište i flotacija rudnika DOO “Rudnik” (slika 1) nalazi se 7 kilometara severno od Gornjeg Milanovca u selu Majdan, na padinama planine Rudnik neposredno uz Ibarsku magistralu. Nalazi se na 44° 6' 33" severne geografske širine i 20° 29' 28" istočne geografske dužine.



Sl.1 Jalovište rudnika DOO “Rudnik”

Biljni materijal je prikupljan po povoljnim vremenskim uslovima, a uzorkovani su stablo i list vrste *P. nigra* L. na lokalitetu Majdan na jalovištu rudnika i flotacije rudnika DOO “Rudnik”. Identifikacija biljnog materijala je rađena pomoću odgovarajućeg pribora u laboratoriji Instituta za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Kragujevcu, uz pomoć standardnih ključeva za determinaciju biljaka: Jávorka and Csapody (Javorka and Csapody, 1979.), Flora Republike Srbije (Josifović, 1970.) i Flora Evrope (Tutin, 1964.).

Uzorci zemljišta od 2 kg (dubina 10 cm i 20 cm), su prvo sušeni na vazduhu do vazdušno-suvog stanja, pri čemu su iz zemljišta odstranjeni delovi stena i krupne frakcije. Srednja proba zemljišta je zatim prosejavana na sitima promera 2 mm, a manji uzorci težine 10 g su ponovo prosejavani. Posle sušenja biljnih uzoraka i uzoraka zemljišta (u sušnici Binder/Ed15053, 24 h na temperaturi od 105°C), određena masa pripremljenog materijala (3 g zemljišta i 2 g biljnog materijala) je merena na analitičkoj vagi, nakon čega je sprovedena standardna procedura za pripremanje uzoraka za hemijsku analizu (Wei et al., 2005.).

U zemljištu na dubini od 10 i 20 cm i biljnim uzorcima (stablo, list), određivane su koncentracije Mn, Ni, Ca, Mg, Fe, Zn, Cr, Pb, Cd i Cu, a njihovo očitavanje rađeno je u Institutu za hemiju na Prirodno-matematičkom fakultetu u Kragujevcu, korišćenjem atomskog apsorpcionog spektrofotometra (Perkin Elmer 3300). Svaki uzorak je očitavan u pet ponavljanja. Određivane su srednja vrednost i bioakumulacioni koeficijent (EF) koji se računa kao odnos koncentracije metala u nadzemnim organima biljke i njegove

koncentracije u zemljištu (Branqunho et al., 2007.). Koncentracije metala u biljnom materijalu i zemljištu izražene su u mg kg^{-1} suve materije.

Rezultati istraživanja i diskusija

Srednje vrednosti koncentracija ispitivanih metala u zemljištu dubine 10 i 20 cm gradirane su u sledećem poretku: $\text{Ca} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{Cd} > \text{Mn} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Cu}$. Sadržaj gotovo svih ispitivanih metala (osim Zn i Cu) u zemljištu dubine 10 cm je bio veći nego u zemljištu dubine 20 cm. U zemljištu dubine 10 cm koncentracije ispitivanih metala kretale su se u rasponu od 8,49 mg Cu kg^{-1} do 66009,78 mg Ca kg^{-1} , dok su kod zemljišta dubine 20 cm dobijene koncentracije imale vrednosti u opsegu od 8,62 mg Cu kg^{-1} do 49604,42 mg Ca kg^{-1} (Tabela 1). Dobijeni rezultati pokazuju da su koncentracije Cd, Pb i Cr u istraživanom zemljištu obe ispitivane dubine prelazile propisane maksimalno dozvoljene koncentracije, granične i remedijacione vrednosti ovih metala u zemljištu saglasno uredbi i pravilniku Republike Srbije (Službeni glasnik RS, br. 18/97; Službeni glasnik RS, br. 88/2010, prilog 3). Takođe, koncentracija Ni u zemljištu dubine 10 cm je bila iznad propisane maksimalno dozvoljene koncentracije i granične vrednosti saglasno pomenutoj regulativi Republike Srbije. Pokazano je da su koncentracije Cd (oko 290 puta) i Pb (35 puta) za obe ispitivane dubine zemljišta i Ni na dubini od 20 cm proučavanog zemljišta bila veće od granične vrednosti za pomenute metale u zemljištu prema Direktivi Evropske unije (Directive 86/278/EEC).

Rudnik i flotacija rudnika DOO “Rudnik” prerađuje polimetaličnu olovo-cinkanu-bakrovu rudu. U procesu flotiranja koriste se fizičko-hemijske osobine minerala i u procesu flotiranja prvo se flotiraju minerali Pb, zatim minerali Cu i na kraju minerali Zn. Proizvodi flotacije su koncentracije i jalovina (www.contangorudnik.co.rs/sr/). Rezultati ovog istraživanja su pokazali da se na jalovištu (koje bi trebalo da sadrži samo tragove metala) mogu naći Pb, Cd, Cr i Ni u visokim koncentracijama koje prevazilaze koncentracije propisane zakonskom regulativom.

Tabela 1. Sadržaj ispitivanih metala [mg kg^{-1}] u zemljištu na dubini od 10 i 20 cm
Table 1. The content of investigated metals [mg kg^{-1}] in the soil at depth of 10 and 20 cm

dubina depth	zemljište soil	
	10 cm	20 cm
Mn	688,42	218,62
Ni	79,78	15,38
Ca	66009,78	49604,42
Mg	287,52	164,52
Fe	192,56	133,04
Zn	126,10	130,82
Cr	38707,92	11480,66
Pb	10536,20	4077,10
Cd	861,72	510,58
Cu	8,49	8,62

¹srednja vrednost (n=5)

Sadržaj ispitivanih metala u proučavanoj vrsti *P. nigra* bio je različit i zavisio je od biljnog organa i vrste metala (Tabela 2). Generalni poredak srednjih vrednosti koncentracija ispitivanih metala u proučavanoj biljci je: Ca>Mg>Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Cd>Ni>Cr i znatno se razlikovao od poredka u ispitivanom zemljištu. Dobijeni rezultati pokazuju da je list vrste *P. nigra* akumulirao najviše Mn (4,25 puta više nego stablo), Ni, Mg, Fe (4,7 puta više nego stablo), Cr, Pb (16,31 puta više nego stablo) i Cd. Stablo proučavane vrste sadržalo najviše Ca (12,27 puta više nego list) i Cu (1,63 puta više nego list) što je u saglasnosti sa rezultatima nekih autora (Đelić et al., 2018.). Koncentracija Zn u ispitivanim organima je bila ujednačena.

Tabela 2. Sadržaj ispitivanih metala [mg kg⁻¹] u vrsti *P. nigra*
 Table 2. The content of investigated metals [mg kg⁻¹] in species *P. Nigra*

	stablo <i>stem</i>	list <i>leaf</i>	nadzemni deo <i>aboveground part</i>	list/stablo <i>leaf/stem</i>
Mn	40,86	173,80	107,33	4,25
Ni	2,25	7,11	4,68	3,16
Ca	14673,80	1195,80	7934,80	0,08
Mg	1354,22	1544,82	1449,52	1,14
Fe	151,80	713,38	432,59	4,70
Zn	152,82	153,98	153,40	1,01
Cr	1,55	4,18	2,87	2,70
Pb	1,07	17,42	9,24	16,31
Cd	5,13	10,46	7,80	2,04
Cu	20,36	12,48	16,42	0,61

¹srednja vrednost (n=5)

Dobijeni rezultati ukazuju da su stablo i listovi vrste *P. nigra* imali veći sadržaj Mg, Fe (osim stabla na zemljištu dubine 10 cm), Zn i Cu u odnosu na ispitivano zemljište na dubinama 10 i 20 cm (Tabela 3). Bioakumulacioni koeficijent lista i stabla na zemljištu dubine 20 cm je bio veći za gotovo sve ispitivane metale (osim Zn i Cu) od njegove vrednosti na zemljištu dubine 10 cm. Takođe, bioakumulacioni koeficijent stabla na dubini zemljišta od 10 cm i 20 cm je za Ca i Cu bio veći od njegove vrednosti za list na ovim dubinama. Poredeći vrednosti bioakumulacionog koeficijenta za oba proučavana organa i ispitivana zemljišta može se reći da je stablo pokazalo najveću vrednost ovog koeficijenta za Cu na zemljištu dubine 10 cm i Ca na zemljištu dubine 20 cm. List vrste *P. nigra* pokazao je najveću vrednost bioakumulacionog koeficijenta za Zn na dubini zemljišta 10 cm kao i Mn, Ni, Mg, Fe, Cr, Pb i Cd na dubini zemljišta 20 cm.

Tabela 3. Bioakumulacioni koeficijent (EF) za stablo i list vrste *P. nigra* na dubni zemljišta od 10 i 20 cm

Table 3. The bioaccumulation coefficient (EF) for stem and leaf of species *P. nigra* at depth in the soil of 10 and 20 cm

metal metal	EFstablo <i>EFstem 10</i>	EFstablo <i>EFstem 20</i>	EFlist <i>EFleaf 10</i>	EFlist <i>EFleaf 20</i>
Mn	0,06	0,19	0,25	0,80
Ni	0,03	0,15	0,09	0,46
Ca	0,22	0,30	0,02	0,02
Mg	4,71	8,23	5,38	9,39
Fe	0,79	1,14	3,75	5,36
Zn	1,21	1,17	1,22	1,18
Cr	0	0,0001	0,0001	0,0004
Pb	0,0001	0,0003	0,0017	0,0043
Cd	0,01	0,01	0,01	0,02
<i>Cu</i>	2,40	2,36	1,47	1,44

Bioakumulacioni koeficijent (EF) daje procenu translokacije metala od korena ka nadzemnim organima. Specifičnu sposobnost biljke da apsorbuje jone metala iz zemljišta i transportuje ih u nadzemne organe pokazuje $EF > 1$. Rezultati ove studije su pokazali da vrsta *P. nigra* ima $EF > 1$ za Mg, Fe, Zn i Cu, što je u saglasnosti sa rezultatima nekih autora (Đelić et al., 2018.) i ukazuje na translokaciju ovih metala od korena ka nadzemnim organima. Dobijeni rezultati ukazuju da se Cu i Zn bolje usvajaju iz zemljišta dubine 10 cm, dok se Pb, Mn, Ni, Mg, Fe, Cr i Cd bolje usvajaju iz dubljih slojeva zemljišta (20 cm dubine). Takođe, pokazano je da su listovi vrste *P. nigra* mesta akumulacije većine ispitivanih metala (osim Cu, Ca). Na osnovu dobijenih rezultata vrsta *P. nigra* se može primeniti u fitoekstrakciji Mg, Fe, Zn i Cu iz zagađenih zemljišta.

Zaključak

Dobijeni rezultati pokazuju da su koncentracije Cd, Pb i Cr u istraživanom zemljištu obe ispitivane dubine prelazile propisane maksimalno dozvoljene koncentracije, granične i remedijacione vrednosti ovih metala u zemljištu, kao i da je koncentracija Ni u zemljištu dubine 10 cm prelazila maksimalno dozvoljene koncentracije i granične vrednosti saglasno uredbi i pravilniku Republike Srbije. Kod vrste *P. nigra* pokazana je vrednosti bioakumulacionog koeficijenta većeg od jedan za Mg, Fe, Zn i Cu, što ukazuje na translokaciju ovih metala od korena ka nadzemnim organima. Rezultati ove studije ukazuju da se Cu i Zn bolje usvajaju iz zemljišta dubine 10 cm, dok se Pb, Mn, Ni, Mg, Fe, Cr, i Cd bolje usvajaju iz zemljišta 20 cm dubine. Takođe, pokazano je da su listovi vrste *P. nigra* mesta akumulacije većine ispitivanih metala (osim Cu, Ca). Na osnovu dobijenih rezultata vrsta *P. nigra* se može primeniti u fitoekstrakciji Mg, Fe, Zn i Cu iz zagađenih zemljišta.

Literatura

- Branquinho C., Serrano H.C., Pinto M.J., Martins-Loucao M.A. (2007). Revisiting the plant hyperaccumulation criteria to rare plants and earth abundant elements. *Environ. Pollut.* 146, 437–443.
- Đelić G., Timotijević S., Simić, Z. (2018): Uptake and distribution of metals in *Populus nigra* and *Populus tremula*. *Acta Agriculturae Serbica*, XXIII, 46, 167-176.
- EU Directive 86/278/EEC (1986). Directive 86/278/EEC on the protection of the environment and in particular the soil, when sewage sludge is used in agriculture. *Off. J. Eur. Comm.* L181/6.
- Javorka S., Csapody V. (1979). *Iconographia Florae parties Austro-Orientalis Europae Centralis*. Academiai kido, Budampest.
- Josifović M. (1970). *Flora of Serbia I*. SAAS, Beograd, 286-31.
- Kojić M., Vilotić D. (2006). *Ekskurziona flora šuma Srbije*, Beograd, 1-388.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja. *Službeni glasnik RS*, br. 18/97.
- Tutin T. G. (1964). *Flora Europaea*. In: Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa. *Službeni glasnik RS*, br. 88/2010, prilog 3.
- Wei Sh., Zhou Q., Wang X. (2005). Identification of weed plants excluding the uptake of heavy metals. *Environ. Inter.*, 31, 829-834.
- <http://www.contangorudnik.co.rs/st/>

BIOACCUMULATION AND TRANSLOCATION POTENTIAL OF SPECIES *POPULUS NIGRA* L.

Snežana Branković¹, Duško Brković², Zoran Simić³, Goran Marković⁴, Jelena Mladenović⁵, Radmila Glišić⁶

Abstract

The aim of this study was to determine the concentrations of 10 metals (Mn, Ni, Ca, Mg, Fe, Zn, Cr, Pb, Cd, Cu) in the soil at depth of 10 and 20 cm and selected plant species *Populus nigra* L. on the mine pit and the flotation of the mine “Rudnik”. Obtained results show that Cd, Pb and Cr concentrations on both of examined depths in the investigated soil were above the maximum allowable concentration of substances in the soil, above limit and remediation values, also Ni concentration in the investigated soil at depth of 10 cm was above the maximum allowable and limit value for a given metals in the soil, according to regulation of Republic of Serbia. The results in this study shown that in the leaves accumulate Mn, Ni, Mg, Fe, Zn, Cr, Pb and Cd, and in the stems Ca and Cu. The species *P. nigra* can be applied in the phytoextraction of Mg, Fe, Zn and Cu from contaminated soil.

Key words: metals, soil, bioaccumulation, translocation.

^{1,3,6} University of Kragujevac, Faculty of Science Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (snezana.brankovic@pmf.kg.ac.rs)

^{2,4,5} University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

ASSESSMENT OF WATER QUALITY FROM THE DANUBE RIVER USING PHYTOINDICATORS

Gvozdenac S.¹, Bursić V.², Tričković J.³, Ovuka J.¹, Petrović A.², Vuković G.⁴, Tanasković S.⁵

Abstract: The use of plants as indicators of water quality is gaining in importance. The potential of sorghum, sunflower and buckwheat as indicators of pollution of water from the Danube river (Bečarac beach, effluent discharge point and Sremski Karlovci) was assessed. Inorganic pollution was registered in the water sample at discharge point and it was of bad quality (SQWI 38), while other two samples were of good quality (SQWI 82 and 74, respectively). Water from a discharge point decreased germination of buckwheat seeds only, which indicates at good potential of this species and parameter in detection of inorganic water pollution. All water samples inhibited morphological parameters of tested species.

Key words: Danube, water quality, cultivated plants, phytoindicators

Introduction

Irrigation is one of the important uses of surface waters in the agricultural region of Vojvodina province (Serbia). However, the availability of sufficient amount of water of adequate quality that can be used for the irrigation of crops has become a common limitation of plant production (Bichi and Bello, 2013). Industrial and communal effluents enriched with heavy metals, discharged in water bodies cause organic, inorganic and heavy metal pollution (Mussarat et al., 2007). Generally, the use of such water for irrigation presents a risk for crop production due to potential phytotoxic effects (Al-Harbi et al., 2013; Gvozdenac et al., 2014; Careghini et al., 2015; Chagnon et al., 2015).

Chemical, physical, and biological quality of water used for irrigation impacts the agricultural productivity (International commission on irrigation and drainage, 2019). Therefore, to estimate the water quality and decide if it can be used for irrigation of certain crops, it is necessary to perform a comparative chemical and biological analysis (Gvozdenac et al., 2014). Biological tests that include agricultural plants as indicators of contamination have become a useful tool for the evaluation of quality of water that is used for irrigation (D’Aquino et al., 2009; Gvozdenac et al., 2016). Some plant species are known to be very sensitive to high content of pesticides, heavy metals, and organic substances in water and react with different morphological and physiological changes.

These plants are commonly used as bioindicators of water contamination in bioassays (Angelopoulos et al. 2010; Bakopoulou et al. 2011). However, there is a

¹Institute for Field and Vegetable Crops, Novi Sad, (gvozdenacsonja@gmail.com)

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture,

³University of Novi Sad, Faculty of Science,

⁴Institute of Public Health of Belgrade,

⁵University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak

constant need for implementation of new test species, specific for certain pollutants. Therefore, the additional screenings need to be performed.

The aim of this study was to evaluate the potential of sorghum, sunflower and buckwheat as bioindicators of water pollution of the Danube river.

Material and methods

Water from the Danube river was collected in August 2016, at three locations in Novi Sad, Vojvodina province, Serbia (Bečarac beach - upstream, at communal effluents discharge point, Sremski Karlovci - downstream). Water was collected from the river bank (beach), in amber glass bottles (1 L) by plunging at a depth of 50 cm and closing with the lid under the water surface. Sample was transported to the laboratory in handy cool box and kept at 4 °C until the analysis.

The analysis of quality indicators was carried out according to the Method 3125 in Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Eaton, 2005). It included evaluation of pH, conductivity, content of nitrogen and nitrogen substances, phosphorus, the determination of metals and organic compounds (PAHs, pesticides etc). They comprised electrometric, conductimetric, and colorimetric analysis. For this purpose, the samples were preserved with nitric acid at 1 % (v/v) concentration upon arrival to the laboratory and were kept at 4 °C. Water quality was defined based on Serbian water quality index (SWQI) which aggregates nine physio-chemical parameters (temperature, pH, conductivity, oxygen, BOD₅, suspended matter, total nitrogen oxide, total phosphates and ammonium ion) and one microbiological parameter (the number of coliforms). Index is calculated online, on the website of the Ministry of environmental protection, of the Republic of Serbia (Anonymous 1, 2013).

Maximal allowable concentrations were stipulated in following regulations: ICPDR (2004) classification that defines maximal concentrations for pollutants in Danube basin; Regulation on limit values for pollutants in surface and ground waters and sediments, Official gazette, 50/12 and Regulation on permissible amounts of hazardous and harmful substances in soil and water for irrigation, and methods for their analysis (Official gazette RS 23/94).

The test species used in this experiment were sorghum (*Sorghum bicolor* L.) variety Gold, sunflower (*Helianthus annuus* L.) variety Bača and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) variety Novosadska. Seeds were acquired from the Institute of Field and Vegetable Crops (Novi Sad, Serbia), growth season 2015. The effect of water quality on plants was evaluated according to the changes in physiological [germination energy and germination (%)] and morphological parameters (root and shoot length (cm) and fresh and dry weight of root and shoot (g)].

Experiments were carried out according to a standard filter paper method described by the International Seed Testing Association: International Rules for Seed Testing-ISTA (2013), with slight modifications. Detailed method was described in Gvozdenac et al., 2016. The experiment was set in four replicates.

Germination percent was transformed in $\arcsin\sqrt{\%}$ prior to statistical analysis. In the Table, results are presented in nominal value but also as % compared to the control (c

100%). Data were analyzed using Duncuns test, for 95% confidence interval, in software SPSS version 17.0 (SPSS, Inc., Chicago IL).

Results and discussion

Results of chemical analysis indicate that only a water sample from Bećarac beach is of “good ecological status” (I and II class). Water sample from Sremski Karlovci fulfills the standards for irrigation since the majority of parameters belong to I-III class (Regulation 50/12) and values do not exceed MAC for irrigation water (Regulation 23/94). The water sample from the comunal effluents discharge point contained high levels of nitrogen, ammonium ion (V class), phosphorus and ortophosphates.

Based on SWQI analysis, water sampled at Bećarac beach (SWQU 82) and in Sremski Karlovci (SWQU 74) was of good quality while the sample from the discharge point was of bad quality (SQWI 38). Also, at the discharge point, the insecticide chlorpyriphos (0.0586µg L⁻¹) was detected (a priority pollutant), but the amount did not exceed MAC-EQS (0.1 µg L⁻¹, Directive 2008/105EC).

Tabela 1. Uticaj kvaliteta vode iz Dunava (Bećarac, izliv, Sremski Karlovci) na fiziološke i morfološke parametre test biljaka

Table 1. Effects of water from the Danube river(Bećarac beach, effluents discharge point, Sremski Karlovci) on physiological and morphological parameters of test plants

Physiological parameters	Water sample	sorghum		sunflower		buckwheat	
		%	arcsin√%	%	arcsin√%	%	arcsin√%
Germination energy (%)	Bećarac beach	95.2	77.6±1.10 a	96.7	79.7±1.30 b	97.2	81.1±0.90 a
	Discharge	94.5	76.4±0.50 a	95.2	77.7±0.20 b	95.5	75.1±1.00 b
	Sremski Karlovci	95.0	77.1±2.00 a	95.0	77.1±2.00 b	97.2	80.6±0.70 a
	Control	95.2	77.6±1.70 a	99.0	84.3±0.00 a	99.0	79.6±0.50 a
	F/H		0.18ns		8.43**		11.25**
Germination (%)	Bećarac beach	95.2	77.6±1.10 a	97.0	80.1±1.00 ab	97.7	81.1±0.90 a
	Discharge	94.5	76.4±0.50 a	96.5	79.2±0.50 ab	96.5	75.1±1.00 b
	Sremski Karlovci	95.0	77.1±2.00 a	96.0	78.5±0.00 b	97.2	80.6±0.70 a
	Control	95.2	77.6±1.70 a	99.0	84.3±1.00 a	99.0	79.6±0.50 a
	F/H		0.18ns		8.79**		11.25**
Morphological parameters	c 100%	value	c 100%	value	c 100%	value	c 100%
Root length (cm)	Bećarac beach	62.5	4.0±1.3 b	69.5	5.7±0.2 c	87.6	5.7±1.6 b
	Discharge	46.9	3.0±1.1 c	78.0	6.4±0.8 b	72.6	5.8±0.9 b
	Sremski Karlovci	67.2	4.3±0.7 b	64.6	5.3±0.9 d	88.5	5.3±0.3 b
	Control	100	6.4±0.8 a	100	8.2±1.7 a	100	7.4±0.1 a
	F/H		40.41**		164.08**		21.44**
Root fresh weight (g)	Bećarac beach	36.6	0.015±0.001 c	49.7	0.315±0.11 c	34.9	0.081±0.005 c
	Discharge	46.3	0.019±0.006 c	61.5	0.390±0.05 b	69.9	0.083±0.002 c
	Sremski Karlovci	70.7	0.029±0.001b	61.8	0.392±0.09 b	103	0.113±0.009 b
	Control	100	0.041±0.02 a	100	0.634±0.71 a	100	0.141±0.040 a
	F/H		147.83**		206.82**		49.87**
Root dry weight (g)	Bećarac beach	59.2	0.0083±0.0008 bc	102	0.096±0.009 a	33.8	0.007±0.001 c
	Discharge	60.0	0.0081±0.0003 c	87.2	0.082±0.011 a	72.0	0.012±0.002 b
	Sremski Karlovci	69.6	0.0094±0.0004 b	90.4	0.085±0.006 a	104.4	0.009±0.003 c
	Control	100	0.0135±0.0000 a	100	0.094±0.002 a	100	0.015±0.001 a
	F/H		74.90**		0.41ns		2.62**
Shoot length (cm)	Bećarac beach	92.0	10.3±0.9 b	95.6	8.8±0.3 a	53.5	5.1±0.9 c
	Discharge	94.6	10.6±0.2 b	80.4	7.4±0.4 b	80.7	6.3±0.7 b
	Sremski Karlovci	83.0	9.3±0.5 c	73.9	6.8±0.2 c	95.6	5.9±0.1 bc
	Control	100	11.2±0.2 a	100	9.2±0.5 a	100	8.1±0.5 a

	F/H		36.17**		46.73**		27.07**
Shoot fresh weight (g)	Bečarac beach	63.9	0.493 ±0.04 c	94.3	3.32 ±0.12 a	76.1	0.281 ±0.69 b
	Discharge	90.5	0.698 ±0.10 b	93.2	3.28 ±0.09 a	83.4	0.273 ±0.25 b
	Sremski Karlovci	60.3	0.465 ±0.08 c	86.1	3.03 ±0.14 a	91.4	0.254 ±0.45 b
	Control	100	0.771 ±0.03 a	100	3.52 ±0.67 a	100	0.591 ±0.02 a
	F/H		98.76**		2.24ns		391.56**
Shoot dry weight (g)	Bečarac beach	65.4	0.051 ±0.001 b	102	0.467 ±0.03 a	68.4	0.023 ±0.005 c
	Discharge	69.2	0.054 ±0.004 b	95.2	0.433 ±0.01 a	74.2	0.031 ±0.002 b
	Sremski Karlovci	66.7	0.052 ±0.003 b	94.1	0.428 ±0.02 a	85.3	0.026 ±0.001 be
	Control	100	0.078 ±0.001 a	100	0.455 ±0.01 a	100	0.065 ±0.005 a
	F/H		20.37**		7.07ns	97.2	48.43**
root/shoot	Bečarac beach		0.909		0.651	0.651	1.118
	Discharge		0.285		0.861	0.861	0.924
	Sremski Karlovci		0.456		0.786	0.786	0.898
	Control		0.575		0.89	0.89	0.922

F test ±SD; values with the same letter in the column are on the same level of significance for the confidence interval 95 %, **p < 0.01; *p > 0.01; ns p > 0.05; c 100% - the value is calculated as if the control is 100%

All water samples from the Danube river significantly inhibited GE and G of sunflower seeds while GE and G of buckwheat seeds were only inhibited in water from effluents discharge point. All morphological parameters of sorghum and buckwheat roots and shoots, as well as root and shoot length and shoot fresh weight of sunflower seedlings were significantly inhibited in water sampled at all three locations.

The results show that buckwheat is a good indicator of inorganic pollution and impaired water quality. Also, this species can be used for quick detection of changes in water quality. Morphological parameters were more sensitive and therefore are not reliable in detection of water pollution or impairment of its quality. Although water from the Danube river was of good ecological status at Bečarac beach and in Sremski Karlovci, it affected tested plant species, thus it carries potential risk if used for irrigation.

Given indicates at necessity in interdisciplinary and holistic approach in water quality and risk assessment, prior to its use for irrigation. This is in compliance with several other reports (Leitgib et al., 2007; Gvozdenac et al., 2016). Phytoindicator bioassays that involve agricultural plants give a global and quick insight of the impact of polluted water on relevant plant species, which is extremely difficult to infer from conventional physico-chemical analysis, due to interaction between the contaminants (D'Aquino et al., 2009).

Conclusion

Results presented in this study suggest that the water from Danube river at Bečarac beach and in Sremski Karlovci was generally low contaminated with domestic and industrial effluents considering the low levels of nitrogen substances, metals, and organic xenobiotics. However, at the discharge point it was heavily contaminated with nitrogen, phosphorus and ammonium ions.

The germination energy and germination of buckwheat seeds have proved to be good, reliable and quick indicators of water pollution with inorganic nitrogen substances

and phosphorus. Oposite, sunflower and sorghum responded in morphological changes to all water samples, regardless on their quality, thus are not potentially good indicators.

Acknowledgement

This work is a part of project III43005, financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

Literatura

- Al-Harbi M., Al-Ruwaih F.M., Alsulaili A. (2013). Statistical and analytical evaluation of groundwater quality in Al-Rawdhatain field. *EnvironProg Sustain Energy* 33(3):895–904.
- Angelopoulos K., Paraskeva C.A., Emmanouil C. (2010). Phytotoxicity of olive mill wastewater fractions and their potential use as a selective herbicide In: *Protection 2010*. www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=14674
- Anonymous 1 (2013). Serbian water quality index, Ministry of environmental protection of the Republic of Serbia, Agency for environmental protection. <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=6&id=8007&akcija=showXlinked>
- Bakopoulou S., Emmanouil C., Kungolos A. (2011). Assessment of wastewater effluent quality in Thessaly region, Greece, for determining its irrigation reuse potential. *Ecotoxicol Environ Saf.* 74(2):188–194.
- Bichi, M.H., Bello, U.F., (2013). Heavy Metals in Irrigated Crops along Tatsawarki River in Kano, Nigeria. *Int. J. Mod. Eng. Res.* 3 (4), 2382–2388.
- Careghini A., Mastorgio A., Romele L., Saponaro S., Sezenna E. (2015). Bisphenol a and nonylphenol transfer to vegetables cultivated on contaminated soil, 14th International Conference on Environmental Science and Technology, 3–5th September 2015, Rhodes, Greece, Proceedings, 94–101.
- Chagnon M., Kreutzweiser D., Mitchell E.A.D., Morrissey C.A., Noome D.A., Van der Sluijs J.P. (2015). Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environ Sci Pollut Res.* 22:119–134.
- D’Aquino L., Concetta de Pinto M., Nardi L., Morgana M., Tommasi F. (2009). Effect of some light rare earth elements on seed germination, seedling growth and antioxidant metabolism in *Triticum durum*. *Chemosphere.* 75:900–905.
- Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008. *Official Journal of the European Communities* L348/84.
- Eaton A.D. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st edn. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF), Washington, D. C., USA.
- Gvozdenc S., Bursić V., Vuković G., Đurić S., Gonçalves C., Jovičić D., Tanasković S. (2016). Phytotoxic effects of irrigation water depending on the presence of organic and inorganic pollutants. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23(18): 18596-18608.

- Gvozdenac S., Indić D., Vuković S., Bursić V., Tričković J. (2014). Assessment of environmental pollution of water from irrigation canal (Aleksandrovački canal, Serbia) using phyto-indicators. *J Anim Plant Sci* 24(2):614–619.
- ICPDR Document, Danube River Basin District, IC/084, 2004.
- International commission on irrigation and drainage, 2019.
- International Seed Testing Association (2011). *International Rules for Seed Testing*. ISTA. Switzerland.
- Leitgib L., Kalman J., Gruiz K. (2007). Comparison of bioassays by testing whole soil and their water extract from contaminated sites. *Chemosphere*. 66:428–434.
- Mussarat M., Au B., Fu K. (2007). Concentration of metals in sewage and canal water used for irrigation in Peshawar. *Sarhad J Agric* 23:335–338.
- Official gazette (2012). Regulation on limit values for pollutants in surface and ground waters and sediments, 50/12.
- Regulation on permissible amounts of hazardous and harmful substances in soil and water for irrigation, and methods for their analysis Official gazette RS (1994, 23/94).

PROCENA KVALITETA VODE IZ DUNAVA PRIMENOM FITOINDIKATORA

*Gvozdenac S.¹, Bursić V.², Tričković J.³, Ovuka J.¹, Petrović A.², Vuković G.⁴,
Tanasković S.⁵*

Izvod: Procena kvaliteta vode pomoću fitoindikatora sve više dobija na značaju. U radu je procenjen potencijal krmnog sirka, suncokreta i heljde u detekciji zagađenja vode iz Dunava (plaza Bećarac, izliv komunalnih otpadnih voda i Sremski Karlovci). U uzorku vode kod izliva komunalnih voda detektovano je neorgansko zagađenje i voda je veoma lošeg kvaliteta (SQWI 38). Voda sa plaže Bećarac i u Sr. Karlovcima je dobrog kvaliteta (SQWI 82 i 74, respektivno). Voda uzorkovana kod izliva umanjila je samo klijavost semena heljde, što ukazuje na dobar potencijal ove vrste i parametra u detekciji neorganskog zagađenja. Uzorci sa sve tri lokacije su inhibirale sve morfološke parameter test biljaka.

Ključne reči: Dunav, kvalitet vode, gajene biljke, fitoindikatori

¹Institute for Field and Vegetable Crops, Novi Sad, (gvozdenacsonja@gmail.com)

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture,

³University of Novi Sad, Faculty of Science,

⁴Institute of Public Health of Belgrade,

⁵University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak

OPTIMIZACIJA PROCESA EKSTRAKCIJE APIGENIN-GLIKOZIDA IZ PERŠUNA

Sonja Janković¹, Milan Mitić¹, Pavle Mašković², Stefan Petrović¹

Izvod: U ovom radu ispitana je ekstrakcija apigenin-glikozida iz peršuna upotrebom etanola kao rastvarača pri različitim uslovima ekstrakcije. Primenjen je pun faktorijalni eksperiment 2⁴ sa ponavljanjem. Efekti četiri faktora ekstrakcije, koncentracije etanola (50 i 80%), solvomodula (20 i 30 ml/g), temperature ekstrakcije (30 i 50°C) i vremena ekstrakcije (5 i 60 min), kao i njihove interakcije proučeni su analizom varijanse i linearnim regresionim modelom. Sva četiri faktora pokazala su uticaj na prinos apigenin-glikozida, pri čemu je najveći uticaj imalo vreme ekstrakcije. Regresioni modeli dobro fituju eksperimentalne rezultate (R²>99%). Sadržaj apigenin-glikozida u ekstraktima određen je HPLC metodom.

Ključne reči: optimizacija ekstrakcije, peršun, apigenin-glikozidi, 2⁴ faktorijalni eksperiment

Uvod

Optimizacija je neizbežan korak u svakoj analitičkoj tehnici ili industrijskom procesu. Konvencionalan pristup optimizaciji predstavlja analizu uticaja jednog po jednog faktora dok se svi ostali parametri održavaju konstantnim. Pored velikog broja eksperimenata koje je potrebno izvršiti, što zahteva potrošnju vremena i novca, glavno ograničenje ovog pristupa je nemogućnost određivanja uticaja interakcije između nezavisnih promenljivih. U cilju prevazilaženja ovih ograničenja razvijene su različite tehnike multivarijantne statistike. Realizacijom statistički planiranog eksperimenta rešavaju se tri zadatka: eliminisanje nebitnih faktora, sastavljanje matematičkog modela i optimizacija procesa. Pri postavljanju eksperimentalnog plana, svaki od izabranih faktora se varira na dva ili veći broj nivoa: najčešće se primenjuje faktorijalni plan od dva nivoa, koji su obeleženi sa +1 i -1. Pun faktorijalni plan uključuje eksperimente u kojima se kombinuju sva moguća povezivanja nivoa faktora.

Prilikom planiranja eksperimenta polazi se od toga da je nepoznata funkcija odziva i da se aproksimira jednačinom polinomom oblika. U prvoj fazi razmatra se linearni model i jednostavna regresiona jednačina:

$$y = \beta_0 + \sum \beta_i x_i + \sum \beta_{ij} x_i x_j$$

gde je: y-funkcija odziva a β_0 , β_i i β_{ij} su regresioni koeficijenti za odsečak, linearne i članove interakcije (Kitanović i sar., 2008).

Definisanjem regresionih koeficijenata se generiše matematički model koji može da predvidi ponašanje ispitivanog odziva u okviru eksperimentalnih rezultata. Zatim je neophodno proveriti slaganje matematičkog modela sa eksperimentalnim rezultatima.

¹Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Višegradska 33, Niš, Srbija (sonjajankovic1991@gmail.com);

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija.

Cilj ovog rada bio je da se analizira uticaj koncentracije etanola, solvomodula, temperature i vremena ekstrakcije na efikasnost ekstrakcije apigenin-glikozida iz peršuna, kao i da se ispita primenljivost 2^4 faktorijalnog eksperimenta za optimizaciju ekstrakcije.

Materijal i metode rada

Biljni materijal. Za analizu je korišćen list peršuna, koji je sušen na sobnoj temperaturi i neposredno pre eksperimenta samleven električnim blenderom.

Ekstrakcija. Ekstrakcija je vršena vodenim rastvorom etanola koncentracije 50 i 80% (v/v), pri solvomodulu 20 i 30 ml/g na temperaturama 30 i 50°C i sa vremenom ekstrakcije 5 i 60 min.

Inicijalni sadržaj apigenin-glikozida u peršunu (q_0). Biljni materijal (2 g) se u erlenmajeru od 250 cm³ prelije sa 100 cm³ ekstrakcionog rastvarača. Ekstrakcija je vršena postupkom maceracije u toku 120 minuta. Ekstrakti su odvojeni od ostatka filtriranjem kroz Whatman No. 1 filter papir. Nakon filtriranja, iscrpljena biljna sirovina se prelije sa istom zapreminom istog rastvarača, i macerira još 30 minuta, a zatim se filtrira i ispire sa 20 cm³ rastvarača. Ekstrakti se spoje i uparavaju, a zatim i suše pod vakumom na 45 °C do konstantne mase. Osušeni, suvi i koncentrovani ekstrakti su rastvoreni u ekstrakcionom rastvaraču neposredno pre analize. Osušeni ekstrakti su pripremljeni tri puta, a rezultat je izražen kao srednja vrednost.

HPLC analiza etanolnih ekstrakata peršuna. Kao mobilna faza korišćen je sistem rastvarača: A – (H₂O + 5% HCOOH) i B – (80% HCN + 5% HCOOH + H₂O). Razdvajanje komponenti je izvedeno primenom sledećeg linearnog gradijenta: 0-28 min, 0% B; 28-35 min, 25% B; 35-40 min, 50% B; 40-45 min, 80% B, i na kraju poslednjih 10 min ponovo 0% B. Protok mobilne faze je iznosio 0,8 ml/min. Injektovano je 5 µL rastvora uzorka, automatski, korišćenjem autosampler-a. Kolona je termostatirana na temperaturi od 30 °C. Apigenin-glikozidi prisutni u ekstraktima su identifikovani poređenjem retencionih vremena i spektara sa retencionim vremenom i spektrom standarda za apigenin.

Kvantifikacija apigenin-glikozida je izvršena metodom spoljašnjeg standarda. Pripremljen je osnovni rastvor standarda masene koncentracije 1,0 mg/cm³, rastvaranjem u metanolu. Od ovog rastvora je pripremljena serija razblaženih rastvora standarda odgovarajućih masenih koncentracija. Konstruisana je kalibraciona kriva na osnovu dobijenih površina pikova u zavisnosti od masene koncentracije standarda. Iz dobijene jednačine linearne zavisnosti izračunate su masene koncentracije komponenti u ekstraktima.

Rezultati istraživanja i diskusija

Matrica punog faktorijalnog eksperimenta i radna matrica, sa odzivnom funkcijom (sadržaj apiina i malonil-apiina, mg/g suvog lista peršuna) date su u Tabeli 1. Peršun sadrži velike količine flavona apigenina, koji je prvenstveno prisutan u formi apiina (7-O-apiosida) (Meyer, 2006).

Tabela 1. Matrica eksperimenta sa vrednostim posmatranih odziva
 Table 1. Experimental matrix and values of the observed responses

Br. (No)	Maktrijs dizajna <i>Design matrix</i>				Apiin <i>Apiin</i>		Malonil-apiin <i>Malonyl apiin</i>	
	x ₁ (%)	x ₂ (V/g)	x ₃ (°C)	x ₄ (min)	Q _{det} (mg/g)	Q _{cal} (mg/g)	Q _{det} (mg/g)	Q _{cal} (mg/g)
1	50(-1)	20(-1)	30(-1)	5(-1)	3,262	3,285	0,377	0,371
2	80(+1)	20(-1)	30(-1)	5(-1)	3,212	3,173	0,420	0,408
3	50(-1)	30(+1)	30(-1)	5(-1)	3,580	3,568	0,495	0,477
4	80(+1)	30(+1)	30(-1)	5(-1)	3,012	3,040	0,400	0,396
5	50(-1)	20(-1)	50(+1)	5(-1)	4,382	4,359	0,547	0,544
6	80(+1)	20(-1)	50(+1)	5(-1)	4,312	4,349	0,662	0,673
7	50(-1)	30(+1)	50(+1)	5(-1)	4,630	4,642	0,587	0,596
8	80(+1)	30(+1)	50(+1)	5(-1)	4,245	4,217	0,605	0,623
9	50(-1)	20(-1)	30(-1)	60(+1)	5,027	5,017	0,950	0,959
10	80(+1)	20(-1)	30(-1)	60(+1)	4,880	4,881	0,975	0,983
11	50(-1)	30(+1)	30(-1)	60(+1)	4,630	4,624	0,900	0,914
12	80(+1)	30(+1)	30(-1)	60(+1)	4,580	4,489	0,925	0,932
13	50(-1)	20(-1)	50(+1)	60(+1)	6,407	6,391	1,175	1,174
14	80(+1)	20(-1)	50(+1)	60(+1)	6,230	6,229	1,212	1,189
15	50(-1)	30(+1)	50(+1)	60(+1)	5,965	5,971	1,082	1,076
16	80(+1)	30(+1)	50(+1)	60(+1)	5,905	5,955	1,107	1,101

Puna regresiona jednačina, nakon izračunatih regresionih koeficijenata ima oblik za apiin:

$$y = 4,6412 - 0,0942x_1 - 0,0728x_2 + 0,6183x_3 + 0,8118x_4 - 0,0387x_1x_2 + 0,0077x_1x_3 + 0,0399x_1x_4 - 0,0004x_2x_3 - 0,1102x_2x_4 + 0,0554x_3x_4 + 0,0139x_1x_2x_3 + 0,0654x_1x_2x_4 - 0,0127x_1x_3x_4 - 0,0055x_2x_3x_4 - 0,0114x_1x_2x_3x_4$$

i za malonil-apiin:

$$y = 0,7762 + 0,0121x_1 - 0,035x_2 + 0,0959x_3 + 0,2670x_4 - 0,0154x_1x_2 + 0,0123x_1x_3 + 0,0019x_1x_4 - 0,0133x_2x_3 - 0,0237x_2x_4 + 0,0073x_3x_4 + 0,0018x_1x_2x_3 + 0,0139x_1x_2x_4 - 0,0108x_1x_3x_4 + 0,0011x_2x_3x_4 - 0,0033x_1x_2x_3x_4$$

Za proveru slaganja modela sa eksperimentlnim podacima korišćena je analiza varijanse (ANOVA) i deskriptivna statistika (koeficijent determinacije, R², R²_{adj} i koeficijent varijacije (CV), a rezultati su prikazani u Tabeli 2 i Tabeli 3.

Poređenjem izračunatih vrednosti F-odnosa sa tabelarnim (F_{0,95,1,16}=4,54), vidi se da nisu svi koeficijenti bitni. Ako se izbace nebitne kombinacije faktora, regresione jednačine za apiin i malonil-apiin imaju sledeći oblik:

$$y = 4,6412 - 0,0942x_1 - 0,0728x_2 + 0,6183x_3 + 0,8118x_4 - 0,0387x_1x_2 + 0,0399x_1x_4 - 0,1102x_2x_4 + 0,0554x_3x_4 + 0,0654x_1x_2x_4$$

$$y=0,7762+0,0121x_1-0,035x_2+0,0959x_3+0,2670x_4-0,0154x_1x_2+0,0123x_1x_3-0,0133x_2x_3-0,0237x_2x_4+0,0073x_3x_4+0,0139x_1x_2x_4-0,0108x_1x_3x_4$$

Tabela 2. Analiza varijanse (ANOVA) posmatranih odziva
 Table 2. Analysis variance (ANOVA) of the observed responses

Izvor varijacije (Source of variation)	Apiin (apiin)			Malonil- apiin (Malonyl-apiin)		
	Suma kvadrata (Sum of square)	F- vrednost (F-value)	p- vrednost (p-value)	Suma kvadrata (Sum of square)	F-vrednost (F-value)	p ^a - vrednost (p-value)
A	0,14237	32,0741	0,000035	0,00228	12,6666	0,002617
B	0,08529	19,1663	0,000468	0,00289	16,0555	0,001017
C	6,15100	1382,247	<0,00001	0,14503	805,722	<0,00001
D	10,60332	2382,768	<0,00001	1,12389	6243,833	<0,00001
AB	0,02407	5,4089	0,033506	0,00376	20,8888	0,000314
AC	0,00094	0,211236	0,652011	0,00238	13,2222	0,002223
AD	0,02566	5,7663	0,028844	0,00006	0,333333	0,571757
BC	0,00001	0,000899	0,976438	0,00279	15,5000	0,001178
BD	0,19534	43,896	<0,00001	0,00884	49,1111	<0,00001
CD	0,004943	11,1078	0,004217	0,00085	4,7222	0,045140
ABC	0,00317	0,712359	0,411123	0,00006	0,333333	0,571757
ABD	0,06888	15,4786	0,001185	0,00305	16,9444	0,000808
ACD	0,00257	0,577528	0,458346	0,00185	10,2777	0,005510
BCD	0,00048	0,107865	0,746921	0,00002	0,111111	0,743223
ABCD	0,00210	0,471910	0,501950	0,00018	1,0000	0,332195
Greška	0,0712			0,00288		
Ukupno	17,42618			1,30081		
R ²	99,59			99,78		
R ² _{adj}	99,21			99,57		
CV	1,44			1,73		

^ap ≥ 0,05 nije značajno

Analizom znakova i vrednosti koeficijenta regresionih jednačina lako se može zaključiti da prinos apiina raste sa povećanjem vremena ekstrakcije, povećanjem temperature ekstrakcije, smanjenjem solvomodula i smanjenjem koncentracije etanola. U isto vreme, prinos malonil-apiina raste sa povećanjem vremena ekstrakcije, povećanjem temperature ekstrakcije, smanjenjem solvomodula i povećanjem koncentracije etanola. Vrednosti koeficijenta regresionih jednačina govore o stepenu uticaja svakog od faktora. Najveći uticaj ima vreme ekstrakcije, a zatim temperatura. Analizirajući jednačine vidi se, takođe, da postoje i uticaji međufaktora, ali su oni od manje važnosti. Najveći je uticaj solvomodula i temperature na ekstrakciju apiina, dok je uticaj solvomodula i vremena ekstrakcije bitan za ekstrakciju malonil-apiina.

Koeficijent determinacije, R² je korišćen kao prvi indikator pogodnosti primenjenog modela i njegova visoka vrednost u slučaju apiina i malonil-apiina (99,59 i 99,77%) ukazuje na to da primenjeni polinom predstavlja dobru aproksimaciju eksperimentalnih

rezultata. Vrednost koeficijenta varijacije, CV za apiin i malonil-apiin je bila 1,44 i 1,73%, što ukazuje na relativno male varijacije srednje vrednosti, i na dobru reproduktivnost rezultata (Menkity i sar., 2015).

Zaključak

Ekstrakcija apigenin-glikozida iz peršuna izvršena je konvencionalnom tehnikom – macercijom. Optimalni uslovi ekstrakcije apiina su: temperatura 50°C, vreme ekstrakcije 60 minuta, 50% etanol i solvomodul 20 ml/g, dok su za ekstrakciju malonil-apiina: temperatura 50°C, vreme ekstrakcije 60 minuta, 80% etanol i solvomodul 20 ml/g. Dobra saglasnost predviđenih i eksperimentalno dobijenih vrednosti, reproduktivnost, pouzdanost i tačnost linearnih modela potvrđeni su visokim vrednostima za koeficijente determinacije, R^2 i niskim vrednostima koeficijenta varijacije, CV.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta projekta "Funkcionalna analiza, stohastička analiza i primene" br. 174007 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja republike Srbije.

Literatura

- Meyer, H., Bolarinwa, A., Wolfram, G., Linseisen, J. (2006) Bioavailability of Apigenin from Apiin-Rich Parsley in Humans, *Annals of Nutrition & Metabolism*, 50, 167-172.
- Kitanović S., Milenović D., Veljković V.B. (2008). Empirical kinetic models for the resinoid extraction from aerial parts of St. John's wort (*Hypericum perforatum*L.). *Biochemical Engineering Journal*. 41: 1-11
- Menkity M.C., Agu C.M., Udeigwe T.K. (2015). Extraction of oil from *Terminalia catappa* L.: Process parameter impacts, kinetics, and thermodynamics. *Industrial Crops and Products*. 77: 713-723

OPTIMIZATION OF EXTRACTION PROCESS OF APIGENIN-GLYCOSIDES FROM PARSLEY

Sonja Janković¹, Milan Mitić¹, Pavle Mašković², Stefan Petrović¹

Abstract

The extraction of apigenin-glycosides from parsley (*Petroselinum crispum*, Mill.) using ethanol as a solvent was studied at different extraction conditions. A full factorial experiment 2^4 with replication was performed. The effects of four extraction factors, ethanol concentration (50 and 80%), liquid-solid ratio (20 and 30 ml/g, solvent volume per g of raw material), extraction temperature (30 and 50°C) and extraction time (5 and 60 min) such as their interaction were evaluated with analysis of variance and linear regression model. With the 95% confidence level, all four factors were effective on apigenin and malonyl-apigenin yield, the most important factor being the extraction time. The regression models have a good fit to the experimental data ($R^2 > 99\%$). The contents of apigenin-glycosides in extracts were determined using HPLC-DAD method.

Key words: optimization of extraction, parsley, apigenin-glycosides, 2^4 factorial experiment

¹University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Chemistry, Višegradska 33, 18000 Niš, Serbia (sonjajanković1991@gmail.com);

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia.

ODREĐIVANJE MINERALNOG SASTAVA PERŠUNA I RUZMARINA ICP-OES METODOM

Sonja Janković¹, Milan Mitić¹, Pavle Mašković², Snežana Mitić¹, Gordana Kocić³

Izvod: U ovom radu određen je mineralni sastav u listu peršuna i listu ruzmarina upotrebom ICP-OES metode. Za pripremanje uzorka korišćen je postupak mokre digestije. Sadržaj 21 metala u uzorcima peršuna i ruzmarina je potvrđen pri čemu je uočeno najveće prisustvo kalcijuma od makroelemenata i gvožđa u ruzmarinu, odnosno cinka u peršunu od mikroelemenata.

Ključne reči: mineralni sastav, peršun, ruzmarin, ICP-OES metoda

Uvod

Kulinarsko aromatično i začinsko bilje je veoma dobar izvor esencijalnih nutritijenata, gde spadaju vitamini, minerali, antioksidativna jedinjenja (Nour i sar., 2017). Začini su sušeni delovi biljaka i koriste se u određenom obliku radi postizanja kvalitetnije arome i poboljšanja hrane. Imaju i raznovrsne funkcije koje uključuju suzbijanje prenosa mikroorganizama hranom, smanjuju mogućnost trovanja hranom, imaju antioksidativnu funkciju i antimikrobno dejstvo.

Peršun (*Petroselinum crispum*) je aromatična biljka koja se koristi u kulinarstvu i u terapijske svrhe. Sveže i osušeno lišće, koren, plod i seme ove biljke se koristi u farmaceutskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji za proizvodnju začina, etarskih ulja i droga (Triani i sar., 2011). Upotrebljava se kao karminativ, diuretik, hipertenziv, hipotenziv, kao nutritivno sredstvo.

Ruzmarin (*Rosmarinus officinalis*) je žbunasta, višegodišnja biljka iz porodice usnatice (*Lamiaceae*). U cvetovima, listovima i grančicama sadrži eterična ulja, a njihov kvalitet zavisi od klime i od sunčanih položaja. Ruzmarin jača imunitet i poseduje sedativna, diuretska i antiseptička svojstva. Deluje i protivupalno, takođe ublažava i napade astme.

Mineralne materije čine posebnu grupu bitnih faktora ishrane. Organizam ih prima putem hrane. One održavaju hemijsku ravnotežu organizma, učestvuju u njegovoj izgradnji, kao i u mnogim drugim životnim funkcijama.

Određivanje sadržaja mineralnih materija je veoma važno kako bi se odredilo da li se njihova koncentracija nalazi u okviru propisanih vrednosti, tj. da li je kvalitet bilja zadovoljavajući, tako da ne utiče negativno na zdravlje ljudi koji ga konzumiraju.

¹Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Višegradska 33, Niš, Srbija (sonjajankovic1991@gmail.com);

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (pavlemaskovic@yahoo.com);

³Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, Dr Zorana Đinđića 81, Niš, Srbija.

Cilj ovog rada bio je određivanje mineralnih materija u listu peršuna i listu ruzmarina, pri čemu je korišćena optička emisijska spektrometrija sa induktivno spregnutom plazmom kao izvorom pobuđivanja (ICP-OES).

Materijal i metode rada

Biljni materijal. Za analizu su korišćeni list peršuna i list ruzmarina, koji su sušeni na sobnoj temperaturi i neposredno pre eksperimenta samleveni električnim blenderom.

Određivanje mineralnog sastava ICP-OES metodom. Biljni materijal (2g) je preliven sa 40 ml 65% HNO₃. Zatim je rastvor grejan na peščanom kupatilu sat vremena. Nakon toga dodat je 1 ml HClO₄ i HNO₃. Kada se rastvor prohladio, dodato je 40 ml dejonizovane vode i rastvor je proceđen kroz kvantitativni filter papir (plava traka) u normalni sud od 100ml. Rastvor je dopunjen dejonizovanom vodom do crte (Lamble i Hill, 1995; Fernandez-Caceres i sar., 2001). Za analizu je korišćen ICP-Optički emisijski spektrometar serije iCAP 6000, Thermo scientific, Kembriđž, Velika Britanija. Za analizu ekstrakata peršuna i ruzmarina, izabrani su sledeći parametri instrumenta: snaga radiofrekventnog (RF) generatora- 1150 w; brzina peristaltičke pumpe- 50 rpm; protok gasa za hlađenje- 12 l/min; protok raspršivačkog gasa- 0,7 l/min; pravac posmatranja plazme- aksijalni; vreme ispiranja- 30 s; broj merenja- 3.

Rezultati istraživanja i diskusija

Za određivanje sadržaja mineralnih materija u uzorcima peršuna i ruzmarina izabrane su po četiri talasne dužine sa najvećim relativnim intenzitetom emisije za svaki od njih. Konstruisane su kalibracione prave korišćenjem tri standarda, dva su pripremljena razblaživanjem referentnog multi standarda, koncentracije 2 ppm i 5 ppm, a treći standard je bila dejonizovana voda. Radna talasna dužina je izabrana na osnovu relativnog intenziteta emisije, standardne devijacije nagiba, standardne devijacije odsečka, korelacionog koeficijenta, interferencije na talasnim dužinama levo i desno od odabrane. U tabeli 1. predstavljene su odabrane talasne dužine za svaki element, koeficijent korelacije (R), limit detekcije (LD) i limit kvantifikacije (LQ).

Tabela 1. Parametri kalibracione prave za određivane elemente
Table 1. Parameters of calibration curve for the measured elements

Metal	λ (nm)	R	LD (mg kg ⁻¹)	LQ (mg kg ⁻¹)
Al	308,215	1	/	/
As	189,042	0,99962	/	/
B	249,773	0,99997	0,096	0,321
Ba	455,403	0,99939	0,014	0,045
Ca	393,366	0,99995	0,036	0,119
Cd	226,502	0,99971	/	/
Co	228,616	0,99973	/	/
Cr	267,716	0,99947	/	/
Cu	324,754	0,99984	0,123	0,411

Fe	259,940	0,99995	0,173	0,576
K	766,490	0,95496	12,249	40,913
Mg	279,553	0,99923	0,649	2,164
Mn	257,610	0,99954	0,067	0,223
Na	588,995	0,99992	0,169	0,566
Ni	221,647	0,99970	0,046	0,156
P	213,618	0,99942	0,328	1,096
Pb	220,353	0,99986	0,270	0,901
Se	196,090	0,99958	/	/
Si	251,611	0,99924	0,256	0,855
V	309,311	0,99987	0,052	0,172
Zn	213,856	0,99956	0,011	0,037

Mineralni sastav uzoraka peršuna i ruzmarina određen je ICP-OES metodom. Dobijen je sadržaj elemenata: Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, V i Zn. Svaki dobijeni rezultat predstavlja srednju vrednost dobijenu iz tri zasebna i nezavisna merenja i dat je u Tabeli 2 kao srednja vrednost \pm standardna devijacija.

Fosfor, kalcijum, kalijum i magnezijum su mineralni nutrijenti koje većina biljaka zahteva u velikim količinama i zbog toga se nazivaju makronutrijentima. Zbog toga, ne iznenađuje činjenica da su upravo oni nađeni u najvećim koncentracijama u ispitivanim uzorcima. Veliki sadržaj makroelemenata u peršunu i ruzmarinu ukazuju na veliku mobilnost makroelemenata, njihovu bioraspoloživost u zemljištu i dobru apsorpciju preko korenovog sistema. Sadržaj makroelemenata se, na osnovu dobijenih rezultata mogu rasporediti u sledeći opadajući niz za peršun $Ca > K > P > Mg$, odnosno, za ruzmarin $Ca > Mg > K > P$. Od ispitivanih makroelemenata u peršunu i ruzmarinu najzastupljeniji je Ca. Kalcijum je najzastupljeniji element i u ljudskom organizmu. Njegove soli direktno utiču na čvrstinu kostiju i zuba. Sadržaj K u peršunu i ruzmarinu je, takođe velik i iznosi 1365 i 1403 mg/kg. Kalijum je važan sastojak ćelija i telesnih tečnosti koji pomaže kontrolu rada srca i krvnog pritiska.

Natrijum je element koji se nalazi kako u najvećem broju namirnica, tako i vodi. Organizmu je potrebna mala količina natrijuma iz hrane za kontrolu krvnog pritiska i volumena krvi. Natrijum i kalijum su dva elementa koja su odgovorna za elektrolitičku ravnotežu u organizmu i za kontrolu krvnog pritiska i rada srca. Zbog toga je neophodan i važan balans između kalijuma i natrijuma (takozvana kalijum-natrijumova pumpa). Koeficijent odnosa Na i K (Na/K), izračunat na osnovu preporučenih dnevnih unosa je 0,3 (600 mg za Na i 2000 mg za K dnevno) (Reports of the Scientific Committee for Food, 1993). Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 2 može se videti da su vrednosti za Na/K koeficijente značajno male za naše uzorke zbog velike koncentracije K u njima (0,027 i 0,008).

Upoređujući sadržaj esencijalnih elemenata (Cu, Fe, Ni i Zn) u uzorcima peršuna i ruzmarina može se videti da je najveći sadržaj detektovan za Fe u uzorku ruzmarina, odnosno za Zn u uzorku peršuna. Cink je sastavni deo brojnih enzima. Nužan je za deobu ćelija što znači i za rast i obnovu tkiva. U našem slučaju bogatiji izvor cinka je ruzmarin. Muchemi i sar. (2015) su u ruzmarinu odredili cink u količini od 10,9 mg/kg, što je u skladu sa našim rezultatima. Neki autori smatraju i nikal mikronutrijentom, iako

kod ljudi nije uočen nedostatak nikla. Sadržaj Ni u uzorku peršuna iznosi 0,65 mg/kg dok u ruzmarinu nije detektovan.

Tabela 2. Sadržaj metala u ekstraktu peršuna i ruzmarina dat u obliku srednja vrednost ± standardna devijacija

Table 2. The content of the parsley and rosemary metal is given as the mean value ± standard deviation

Metal	Peršun		Ruzmarin	
	c _{sr} ± SD (mg kg ⁻¹)	RSD (%)	c _{sr} ± SD (mg kg ⁻¹)	RSD (%)
Al	n.d.	/	n.d.	/
As	n.d.	/	n.d.	/
B	3,38 ± 0,09	2,66	12,3 ± 0,34	2,76
Ba	4,67 ± 0,09	1,93	3,08 ± 0,03	0,97
Ca	2232 ± 69	3,09	3508 ± 87	2,48
Cd	n.d.	/	n.d.	/
Co	n.d.	/	n.d.	/
Cr	n.d.	/	n.d.	/
Cu	4,3 ± 0,2	4,65	10,3 ± 0,16	1,55
Fe	n.d.	/	34,02 ± 0,3	0,88
K	1365 ± 58	4,25	1403 ± 18	1,28
Mg	553 ± 27	4,88	1712 ± 46	2,68
Mn	10,1 ± 0,2	1,98	6,51 ± 0,08	1,22
Na	37 ± 1	2,70	11,3 ± 0,2	1,77
Ni	0,65 ± 0,01	1,54	n.d.	/
P	716 ± 12	1,67	998 ± 6,5	0,65
Pb	5,2 ± 0,1	1,92	8,65 ± 0,38	4,40
Se	n.d.	/	n.d.	/
Si	90,1 ± 3	3,33	65 ± 0,8	1,23
V	1,33 ± 0,01	0,75	3,04 ± 0,04	1,32
Zn	5,32 ± 0,08	1,50	23,7 ± 0,21	0,88

Za mineral bor tek se nedavno zna da je esencijalni element za ljude i životinje. Veći sadržaj bora određen je u ruzmarinu.

Neke elemente svrstavamo u neesencijalne i toksične sa štetnim uticajem na ekosistem i zdravlje ljudi (As, Cd, Pb). U ispitivanim uzorcima peršuna i ruzmarina Al, As i Cd nisu detektovani. Aluminijum je element za koga se nekada smatralo da nema nikakvu metaboličku funkciju, međutim on se danas svrstava u grupu neesencijalnih elemenata. Sadržaj olova je generalno bio viši u ruzmarinu i iznosio je 8,65 mg/kg. Dozvoljeni nivo za olovo prema Svetskoj zdravstvenoj organizaciji (World Health Organization, 2006) je 10 mg/kg. Koncentracije u ispitivanim uzorcima su ispod ove vrednosti.

Zaključak

U ovom radu određen je sadržaj 21 elemenata (Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, V i Zn.) u uzorcima peršuna i ruzmarina. Ispitivani uzorci su bogati izvori makroelemenata. U najvećoj koncentraciji nalazi se kalcijum u oba uzorka. Od esencijalnih mikroelemenata u najvećoj koncentraciji prisutno je gvožđe u ruzmarinu, dok je u peršunu prisutan cink. Al, As i Cd nisu detektovani. Koncentracija Pb u svim analiziranim uzorcima je u granicama dozvoljenih vrednosti.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta "Funkcionalna analiza, stohastička analiza i primene" br. 174007 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja republike Srbije.

Literatura

- Nour, V., Trandfir, I., Cosmulescu, S. (2017) Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Nutritional Quality of Different Culinary Aromatic Herb, *Not Bot Horti Agrobo*, 45, 179-184.
- Trian, I., Ban, X., Zong, B., He, J., et al (2011) In vitro and in vivo activity of essential oil from dill (*Anethum graveolens*) leaves, *J Food Process Technol*, 4, 1-5.
- Lamble K., Hill S.J., Determination of trace metals in tea using both microwave digestion at atmospheric pressure and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, *Analyst*, 120, (1995), 413-417.
- Fernandez-Caceres P.L., Martin M.J., Pablos F., Gustavo Gonzalez A., Differentiation of tea (*Camellia sinensis*) varieties and their geographical origin according to their metal content, *J. Agric. Food Chem.*, 49, (2001), 4775-4779.
- WHO, World Health Organization. (2006). *Who Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues*. Geneva, Switzerland.
- Cennet K., Derya K. (2012). Chemometric approach to evaluate trace metal concentrations in some species and herbs, *Food Chemistry*, 196-202.
- Reports of the Scientific Committee for Food, Nutrient and energy intakes for the European Community, Commission of the European Communities, Luxembourg, 1993.
- Muchemi G. N., Wanjau R. N., Murungi I. J., and Njue W. M., Assessment of essential trace elements in selected food grains, herbal spices and seeds commonly used in Kenya, *African Journal of Food Science*, 9(8), 441-447, 2015.

DETERMINATION OF MINERAL COMPOSITIONS OF PARSLEY AND ROSEMARY USING ICP-OES METHOD

Sonja Janković¹, Milan Mitić¹, Pavle Mašković², Snežana Mitić¹, Gordana Kocić³

Abstract

In this paper, the mineral composition in the parsley and rosemary was determined using the ICP-OES method. A wet digestion process was used for preparation of the samples. The content of 21 metals in parsley and rosemary samples was confirmed, with the largest presence of calcium of macroelements. The highest content of iron was found in rosemary, while the largest content of zinc was founded in persley of microelements.

Key words: mineral composition, parsley, rosemary, ICP OES method

¹University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Departman of Chemistry, Višegradska 33, 18000 Niš, Serbia (sonjajanković1991@gmail.com);

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia;

³University of Niš, Faculty of Medicine, Dr Zorana Đinđića 81, 18000 Niš, Serbia.

FITOREMEDIJACIJA ŽIVOTNE SREDINE

Vesna Đurović¹, Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Slavica Vesković²,
Slobodan Vlajić³, Milica Zelenika¹

Izvod: U radu se ukazuje na mogućnosti primene nižih i viših biljaka u prečišćavanju zagađenih zemljišta i voda. Sa ulaskom zagađujućih supstanci i patogenih mikroorganizama u biljke značajno se smanjuje zagađenost zemljišta, voda i mulja i na taj način onemogućava da isti, preko lanaca ishrane, dospeju u organizam životinja i čoveka.

Gljučne reči: biljka, voda, fitoremedijacija, zemljište.

Uvod

Bioremedijacija je vrlo važna oblast primene znanja iz oblasti hemije, biologije, mikrobiologije i biotehnologije, čiji je cilj prečišćavanje zagađenih ekosistema, uz primenu nebioloških, bioloških i hibridnih (kombinovanih) metoda i tehnologija remedijacije (Đukić i sar., 2015)

Za prečišćavanje zagađenih otpadnih voda u biološkim sprudovima i lagunama, na hidrobotaničkim parcelama i veštačkim tresetištima, biološkim prostirkama i platoima, na filtracionim poljima i poljima natapanja koriste se niže i više biljke (Đukić i sar., 2013).

Prečišćavanje i remedijacija zemljišta, zagađenog podzemlja i sedimenata dna pomoću biljaka naziva se fitoremedijacija (ponekad "zelena remedijacija"). Razlikuje se nekoliko varijanata fitoremedijacije (sl. 1): fitoekstrakcija, fitostabilizacija, fitodezaktivacija, fitodegradacija, fitotransformacija, fitoisparavanje, rizosferna bioremedijacija, uspostavljanje (stvaranje) biljnog pokrivača radi sprečavanja migracije zagađenja sa poligona čvrstog otpada, rizofiltracija, fitozaštitne barijere (Salt et al., 1998; Ensley, 2000; Prasad i Freitas, 2003; Gardea-Torresdey et al., 2005). Fitoremedijacija se odnosi i na metode prečišćavanja otpadnih voda, kao i na različite agrotehničke mere i fitomelioraciju, koje se posebno primenjuju u poljoprivredi za obnavljanje i održavanje plodnosti oranica (Chaney et al., 1997; Salt et al., 1998; Mandić i sar., 2001; Đukić i sar., 2013).

Do danas je prijavljeno preko 400 biljnih vrsta koje mogu da hiperakumuliraju zagađujuće supstance. Familije sa najviše predstavnika ovakvih biljaka su: Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Cunouniaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lamiaceae, Poaceae, Violaceae i Euphorbiaceae (Prasad i Freitas, 2003).

Većina ovih biljaka može uspešno da se koristi i u našim klimatskim uslovima. Kao najznačajnije izdvajaju se: trska (*Phragmites communis* Trin.), zuka (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla), rogoz (*Typha latifolia* L.), barska perunika (*Iris pseudoacorus* L.),

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (djurovicvesna@yahoo.com)

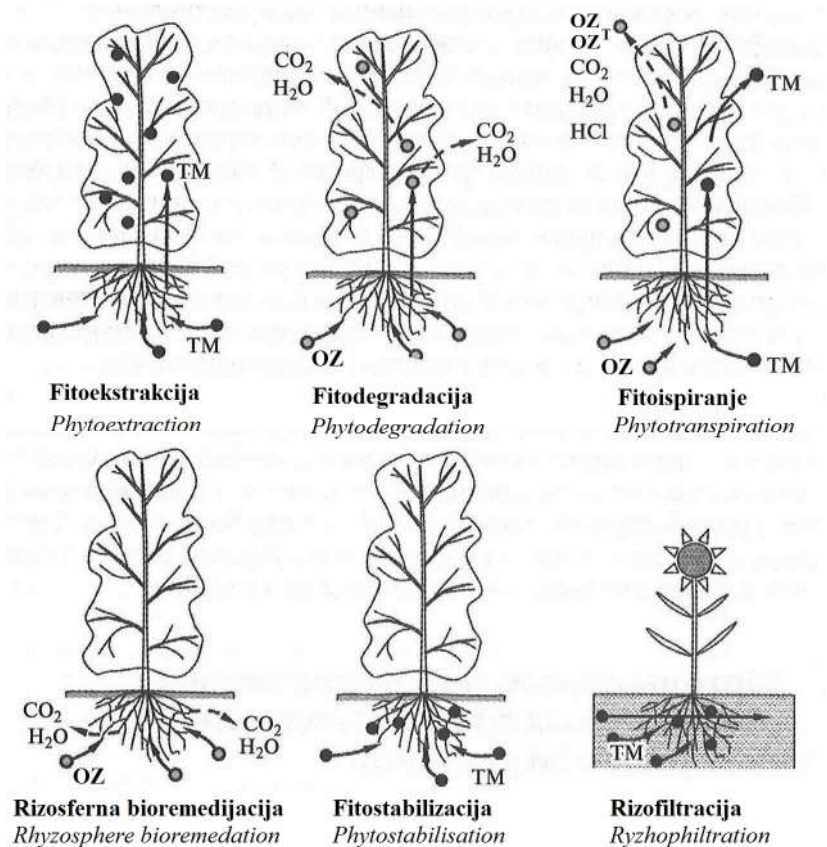
²Institut za tehnologiju i higijenu mesa, Kačanskog 13, 11040, Beograd, Srbija

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

sita (*Juncus effuses* L.), sočivica (*Lemna minor* L.), vodena metvica (*Mentha aquatica* L.) i vodena bokvica (*Alisma plantago – aquatica* L.).

Uklanjanje zagađujućih supstanci i patogenih mikroorganizama iz zemljišta i voda

U zemljišne i vodene ekosisteme, direktno ili indirektno dospevaju različite neorganske i organske zagađujuće supstance (tab. 1) i enterobakterije, posebno *E. coli* (tab. 2), odakle se dobrim delom uklanjaju pomoću viših biljaka i algi.



Sl. 1. Varijante fitoremedijacije: TM - teški metali, OZ - organska zagađenja, OZ^T - transformisana organska zagađenja

Picture 1. Phytoremediation variants: TM - heavy metals, OZ - organic pollutions, OZ^T - transformed organic pollutions

Tabela 1. Metode prečišćavanja zagađenih voda i zemljišta
uz primenu biljaka i algi
*Table 1. Methods of purification of polluted water and soil
with the use of plants and algae*

Metoda <i>Method</i>	Sredina <i>Environment</i>	Zagađenje <i>Pollution</i>
Biološki sprud (veštačko jezero) <i>Biology cay (artificial lake)</i>	Zagađena voda <i>Polluted water</i>	Različita organska zagađenja, biogeni elementi <i>Various organic pollutions, biogenic elements</i>
Hidrobotanički tereni, veštačke močvare, biološki platoi, biološke prostirke <i>Hydrobotanic fields, artificial wetlands, biological plateaus, biological mat</i>	Zagađena voda <i>Polluted water</i>	Različita organska zagađenja, metali, biogeni elementi, mineralne čestice, mineralni i glinoviti nanosi, glinoviti nanosi koji dospevaju sa površinskim otplavinama i pljuskovima <i>Various organic pollutions, metals, biogenic elements, mineral particles, minerals and clay deposits, clay deposits that reach with surface deposits and splashes</i>
Fitoekstrakcija <i>Phytoextraction</i>	Zemljište, mulj <i>Soil, sludge</i>	Metali, radionuklidi <i>Metals, radionuclides</i>
Fitodeaktivacija <i>Phytodeactivation</i>	Zemljište, mulj, zagađena voda <i>Soil, sludge, polluted water</i>	Radionuklidi <i>Radionuclides</i>
Fitotransformacija <i>Phytotransformation</i>	Zemljište, mulj <i>Soil, sludge</i>	Organski ksenobiotici, ponekad metali <i>Organic xenobiotics, sometimes metallic</i>
Fitodegradacija <i>Phytodegradation</i>	Zemljište, mulj <i>Soil, sludge</i>	Organski ksenobiotici <i>Organic xenobiotics</i>
Fitoisparavanje <i>Phytoevaporation</i>	Zemljište, izvučeni sedimenti mulja <i>Soil, sludge sediment</i>	Metali, organska zagađenja <i>Metals, Various organic pollutions</i>
Fitostabilizacija, kontrola erozivnih procesa <i>Phytostabilisation, control of erosive processes</i>	Zemljište <i>Soil</i>	Mineralne čestice, muljni nanosi, rastvorljiva organska i neorganska zagađenja koja dospevaju sa površi- nskimi otplavinama i pljuskovima, metali u zemljištima i iznesenom

		mulju, moguće je i korišćenje za detoksikaciju organskih zagađenja <i>Mineral particles, sludge deposits, soluble organic and inorganic contamination that occur with surface deposits and splashes, metals in soils and sludge, can also be used for detoxification of organic pollution</i>
Rizosferna bioremedijacija <i>Risosphere bioremediation</i>	Zemljište, sediment mulja <i>Soil, sludge sediment</i>	Nafta i njeni proizvodi, PAU, PHB, pesticidi, druga organska zagađenja <i>Oil and its products, PAU, PHB, pesticides, other organic pollutions</i>
Fitozaštitne barijere, fitogeohemijske barijere <i>Phytoprotective barriers, phytogeochemical barriers</i>	Površinske i podzemne vode <i>Surface and groundwater</i>	Metali, radionuklidi, ugljovodonici, TXE, VTEX-jedinjenja, nitrati, ozon <i>Metals, radionuclides, hydrocarbons, TXE, VTEX-compounds, nitrates, ozone</i>
Izolacioni biljni pokrivač <i>Isolation plant cover</i>	Zemljište, izneseni mulj, poligoni čvrstog komunalnog otpada i skladišta opasnog otpada <i>Land, sludge, polygons of solid municipal waste and hazardous waste storage</i>	Različita zagađenja, čvrsti otpad <i>Various pollutions, solid waste</i>
Polja za navodnjavanje <i>Irrigation fields</i>	Zagađena voda <i>Polluted water</i>	Različita organska zagađenja, biogeni elementi, teški metali <i>Various organic pollutions, biogenic elements, heavy metals</i>
Rizofiltracija <i>Riesophiltration</i>	Zagađena voda <i>Polluted water</i>	Metali, radionuklidi <i>Metals, radionuclides</i>
Desalinizacija zemljišta uz primenu halostabilnih biljaka <i>Soil desalination with application of halostable plants</i>	Zemljište <i>Soil</i>	Hloridi, sulfati, joni Na ⁺ <i>Chlorides, sulphates, ions Na⁺</i>
Agrotehničke mere, ozelenjavanje, fitomelioracija <i>Agrotechnical measures, greening, phytomelioration</i>	Zemljište <i>Soil</i>	Biološka rekultivacija zemljišta radi uspostavljanja njihove produktivnosti i vrednosti <i>Biological recultivation of soils in order to establish their productivity and value</i>

Enterobakterije, posebno crevni štapić, sposobni su da prodiru u biljke, čime se doprinosi samoočišćenju zagađene životne sredine (tab. 2.)

Tabela 2. Prodiranje *E. coli* u tkivo različitih biljaka i vreme njenog zadržavanja u njima (Jurjevič, 2007)

Table 2. Penetration of *E. coli* in various tissues of plants and the time of its holding in them (Jurjevič, 2007)

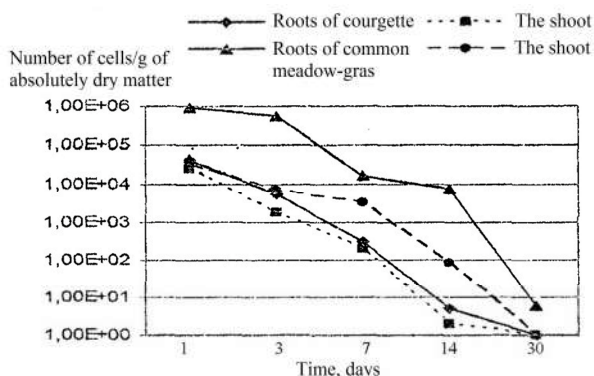
Biljka Plant	1 dan 1 day	3 dana 3 days	7 dana 7 days	14 dana 14 days	30 dana 30 days
Obična salata - <i>Ordinary salad</i>	+	+	+	+	-
Lepa kata - <i>Callistephus</i>	+	+	+	+	-
Neven - <i>Marigold</i>	-	-	-	-	-
Tikva - <i>Pumpkin</i>	+	+	+	+	-
Tikvica - <i>Courgette</i>	+	+	+	+	-
Krastavac - <i>Cucumber</i>	+	+	+	+	-
Kupus - <i>Cabbage</i>	+	-	-	-	-
Rotkvica - <i>Radish</i>	+	-	-	-	-
Repa - <i>Turnip</i>	-	-	-	-	-
Paradajz - <i>Tomato</i>	+	-	-	-	-
Pšenica - <i>Wheat</i>	+	+	+	+	-
Raž - <i>Rye</i>	+	+	+	+	-
Ovas - <i>Oats</i>	+	+	+	+	-
Ječam - <i>Barley</i>	+	+	+	-	-
Livadarka - <i>Common meadow-grass</i>	+	+	+	+	+

Crevni štapić je sposoban da prodire u tkivo biljaka različitih porodica, pri čemu se tokom izučavanja jedne porodice zapaža tendencija održavanja *E. coli* u biljnom tkivu u toku približno istog vremena. Tako, na primer, u svim ispitivanim biljkama iz porodice tikava (tikva, tikvica, krastavac) *E. coli* se održavala u toku 14 dana, kao i kod niza biljaka iz porodice trava (ovas, pšenica, raž). Međutim, kod biljaka ječma *E. coli* se održavala 7 dana, a u livadarki – 30 dana. U biljkama sa složenim cvetovima (obična salata, lepa kata) ćelije *E. coli* se održavaju 14 dana, ali su biljke nevena izuzetak – u njima nije otkriven crevni štapić. Poznato je da je neven farmaceutska biljka koja sadrži antimikrobne supstance različite prirode. Kod kupusa, rotkvice i paradajza *E. coli* se može naći samo prvog dana nakon inokulacije. Dokazano je (Sarwar et al., 1998; Koenraad et al., 2001) da kupusnjače sintetizuju čitav spektar baktericidnih materija. Može se pretpostaviti, da upravo prisustvo i koncentracija različitih materija, koje izlučuje biljka, služi kao faktor koji uslovljava sposobnost i dužinu kolonizacije biljnog tkiva sa različitim enterobakterijama, uključujući i crevni štapić.

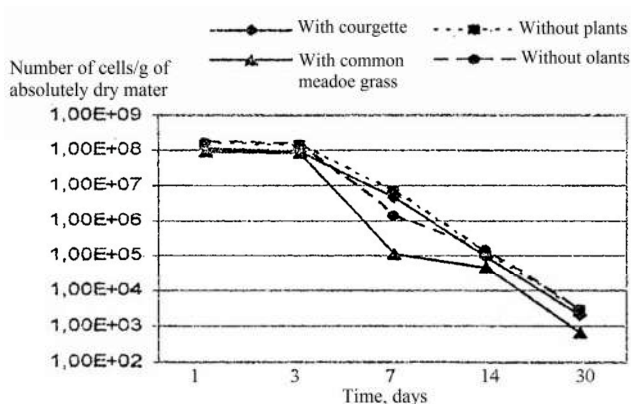
Na osnovu praćenja dinamike brojnosti introdukovane populacije *E. coli* u biljkama i zemljištu utvrđeno je da je crevni štapić sposoban da prodire iz zemljišta u unutrašnjost biljnih tkiva tikvice i livadarke i da u njima opstaje (30 dana kod livadarke; 14 dana kod tikvice) – sl. 2, 3. Ove bakterije prodire u korenove i nadzemni deo biljke, pri čemu je njihova brojnost u korenovima veća, nego u nadzemnom delu. Utvrđeno je da se brojnost *E. coli* unutar biljnog tkiva postepeno smanjuje za 3 - 4 puta. *E. coli* opstaje 30 dana kako u zemljištu sa biljkom, tako i u zemljištu bez biljke. Pri

tome je njena brojnost u varijanti sa biljkom manja, nego u varijanti bez biljke (Đukić i sar., 2008, 2009a,b; Đukić i sar., 2015).

Poznato je da se u naseljenim mestima, zbog povećane antropogene aktivnosti, menja karakter odvijanja mnogih bioloških procesa. Teški metali, pesticidi i proizvodi nafte su glavni zagađivači takvih mesta i oni bitno utiču na prirodu razvoja mikrobnih zajednica u takvim zemljištima (Stoganova, 1991; Marfenima, 1991; Mandić i sar., 2006; Mandić, Đukić, 2007; Mandić i sar., 2010). Zemljišta naseljenih mesta se istovremeno intenzivno zagađuju sanitarno-indikatorskim mikroorganizmima (Mišustin, Jemce., 1978; Pozdeev, 2001, Đukić i sar., 2011). U vezi s tim, nesumnjivu pažnju izaziva uticaj zagađenja zemljišta teškim metalima i proizvodima nafte na populaciju *E. coli* u sistemu zemljište – biljka.



Sl. 2. Dinamika brojnosti introdukovane populacije *E. coli* u biljkama livadarke i tikvice
 Picture 2. The dynamics of the number of introduced *E. coli* populations in plants of the common meadow-grass and courgette

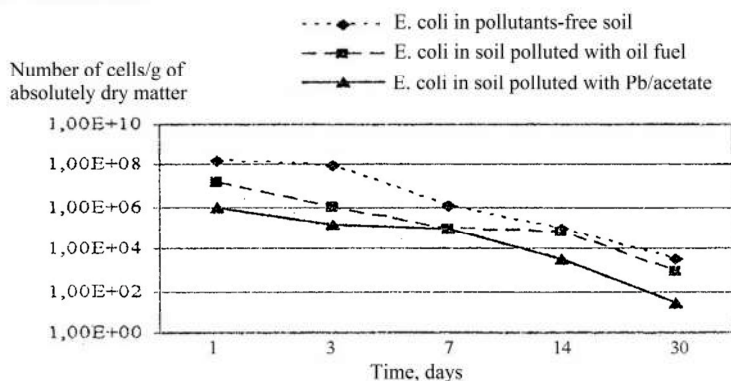


Sl. 3. Dinamika brojnosti introdukovane populacije *E. coli* u zemljištu sa i bez biljaka
 Picture 3. The dynamics of the number of introduced *E. coli* population in the soil with and without the plants

U toku ispitivanog perioda (30 dana) brojnost *E. coli* u zemljištu se smanjuje kako u kontrolnoj varijanti, tako i u zemljištu zagađenom mazutom i zemljištu zagađenom olovoacetatom (sl. 4; tab. 3). Brojnost *E. coli* u zagađenom zemljištu je nekoliko puta manja nego u varijanti bez unošenja polutanata, što se može objasniti toksičnim dejstvom proizvoda nafte (mazuta) i teškog metala (olova) na te bakterije. Crevni štapić prodire iz zemljišta u biljno tkivo, kako u kontrolnoj varijanti, tako i u varijantama zemljišta sa polutantima, i održava se u biljkama tokom 30 dana (sl. 5). Brojnost crevnog štapića u biljkama, isto kao i u zemljištu, se smanjivala, pri čemu je u varijantama sa zagađivačima u toku 1 – 14 dana posmatranja ona bila manja od kontrolne za 1 - 2 reda veličine. Tridesetog dana brojnost *E. coli* u kontrolnoj varijanti i u varijantama sa polutantima se izjednačava.

Istovremeno, zapaža se promena odnosa brojnosti introdukovane populacije *E. coli* u zemljištu u kojem su gajene biljke i unutar biljaka koje su rasle na tom zemljištu. U kontrolnoj varijanti procentualni odnos brojnosti crevnog štapića u biljkama i zemljištu povećavao se od 0,8% u prvom danu, do maksimalne vrednosti od 5% 14-og dana, a zatim se 30-og dana smanjio do 1%. U prisustvu zagađivača taj odnos se stalno povećava, dostižući maksimum 30-og dana (33% pri zagađenju mazutom i 50% pri zagađenju olovoacetatom).

Prema tome, može se zaključiti da je crevni štapić sposoban da prodire iz zemljišta u tkivo različitih porodica biljaka, kako iz klase di-, tako i monokotiledonih biljaka. *E. coli* ne prodire samo u koren, već kolonizuje i nadzemni deo biljke. Polutanti (mazut i olovoacetat) suzbijaju razvoj *E. coli* u zemljištu i biljkama, međutim pod uticajem mazuta i olovoacetata dolazi do preraspodele populacije crevnog štapića u sistemu zemljište – biljka.



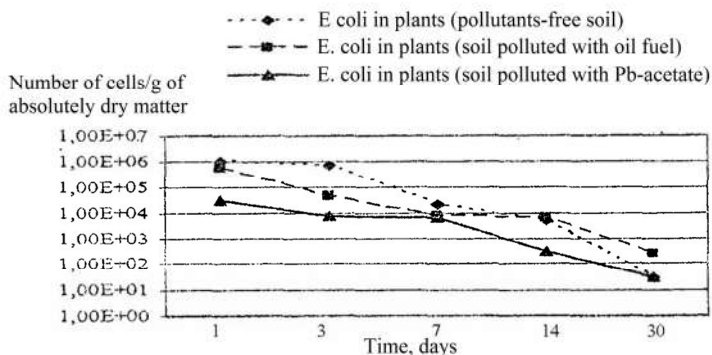
Sl. 4. Dinamika brojnosti introdukovane populacije *E. coli* u zemljištu u prisustvu polutanata

Picture 4. The dynamics of the number of introduced *E. coli* population in the soil in the presence of pollutants

Tabela 3. Dinamika introdukovane populacije *E. coli* u biljci i zemljištu zagađenom dizel-gorivom i olovom (Đukić i sar., 2009a)

Table 3. The dynamics of the introduced *E. coli* population in the plant and soil polluted by diesel fuel and lead (Đukić i sar., 2009a)

Vreme, dan Time, day	Varijanta Variant	Brojnost, ćel./g apsolutno suvog zemljišta Number, cells/g absolutely dry soil		
		Kontrola Control	Zagađenje dizel gorivom Diesel fuel pollution	Zagađenje olovom Lead pollution
2	Zemljište - Soil	$1,3 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^6$
	Biljka - Plant	$1,0 \cdot 10^6$	$5,7 \cdot 10^5$	$3,0 \cdot 10^4$
	Zemljište/biljka Soil/plant	130/1	22,8/1	53,3/1
5	Zemljište - Soil	$7,8 \cdot 10^7$	$8,3 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$
	Biljka - Plant	$6,4 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^4$	$6,9 \cdot 10^3$
	Zemljište/biljka Soil/plant	122/1	22,4/1	21,7/1
9	Zemljište - Soil	$1,1 \cdot 10^6$	$8,5 \cdot 10^4$	$8,6 \cdot 10^4$
	Biljka - Plant	$1,8 \cdot 10^4$	$7,0 \cdot 10^3$	$6,5 \cdot 10^3$
	Zemljište/biljka Soil/plant	61,1/1	12,1/1	13,2/1
15	Zemljište - Soil	$1,0 \cdot 10^5$	$6,5 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^3$
	Biljka - Plant	$4,5 \cdot 10^3$	$6,0 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$
	Zemljište/biljka Soil/plant	22,2/1	10,8/1	1,07/1
30	Zemljište - Soil	$2,8 \cdot 10^3$	$7,5 \cdot 10^2$	$0,2 \cdot 10^2$
	Biljka - Plant	$0,2 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$	$0,2 \cdot 10^2$
	Zemljište/biljka Soil/plant	140/1	3,75/1	1/1



Sl. 5. Dinamika brojnosti introdukovane populacije *E. coli* u biljkama u prisustvu polutanata

Picture 5. The dynamics of the number of introduced populations of *E. coli* in plants in the presence of pollutants

Zaključak

Niže i više biljke efikasno uklanjaju različite neorganske i organske zagađujuće supstance i patogene mikroorganizme iz zagađenih zemljišta, voda, mulja i drugih ekosistema. U tom pogledu koriste se specijalne vrste nižih i viših biljaka koje su hipeakumulatori teških metala, radionuklida i drugih potencijalnih i stvarnih ksenobiotika, kao i biljaka koje učestvuju u desalinizaciji zaslanjenih zemljišta i voda itd.

Prodirući u biljku, preko korena i lista, brojnost enterobakterija u zemljištu i vodi može se znatno smanjiti, mada je u tom pogledu posebno značajan mikrobicidni efekat čitavog spektra materija koje sintetizuju biljke.

Napomena: Istraživanja u ovom radu su deo projekta TR 31057 i TR 31092 koje finansira Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

- Chaney R.L., Malik M., Li Y.M. (1997). Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 8, No. 3, 279–284.
- Đukić D., Jemcev V.T., Đorđević S., Trifunović B., Mandić L., Pešaković M. (2013). Bioremedijacija zemljišta, Štamparija "Budućnost" DOO, Novi Sad, 207 str.
- Đukić D., Mandić L., Božarić L., Pešaković M., Stanojković A. (2011). Mikrobiološki indikatori sanitarnog stanja gradskog zemljišta. XVI savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 04.-05. Mart, Vol. 16, br. 18., 527-532.
- Đukić D., Mandić L., Đorđević S. (2015). Mikrobiološka i fitoremedijacija zagađenih zemljišta i voda. Agronomski fakultet u Čačku, 294 str.
- Đukić D., Mandić L., Marijana Pešaković, Božarić Lidija (2009b). Perzistencija salmonela u rizosfernom zemljištu i biljkama. XIV Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 27- 28. Mart. Zbornik radova, Vol. 14, br. 15, 27-30.
- Đukić D., Mandić L., Marijana Pešaković, Novosel P. (2009a). Kolonizacija biljaka sa *E.coli* u uslovima zagađenog zemljišta. XIV Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 27- 28. Mart. Zbornik radova, Vol. 14, br. 15, 23-26.
- Đukić D., Mandić L., Pešaković M. (2008). Listerije u biljkama – izvor inficiranja domaćih životinja i čoveka. XIII savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 28- 29. Mart. Zbornik radova, Vol. 13, br. 14, 61-64.
- Ensley B.D. (2000). Rational for use of phytoremediation. In: I., Raskin and B.D., Ensley, eds. *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean-up the environment*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 3-12.
- Gardea-Torresdey J.L., Peralta-Videa J.R., de la Rosa G., Parsons J.G. (2005). Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. *Coordination Chemistry Reviews* Vol. 249, No.17-18, 1797-1810.
- Koenraad F.M.J. Tierens, Bart P.H.J. Thomma, Margreet Brouwer, Jürgen Schmidt, Katherine Kistner, Andrea Porzel, Brigitte Mauch-Mani, Bruno P.A. Cammue, and Willem F. Broekaert (2001). Study of the Role of Antimicrobial Glucosinolate-Derived

- Isothiocyanates in Resistance of Arabidopsis to Microbial Pathogens. *Plant Physiol.* 125(4): 1688–1699.
- Mandić L., Djukić D., Govedarica M. (2001). The Effect of Mineral and Biological Nitrogen on Microbiological Traits of Smonitza and Maize Yield. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. VI, br. 12, 43-54.
- Mandić L., Djukić D., Stevović, V. (2005a). The number of microorganisms in the soil under different gras-legume mixtures. *Biotechnology in animal husbandry*, Vol 21, 5-6, 175-179.
- Mandić L., Đukić D., Pešaković M., Šekularac G. (2010). Microbiological indication of the presence of heavy metals in soil. 9th Alps-Adria Scientific Workshop, Špičak, Czech Republic, 12th – 17th, Novenytermeles, Vol. 59, 81-84
- Mandić L., Đukić D., Svetlana Kalinić, Marijana Pešaković (2006). Effect of Different Detergent Concentrations on the Soil Microorganisms Number. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. XI, 22, 69-74.
- Marfenina, O.E. (1991). Mikrobiologičeskie aspekti ohrani počv. Moskva, MGU, 120 s.
- Prasad, M.N.V., Freitas, H.M.O (2003). Metal hyperaccumulation in plants - Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Electronic Journal of Biotechnology* Vol. 6, No. 3, 225-321.
- Salt D.E., Smith R.D., and Raskin I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, Vol. 49, pp. 643–668.
- Salt, D.E.; Smith, R.D. and Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology*, Vol. 49, 643-668.
- Sarwar M., Kirkegaard J.A., Wong P.T.W., Desmarchelier J.M. (1998). Biofumigation potential of brassicas: III. In vitro toxicity of isothiocyanates to soil-borne fungal pathogens. *Plant Soil.* 201:103–112.
- Stogonova M.N. (1997). *Soil, City, Ecology*. Moscow. Phond Publishers. 320 pp.

PHYTOREMEDIATION OF ENVIRONMENT

*Vesna Đurović¹, Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Slavica Vesković²,
Slobodan Vlajić³, Milica Zelenika¹*

Abstract

The paper points to the potential use of lower and higher plants and remediation of contaminated soil and water. With the entry of contaminants and pathogenic microorganisms in plants contamination of soil, water and sludge is significantly reduced, and thus prevents that the same, via the food chain, reach the organism of animals and humans.

Key words: plant, water, phytoremediation, soil

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (djurovicvesna@yahoo.com)

²Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 11040, Beograd, Srbija

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

THE COPEPOD DIVERSITY (CRUSTACEA: COPEPODA) OF LUDAŠ LAKE IN VOJVODINA (SERBIA)

Vojislava Bursić,¹ Aleksandra Petrović¹, Marina Đukić², Nikola Puvača³, Dušan Marinković¹, Tijana Stojanović¹, Gorica Vuković²

Abstract: Zooplankton as well as other aquatic organisms prefer habitats which have stable and constant physical, chemical and biological features. During six months research period in the year 2017 four genera: *Cyclops*, *Acanthocyclops*, *Eucyclops* and *Eudiaptomus* were detected in the Ludaš lake with the dominant presence of *C. vicinus* and *A. robustus*. The abundance, species diversity and seasonal population dynamics of zooplankton represent very sensitive and accurate bioindicators of freshwater ecosystems conditions, such as water quality, eutrophication, pollution levels and presence of contaminants.

Key words: zooplankton, Ludaš lake, species diversity, bioindicators

Introduction

The presence of copepods (Crustacea: Copepoda) as the zooplankton is crucial in all aquatic ecosystems because of their important role in maintenance and enrichment of food chains. They represent a necessary link between the primary producers, primary and secondary consumers and decomposers, as they provide food for the predator species, especially amphibians and fish. Due to their fast and strong metabolic activity they recycle nutrients, and therefore feed on living material or detritus dissolving it. In aquaculture, copepods have a multiple role: food for small fish and amphibians, micropredators, fish parasites, intermediate hosts of certain parasites and as the hosts and vectors of human and animal diseases (Piasecki et al., 2004).

The species diversity, abundance and seasonal population dynamics of copepods are parameters which could very sensitive and accurate assess the conditions of all aquatic ecosystems, freshwater or marine. Copepods could be used as the bioindicators for water quality, eutrophication, pollution levels and presence of different contaminants. Copepods, as well as other aquatic organisms, prefer habitats which have stable and constant physical, chemical and biological features. Variations in one or more of these ecological factors could lead to stress or even death. Balakrishna et al. (2013) emphasize that zooplankton has been widely used in assessment of aquatic pollution, because of their sensitivity to small changes in the environment, short generation time and possible parthenogenesis.

The Ludaš lake is a Special Nature Reserve (SNR) in Vojvodina (the Northern Province of Serbia), which since 1977 proclaimed as a swamp area of the international

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia (petra@polj.uns.ac.rs)

²Institute of Public Health of Belgrade, Bulevar Despota Stefana 54a, 11000 Belgrade, Serbia

³Faculty of Economics and Engineering Management, University Business Academy, Cvečarska 2, 21000 Novi Sad.

significance by the Ramsar Convention. This natural aeolian lake is shallow, with average depth of 1 m and maximum measured depth of 2.5 m. The Ludaš lake lies on a sandy terrain, located between the Danube and the Tisza River.

According to Rudić et al. (2015), the Ludaš lake is a center of a biological diversity, with numerous rare, endemic and relict species. Based on the different degrees of protection, the lake is divided into three zones, in some of which human activity is strictly limited. The northeastern part of the lake is strictly protected and the access is allowed only for scientific research. The second zone is for vacations and sport fishing. The third zone serves for recreation purpose with the rural tourism development as the future goal.

Data on copepod diversity of Ludaš lake, as in the other small freshwater bodies in Serbia, are rare or old. This study was aimed in obtaining the preliminary results of present copepod species.

Material and methods

In order to gain the insight into the present copepod species in the Ludaš lake, the water was sampled monthly from June till December in 2017, at three localities: northern, middle and the southern part of the lake. The copepod species diversity and abundance was determined using plankton nets (diameter 15 cm, length 60 cm, mesh 80 μm). The net was towed obliquely in subsurface, at the average depth of 30 cm, by an investigator on the motorboat, at the lowest speed for 3 minutes. The lack of different depth samples has not been considered as a procedural error for the data comparison, as the water was shallow and the water layers were mixing constantly (Simões et al., 2015). In order to obtain precise data, the samplings were conducted in the morning hours to avoid bias, as zooplankton demonstrate characteristic vertical migrations (descending to the bottom during the day) (Simões et al., 2015).

After the examination of total zooplankton sample under a binocular microscope (maximum magnification 160x), in order to identify all the present taxa, one-fourth of each sample was observed in detail. The collected specimens were fixed in 4% formaldehyde buffered with calcium carbonate. The copepod species were identified based on adult's morphological characters (especially P5 in adult specimens) according to Dussart (1969), Dussart and Defeye (2006) and Haney et al. (2013).

Results and discussion

During six months research period 231 adult specimens of five copepod species from two order were collected (Table 1). The most abundant were *Cyclops* and *Acanthocyclops* genera from order Cyclopoida, and *Eudiaptomus* from Calanoida. The same species diversity in Ludaš lake was found by Ratajac (1978), but with slightly different abundance. Comparing to our study where high number of *E. gracilis* was noticed, Ratajac (1978) detected this species in a very small number and sporadically at all three observed localities.

All five species were present only at the north, by the law protected part of the lake. The middle part of the Ludaš lake was the poorest with species, and only *C. vicinus* and

E. gracilis were detected. Although *E. gracilis* specimens were the most numerous (161), *C. vicinus* was more frequently present through the research period at north and south part of the lake (Table 2).

Table 1. The copepod species found in the Ludaš lake

Species	Genus	Familia	Ordo
<i>Cyclops vicinus</i> Ulyanin, 1875	<i>Cyclops</i> Müller O.F., 1785	Cyclopidae	Cyclopoida
<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars G.O., 1863)	<i>Acanthocyclops</i> Kiefer, 1927		
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)			
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	<i>Eucyclops</i> Claus, 1893		
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars G.O., 1863)	<i>Eudiaptomus</i> Kiefer, 1932	Diaptomidae	Calanoida

Table 2. The total number of collected adult copepods in the Ludaš lake

Species	CV			AR			AV			ES			EG		
	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S
Month															
June	8	1	6	6	0	4	2	0	2	1	0	0	0	0	0
July	0	0	11	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0
August	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
September	4	0	0	6	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	32
October	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	57	11	15
November	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
December	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5

CV – *C. vicinus*; AR – *A. robustus*; AV – *A. vernalis*; ES – *E. serrulatus*; EG – *E. gracilis*
N – north, M – middle, S – south part of the Ludaš lake

Copepods have a complex life cycle: six naupliar stages, five copepodid stages and an adult stage. Therefore, the diapause in copepods life cycle can occur through the production of resting eggs or due to an interruption of the development, usually within an advanced copepodid stage (Seebens et al., 2009). The low number or absence of the observed copepod species during summer months could be explained by the diapause.

There are several reasons for copepods to initiate or terminate the diapause, which occurs in the sediment at the lake bottom, such as: temperature, photoperiod, density, predator kairomones, food quality etc. According to Seebens et al. (2009), high predation pressure during summer and the dependency of herbivorous nauplii on a high food availability, could also be the ultimate cause for the summer diapause of *C. vicinus*. The time of diapause initiation could be controlled by photoperiod.

Copepods are distinguished by their vertical migrations, which could be ontogenetic, seasonal or diel vertical migrations (Ratajac, 1978). According to the same author, ontogenetic migrations are caused by metamorphosis of certain life stages. The seasonal migrations are determined by the water regime and period of the year, especially by the seasonal changes of water temperatures, saturated oxygen, pH, available food sources and predation. According to Ratajac (1978), in shallow lakes copepods are susceptible to diel vertical migrations, migrating from the water surface to the bottom depending on numerous factors.

The low number of collected specimens and species in the middle part of the Ludaš lake could be explained by the pesticide contamination. This part of lake is surrounded by numerous agricultural fields and orchards (Figure 1).



Figure 1. Ludaš lake surrounded by arable land

According to Mezei et al. (2017), 16 pesticides were found in water sampled from Ludaš lake and 8 of them were detected at levels exceeding maximum allowable concentrations according to the Decision 495/2015/EC and Directive 2008/105/EC. Zooplankton are one of the most sensitive animal groups to the toxic effects of the chemicals (Hanazato, 2001), although Braginskii et al. (1979) have concluded that depending on concentration, the pesticides may either suppress or stimulate the plankton organisms. Nevertheless, regarding the copepods, pesticides almost always lead to their elimination in freshwater biocenoses. Day (1990) stated that zooplankton accumulate persistent lipophilic chemicals, particularly the organochlorine pesticides to concentrations greater than those found in their environment, and therefore contribute

the pesticide residues increase and maintenance in the higher trophic levels. Although Hansen and Jeppesen (1992) stated that cyclopoid copepods are well adapted to their environment if herbivorous stages coincide with peak availability of food and coordinate their life cycle in manner to avoid competition and predators, obviously they cannot compete with the anthropogenic influence.

Conclusion

During the research period 231 adult specimens of five copepod species from two order were sampled. The most abundant were *Cyclops* and *Acanthocyclops* genera from order Cyclopoida, and *Eudiaptomus* from Calanoida. The species diversity and abundance of copepod species are correlated with the numerous abiotic and biotic factors. However, according to the obtained results, the burning issue is the anthropogenic influence on copepod status in the Ludaš lake, due to inadequate and excessive pesticide application in surrounding area. The human irresponsible behaviour and neglect could have devastating effect on the biodiversity of protected areas.

Acknowledgment

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia, Projects Ref. III43005 and TR31084.

References

- Balakrishna D., Mahesh T., Samatha D., Ravinder R.T. (2013). Zooplankton Diversity Indices of Dharmasagar Lake, Warangal District (A.P.). *International Journal of Research in Biological Sciences*, 3(3), 109-111.
- Braginskii L.P., Breskaravainaya V.D., Shcherban' E.P. (1979). Reaction of freshwater phyto- and zooplankton to pesticides. *Biol Bull Acad Sci USSR*. 6/4, 487-493.
- Day K.E. (1990). Pesticide residues in Freshwater and Marine Zooplankton: A Review. *Environmental Pollution*, 67, 205-222.
- Dussart B., Defaye D. (2006). *World Directory of Crustacea Copepoda of Inland Waters: II – Cyclopiformes*. Backhuys Publishers BV, Leiden, The Netherlands
- Dussart B.H. (1969). *Les Copépodes des Eaux Continentales d'Europe Occidentale. Tome II: Cyclopoïdes et Biologie*. N. Boubée and Cie., Paris.
- Hanazato T. (2001). Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective. *Environmental Pollution*, 112, 1-10.
- Haney J.F. et al. (2013) *An Image-Based Key to the Zooplankton of North America*" version 5.0. University of New Hampshire Center for Freshwater Biology, available at www.cfb.unh.edu
- Hansen A-M., Jeppesen E. (1992). Life cycle of *Cyclops vicinus* in relation to food availability, predation, diapause and temperature. *Journal of Plankton Research*, 14(4), 591-605.

- Mezei M., Bursić V., Vuković G., Grabić J., Zeremski T., Gvozdenac S., Petrović A. (2017). The effects of agriculture on water quality of SNR "Ludaš lake". *Proceedings of the XXI Eco Conference*, Novi Sad, 27-29 September, 73-80.
- Piasecki W., Goodwin A.E., Eiras J.C., Nowak B.F. (2004). Importance of Copepoda in Freshwater Aquaculture. *Zoological Studies*, 43(2), 193-205.
- Ratajac R. (1978). *Seasonal dynamics and distribution of copepods in some Vojvodina waters*. PhD thesis, University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Novi Sad.
- Rudić Ž., Vujović B., Božić M., Raičević V. (2015). Lake Ludaš special nature reserve – bacteriological point of view. *Proceedings of the VII International Conference „Water and Fish”*, Belgrade, Serbia 10-12 June, 451-456.
- Seebens H., Einsle U., Straile D. (2009). Copepod life cycle adaptations and success in response to phytoplankton spring bloom phenology. *Global Change Biology*, 15(6), 1394-1404.
- Simões N.R., Nunes A.H., Dias J.D., Lansac-Tôha F.A., Velho L.F. M., Bonecker C.C. (2015). Impact of reservoirs on zooplankton diversity and implications for the conservation of natural aquatic environments. *Hydrobiologia*, 758(1), 3-17.

OCCURRENCE OF PESTICIDE RESIDUES IN ROW MATERIALS AND JUICES FROM ORGANIC PRODUCTION

Vojislava Bursić¹, Gorica Vuković², Dušan Marinković¹, Tijana Stojanović¹, Rada Đurović-Pejčev³, Sonja Gvozdenac⁴, Aleksandra Petrović¹

Abstract: The biggest problem for organic food producers is the control of diseases, pests and weeds due to the ban on the pesticides usage. The aim of this study is to detect potential pesticide residues in fruits and vegetables as feedstock from the organic production, as well as produced juices. The LC-MS/MS method was used for the pesticide residue determination in pear, carrot and blueberry as feedstock from the organic production, as well as produced juices. The carrot and blueberry were with pesticide residues under the MRL of 0.01 mgkg⁻¹. The pesticide residues which were found in the pear and pear juice indicate that these samples cannot be considered as organic. The source of detected pesticide residues might have been from the previous water or soil contamination, through pesticide spray drift from neighboring farms, or through contact with non-organic produce after harvest.

Key words: organic products, pesticide residues, LC-MS/MS

Introduction

Organic farming can be a viable alternative production method for farmers, but there are still many challenges, especially in Serbia. According to the definition, organic production is a holistic system of food management and production based on the ecological practice, the rich biodiversity, the conservation of natural resources and the application of high standards of animal welfare with the use of natural substances and methods (Off. gazette RS, 30/2010). The aim of the organic agriculture is to improve the health and productivity of mutually dependent communities, the life of land, plants, animals and humans. This type of production is based on the principles of health, ecology, justice, care and responsibility (Špirović Trifunović et al., 2015). The basic advantages of organic agriculture are based on reducing all forms of pollution, using natural resources in a sustainable way, preserving agroecosystems, maintaining and preserving fertility of the soil and preserving indigenous species and varieties (Bošković, 2016). Furthermore, it is very important to establish a complete process of plant and animal production.

The biggest problem for organic food producers is the control of diseases, pests and weeds due to the ban on the pesticides usage, which is usual in conventional production. Pesticides for plant protection are not used in organic production, although certain contamination could be caused by agrochemical degradation through soil, water, or

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia, bursicv@polj.uns.ac.rs

²Institute of Public Health, Bulevar despota Stefana 54a, Belgrade, Serbia

³Institute of Pesticides and Environmental Protection Belgrade, Serbia

⁴Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Serbia

during pest control treatment of adjacent surfaces (Benbrook and Baker, 2014). Widespread use of synthetic pesticides by the majority of agricultural producers creates in the food chain a substantial risk of the environment contamination which is not under the control of the organic producer (Plagge, 2018).

The aim of this study is to present the results of pesticide residues analyses from fruits and vegetables as feedstock from the organic production, as well as produced juices. The obtained results will indicate whether there are pesticide residues in organic produced agricultural products and whether they are health-safe products.

Material and methods

Chemicals and apparatus. All used solvents were of chromatography grade and were obtained from J.T. Baker (Netherlands). The certified pesticide analytical standards (99.0 %) were purchased from Dr. Ehrenstorfer (Augsburg, Germany) and the internal standard carbofuran–D3 was purchased from Sigma Aldrich (CAS Number 1007459-98-4). The pesticide stock standard solutions were in the concentration of 1 mg mL⁻¹, while the working standard has the final mass concentration of 1 µg mL⁻¹ in acetonitrile. Magnesium sulfate, disodium hydrogen citrate, sesquihydrate, trisodium citrate dihydrate, sodium chloride and formic acid, primary secondary amines and graphitized black carbon (GBC) were purchased from Fisher Scientific UK (Loughborough, UK). For LC analysis, an Agilent 1200 (Agilent Technologies, USA) HPLC system with a binary pump was used, equipped with a reversed-phase C18 analytical column of 50×4.6 mm and 1.8 µm particle size (Zorbax Eclipse XDB-C18, Agilent). The mobile phase was methanol (solvent A) and Milli-Q water (solvent B), both containing 0.1% formic acid in gradient mode, with the flow rate of 0.4 mL per min. The elution program was started with 90% B and held 2 min. It was linearly decreased to 20% B in 15 min, 10% B in 20 min, 5% B in 25 min and it held constantly for 3 min. The stop time was 28 min with the post run of 5 min. The injection volume was 5 µL. For the mass spectrometric analysis, an Agilent 6410 Triple-Quad LC/MS system was applied. Agilent MassHunter B.06.00 software was used for the data acquisition and processing. The analysis was performed in the positive ion modes. The ESI source values were as follows: drying gas (nitrogen) temperature 350 °C, drying gas flow rate 10 L per min, nebulizer pressure 40 psi and capillary voltage 3500 V. The detection was performed using the multiple reactions monitoring mode (MRM).

Validation parameters. The analytical method based on a simple QuEChERS solvent-based extraction was validated according to SANTE/11813/2017.

The LOD was estimated from the chromatogram of the lowest level of calibration using the Agilent MassHunter software (Agilent Technologies, B.06.00) for those concentrations that provide a signal to noise ratio of 3:1. The LOQ was defined as the lowest validated spike level which meets the requirements of a recovery within the range of 70–120% and a RSD≤20%. The LOQ was determined at 0.001 mg kg⁻¹ in

consideration of MRL (0.01 mg kg⁻¹). Recovery studies were done at two spiking levels (0.001 and 0.01 mg kg⁻¹). The method precision is expressed as the repeatability (RSD%) based on recovery obtained values.

Sample preparation. The sampling of raw materials (carrots, blueberry and pears) was carried out in accordance with the Rule book on methods of food sampling and testing in order to determine the residues of plant protection products (Off. gazette RS 110/2012). The vegetables were grown in the open area. The samples were marked on the spot, placed in polyethylene bags and immediately transported to the laboratory. The samples were marked as followed: carrot (1), carrot juice (2), blueberry (3), blueberry juice (4), pear (5) and pear juice (6). Each sample was homogenized at the laboratory and stored at a temperature of -18°C until the analysis (SANTE/118135/2017). Juice samples from raw materials were obtained from the manufacturers after the extraction.

The pesticides were extracted from samples using an extraction procedure based on the QuEChERS methodology. For the extraction the 10 g of fine homogenized sample was mixed with 100 µL of IS solution (10 µg mL⁻¹) and 10 mL of MeCN. After extracting on vortex mixer for 1 min, 6.0 g of magnesium sulfate anhydrous, 1.5 g of sodium chloride, 1.5 g of trisodium citrate dihydrate and 0.75 g of disodium hydrogencitrate sesquihydrate were added and the mixture was shaken vigorously for 1 min and after that centrifuged for 5 min at 4000 rpm. After the centrifugation, 6 mL of supernatant was transferred into a clean-up tube containing 900 mg of MgSO₄, 150 mg of PSA and 150 mg of GBC. After the centrifugation for 5 min at 4000 rpm, 5 µL of supernatant was injected into LC-MS/MS.

Results and discussion

The summary of MRM transitions and LC-MS/MS operating parameters selected for the analysis of pesticides and carbofuran–D3, as internal standard, in ESI positive mode are presented in Table 1 (part of all investigated pesticides).

Tabela 1. MRM tranzicije analiziranih pesticida
Table 1. MRM transitions of investigated analytes

Pesticide	Formula	M (g/mol)	Precursor ion m/z	Product ion m/z	Frag (V)	CE (V)	Rt (min)
Acetamiprid	C ₁₀ H ₁₁ ClN ₄	223	223	→ 125.8	120	10	11.61
			223	→ 55.7	120	10	
Azoxystrobin	C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅	403	404.1	→ 372	100	9	16.29
			404.1	→ 344.1	100	25	
Boscalid	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	343.2	343	→ 307	120	20	16.73
			343	→ 140	120	25	
Cyflufenamid	CH ₂₀ H ₁₇ F ₅ N ₂ O ₂	412.36	413.1	→ 295	120	25	18.21
			413.1	→ 241	100	20	
Piperonyl-butoxide	C ₁₉ H ₃₀ O ₅	338.44	356.2	→ 177.1	100	15	19.62
			356.2	→ 119	100	10	

Difenoconazole	C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₃	405	406.1 → 251 406.1 → 337	130 130	25 20	18.52
Epoxiconazole	C ₁₇ H ₁₃ ClFN ₃ O	329.8	330 → 121 330 → 101	100 120	10 5	17.51
Fenoxycarb	C ₁₇ H ₁₉ NO ₄	301.3	302.2 → 88.1 302.2 → 116.2	100 80	25 25	17.73
Chlorpyrifos	C ₉ H ₁₁ Cl ₃ NO ₃ PS	350.6	350 → 198 350 → 96.9	80 80	20 15	19.85
Chlorpyrifosmet hyl	C ₇ H ₇ Cl ₃ NO ₃ PS	322.5	324 → 125.1 324 → 125.1	100 120	20 20	18.89
Clothianidin	C ₆ H ₈ ClN ₅ O ₂ S	249.7	224.2 → 109.1 224.2 → 167.1	100 100	10 5	10.98
Carbendazim	C ₉ H ₉ N ₃ O ₂	191	192.1 → 132 192.1 → 160.1	104 104	34 18	8.66
Mandipropamid	C ₂₃ H ₂₂ ClNO ₄	411.9	412.1 → 356 412.1 → 328	100 105	10 20	16.81
Carbaryl	C ₁₂ H ₁₁ NO ₂	201.2	201.1 → 145 201.1 → 127	100 100	20 20	14.78
Methomyl	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S	162.2	162 → 88.1 162 → 106	120 120	29 20	8.93
Methiocarb	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂ S	225.3	225.1 → 169.2 225.1 → 121.1	80 80	5 15	17.01
Imidacloprid	C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂	255.7	256 → 208.7 256 → 174.6	130 130	21 50	10.77
Pencycuron	C ₁₉ H ₂₁ ClN ₂ O	328.8	328.1 → 203 328.1 → 150	80 80	9 25	18.47
Malathion	C ₁₀ H ₁₉ O ₆ PS ₂	330	331 → 127 331.1 → 99	90 90	5 21	16.95
Metalaxyl	C ₁₅ H ₂₁ NO ₄	279	280.1 → 220.1 280.1 → 192.1	90 90	9 13	15.68
Pyraclostrobin	C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ O ₄	387	388.1 → 194 388.1 → 163	100 110	10 10	18.23
Pyrimethanil	C ₁₂ H ₁₃ N ₃	199.3	199 → 127.1 199 → 185.1	100 110	10 10	15.48
Thiacloprid	C ₁₀ H ₉ ClN ₄ S	252.7	252.5 → 170 252.5 → 125	100 100	25 25	12.43
Thiamethoxam	C ₈ H ₁₀ ClN ₅ O ₃ S	291.7	292 → 211 292 → 118	150 150	10 10	9.41
Thiodicarb	C ₁₀ H ₁₈ N ₄ O ₄ S ₃	354.5	354.2 → 145.1 354.2 → 1.7	60 60	10 5	14.99

The previously developed LC-MS/MS method underwent a preliminary validation. The procedure exhibited an excellent linearity ($R^2=0.99$) of all investigated pesticides.

The accuracy and precision were determined via recovery experiments, spiking blank samples (carrot, pear and blueberry) at 0.001 and 0.01 mg/kg, at three replicates per level. The obtained recoveries varied from 69.7% to 109.1% with the RSD<20%. LOQ is experimentally set and confirmed at 0.001 mg kg⁻¹. These values are suitable for monitoring pesticides in organic products.

Tabela 2. Detekcije pesticida (mg kg⁻¹)
 Table 2. Pesticide detections (mg kg⁻¹)

Sample	Fluopyram	Difenoconazole	Metalaxyl	Pyrimethanil	Azoxystrobin	Boscalid	Cyprodinil
Carrot	0.010	0.010	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Carrot juice	0.006	0.006	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Blueberry	0.007	0.006	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Blueberry juice	<LOQ	<LOQ	0.005	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Pear	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0.025	0.020	0.008	0.024
Pear juice	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0.011	0.008	<LOQ	0.010

Regulation (EC Reg. EC 178/2002) recommends the pesticide residues level of 0.01 mg kg⁻¹ in organic products. It is also very important to know that in all organic products, up to two pesticide residues can be detected in order to be considered as organic products (Regulation EC 178/2002; Veprikova et al., 2014).

In the carrot samples and carrot juice, fluopyram and difenoconazole residues were detected in the allowed values. Moreover, fluopyram and difenoconazole were detected in the blueberry samples also, though metalaxyl was found in the blueberry juice. These results indicate that other blueberries are used to make the blueberry juice and not the sampled ones (Table 2).

The residues of pyrimethanil, azoxystrobin, boscalid and cyprodinil were found in the pear samples, and pyrimethanil, azoxystrobin and cyprodinil in the pear juice. Since this has been the case of multiple pesticide residues detection with the concentrations above MAC, these samples cannot be classified as organic products (ES 178/2002). According to the regulations, measurement uncertainty of 50% (DG SANTE/11813/2017, paragraph E10) could be considered, after which the agreed values with the Regulation will be obtained, except for the values of pyrimethanil and cyprodinil, which, even in this way corrected, would be above MRL (IFOAM EU GROUP Guideline for Pesticide Residue Contamination for International Trade in Organic Version, 2012).

Plagge (2018) emphasized that the pesticide detections in the organic products could induce a suspicion and trigger an investigation at the inspection body, but do not automatically prove a violation of the organic production standards. Therefore, proving that a product is free from any detectable contamination is not sufficient to certify it as an organic.

Conclusion

The obtained results of the analysis of carrots, blueberries and pears, as well as juices of these raw materials, indicate the needs for constant control. Pesticides are used on the vast majority of the agricultural land, but only 6.7% of that land is managed organically. The presence of pesticide residues in products should not be associated with the use of pesticides but with contaminated environment. The source of detected pesticide residues might have been from the previous water or soil contamination, through pesticide spray drift from neighboring farms, or through contact with non-organic produce after harvest. Raising awareness on the benefits of organic agricultural products and on the necessity of environmental protection should be done.

Acknowledgment

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia, Project Ref. TR31038.

References

- Bošković D. (2016). Kontrola i sertifikacija organske poljoprivredne proizvodnje, Novi Sad.
- Benbrook C., Baker B. (2014). [Perspective on Dietary Risk Assessment of Pesticide Residues in Organic Food](#), Sustainability, 6, (6), 1-19
- IFOAM EU Group Guideline for Pesticide Residue Contamination for International Trade in Organic Version August 3, 2011, updated March 12, 2012.
- Off. gazette RS 110/2012. Pravilnik o metodama uzorkovanja i ispitivanja hrane radi utvrđivanja ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani. (The Rule book on methods of food sampling and testing in order to determine the residues of plant protection products).
- Off. gazette RS 30/2010. Zakon o organskoj proizvodnji.
- Plagge J. (2018). Dealing with pesticide residues in organic as a process based quality and sustainability schema, EPRW, 40-42.
- Regulation (EC) No 178/2002. General principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety.
- SANTE/11813/2017: Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed.
- Špirović-Trifunović B., Bursić V., Vuković G., Meseldžija M., Baličević R., Gvozdenac S., Petrović A. (2015). Occurrence of pesticide residues in organic farming, XIX International Eco-Conference „Environmental protection of urban and suburban settlements, 23-25.09.2015, Proceedings, 283-288.
- Veprikova Z., Dzuman Z., Zachariasova M., Hajslova J. (2014). Occurrence of mycotoxins and pesticides in products from organic farming, 8th Conference of the World Mycotoxin Forum, Vienna, Austria, Abstracts book, 94 – 95.

IN MEMORIAM



Nikola Bokan Profesor Agronomskog fakulteta (1963 - 2019)

Ne možemo da verujemo da te više nema među nama dragi naš Nikola. Samo dan pre pričali smo baš o ovom Savetovanju u čiji si organizacioni odbor bio imenovan. Samo dan pre iznosio si nove ideje kako bi ovo dvadesetčetvrto Savetovanje bilo što bolje organizovano. Samo dan pre pričali smo o našem Agronomskom fakultetu na kome si počeo da radiš 1990. godine, na kom si studirao, koji si mnogo voleo i koji si dostojanstveno prezentovao, kako preko brojnih radova i knjiga koje si temeljno i kvalitetno pisao jedinstvenim originalnim stilom, tako i tamo gde si se lično pojavio, bilo u Srbiji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, Bugarskoj, Holandiji td. Po mnogo čemu si bio poseban, posvećen radu, pravdoljubiv, radovao si se dobrom ljudskom delu, razmišljao o ljudskim sudbinama, bavio se ljudima, temeljno radio i nesebično se davao brojnim generacijama studenata ugrađujući u njihove diplomske, master, seminarske i doktorske radove ključne agronomske rečenice zabeležene na brojnim skupovima na kojima si uvek hvatao beleške. Tvoj mladalački šarm, pedagoška zrelost, tvoj osećaj da sagovornika saslušаш i posavetuješ i briga o svakome, osvajao je studente, kolege, planinare, i sve koji su te na bilo koji način upoznali. Poneo si iz kuće tu čistu dušu, tu iskrenost, taj osećaj da neguješ porodicu, rođaka, druga, prijatelja, da svima kažeš istinu u oči, bez obzira kakva ona bila. Mene si lično izdao, dragi Nidžo, otišao si pre vremena, a obećao si da ćemo zajedno još nešto da pišemo, da imamo još ogleđa, da idemo zajedno na teren, da idemo u Institut Novi Sad i još mnogo toga. Nisi trebao to da mi uradiš jer sam te voleo kao rođenog brata pošto onog po rođenju nisam imao.

Tvoj rani odlazak u naponu snage nenadoknadiv je gubitak divnim roditeljima, rođacima, prijateljima, kolegama, brojnim generacijama studenata, agronomskoj struci, tvojim planinarima, Agronomskom fakultetu, koji je izgubio vrsnog pedagoga, naučnog radnika i nastavnika.

"Davno je rečeno da je smrt u zaboravu, a ne u činjenici smrti, da je čovek mrtav onda kad je zaboravljen - Nikola Bokan za to, ne mora da brine".

Počivaj u miru dragi naš Bokane, neka ti je večna slava i hvala ti za sve.

Goran Dugalić

CIP- Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије

63(082)
606:63(082)

САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (24 ; 2019 ; Чачак)

Zbornik radova. 1 / XXIV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16. mart 2019. godine ; [organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku = [organized by] University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak. - Čačak : Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 2019 (Čačak : Bajić). - 481 str. : ilustr. ; 25 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 180. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-87611-63-4
ISBN 978-86-87611-69-6 (niz)

1. Агрономски факултет (Чачак)

- a) Пољопривреда - Зборници
- b) Биотехнологија - Зборници

COBISS.SR-ID 274575372