



9 788689 117706 0

INSTITUT ZA POVRTARSTVO
SMEDEREVSKA PALANKA



ZBORNIK RADOVA



INSTITUT ZA POVRTARSTVO
SMEDEREVSKA PALANKA

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNIK RADOVA

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim
učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka

2. novembar 2023.

Zbornik radova

**Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i
oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

Izdavač

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
www.institut-palanka.rs

Za izdavača

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik
Direktor Instituta za povrtarstvo

Glavni i odgovorni urednik

Dr Kristina Luković, naučni saradnik

Urednici

Dr Milan Ugrinović, viši naučni saradnik
Dr Vladimir Perišić, naučni saradnik

Štampa

Art Vision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-06-0





**Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija
Republike Srbije
finansijski je podržalo održavanje skupa
i štampanje Zbornika radova**

Suorganizatori:

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

<https://agrif.bg.ac.rs/>

Univerzitet „Bijeljina“, Bijeljina

<https://www.ubn.rs.ba/>

Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd

<https://mrizp.rs/>

**Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad - institut od nacionalnog
značaja za Republiku Srbiju**

<https://ifvcns.rs/>

POČASNI ODBOR

- Dr Jelena Begović, ministarka nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije
- Jelena Tanasković, ministarka poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije
- Vukašin Grozdić, državni sekretar, Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije
- Ivana Popović, državni sekretar, Ministarstvo poljoprivrede
- Prof. dr Miroslav Trajanović, državni sekretar, Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije
- Dr Marina Soković, pomoćnica ministra za nauku, Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije
- Vladimir Radovanović, pomoćnik ministra, Sektor za inovacije, transfer tehnologije i tehnološki razvoj, Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije
- Vedrana Ilić, pomoćnica ministra poljoprivrede Republike Srbije
- Aleksandar Bogićević, pomoćnik ministra poljoprivrede Republike Srbije
- Nikola Vučen, predsednik Opštine Smederevska Palanka
- Dr Dušan Živković, dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu
- Dr Ljubiša Stanisavljević, dekan Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu
- Dr Tomo Milošević, dekan Agronomskog fakulteta u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu
- Dr Nedeljko Tica, dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu
- Dr Božidar Milošević, dekan Poljoprivrednog fakulteta u Lešku, Univerzitet u Prištini sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici
- Dr Ivan Filipović, dekan Poljoprivrednog fakulteta u Kruševcu, Univerzitet u Nišu
- Dr Boro Krstić, direktor Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta „Bijeljina“
- Dr Jegor Miladinović, direktor Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad – institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

- Dr Mira Milinković, direktor Instituta za zemljište, Beograd
- Dr Jonel Subić, direktor Instituta za Ekonomiku poljoprivrede, Beograd
- Dr Miodrag Tolimir, direktor Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Milan Lukić, direktor Instituta za lekovito bilje "Dr Josif Pančić", Beograd
- Dr Rade Jovanović, direktor Instituta za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd
- Dr Dejan Sokolović, direktor Instituta za krmno bilje, Kruševac
- Dr Darko Jevremović, direktor Instituta za voćarstvo, Čačak
- Dr Drago Cvijanović, redovni profesor, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za hotelijerstvo i turizam, Vrnjačka Banja

PROGRAMSKI ODBOR

- Dr Boro Krstić, Univerzitet „Bijeljina“, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet
- Dr Mirjana Jovović, vanredni profesor, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Jasmina Balijagić, saradnik u nastavi, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica
- Dr Zoran Jovović, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica
- Dr Olga Kandelinska, Institut eksperimentalne botanike „V.F. Kuprevič“, Nacionalna akademija nauka Belorusije, Belorusija
- Dr Danica Mićanović, naučni savetnik, Privredna komora Srbije, Beograd
- Dr Desimir Knežević, redovni profesor u penziji
- Dr Zoran Ilić, redovni profesor, Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Lešak
- Dr Milan Biberdžić, redovni profesor, Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Lešak
- Dr Jelena Bošković, redovni profesor, Metropolitan Univerzitet, Beograd

- Dr Aleksandra Torbica, naučni savetnik, Naučni institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu
- Dr Đorđe Moravčević, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Zorica Jovanović, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Slaven Prodanović, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Tomislav Živanović, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Dragana Rančić, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Ilinka Pećinar, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Milena Marjanović, naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Ivana Radović, naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Jasna Savić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Ljubiša Živanović, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Ljubiša Kolarić, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Dr Radivoje Jevtić, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Ana Marjanović Jeromela, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Janko Červenski, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Vojin Đukić, viši naučni saradnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Vera Popović, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Milka Brdar Jokanović, viši naučni saradnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

- Dr Anamarija Koren, viši naučni saradnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Zlatica Miladinov Mamlić, naučni saradnik Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Aleksandra Ilić, naučni saradnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Dr Zoran Lugić, naučni savetnik, Institut za krmno bilje, Kruševac
- Dr Jasmina Zdravković, naučni savetnik, Institut za krmno bilje, Kruševac
- Dr Snežana Babić, viši naučni saradnik, Institut za krmno bilje, Kruševac
- Dr Snežana Anđelković, viši naučni saradnik, Institut za krmno bilje, Kruševac
- Dr Nikola Ćurčić, viši naučni saradnik, Istraživačko-razvojni institut „Tamiš“, Pančevo
- Dr Svetlana Roljević Nikolić, viši naučni saradnik, Istraživačko-razvojni institut „Tamiš“, Pančevo
- Dr Mirela Matković Stojšin, naučni saradnik, Istraživačko-razvojni institut „Tamiš“, Pančevo
- Dr Jelena Damnjanović, naučni saradnik, Istraživačko-razvojni institut Tamiš, Pančevo
- Dr Nenad Pavlović, docent, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak
- Dr Milomirka Madić, redovni profesor, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak
- Dr Vladeta Stevović, redovni profesor, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak
- Dr Aleksandar Paunović, redovni profesor, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak
- Dr Snežana Milošević, naučni savetnik, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Beograd
- Dr Nenad Delić, naučni savetnik, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun
- Dr Snežana Mladenović Drinić, naučni savetnik, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun

- Dr Vojka Babić, naučni savetnik, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun
- Dr Vesna Kandić, viši naučni saradnik, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun
- Dr Slađana Žilić, naučni savetnik, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun
- Dr Tanja Petrović, naučni saradnik, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun
- Dr Aleksandar Popović, naučni saradnik, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun
- Dr Marijana Pešaković, naučni savetnik, Institut za voćarstvo, Čačak
- Dr Snežana Janković, naučni savetnik, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd
- Dr Slađana Savić, naučni saradnik, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Nenad Trkulja, viši naučni saradnik, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Danijela Šikuljak, naučni savetnik, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Dobrivoj Poštić, viši naučni saradnik, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Ratibor Štrbanović, viši naučni saradnik, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Vera Rajičić, vanredni profesor, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac
- Dr Dragan Terzić, vanredni profesor, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac
- Dr Vesna Perišić, docent, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac
- Dr Aleksandar Radović, vanredni profesor, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac
- Dr Jelena Maksimović, naučni saradnik, Institut za zemljište, Beograd
- Dr Željana Prijić, naučni saradnik, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić"

- Dr Slobodan Milenković, redovni profesor, Univerzitet Edukons, Fakultet ekološke poljoprivrede
- Dr Gorica Cvijanović, redovni profesor, rektor Univerziteta u Bijeljini
- Dr Marina Dervišević, naučni saradnik, Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd
- Dr Tanja Drobnyaković, naučni saradnik, Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd
- Dr Gordana Dozet, redovni profesor, Fakultet za biofarming, Bačka Topola
- Dr Marija Bajagić, docent, Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet
- Dr Miroslav Nedeljković, Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet
- Dr Kamenko Bratković, naučni saradnik, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac
- Dr Suzana Pavlović, naučni saradnik, Institut za medicinska istraživanja, Beograd
- Dr Zdenka Girek, naučni saradnik, Institut za medicinska istraživanja, Beograd
- Dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Veselinka Zečević, naučni savetnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Slađan Adžić, naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Dejan Cvikić, naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Radiša Đorđević, naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Milan Ugrinović, viši naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Kristina Luković, naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Vladimir Perišić, naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka

- Dr Biljana Šević, naučni saradnik, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
- Dr Jelena Stojiljković, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka

ORGANIZACIONI ODBOR

- Dr Nenad Đurić, predsednik
- Dr Veselinka Zečević
- Dr Milan Ugrinović
- Dr Vladimir Perišić
- Dr Kristina Luković
- Dr Slađan Adžić
- Dr Radiša Đorđević
- Dr Dejan Cvikić
- Dr Ivana Živković
- Dr Biljana Šević
- Dr Jelena Stojiljković
- Aleksandra Rakonjac, master biolog
- Bojana Gavrilović, master inženjer poljoprivrede

PREDGOVOR

Hiljadama godina, poljoprivredna proizvodnja predstavlja osnovu razvoja i napretka različitih civilizacija na Zemlji. Poslednjih decenija, rizik od pojave opšte gladi je daleko od poimanja realnosti savremenog čoveka. Kao društvo i deo savremenog čovečanstva, naviknuti smo na izobilje i dostupnost poljoprivrednih proizvoda kakvo do današnjih dana nije viđeno uprkos rekordnom povećanju broja stanovnika na našoj planeti. Dobrim delom, ovo je omogućeno trudom i radom naših starijih kolega oplemenjivača, selekcionera i agronoma i njihovih prethodnika, koji su predanim naučnoistraživačkim radom i deljenjem stečenih znanja i iskustava, uspešno realizovali brojna istraživanja i projektne aktivnosti u vezi sa gajenjem i oplemenjivanjem bilja. S druge strane, istraživači se danas susreću sa novim izazovima i problemima savremene poljoprivrede (genetička erozija, klimatske promene, neravnomerne i nedovoljne padavine, suša, pojačano sunčevo zračenje, dezertifikacija, promena namene poljoprivrednog zemljišta i dr.).

U okviru Zbornika III Nacionalnog naučnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja”, štampano je 29 radova, u kojima su prikazani rezultati istraživanja usmereni na selekciju, oplemenjivanje, agrotehniku i zaštitu ratarskog i povrtarskog bilja.

Učesnicima skupa, članovima odbora, autorima radova, recenzentima i svima koji su doprineli realizaciji skupa srdačno se zahvaljujemo. Posebnu zahvalnost dugujemo Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija koje je i ove godine prepoznalo i podržalo naš trud i učinjene napore, materijalno podržavši skup. Takođe, zahvaljujemo se i suorganizatorima skupa: Institutu za kukuruz Zemun polje - Beograd, Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institutu od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Poljoprivrednom fakultetu Zemun-Beograd, Poljoprivrednom fakultetu Novi Sad i Univerzitetu „Bijeljina” u Bijeljini.

U Smederevskoj Palanci,
02.11.2023.

Za uredništvo:
dr Milan Ugrinović
dr Kristina Luković

SADRŽAJ

PRIMENA MOLEKULARNIH TEHNIKA REAFIRMIŠE MUTACIONO OPLEMENJIVANJE POVRĆA <i>Slaven Prodanović, Radiša Đorđević, Irena Radinović, Tomislav Živanović, Jasna Savić.....</i>	16
UTICAJ PREPARATA EM NATURALLY ACTIVE GREEN I EM5 VITAL PLANT PURPLE NA KVALITET RASADA PAPRIKE <i>Dejan Cvikić, Biljana Šević, Slađan Adžić, Slađana Savić, Milan Ugrinović, Bojana Gavrilović, Ivana Živković.....</i>	27
UTICAJ POKROVNIH USEVA UZ PRIMENU BIOFERTILIZATORA NA PRINOS ZRNA KUKURUZA KOKIČARA <i>Biljana Šević, Željko Dolijanović Milena Simić, Vesna Dragičević, Nenad Đurić, Veselinka Zečević, Dejan Cvikić.....</i>	35
UTICAJ PERIODA SKLADIŠTENJA NA PARAMETRE KVALITETA SEMENA RAZLIČITIH SORTI PAPRIKE <i>Ivana Živković, Dobrivoj Poštić, Nenad Pavlović, Slađan Adžić, Biljana Šević, Dejan Cvikić, Marijenka Tabaković.....</i>	45
EFIKASNOST BIOLOŠKIH PREPARATA U KONTROLI BAKTERIOZNE PEGAVOSTI PAPRIKE <i>Bojana Gavrilović, Milan Ugrinović, Ivan Rakić, Jelena Adamović, Aleksa Obradović.....</i>	51
EKONOMSKA OPRAVDANOST PROIZVODNJE SEMENA PAPRIKE <i>Slađan Adžić, Dejan Cvikić, Ivana Živković, Biljana Šević, Nenad Pavlović, Ivan Rakić, Nenad Đurić.....</i>	60
VARIJABILNOST KVALITATIVNIH PARAMETARA U ZAVISNOSTI OD BOJE PLODA PARADAJZA <i>Slađana Savić, Milena Marjanović, Ivana Petrović, Zorica Jovanović, Danijela Šikuljak, Marina Dervišević, Veselinka Zečević</i>	70
ANALIZA G×E INTERAKCIJE ZA VISINU BILJKE PLAVOG PATLIDŽANA (<i>Solanum melongena</i> L.) PO AMMI MODELU <i>Jelena Damjanović, Zdenka Girek, Milan Ugrinović, Svetlana Roljević Nikolić, Radiša Đorđević, Ivana Živković, Tomislav Živanović.....</i>	79
UTICAJ GODINE NA PRINOS ZRNA I SADRŽAJ PROTEINA OZIME RAŽI <i>Nenad Đurić, Dobrivoj Poštić, Gordana Dozet, Zlatica Mamlić, Biljana Šević, Vojin Đukić, Gorica Cvijanović.....</i>	87

MEDUSOBNI ODNOSI KOMPONENTI PRINOSA PŠENICE GAJENE U SISTEMU INTEGRALNE PROIZVODNJE <i>Veselinka Zečević, Mirela Matković Stojšin, Nenad Đurić, Milan Stojšin, Kristina Luković, Danica Mićanović, Desimir Knežević</i>	96
UTICAJ FAKTORA SPOLJAŠNJE SREDINE NA KOMPONENTE PRINOSA OZIME I JARE TVRDE PŠENICE <i>Mirela Matković Stojšin, Veselinka Zečević, Jelena Bošković, Vladimir Perišić, Dušan Urošević, Svetlana Roljević Nikolić, Desimir Knežević</i>	106
PRINOS ZRNA OZIMIH SORTI PŠENICE U RAZLIČITIM AGROKOLOŠKIM USLOVIMA <i>Vera Rajičić, Nenad Đurić, Violeta Babić, Jelena Stojiljković, Vesna Perišić, Jasmina Knežević, Dragan Terzić</i>	116
VARIRANJE BROJA KLASOVA PO JEDINICI POVRŠINE USEVA U RAZLIČITIM GUSTINAMA SETVE PŠENICE <i>Stevan Trivković, Danijela Kondić, Desimir Knežević, Aleksandar Paunović, Mirela Matković Stojšin, Gordana Branković, Zoran Bročić</i>	126
KARAKTERIZACIJA KG LINIJA PŠENICE PO MORFOLOŠKIM OSOBINAMA <i>Kristina Luković, Vladimir Perišić, Kamenko Bratković, Mirela Matković Stojšin, Aleksandra Rakonjac, Bojana Gavrilović, Radiša Đorđević</i>	136
VARIRANJE PRINOSA POJEDINIH SORTI SOJE PO GODINAMA I LOKALITETIMA <i>Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Marina Čeran, Predrag Randelović, Gordana Dozet, Marija Bajagić</i>	145
EFEKAT PRIMENE BOKOMPLEKSA NA BAZI LEKTINA NA PRINOS I KVALITET SOJE <i>Olga Kandelinskaja, Elena Grišćenko, Dragana Miljaković, Jelena Marinković, Sanja Vasiljević, Vojin Đukić, Nenad Đurić</i>	157
UTICAJ EM AKTIVA NA PRINOS I MORFOLOŠKE OSOBINE SOJE <i>Gorica Cvijanović, Asma Abdurhman, Abduladim Eltreki, Marija Bajagić, Nenad Đurić, Zlatica Mamlić, Vojin Đukić</i>	166
POVEĆANJE PRINOSA SOJE FOLIJARNOM PRIMENOM VODENIH EKSTRAKATA <i>Gordana Dozet, Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Olga Kandelinska, Nenad Đurić, Gorica Cvijanović</i>	174
PRIMENA EFEKTIVNIH MIKROORGANIZAMA U PROIZVODNJI SOJE <i>Marija Bajagić, Nenad Đurić, Gordana Dozet, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Gorica Cvijanović, Olga Kandelinska</i>	182
KORELACIONA ANALIZA PRINOSA ZRNA KUKURUZA (ZEA MAYS L.)	

<i>Zorana Srećkov, Jan Boćanski, Zorica Mrkonjić, Mirjana Bojović, Igor Vukelić, Vesna Vasić, Gordana Racić, Olivera Nikolić</i>	190
UTICAJ HIBRIDA RAZLIČITIH FAO GRUPA ZRENJA I AGROEKOLOŠKIH USLOVA NA PRINOS KUKURUZA <i>Jelena Stojiljković, Vera Rajičić, Nenad Đurić, Milan Biberdžić, Dragan Terzić, Aleksandra Rakonjac, Veselinka Zečević.....</i>	198
PRINOS ZRNA RAZLIČITIH GENOTIPOVA KUKURUZA U ZAVISNOSTI OD PRIMENE CINKA <i>Vesna Stepić, Vladimir Stepić, Gorica Cvijanović, Marija Bajagić, Veselinka Zečević, Nenad Đurić.....</i>	206
ZNAČAJ GAJENJA LEGUMINOZA U BILJNOJ PROIZVODNJI <i>Zlatica Mamlić, Vojin Đukić, Gordana Dozet, Asma Abdurhman, Anja Dolapčev-Rakić, Andrej Sinjušin, Nenad Đurić.....</i>	216
UTICAJ <i>AZOTOBACTER</i> SPP. NA POČETNI RAST I RAZVOJ VIŠEGODIŠNJIH TRAVA <i>Snežana Anđelković, Dejan Sokolović, Goran Jevtić, Mladen Prijović, Filip Bekčić, Jasmina Milenković, Snežana Babić.....</i>	226
UTICAJ AZOTNE PRIHRANE NA VISINU IZDANKA ENGLESKOG LJULJA (<i>Lolium perenne</i> L.) <i>Marijana Jovanović Todorović, Nenad Đurić, Vera Popović, Veselinka Zečević, Savo Vučković.....</i>	235
BROJ STABALA MISKANTUSA (<i>Miscanthus x Giganteus</i> Greef et Deu) SA METLICOM U PROMENLJIVIM VREMENSKIM USLOVIMA <i>Vladimir Stepić, Jovana Sekulić, Vesna Stepić, Đorđe Glamočlija, Nenad Đurić, Vera Rašković.....</i>	244
DIVERZITET KIŠNIH GLISTA (<i>OLIGOCHAETA: LUMBRICIDAE</i>) U POLJIMA PŠENICE U PLODOREDU SA RAZLIČITOM OBRADOM <i>Jovana Sekulić, Tanja Trakić, Filip Popović, Srđan Šeremešić, Bojan Vojnov, Stanko Milić.....</i>	251
MEDONOSNE BILJKE I UTICAJ PESTICIDA PČELE I PROIZVODNJU MEDA <i>Vera Popović, Jelena Bošković, Nenad Đurić, Jela Ikanović, Vladimir Filipović, Nataša Ljubičić, Ljubica Šarčević Todosijević.....</i>	259
PERCEPCIJE STANOVNIKA O PLANTAŽAMA VINOVE LOZE KAO POKRETAČU RAZVOJA RURALNOG TURIZMA <i>Drago Cvijanović, Aleksandra Vujko, Dušica Cvijanović.....</i>	269

**PRIMENA MOLEKULARNIH TEHNIKA REAFIRMIŠE
MUTACIONO OPLEMENJIVANJE POVRĆA**

**APPLICATION OF MOLECULAR TECHNIQUES REAFFIRMS
MUTATION BREEDING OF VEGETABLES**

Slaven Prodanović¹, Radiša Đorđević², Irena Radinović¹, Tomislav Živanović¹,
Jasna Savić¹

¹*Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd*

²*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

Autor za korespondenciju: slavenp@agrif.bg.ac.rs

Izvod

U ovom preglednom radu prvo su opisane klasične metode mutageneze i mehanizam nastanka mutacija, a zatim su nabrojane molekularne tehnike u mutacionom oplemenjivanju: 1. inserciona mutagneza, 2. transformacije, 3. editovanje i 4. TILLING. Najveća pažnja posvećena je TILLING tehnici kroz prikaz svake od njenih etapa. Molekularne tehnike omogućuju unos gena za poželjne osobine u genom i unapređuju klasičnu selekciju u mutacionim populacijama kroz analizu ciljanih mesta na genomu. Ove prednosti molekularnih tehnika reafirmišu mutaciono oplemenjivanje povrća i drugih grupa biljaka.

Ključne reči: mutageneza, mutagen, neusklađenost, TILLING, heterodupleks analiza

Abstract

In this review paper, the classical methods of mutagenesis and the mechanism of mutations are first described, and then the molecular techniques in mutation breeding are listed: 1. insertional mutagenesis, 2. transformations, 3. editing and 4. TILLING. The greatest attention is paid to the TILLING technique through the presentation of each of its stages.

Molecular techniques enable the introduction of genes for desirable traits into the genome and improve classical selection in mutational populations through the analysis of targeted sites on the genome. These advantages of molecular techniques reaffirm the mutational breeding of vegetables and other plant groups.

Key words: mutagenesis, mutagen, mismatch, TILLING, heteroduplex analysis

Uvod

Indukovanje mutacija je jedna od oplemenjivačkih metoda. Era indukovanih mutacija započinje 1927. godine kada je Hermann J. Muller izazvao promene na vinskoj mušici *Drosophila* delovanjem X-zraka. Godinu dana kasnije, Lewis Stadler sa Univerziteta u Misuriju koristio je X-zrake na kukuruзу i ječmu, što je dovelo da pojave njihovih novih formi sa prugama različitih širina u nijansama bele i žute boje. Širom sveta, u godinama koje su sledile proizvedeno je na stotine genotipova biljaka primenom mutacija, uključujući poznate sorte kod povrtarskih vrsta kao što su: paradajz, paprika, pasulj (boranija), bamnja (Asare et al., 2017) i druge. Na primer, u TOMATOMA bazi podatka (Saito et al., 2011) navedeno je 178 mutacionih linija paradajza dobijenih gama-zracima. U proizvodnji se nalazi mutant paprike Candlelight, koji se odlikuje izuzetno tankim listovima i cvetovima, a takođe su dostupne muški sterilne linije paprike (Daskaloff, 1968). Dejstvom X-zraka na semena boranije *Phaseolus vulgaris* 'EC1906' dobijen je mutant Sel2PI2 poznatiji kao Pusa Parvati sa zelenim mahunama dobrog kvaliteta za kuvanje, spreman za prvo branje 45-50 dana nakon setve (Gill et al., 1972). Primenom mutacija na različitim povrtarskim vrstama izvršena je promena boje plodova (Tomlekova et al., 2021), promena morfologije biljke (Ilyas and Naz, 2014; Samuel et al., 2021), povećanje otpornosti na patogene (Gaswanto et al., 2016), povećanje otpornosti na oksidativni stres (Kebeish et al., 2015), i drugo.

U Srbiji, mutacije su pre nekoliko decenija smatrane za perspektivnu metodu oplemenjivanja biljaka. To se posebno odnosilo na primenu fizičkih mutagena, odnosno raznih tipova zračenja (radijacija) za indukovanje mutacija. Godine 1959. u Beogradu je osnovan Institut za primenu nuklearne energije u poljoprivredi, skraćeno INEP, čiji je osnovni

istraživački cilj bio da razvija tehnike u ovoj oblasti. U to doba, srpski istraživači su pomno pratili svetske trendove u vezi mutacija i odlazili na usavršavanja u eminentne svetske institucije koje se bave mutagenozom. Najpoznatija međunarodna naučna institucija za istraživanja i primenu mutacija je International Atomic Energy Agency (skraćeno IAEA) u Beču.

Osnovni nedostatak mutacija je nemogućnost da se one usmere na određene gene, odnosno da se planira, tj. predvidi njihov efekat na fenotip. Mutacije su nepredvidljive pojave i najčešće dovode do stvaranja onih oblika osobina koje su prisutne kod srodnika tretiranih gajenih biljaka. Od početnog entuzijazma, interesovanje za mutacije je u Srbiji postepeno opadalo. Tako se INEP sedamdesetih godina XX veka preorjentisao na primenjenu istraživanja iz biomedicinskih i biotehničkih nauka, usled nedostatka značajnijih rezultata u poljoprivredi. Danas se mutacije u poljoprivredi Srbije vrlo retko koriste (Cvejic et al., 2011). Preovlađujuća metoda u oplemenjivačkim institucijama u Srbiji za stvaranje varijabilnosti biljaka je hibridizacija.

Međutim, sa razvojem novih molekularnih tehnologija u svetu se usavršavao proces indukovanja mutacija, tako da su glavni nedostaci primene mutacija u poljoprivredi u velikoj meri prevaziđeni i predstavljaju sve manji problem. U tom smislu, možda je ovo dobar momenat da se pristupi reafirmaciji primene mutacija u oplemenjivanju poljoprivrednih biljaka u Srbiji. Cilj ovog rada je da predstavi neke od molekularnih metoda i tehnika koje su aktuelne u mutacionom oplemenjivanju u svetu.

Metode mutageneze i mehanizam nastanka mutacija

Mutacija je nasledna promena (lat. *mutatio* - promena) u sastavu genetičkog materijala. Mutacija u užem smislu ili genska mutacija se odnosi na promenu u postojećem redosledu ili broju nukleotida na lancu DNK. Mutageneza je proces koji dovodi do nastanka mutacija (Chatterjee and Walker, 2017). Mutageni agensi ili mutageni su sredstva pomoću kojih se indukuju mutacije, a oni se dele na fizičke i hemijske mutagene. Fizički mutageni su jonizujuća i nejonizujuća zračenja (radijacija), a hemijski mutageni se prema obliku dejstva dele na: alkilirajuće agense, bazne analoge, akridinske boje i druge (Benigni, 2005). Indukcija mutacija kod biljaka obavlja se kada se njene ćelije nalaze u intenzivnoj deobi. Na primer, za biljni materijal u kome se indukuju mutacije uzimaju se semena u fazi klijanja.

Mehanizam nastanka mutacija je dvojak. Mutacije nastaju usled: 1. supstitucije (zamene) pojedinačnog nukleotida u DNK lancu i 2. mikro-indel promene, odnosno ubacivanja (inercije) ili izbacivanja (delecije) jednog ili manjeg broja nukleotida iz DNK lanca.

Supstitucija pojedinačnog nukleotida se označava kao tačkasta mutacija, jer se radi o promeni koja se odigrava na jednom mestu, na jednoj poziciji u DNK lancu (Cordoba-Cañero et al., 2009). Kada je u populaciji zastupljena određena sekvenca DNK sa i bez tačkaste mutacije, radi se o polimorfizmu pojedinačnog nukleotida (SNP). Nakon supstitucije pojedinačnih nukleotida ispoljava se neusklađenost (eng. mismatch) između dva lanca DNK. S obzirom da se nekomplementarni nukleotidi postavljaju jedan prema drugom u dvolančanoj DNK, kida se hidrogenska veza između njih i obrazuje se “mehurić” u građi DNK.

Mikro-indel mutacija je ona pri kojoj se dešava dodavanje (inercija, adicija) ili izbacivanje (brisanje, delecija) jednog ili manjeg broja (do 30) nukleotida. Mikro-indel menja sekvencu DNK i menja ukupan broj nukleotida u sekvenci. Za mikro-indel mutaciju unutar egzona koristi se izraz mutacija pomeranja okvira čitanja (eng. frame shift mutation). Pomeranje sekvence na matričnom lancu DNK za jednu ili nekoliko baza prouzrokuje da čitav niz kodona na iRNK, nizvodno od mesta mutacije, ne odgovara originalnoj informaciji za sintezu proteina. Pri mikro-indel mutaciji, sekvenca novog proteina ima ne samo jednu promenjenu aminokiselinu, kao kod tačkaste mutacije, nego veliki broj izmenjenih aminokiselina. Ako je jedan od izmenjenih kodona besmislen, on zaustavlja sintezu proteina.

Molekularne tehnike u mutacionom oplemenjivanju

Poslednjih decenija dolazi do brojnih otkrića u molekularnoj biologiji i razvoja velikog broja molekularnih tehnika. Mnoge molekularne tehnike našle su primenu u poljoprivredi, kao na primer: PCR kod *Aegilops speltoides* (Wang et al., 2018), FISH kod interspecies hibrida pšenice i prosa (Gernand et al., 2005), HPLC kod pšenice (Wu et al., 2017), kloniranje i sekvenciranje kod *Triticum spelta* (Wang et al., 2021).

Za potrebe unapređenja klasične mutageneze (zasnovane na primeni fizičkih i hemijskih mutagena) i efikasnije selekcije u mutacionim populacijama razvijaju se specijalizovane molekularne tehnike. U spektar takvih tehnika mogu se uvrstiti: 1. inserciona mutageneza, 2. transformacije,

3. editovanje i 4. TILLING, kome je posvećena najveća pažnja u ovom radu. Ove tehnike su usmerene na promene ciljanih mesta na genomu, najčešće jednog gena ili nekoliko gena, kao i unos gena za poželjne osobine u genom (Oladosu et al., 2016). Primena molekularnih tehnika je povećala izvesnost realizacije ideotipa.

Inserciona mutageneza ima za cilj da utiša gen, odnosno da prekine njegovo normalno funkcionisanje. Zasniva se na unosu određene strane sekvence u gen. Insercija fragmenta vrši se pomoću: 1. transpozona i 2. RNAi.

Transpozonska mutageneza odnosi se na inserciju ili izbacivanje sekvenci DNA iz genoma. Pri tehnici se koriste transpozonski elementi sa randomnim insertovanjem u genomu, što izaziva mutacije usled prekida gena ili premeštanja DNA sekvenci na druge lokuse.

Interferencija RNA (RNAi) je pojava da dvolančani molekuli RNA vrše supresiju genske ekspresije specifičnih sekvenci (Kleter, 2020). Proces se odvija kroz transkripcionu ili translacionu represiju pomoću dvolančanih molekula RNA. Jednom kada se mRNA razgradi, više se ne obrazuje protein. Radi se o dva tipa molekula RNA: mala interferirajuća RNA (siRNA, small interfering RNA) i mikro interferirajuća RNA (miRNA, micro interfering RNA). RNAi su otkrili Andrew Fire and Craig Mello, 1998. godine, a to otkriće se smatra jednim od najvećih u molekularnoj biologiji tokom poslednjih decenija, te je nagrađeno Nobelovom nagradom iz fiziologije u 2006. godini. Istorijski gledano, za RNAi je u prethodnom periodu korišćen naziv transkripciono utišavanje gena (TGS, transcriptional gene silencing) i post-transkripciono utišavanje gena (PTGS, post-transcriptional gene silencing).

Transformacije pomoću agrobakterijuma menjaju naslednu osnovu organizama, te se mogu smatrati oblikom planskih, indukovanih mutacija.

Editovanje se zasniva na tehnologijama kao što su ZFN, TALEN i CRISPR-Cas9 za ciljano menjanje genoma i gena, odnosno preciznu mutagenezu.

Nukleaze cinkovog prsta (ZFN, eng. zinc-finger nucleases) i efektorske nukleaze slične aktivatoru transkripcije (TALEN, eng. transcription activator-like effector nucleases) su moćne molekularne alatke za usmeravanje i modifikaciju specifičnih genskih sekvenci (Bibikova et al, 2002).

CRISPR-Cas9 je skraćena za klasterisana pravilno raspoređena kratka palindromska ponavljanja (eng. clustered regularly interspaced short

palindromic repeats) i protein Cas9 povezan sa CRISPR-om. CRISPR-Cas9 sistem je brži, jeftiniji i tačniji od ZFN i TALEN. CRISPR-Cas9 uređuje gene preciznim sečenjem DNK, a proces se zatim nastavlja prirodnim procesima popravke DNK (Shen et al., 2017). Za razvoj metoda editovanja genoma pomoću CRISPR-Cas9 dodeljena je 2020. godine Nobelova nagrada Emmanuelle Charpentier sa Max Planck Instituta u Berlinu, Nemačka, i Jennifer Doudna sa Univerziteta Kalifornija u Berkliju, SAD.

TILLING (= targetovanje/ciljanje indukovanih lokalnih lezija u genomima, eng. targeting induced local lesions in genomes) je reverzna genetička tehnika visoke propusnosti za otkrivanje indukovanih point mutacija u regionima DNK od interesa. Postoje modifikacije ove tehnike kao što su De-TILLING, eco-TILLING, i-TILLING i druge (Raja et al., 2017).

Etape TILLING postupka su: 1. mutageni tretman i generisanje M1 i M2 generacije, 2. izolacija i udruživanje (= puling, eng. pooling) DNA, 3. PCR amplifikacija, praćena denaturacijom i renaturacijom amplifikovanog ciljnog DNA segmenta, 4. presecanje (= digestija) ssDNA heterodupleksa dejstvom specifičnih endonukleaza, 5. vizualizacija fragmenata heterodupleksa primenom elektroforeze i identifikacija mutanata i 6. sekvenciranje fragmenata DNA (Chen et al., 2014, Irshad et al., 2020).

1. Mutageni tretman semena biljaka se uobičajeno sprovodi primenom etil-metan-sulfonat (EMS). Biljke iznikle iz tretiranog semena predstavljaju M1 generaciju, a njihovim samooplođenjem dobija se M2 generacija. TILLING omogućava analizu velikog broja biljaka (na primer, nekoliko hiljada) u populacijama M2 generacije. S obzirom da se očekuje da od velikog broja biljaka pojedine M2 biljke sadrže mutaciju u regionu DNK od interesa, potrebno je uspostaviti banku M3 semena. Time se osigurava proizvodnja narednih generacija mutanata od interesa i nastavak njihovog proučavanja i korišćenja.

2. Izolacija DNK se vrši iz svake M2 biljke ili čak iz različitih delova pojedinačnih M2 biljaka. Posle dobijanja individualnih uzoraka DNK, često se obavlja njihovo udruživanje, primenom odabranog modela. To znači da se od 8-12 ili više uzoraka DNK uzima deo svakog u jednakim količinama i pravi zbirni uzorak (= pul, eng. pool). Ovo se radi zbog smanjenja troškova i vremena potrebnog za analizu. Regioni od interesa su obično kratke sekvence, do 1,5 kb, te je mala verovatnoća da se mutacija desila baš tu. Ako bi se koristila DNK svake M2 biljke, bez udruživanja (=

objedinjavanja) uzoraka, trebalo bi obaviti na hiljade analiza da bi se tek za jedan uzorak DNK ili vrlo mali broj uzoraka utvrdilo da sadrže mutirani ciljani region DNK (uobičajeno se radi o nekom genu). Stoga je praktičnije analizirati stotinak zbirnih uzoraka, a kada se na kraju procesa otkrije koji od njih sadrži mutiranu DNK, onda se pojedinačno pregleda DNK individualnih uzoraka koji sačinjavaju taj zbirni uzorak.

3. *PCR amplifikacija ciljnog DNK segmenta* na kojem se traži mutacija ima za templejt DNK pulova. Za PCR se koriste prajmeri obeleženi fluorescentnom infracrvenom (IR) bojom. Sekvenca DNK (gena) za dizajniranje prajmera uzima se iz SRA, sa sajta NCBI. Posle amplifikacije ciljnog segmenta DNK pula, pristupa se njegovoj denaturaciji visokim temperaturama, kako bi se razdvojio na jednostruke lance DNK. Potom se temperatura postepeno spušta da bi se lanci ponovo spojili. Ukoliko ciljani segment DNK pula ne sadrži tačkastu mutaciju, rezultat renaturacije su samo kopije divljeg tipa DNK. One se označavaju kao homodupleksi. Ukoliko postoji mutacija na ciljnoj DNK biljke nakon renaturacije obrazuje se heterodupleks. Heterodupleks sadrži lanac amplikona sa mutacijom i njegov parnjak bez mutacije, poreklom od izvornog (divljeg) genotipa. Heterodupleks ima neusklađenost na mestu mutacije u obliku mehurića. Srž TILLING tehnike predstavlja heterodupleks analiza (HAD).

4. *Presecanje DNK heterodupleksa* obavlja se primenom specifičnih endonukleaza koje prepoznaju mesta neusklađenosti (mismatch) između dva lanca DNK. Najčešće se koristi ss-nukleaza CEL I, dobijena iz ekstrakta celerovog soka (eng. CJE, Celery Juice Extract). CEL I seče jednostruke lance amplikona na mestu tačkaste mutacije. Enzim se inkubira u test-tubama sa PCR produktima. Till et al. (2004) su opisali da je CEL I bila u stanju da specifično fragmentira amplikone na svim mestima nepodudarnosti pojedinačnih parova baza kod *Arabidopsis thaliana*.

5. *Vizualizacija fragmenata heterodupleksa* započinje njihovom separacijom na denaturišućoj PAGE. Na gelu se razdvajaju PCR produkti različite dužine sekvence. Najveću dužinu i najmanje migriranje ima denaturisani PCR produkt pulova DNK bez mutacija. Kod pulova DNK sa mutacijom u amplikonu, na gelu se uočavaju dva produkta kratkih sekvenci, obeleženi sa IR bojom. Ovi produkti predstavljaju fragmente ssDNK nastale presecanjem heterodupleksa. Obeleženi fragmenti se detektuju fluorescentno. Pozicija na kojoj se nalaze fragmenti na gelu ukazuje na dužinu njihove sekvence. Detekcijom obeleženih fragmenata

identifikuju se pojedinačni pulovi koji nose mutaciju. Time je pretraga za M2 biljkom sa mutacijom na ciljnoj sekvenci (genu) znatno sužena, preostaje još da se ponove PCR i HAD pojedinačno za svaki od konstituenata DNK pula.

6. *Sekvenciranje fragmenata ssDNK* ima za cilj da otkrije tačnu poziciju i tip mutacije. Na primer, kod pojedinih M2 biljaka uočava se mutacija izmenjenog smisla, dok se kod drugih M2 biljaka uočava besmislena mutacija. Sekvenciranje pomaže oplemenjivaču da poveže promenu na nivou DNK sa fenotipom M2 biljke, tj. da tačno odredi kako je promena nukleotida na određenoj poziciji uticala na osobinu od interesa. Biljke koje imaju mutacije od praktičnog ili istraživačkog značaja održavaju se korišćenjem banke M3 semena i proizvodnjom biljaka M4 i narednih generacija, sve do dobijanja čistih mutacionih linija (Kurowska et al., 2011).

Jedna od opcija u oplemenjivanju je da se od biljaka koje ispoljavaju poželjne promene na fenotipskom nivou za gen koji je praćen pomoću TILLING, izoluje taj gen, (ili nekoliko gena, ako se TILLING primenjavao za više gena). Potom je potrebno obaviti kloniranje tog ili tih gena i izvršiti transformacija ma koje željene sorte. Na taj način dobija se poboljšana postojeća sorta za određeni oblik osobine od interesa, pri čemu je taj oblik osobine stvoren mutagenezom (Kim et al., 2014).

Zaključak

Otkrića u molekularnoj biologiji i razvoj molekularnih alatki omogućio je uspostavljanje specijalizovanih molekularnih tehnika za mutaciono oplemenjivanje. U ovom radu kratko su prikazane tehnike insercione mutagneze, transformacija, editovanja, dok je TILLING tehnika nešto detaljnije prikazana. Molekularne tehnike imaju prednost u odnosu na klasičnu mutagenezu, jer su one usmerene na promene ciljanih mesta na genomu, najčešće određenih gena, ili unos određenih gena u genom. Time se povećava izvesnost dobijanja željenog mutiranog fenotipa i reafirmiše mutaciono oplemenjivanje povrća.

Zahvalnica

Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru Ugovora broj 451-03-47/2023-01/200116 o realizaciji i finansiranju naučno-istraživačkog rada u 2023. godini, između Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Literatura

- Asare, A.T., Mensah, F., Acheampong, S., Asare-Bediako, E., Armah, J. (2017). Effects of gamma irradiation on agromorphological characteristics of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.). *Advances in Agriculture* 2017(3): 1-7. doi: 10.1155/2017/2385106.
- Benigni, R. (2005). Structure–activity relationship studies of chemical mutagens and carcinogens: mechanistic investigations and prediction. *Approaches Chemical Reviews* 105(5): 1767–1800. doi: 10.1021/cr030049y
- Bibikova, M., Golic, M., Golic, K.G., Carroll, D. (2002). Targeted chromosomal cleavage and mutagenesis in *Drosophila* using zinc-finger nucleases. *Genetics* 161: 1169-1175. doi: 10.1093/genetics/161.3.1169
- Bray, C.M., West, C.E. (2005). DNA repair mechanisms in plants: crucial sensors and effectors for the maintenance of genome integrity. *New Phytologist* 168: 511- 528. doi: 10.1111/j.1469-8137.2005.01548.x
- Chatterjee, N., Walker, G.C. (2017). Mechanisms of DNA damage, repair, and mutagenesis. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 58: 235-263. doi: 10.1002/em.22087
- Chen, L., Hao, L., Parry, M.A., Phillips, A.L., Hu, Y.G. (2014). Progress in TILLING as a tool for functional genomics and improvement of crops. *Journal of Integrative Plant Biology* 56: 425-443. doi: 10.1111/jipb.12192
- Cordoba-Cañero, D., Morales-Ruiz, T., Roldan-Arjona, T., Ariza, R.R. (2009). Single-nucleotide and long-patch base excision repair of DNA damage in plants. *The Plant Journal* 60: 176-180. doi: 10.1111/j.1365-313X.2009.03994.x
- Cvejic, S., Jovic, S., Prodanovic, S., Terzic, S., Miladinovic, D, Balalic, I. (2011). Creating new genetic variability in sunflower using induced mutations. *Helia* 34(55): 47-54. doi: 10.2298/HEL1155047C.
- Daskaloff, S. (1968). A male sterile pepper (*C. annuum* L.) mutant. *Theoretical and Applied Genetics* 38(8): 370-372. doi: 10.1007/BF00934170

- Gaswanto, R., Syukur, M., Purwoko, B.S., Hidayat, S.H. (2016). Induced mutation by gamma rays irradiation to increase chilli resistance to Begomovirus. *Agrivita Journal of Agricultural Science* 38: 24-32. doi: 10.17503/agrivita.v38i1.581
- Gernand, D., Rutten, T., Varshney, A., Rubtsova, M., Prodanovic, S., Brüß, C., Kumlehn, J., Matzk, F., Houben, A. (2005). Uniparental chromosome elimination at mitosis and interphase in wheat and pearl millet crosses involves micronucleus formation, progressive heterochromatinization, and DNA fragmentation. *The Plant Cell* 17(9): 2431-2438. doi: 10.1105/tpc.105.034249
- Gill, H.S., Singh, J.P., Tewari, R.N., Sharma, R.K., Swarup, V. (1972). Pusa Parvati, a profitable variety of French beans. *Indian Horticulture* 16(4): 19-20.
- Ilyas, S., Naz, S. (2014). Effect of gamma irradiation on morphological characteristics and isolation of curcuminoids and oleoresins of *Curcuma longa* L. *Journal of Animal and Plant Sciences* 24(5): 1396-1404. doi: 10.30574/gscbps.2018.2.3.0014.
- Irshad, A., Guo, H., Zhang, S., Liu, L. (2020). TILLING in cereal crops for allele expansion and mutation detection by using modern sequencing technologies. *Agronomy* 10: 405. doi: 10.3390/agronomy10030405
- Kebeish, R., Deef, H., El-Bialy, N. (2015). Effects of gamma radiation on growth, oxidative stress, antioxidant system, and alliin producing gene transcripts in *Allium sativum*. *International Journal of Research Studies in Biosciences* 3(3): 161–174. ISSN 2349-0357 (Print).
- Kim, S., Tai, T.H. (2014). Identification of novel rice low phytic acid mutations via TILLING by sequencing. *Molecular Breeding* 34: 1717-1729. doi: 10.1007/s11032-014-0127-y
- Kleter, G.A. (2020). Food safety assessment of crops engineered with RNA interference and other methods to modulate expression of endogenous and plant pest genes. *Pest Management Science* 76(10): 3333-3339. doi: 10.1002/ps.5957
- Kurowska, M., Daszkowska-Golec, A., Gruszka, D., Marzec, M., Szurman, M., Szarejko, I. (2011). TILLING-a shortcut in functional genomics. *Journal of Applied Genetics* 52: 371-390. doi: 10.1007/s13353-011-0061-1
- Oladosu, Y., Rafii, M.Y., Abdullah, N., Hussin, G., Ramli, A., Rahim, H.A. (2016). Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: a review. *Biotechnological Equipment* 30(1): 1-16. doi: 10.1080/13102818.2015.1087333
- Raja, R.B., Agasimani, S., Jaiswal, S., Thiruvengadam, V., Sabariappan, R., Chibbar, R. N. (2017). EcoTILLING by sequencing reveals polymorphisms in genes encoding starch synthases that are associated with low glycemic response in rice. *BMC Plant Biology* 17: 13. doi: 10.1186/s12870-016-0968-0

- Saito, T., Ariizumi, T., Okabe, Y., Asamizu, E., Hiwasa-Tanase, K., Fukuda, N., Mizoguchi, T., Yamazaki, Y., Aoki, K., Ezura, H. (2011). TOMATOMA: a novel tomato mutant database distributing Micro-Tom mutant collections. *Plant and Cell Physiology* 52(2): 283-296. doi: 10.1093/pcp/pcr004
- Samuel, O.K., Funsho, O., Charity, A., Stephen, A., Sunday, I. (2021). Determination of morphological changes using gamma irradiation technology on capsicum specie varieties. *Open Agriculture* 6: 135-142. doi: 10.1515/opag-2020-0177
- Shen, H., Strunks, G.D., Klemann, B.J., Hooykaas, P.J., de Pater, S. (2017). CRISPR/Cas9-induced double-strand break repair in *Arabidopsis* nonhomologous end-joining mutants. *G3 (Bethesda)* 7: 193-202. doi: 10.1534/g3.116.035204
- Till, B.J., Reynolds, S.H., Weil, C., Springer, N., Burtner, C., Young, K., Bowers, E., Comomo, C.A., Enns, L.C., Odden, A.R., Greene, E.A., Comai, L., Henikoff, S. (2004). Discovery of induced point mutations in maize genes by TILLING. *BMC Plant Biology* 28(4):12-16. doi: 10.1186/1471-2229-4-12.
- Tomlekova, N., Spasova-Apostolova, V., Pantchev, I., Sarsu, F. (2021). Mutation associated with orange fruit color increases concentrations of β -carotene in a sweet pepper variety (*Capsicum annuum* L.). *Foods* 2021 10(6): 1225. doi: 10.3390/foods10061225.
- Wang, W., Wang, K., Chen, X., Prodanovic, S., Li, X., Ye, X., Yan, Y. (2018). Molecular Characterization and Phylogenetic Analysis of One Omega-Gliadin Gene from *Aegilops speltoides* L. *Genetika* 50(2): 503-517. doi: 10.2298/GENSR1802503W
- Wang, R., Zhang, J., Luo, F., Liu, N., Prodanovic, S., Yan, Y. (2021). Cloning and Molecular Characterization of Two Novel Lmw-M Type Glutenin Genes from *Triticum spelta* L. *Genetika* 53(1):141-155. doi: 10.2298/GENSR2101141W
- Wu, J., Lu, X., Yu, Z., Han, C., Li, X., Prodanović, S., Yan, Y. (2017). Effects of Glu-1 and Glu-3 Allelic Variations on wheat glutenin macropolymer (Gmp) content as revealed by size-exclusion high performance liquid chromatography (Se-Hplc). *Genetika* 49(2): 677-691. doi: 10.2298/GENSR1702677W

UTICAJ PREPARATA EM NATURALLY ACTIVE GREEN I EM5 VITAL PLANT PURPLE NA KVALITET RASADA PAPRIKE

INFLUENCE OF EM NATURALLY ACTIVE GREEN AND EM5 VITAL PLANT PURPLE ON THE QUALITY OF PEPPER SEEDLINGS

Dejan Cvikić¹, Biljana Šević¹, Slađan Adžić¹, Slađana Savić¹, Milan Ugrinović¹,
Bojana Gavrilović¹, Ivana Živković¹

¹ *Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

Autor za korespondenciju: dcvikić@institut-palanka.rs

Izvod

Paprika (*Capsicum annuum* L.) spada u grupu najznačajnijih povrtarskih kultura. Ima visoku hranljivu i biološku vrednost. Plod paprike može da se koristi u svežem ili prerađenom obliku i predstavlja bogat izvor vitamina, mineralnih materija i drugih organskih jedinjenja potrebnih u savremenoj ishrani. Proizvodnja kvalitetnog rasada je preduslov za visok prinos i nutritivni sastav ploda paprike. U ovom radu je ispitivan uticaj mikrobioloških preparata EM Naturally active i EM-5 Vital plant purple (EM i EM-5) na kvalitet i morfološke karakteristike rasada paprike sorte Župska rana, stvorene u Institutu za povrtarstvo Smederevska Palanka. Utvrđene su statistički značajne razlike u vrednostima ispitivanih parametara u sva tri tretmana sa primenjenim mikrobiološkim preparatima u odnosu na kontrolnu varijantu. Najveće vrednosti su zabeležene u T3 tretmanu koji je obuhvatao tri apliciranja preparatima (zalivanjem i folijarno), u intervalu na svakih 7 dana, a vrlo značajne razlike su izražene kod izmerenih parametara težina biljke (13,20 g) i lisne površine (130,15 cm²).

Ključne reči: paprika, kvalitet rasada, mikrobiološki preparati, Župska rana

Abstract

Pepper (*Capsicum annuum* L.) belongs to the group of the most important vegetable crops. It has a high nutritional and biological value. Pepper fruit can be used in fresh or processed form and is a rich source of vitamins, minerals and other organic compounds needed in modern nutrition. The production of quality seedlings is a prerequisite for a high yield and nutritional composition of the pepper fruit. In this paper, the influence of microbiological preparations (EM and EM-5) on the quality and morphological characteristics of pepper seedlings of the variety Župska rana, created at the Institute for Vegetables Crops Smederevska Palanka, was investigated. Statistically significant differences were found in the values of the examined parameters in all three treatments with the applied microbiological preparations compared to the control variant. The highest values were recorded in the T3 treatment, which included three applications of preparations (watering and foliar) at an interval of every 7 days, and there are very significant differences expressed in the measured parameters of plant weight (13.20 g) and leaf area (130.15 cm²).

Key words: pepper, seedling quality, microbiological preparations, Župska rana

Uvod

Uzgajivačka oblast, različiti načini proizvodnje (tradicionalni ili savremeni način) i potrošnja (u svežem ili prerađenom obliku) čine papriku jednom od najvažnijih povrtarskih kultura (Cvikić i sar., 2011). Sa ekonomskog aspekta, kao dominantna vrsta povrća u svetu se gaji na oko 2,1 milion ha, a ukupna proizvodnja u 2020. godini je iznosila 3.613.996 t (FAO, 2022). Smatra se da je paprika jedna od prvih domestikovanih biljnih vrsta na severnoj hemisferi (Perry et al., 2007). Gajena vrsta paprike (*Capsicum annuum* L.), koja je poreklom iz Južne Amerike, spada u grupu tzv. heliofilnih biljaka. Kako pripada toploljubivim biljkama i slabo konkurentnim vrstama u početnim fazama porasta i razvića, za njenu ekonomičnu proizvodnju neophodna je prethodna proizvodnja rasada dobrog kvaliteta. Proizvodnja rasada se obično izvodi u zaštićenom prostoru (plastenici i staklenici) što omogućava pouzdanost proizvodnje

regulisanjem temperature, vlage i svetlosti. Da bi sama proizvodnja bila uspešna, neophodan preduslov je da rasad paprike bude zdrav i vitalan.

Uspešna proizvodnja paprike zavisi od kvalitetne proizvodnje rasada, pravovremene setve za proizvodnju rasada, nege, pripreme rasada i rasađivanja (Gvozdrenović i sar., 2006). U savremenoj poljoprivredi se teži povećanju prinosa i kvaliteta plodova, sa smanjenjem upotrebe pesticida i veštačkih đubriva (Dozet i sar., 2022). Mikroorganizmi i mikrobiološka đubriva dugo nisu imala značaj kakav zaslužuju u poljoprivrednoj proizvodnji. Raznolikost mikroorganizama u zemljištu je preduslov za održavanje njegove plodnosti i ima pozitivan uticaj na zdravlje biljaka, njihov pravilan rast i razvoj, shodno tome i na prinos (Peralta et.al, 2018). Primenom mikrobnih inokulanata-biofertilizatora smanjuje se upotreba skupih azotnih đubriva, biljci se omogućava lakše usvajanje fosfora, utiče na dinamiku i pravac mikrobioloških procesa koji posredno utiču na održavanje i povećanje plodnosti zemljišta (Milošević i sar., 2001), čime se povećava i biogenost zemljišta i proizvodi ekološki i visoko vredan proizvod (Janošević, 2021). Glamočlija i sar. (2022) navode da biopreparati na bazi bakterija i gljiva mogu biti alternativa ili dodatak mineralnim hranivima u proizvodnji gajenih kultura.

Cilj rada je ispitivanje uticaja mikrobioloških preparata EM i EM-5 na bazi probiotičkih mikroorganizama, koji imaju pozitivan efekat na biološki odnos u zemljištu, odnosno supstratu, radi proizvodnje kvalitetnijeg rasada i poboljšanja morfoloških karakteristika paprike. Zbog svojstva tehnologije dobrih mikroorganizama, biljkama se obezbeđuje veća količina lako dostupnih minerala, što ima uticaja na proizvodnju jačih biljaka, koje su otpornije na stresne uslove, a ujedno se smanjuje prisustvo bolesti po principima dominacije nad patogenim mikroorganizmima i gljivama, čime se može smanjiti upotreba hemijskih sredstava za zaštitu bilja.

Materijal i metode rada

Ogled je postavljen u martu 2023. godine, u stakleniku Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka, u 4 ponavljanja sa po 30 biljaka u svakom ponavljanju. U tabeli 1. je prikazana hronologija operacija u toku izvođenja ogleda. Ispitivana sorta paprike je bila Župska rana (dugog ploda u tipu kapije), a rasad je proizveden u čašama dimenzije 6x6 cm. U radu su

korišćeni mikrobiološki preparati EM Naturally active i EM-5 Vital plant purple, koji su u tečnom obliku. Preparati su primenjivani u tri različita termina (na svakih 7 dana) i upoređivani sa kontrolnom varijantom. Prvo apliciranje mikrobiološkim preparatima u sva tri tretmana (T1, T2, T3) sa 1 % EM (zalivanjem u količini od 50 ml po biljci) i 1 % EM-5 (folijarno) je izvedeno 7 dana nakon pikiranja rasada, zatim drugo apliciranje u T2 i T3 tretmanima 14 dana nakon pikiranja i treće apliciranje u T3 tretmanu, nakon 21 dan od pikiranja.

Tabela 1. Hronologija operacija u toku izvođenja ogleda

Sorta	Setva	Nicanje	Pikiranje	Godina 2023			Merenje morf. osobina
				I tretman	II tretman	III tretman	
Župska rana	28.III	14.IV	05.V	12.V	19.V	26.V	08.VI

Primenjeni mikrobiološki preparati EM Naturally active i EM-5 Vital plant purple u svom sastavu sadrže bakterije *Rhodobacter spp.* i *Rhodopseudomonas spp.* (povećavaju efikasnost fotosinteze zelenih biljaka i pomažu boljoj apsorpciji mikroelemenata), bakterije mlečne kiseline *Lactobacillus spp.* i kvasac-*Saccharomicetales* (podržavaju prirodne odbrambene mehanizme biljaka), kao i biljne ekstrakte crnog luka i ljute paprike (istovremeno povećavaju efikasnost zaštite od štetočina). Tretiranje rasada prskanjem mikrobiološkim preparatom EM-5 Vital Plant purple utiče na smanjenje količine biljnih patogena, tako što se ispunjava okolina konkurentskim mikroorganizmima i poboljšava prirodna otpornost biljaka, dok se zalivanjem sa EM Naturally active aktivira zemljište i biostimuliše biljka, pospešuje rast i jača korenov sistem. Utiče se na procese koji se odvijaju u zemljištu i pomažu razvoju mikoriznih gljiva, koje su već prisutne, pri čemu samo treba podržati njihovu aktivnost.

Dobijeni rezultati su statistički obrađeni analizom varijanse i testirani LSD testom (test najmanje značajne razlike), u programu IBM SPSS Statistics, version 29.0. Rezultati su predstavljeni tabelarno.

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja za sortu paprike Župska rana, koji su obuhvatili analizu morfoloških osobina rasada, detaljno su prikazani u tabeli 2. Na osnovu dobijenih rezultata, možemo zaključiti da je uticaj mikrobioloških preparata EM Naturally active i EM-5 Vital plant purple bio signifikantan za ispitivane osobine, posebno u tretmanima T2 i T3 u odnosu na kontrolnu varijantu bez primene navedenih preparata. Ispitivana osobina visina biljke kod tretmana T2 i T3, gde su primenjivani mikrobiološki preparati, nije pokazala značajne vrednosti, što je povoljno za ocenu kvaliteta rasada, dok u varijanti T1 sa jednim apliciranjem (17,82 cm) i u kontrolnoj varijanti (17,65 cm) ova osobina je ispoljila najviše vrednosti, što dalje može negativno uticati i dovesti do poleganja biljaka nakon rasađivanja. Najveći broj listova (15) je izmeren u varijanti T3 gde je izvedeno tri apliciranja preparatima. Kvalitetan rasad paprike treba da ima 6-8 stalno razvijenih listova, visinu stabla 15-25 cm, dobro razvijen korenov sistema, a naročito bočne žilice.

Higa (2001) u svojim istraživanjima navodi da direktna primena mikrobiološkim preparatima na biljku može poboljšati fiziološke parametre kao što su fotosinteza, koja rezultira kasnije većim prinosisima useva. Po anatomskoj građi, list ima mnogo stoma, tako da prilikom folijarnog tretmana preko mladih listova biljaka, mikroorganizmi koji su u sastavu mikrobioloških preparata prodiru u lisno tkivo, pri čemu štite biljke od uzročnika bolesti i pomažu u uklanjanju posledica fizioloških poremećaja u biljkama, što utiče na sintezu organske materije. Najveća lisna površina je zabeležena kod biljaka u trećem tretmanu i iznosila je 130,15 cm² i kod ove osobine je uticaj primenjenih preparata signifikantan.

Kvalitet rasada se meri visinom i debljinom stabla od hipokotila do epikotila i od kotiledona do prvog pravog lista. Od ispitivanih osobina, debljina stabla nije imala značajne razlike u vrednostima između tretmana. U T3 tretmanu, debljina stabla je iznosila 0,36 cm, dok je u kontrolnoj varijanti izmerena zamenarljivo veća vrednost 0,40 cm, što pokazuje da nije bilo uticaja primenjenih preparata.

U tretmanu gde je vršeno tri apliciranja mikrobiološkim preparatima, utvrđene su značajne vrednosti osobine težine biljke (13,20 g), što pokazuje da su biljke dobro razvijene i da će ispuniti preduslov da prođu sve faze rasta i razvića, a težina korenovog sistema rasada je imala značajne vrednosti (6,82 g), u odnosu na kontrolnu varijantu. U početnim fazama je

veoma važno da korenov sistem bude dobro razvijen. Doprinos mikorize je zdraviji i gušći korenov sistem, smanjena potreba za zalivanjem i đubrenjem, povećana otpornost na sušu, smanjena potreba za zaštitu od bolesti. Zhang et al. (2019) su u proizvodnji lucerke primenjivali preparate na bazi mikoriznih gljiva i dobili rezultate koji pokazuju promene u sastavu mikrobne zajednice u rizosferi. Unošenjem aktivnog soja *Tr. harzianum* T-63, došlo je do značajnog povećanja suve mase izdanka i korena lucerke i raspoloživih hranljivih materija u zemljištu (N, P, K), u poređenju sa kontrolnom varijantom. Brojne studije su pokazale da različite mikorizne gljive mogu poboljšati zdravlje i povećati prinos biljaka (Rouphael et al., 2015).

Tabela 2. Analiza morfoloških osobina rasada sorte paprike Župska rana

Osobine paprike/ Tretmani	Visina biljke (cm)	Broj listova	Debljina stabla (cm)	Težina biljke (g)	Težina korena (g)	Lisna površina (cm ²)
T1	17,82*	14,00	0,40 ^{nz}	12,86*	6,70*	115,04
T2	16,98	14,00	0,37	11,69	5,80	122,31*
T3	17,41	15,00*	0,36	13,20**	6,82*	130,15**
T4	17,65*	14,00	0,35	11,53	5,72	114,06
Prosek	17,47	14,30	0,37	12,32	6,26	120,40
LSD 0,05	0,64	0,57	0,03	1,72	1,35	10,91
LSD 0,01	0,84	0,75	0,04	2,28	1,78	14,42

**statistički vrlo značajna razlika, *statistički značajna razlika, ^{nz}nije statistički značajna razlika

T1 – 1 x apliciranje preparatima T2 – 2 x apliciranja preparatima
T3 – 3 x apliciranja preparatima T4 – Kontrolna varijanta

Unošenjem mikrobiološkog đubriva u zemljište potpomaže i ojačava već postojeće korisne mikroorganizme i usporava razvoj patogenih mikroorganizama. Postojeći mikroorganizmi održavaju jaku simbiozu sa korenovim sistemom u rizosferi gde se odvija razmena hrane i drugih biološko aktivnih supstanci od čega imaju korist i mikroorganizmi i biljke. Rizosferna mikroflora svojom životnom aktivnošću utiče na mineralnu ishranu biljaka, preko mineralizacije organske materije, prevođenjem mineralnih materija zemljišta u pristupačne oblike za biljke, utičući na rast i na građu korena i uopšte na rast i razviće biljaka. Moravčević i sar. (2016), u svojim istraživanjima su došli do zaključka da za proizvodnju

ranog rasada povrća treba koristiti rasad zaštićenog korenovog sistema. Prihranjivanje rasada, koje se odvija kontinuirano, pozitivno deluje na fotosintetski aparat i razvoj korenovog sistema. Ovom merom se skraćuje rasadni period i povećava se ekonomičnost proizvodnje (Moravčević i sar., 2020).

Zaključak

Primenom mikrobioloških preparata došlo je do povećanja vrednosti osnovnih parametara koji utiču na ocenu kvaliteta rasada. Najbolji rezultati su postignuti u tretmanu u kom je izvedeno tri apliciranja preparatima, što dovodi do zaključka da mikrobiološki preparati imaju opravdanu primenu u rasadničkoj proizvodnji paprika. Posebnu pažnju treba posvetiti merama koje se primenjuju u fazama proizvodnje rasada, a koje imaju značajan uticaj na njegov kvalitet koji dovodi do postizanja visokih prinosa. Dalja istraživanja bi trebalo usmeriti u iznalaženju kompatibilnih tretmana sa genotipovima paprike.

Zahvalnica

Istraživanja prikazana u ovom radu finansirana su sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Ugovorom o realizaciji i finansiranju NIO (evidencioni broj 451-03-47/2023-01/ 200216).

Literatura

- Cvikić, D., Pavlović, N., Zdravković, M., Zdravković, J., Adžić, S. (2011). A contemporary approach to breeding elongated pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. Faculty of Agronomy, Čačak. Acta Agriculturae Serbica, Vol. XVI, 32 (2011) 91-95.
- Dozet, G., Đukić, V., Mamlić, Z., Đurić, N., Cvijanović, G., Jakšić, S., Dozet, D. (2022). Prinos paprike u zavisnosti od primene vodenih ekstrakata. Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Zbornik radova 2022, Smederevska Palanka, str.73-80.

- Gvozdenović, Đ., Bugarski, D., Takač, A., Červenski, J. (2006). Proizvodnja povrtnarske paprike na otvorenom polju iz rasada. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija, vol. 42, str. 241-258.
- Glamočlija, N., Đ., Đurić, A., N., Maksimović, S., J., (2022). Visoke trave (fam. *Poaceae*). Monografija, 2022, Smederevska Palanka str. 190.
- Higa, T. (2001). Effective Microorganisms in the context of Kyusei Nature Farming: a technology for the future. In: Senanayake, Y.D.A., Sangakkara, U.R. (Eds.), Sixth International Conference on Kyusei Nature Farming, Pretoria, South Africa, pp. 40-43.
- Janošević, B. (2021). Agroekološki i agronomski značaj pokrovnih useva u održivom sistemu gajenja hibrida kukuruza specifičnih svojstava. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Moravčević, Đ., Dolijanović, Ž., Vujošević, A., Vuković, S., Pećinar, I., Todorović, V., Zeljković, S. (2020). Fertilizer effects on the container production of tomato seedlings. IX International Symposium on Agricultural Sciences AgroReS, 2020- Book of Abstracts, 24th September 2020, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, P2_33, 93.
- Moravčević, Đ., Gvozdenović, Varga, J., Dolijanović, Ž., Čosić, M., Delić, D., Ugrinović, M. (2016). Effects of continuous fertilization on the cucumber seedling quality. Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series, XLVI 2016: 218-222.
- Milošević, N., Govedarica, M. (2001). Mogućnost primene biofertilizatora u proizvodnji ratarskih neleguminoznih biljaka. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija, br. 35, str. 53-65.
- Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D.M., Piperno, D.R., Zeidler, J.A., (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum spp.* L) in the Americas. Science, 315 (5814): 986-988.
- Peralta, A.L., Sun, Y., Mc Daniel, M.D., Lennon, J.T. (2018). Crop rotational diversity increases disease suppressive capacity of soil microbiomes. Ecosphere, 9, e02235.
- Rouphael, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M. (2015). Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. Scientia Horticulturae 196. 91-108. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.002
- Zhang, F., Xixi Xu, X., Yuaqian Huo, Y., Xiao Y. (2019). Trichoderma-Inoculation and Mowing Synergistically Altered Soil Available Nutrients, Rhizosphere Chemical Compounds and Soil Microbial Community, Potentially Driving Alfalfa Growth. Microbiol. 07 January 2019 Sec. Terrestrial Microbiology. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03241>.

**UTICAJ POKROVNIH USEVA UZ PRIMENU BIOFERTILIZATORA
NA PRINOS ZRNA KUKURUZA KOKIČARA**

**THE INFLUENCE OF COVER CROPS WITH THE APPLICATION OF
BIOFERTILIZER ON GRAIN YIELD OF POPCORN**

Biljana Šević¹, Željko Dolijanović², Milena Simić³, Vesna Dragičević³, Nenad Đurić¹, Veselinka Zečević¹, Dejan Cvikić¹

¹*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka,*

²*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun*

³*Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd*

Autor za korespondenciju: bsevic@institut-palanka.rs

Izvod

Cilj rada je ispitivanje uticaja pokrovnih useva, sa i bez primene biofertilizatora (BF) na prinos zrna kukuruza kokičara (hibrid ZPSC 611k FAO 600). Ogljed je izveden u Institutu za kukuruz „Zemun Polje“ tokom 2014/2015. godine. Pokrovne useve (PU) su činile dve leguminoze: obična grahorica i ozimi krmni grašak, dve neleguminozne vrste: ozimi ovas i ozimi krmni kelj. Dve varijante sa smešama su obična grahorica + ozimi ovas i ozimi krmni grašak + ozimi ovas i dve kontrole (kontrola I - slama i kontrola II - golo zemljište). PU su sejani u jesen, zaoravani krajem aprila, nakon čega je polovina parcele tretirana BF, dok je setva kukuruza kokičara obavljena polovinom maja. Najveći prinos zrna je ostvaren na varijantama: krmni grašak + ozimi ovas (5,34 t ha⁻¹) i krmni kelj (4,89 t ha⁻¹) sa BF, dok je ozimi ovas ispoljio najmanji uticaj na prinos zrna kokičara.

Ključne reči: pokrovni usevi, biofertilizator, kukuruz kokičar, prinos

Abstract

The aim of the paper is to examine the influence of cover crops, with and without the application of biofertilizer (BF) on the grain yield of

popcorn (hybrid ZPSC 611k FAO 600). The experiment was carried out at the “Zemun Polje” Maize Research Institute during 2014/2015. The cover crops (CC) consisted of 2 legumes: common vetch and field pea, 2 non-leguminous species: winter oats and fodder kale. The two variants with mixtures are common vetch + winter oats and field pea + winter oats and two controls I control (straw) and II control (bare soil). CC was sown in autumn, plowed in late April, after which half of the plot was treated with BF and popcorn was sown in the middle of May. The highest grain yield was achieved on variants with field pea + winter oats (5.34 t ha⁻¹) and fodder kale (4.89 t ha⁻¹) with BF, while winter oats had the least impact on the grain yield of popcorn.

Key words: cover crops, biofertilizer, popcorn, yield

Uvod

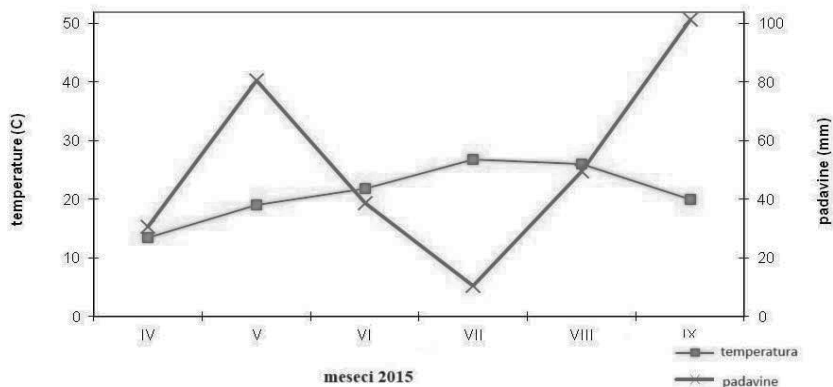
Primena pokrovnih useva može se smatrati efikasnom metodom, posebno u održivoj i organskoj poljoprivredi kroz kontrolu korova i smanjenje upotrebe herbicida, poboljšanje zemljišta i povećanje prinosa glavnog useva (Dolijanović i sar., 2020). Revilla et al. (2021) navode da je strategija za prelazak poljoprivredne proizvodnje sa velikim ulaganjem u održivi sistem gajenja prioritet, a neke kombinacije useva bi mogle biti prikladnije za održivu proizvodnju u različitim uslovima životne sredine. U Srbiji je oko 40% obradivog zemljišta namenjeno za proizvodnju kukuruza (Kos, 2014) i u poslednjih nekoliko godina naša zemlja se ubraja među vodeće proizvođače (6,9 miliona tona) i izvoznike (3 miliona tona) kukuruza u Evropi (RZS, 2023). Kukuruz kokičar je postao komercijalan usev pre više od 100 godina, a popularnost i uvođenje u ishranu ljudi su naročito porasli od 1940. godine. Pajić i sar. (2012) su ispitivali 12 hibrida kokičara i zaključili da prinos u Srbiji varira između 3,56 t ha⁻¹ i 6,09 t ha⁻¹. Da bi se ostvario maksimalni potencijal rodosti, berba kokičara mora da se obavi u vreme pune zrelosti, kada vlaga u zrnu nije veća od 16-18%. Kvalitetni hibrid kokičara mora da ima visok i stabilan prinos, visok stepen kokičavosti i kvalitetnu kokicu, što predstavlja izazov za mnoge proizvođače. Za usev kukuruza, koji je veliki potrošač azota, leguminoze su dobar izbor kao pokrovni usev, jer brzo rastu u jesen, štite zemljište tokom zime i počinju rano da rastu u proleće akumulirajući veliku količinu organske materije koja sadrži azot (Oljača i Dolijanović, 2013; Blanco-

Canqui et al., 2015; Cutti et al., 2016; Tursun et al., 2018). Leguminoze često mogu da obezbede dovoljne količine azota za proizvodnju glavnog useva. Thiessen-Martnes et al. (2005) su ovu osobinu pokrovnih useva nazvali „vrednost zamene đubriva“. Mnogi naučnici (Bohlool et al., 1992, Peoples and Craswell, 1992; Giller and Cadisch, 1995) su mišljenja da je biološka fiksacija azota pomoću pokrovnih useva jedina alternativa mineralnim azotnim đubrivima u funkciji održavanja i povećanja proizvodnje hrane u budućnosti. Dinnes et al. (2002) preporučuju uvođenje pokrovnih useva u rotaciju kukuruza i soje kako bi se smanjio potencijal ispiranja NO_3^- azota. Logsdon et al. (2002) su ukazali da gajenje ovsa (*Avena sativa* L.) i raži (*Secale cereale* L.) kao pokrovnih useva u smeni kukuruza i soje, dovodi do smanjenja gubitaka NO_3^- azota za preko 70%. Mariscal-Sanchoet et al. (2023) navode da pokrovni usevi imaju veliki potencijal da unaprede održivost agroekosistema i njihovu prilagodljivost klimatskim promenama. Gajenje pokrovnih useva i njihovo zaoravanje doprinosi povećanju biomase mikroorganizama u zemljištu, povećanju biološke aktivnosti zemljišta, razviću saprofitne mikroflore koja sprečava razvoj brojnih bolesti gajenih biljaka (Motta et al., 2007). Kod useva kukuruza utvrđeno je povećanje populacije svih mikroorganizama u zemljištu gajenjem crvene deteline kao pokrovnog useva (Nakamoto and Tsukamoto, 2006). Dodavanjem biofertilizatora u zemljište neposredno posle zaoravanja pokrovnih useva, očekuje se inteziviranje mineralizacije unetih žetvenih ostataka (Janošević, 2021). Biopreparati na bazi bakterija i gljiva mogu biti alternativa ili dodatak mineralnim hranivima u proizvodnji gajenih useva, navode Glamočlija i sar. (2022). Proučavanja sistema gajenja kukuruza su često usmerena na utvrđivanje gubitaka u prinosu kao posledice delovanja mnogih faktora (Ruffo et al., 2015), dok sveobuhvatniji pristupi ukazuju da bi tehnologiju gajenja trebalo zasnivati na kombinovanoj primeni više mera, koje su ekološki opravdane (Morris i Winter, 1999). Yang et al. (2023) u svojim istraživanjima navode efikasnost pokrovnih useva. Produktivnost useva i visina prinosa zrna značajno variraju u zavisnosti od vremena, dužine vegetacije, tipa zemljišta, vrste useva, karakteristike pokrovnih useva kao što su proizvodnja biomase, odnos C:N i stepen razlaganja ostataka. Cilj ispitivanja bio je da se utvrdi uticaj primenjene tehnologije gajenja kukuruza kokičara uključivanjem pokrovnih useva i biofertilizatora na prinos zrna ispitivanog hibrida.

Materijal i metode rada

Ispitivanje je sprovedeno tokom 2014/2015. godine na oglednom polju Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd (44°52'N; 20°20'E). Ogled je postavljen u četiri ponavljanja po slučajnom blok sistemu. Veličina elementarne parcele iznosila je 35 m². Kao pokrovni usevi (faktor A) gajene su četiri vrste biljaka i to dve leguminoze: obična grahorica, *Vicia sativa* L. (fam. Fabaceae), ozimi krmni grašak, *Pisum sativum* L. (fam. Fabaceae) i dve neleguminozne vrste: ozimi ovas, *Avena sativa* L. (fam. Poaceae) i ozimi krmni kelj, *Brassica oleracea* (L.) convar. *acephala* (fam. Brassicaceae). U ispitivanju su bile uključene i dve varijante sa smešama: obična grahorica + ozimi ovas i ozimi krmni grašak + ozimi ovas, kao i dve kontrolne varijante: I kontrola (slama) i II kontrola (golo zemljište). Predusev na oglednoj parceli je bila ozima pšenica. Jesenja priprema zemljišta (duboko oranje i fina predsetvena priprema zemljišta) obavljena je neposredno pred setvu pokrovnih useva. Setva pokrovnih useva obavljena je ručno u jesen, u prvoj polovini novembra 2014. Za setvu je korišćeno sertifikovano seme Zavoda za krmno bilje Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Količina semena za setvu bila je prilagođena načinu i vremenu setve u cilju gajenja kako bi se obezbedio optimalan broj biljaka po jedinici površine. Smeše obične grahorice i krmnog graška sa ovsem su sejane u odnosu 70%:30% od količine semena u čistim usevima. Celokupna količina P i K je uneta u jesen đubrivom mono kalijum fosfat-MKP (0:52:34), a potrebna količina azota je uneta u proleće, zajedno sa setvom glavnog useva u obliku pojedinačnog đubriva Uree u količini od 120 kg ha⁻¹ N (neleguminozni usevi i kontrolne varijante), 80 kg ha⁻¹ N (leguminozni usevi gajeni pojedinačno) i 90 kg ha⁻¹ čistog hraniva (varijante sa smešama). Preostalih 40, odnosno 30 kg ha⁻¹ N, smatra se da je obezbeđeno azotofiksacijom. Košenje i zaoravanje pokrovnih useva obavljeno je u proleće, a neposredno posle zaoravanja na polovini površine elementarne parcele u zemljište je inkorporiran biofertilizator Uniker u količini 10 l ha⁻¹ (faktor B). Reč je o mobilizatoru hranljivih elemenata koji sadrži sojeve proteolitičkih i celulolitičkih bakterija koje potpomažu mineralizaciju unetih žetvenih ostataka i čijom se primenom povoljno utiče na povećanje plodnosti zemljišta. Kao glavni usev gajen je kukuruz kokičar (*Zea mays* L. *everta* Sturt - fam. Poaceae), hibrid ZPSC 611k (FAO 600). Setva je obavljena ručno 21. maja 2015. godine. Gustina ispitivanog glavnog useva iznosila je 65.000 biljaka po ha, sa međurednim razmakom

od 70 cm i rastojanjem između biljaka u redu od 22 cm. Dobijeni podaci su obrađeni statistički, metodom analize varijanse (ANOVA), za pojedinačna poređenja korišćen je test najmanje značajne razlike LSD test (nivo značajnosti 0,05 i 0,01).



Grafikon 1. Srednje mesečne temperature vazduha i količine padavina tokom vegetacionog perioda 2015. godine

U godini ispitivanja zabeležene su više vrednosti srednjih mesečnih temperatura vazduha, dok je količina padavina značajno bila niža od višegodišnjeg proseka (Janošević, 2021), što je predstavljalo veliki nedostatak padavina za glavni usev tokom kritičnog perioda formiranja zrna.

Rezultati i diskusija

U tabeli 1. su prikazani podaci o prinosu zrna kukuruza kokičara za 2015. godinu. Rezultati pokazuju razliku između varijanti i značajnost delovanja ispitivanih faktora. Na osnovu statističke analize dobijenih podataka možemo zaključiti da su oba faktora, kako pojedinačno, tako i u interakciji, imala statistički značajan uticaj na visinu prinosa zrna ispitivanog hibrida kukuruza kokičara. Prema rezultatima Srđić i sar. (2019) prosečan prinos od 4,11 t ha⁻¹ je optimalan za ispitivani hibrid ZP 611k na ovom i sličnim lokalitetima.

Tabela 1. Prinos zrna kukuruza kokičara u 2015. godini ($t\ ha^{-1}$)

Godina/ Varijante	2015		Prosek
	BFØ	BF	
Obična grahorica	3,23	4,15	3,69
Ozimi krmni grašak	4,71	4,55	4,63
Ozimi ovas	3,82	3,53	3,67
Ozimi krmni kelj	3,40	4,89	4,14
Obična grahorica + ozimi ovas	2,95	4,33	3,64
Ozimi krmni grašak + ozimi ovas	3,60	5,34	4,47
I kontrola (slama)	3,51	4,49	4,00
II kontrola (golo zamljište)	3,45	3,92	3,68
Prosek	3,58	4,40	3,99
Faktor	A	B	AB
LSD (0,05)	0,22	0,32	0,45
LSD (0,01)	0,31	0,43	0,61

Najveći prinos zrna je izmeren na varijantama sa smešom ozimi krmni grašak + ozimi ovas ($5,34\ t\ ha^{-1}$) i sa ozimim krmnim keljom ($4,89\ t\ ha^{-1}$), gde je primenjivan BF, dok je najslabiji rezultat ostvaren na varijantama na kojima je ozimi ovas gajen kao čist usev. Prema poslednjim podacima, prosečni prinosi kukuruza kokičara u svetu iznose oko $3\ t\ ha^{-1}$, dok noviji hibridi, uključujući domaće ZP hibride, mogu dati prinos između 5 do $7\ t\ ha^{-1}$. Rezultati istraživanja Pajić i Srdić (2007) pokazuju da su u Bečeju ($6,36\ t\ ha^{-1}$) i Pančevu ($4,94\ t\ ha^{-1}$) postignuti veoma visoki prosečni prinosi zrna kukuruza kokičara. Abdalla et al. (2019) su u svojim istraživanjima došli do rezultata koji pokazuju da su leguminozni pokrovni usevi uticali na povećanje prinosa zrna kokičara za 13% u poređenju sa neleguminoznim usevima. Navedeni autori smatraju da se uticaj pokrovnih useva na otvorenom polju može povećati ako se uskladi tehnologija gajenja sa mikroklimatskim karakteristikama poput sadržaja vlage, tipa zemljišta i sistema gajenja. Uticaj klimatskih faktora u godini istraživanja posmatran je preko srednjih mesečnih temperatura vazduha i količine padavina, kao limitirajućih faktora biljne proizvodnje. Nedostatak padavina sa višim vrednostima srednjih temperatura vazduha zabeležen je tokom letnjih meseci, u periodu kada kukuruz kokičar ispoljava najveću osetljivost na uticaj suše. Time se godina ispitivanja može svrstati u sušnu, pri čemu su pokrovni usevi ispoljili veći uticaj u kombinaciji sa biofertilizatorom na povećanje prinosa kukuruza kokičara. Turska je jedna od najvećih

proizvođača, gde visina prinosa kokičara dostiže od 3,5 t ha⁻¹ do 5,4 t ha⁻¹ (Öz and Kapar, 2011), što ističe značaj istraživanja koja se vrše na kukuruзу kokičaru u ovoj zemlji. Dolijanović i sar. (2016) su došli do rezultata koji pokazuju da je najveći uticaj na prinos zrna kokičara ostvarila smeša ozimog stočnog graška i ovsa (5,40 t h⁻¹), kao i ozimi krmni kelj (5,25 t ha⁻¹), dok su najniži prinosi zrna ostvareni na varijantama bez pokrovnih useva. Kao razlog povećanja prinosa zrna na varijantama sa pojedinačnim pokrovnim usevima i smešama, autori navode smanjenu zakorovljenost, posebno višegodišnjim vrstama korova. Isti autori navode da su na povećan prinos zrna kukuruza kokičara najveći uticaj ispoljili pokrovni usevi poput obične grahorice i ozimog krmnog kelja, odnosno kod vrsti koje su razvile veću nadzemnu biomasu i kod kojih je pokrivenost površine zemljišta bila veća (Dolijanović i sar., 2016). Obična grahorica kao PU ima potencijala da obezbedi veći deo N, koji je potreban glavnom usevu kukuruзу da postigne maksimalan prinos zrna (Bayer et al., 2000). Ova vrsta poboljšava kvalitet vode u zemljištu, utiče na smanjenje erozije tokom zimskih meseci, a ujedno povećava količinu organske materije u zemljištu. Prema rezultatima eksperimenata, tretmani sa pokrovnim usevima, najčešće su i oni sa najvećim prinosom gajene vrste (Isik et al., 2014). Mariscal-Sancho et al. (2023) su ispitivali uticaj grahorice, melilotusa i ječma kao pojedinačne vrste i smeše ječam + grahorica i ječam + melilotus, gde je ječam dao najbolje rezultate u pogledu poboljšanja mikrobioloških osobina zemljišta, ishrane glavnog useva kukuruza, što je rezultiralo najvećom biomasom i statusom hranljivih materija, ali ne i kod pšenice, ističući nedostatke uzajamnog gajenja dva useva iz iste familije, dok mešavine nisu uticale na produktivnost glavnih useva kukuruza i pšenice.

Zaključak

Ispitivani faktori, pokrovni usevi i biofertilizator, kao i njihova međusobna interakcija u odnosu na obe kontrolne varijante su ispoljili značajan uticaj na prinos zrna kokičara, što svakako opravdava primenu ovih mera u održivom sistemu gajenja kukuruza kokičara. Rezultati rada dovode do zaključka da su u semiaridnoj klimi, u uslovima bez navodnjavanja, pokrovni usevi, a posebno leguminoze koje su gajene pojedinačno ili u smešama uz primenu biofertilizatora, uticale na

povećanje prinosa kukuruza kokičara. Prednosti pojedinačnih leguminoznih pokrovnih useva, kao i njihovih mešavina, zahvaljujući širokoj adaptibilnosti mogu da predstavljaju dobru poljoprivrednu praksu u održivom sistemu upravljanja zemljištem i usevima.

Zahvalnica

Rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj Ugovora: 451-03-47/2023-01/ 200216).

Literatura

- Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., Truu, J., Rees, R.M., Smith, P.A. (2019). Critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global Change Biology* 25: 2530-2543. doi: 10.1111/gcb.14644
- Bayer, C., Mielniczuk, J., Amado, T.J.C., Martin-Neto, L., Fernandes, S.V. (2000). Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil, *Soil and Tillage Research* 54(1-2): 101-109. Doi: 10.1016/S0167-1987(00)00090-8
- Bohlool, B.B., Ladha, J.K., Garrity, D.P., George, T. (1992). Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and Soil* 141:1-11. doi: 10.1007/BF00011307
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T.M., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., Elmore, R.W., Francis, C.A., Hergert, G.W. (2015). Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils. *Agronomy Journal* 107: 2449-2474. doi: 10.2134/agronj15.0086
- Giller, K.E., Cadisch, G. (1995). Future benefits from biological nitrogen fixation: An ecological approach to agriculture. *Plant and Soil* 174: 255-277. doi: 10.1007/BF00032251
- Glamočlija, Đ., Đurić, N., Maksimović, J. (2022). Visoke trave (fam. Poaceae). Monografija, Smederevska Palanka.
- Dimnes, D.L., Douglas, L.K., Dan, J., Thomas, K., Hatfield, J., Colvin, T., Cambardella, C. (2002). Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern Soils. *Agronomy Journal* 94: 153-171. doi: 10.2134/agronj2002.1530
- Dolijanović, Ž., Simić, M., Momirović, N., Moravčević, Đ., Janošević, B. (2016). The effects of different cover crops on grain yield of popcorn (*Zea mays* L. ssp. *evarta* Sturt). *Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură –*

- Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) 46: 129-133.
- Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Oljača, S., Simić, M., Moravčević, Đ., Šeremešić, S. (2020). Weed control ability in sweet maize of single sown legume cover crops compared to their mixtures. Proceedings, XI International Scientific Agriculture Symposium “AGROSYM 2020”, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, 08-11, October 2020, pp. 139-146.
- Cutti, L., Lamego, F.P., de Aguiar, A.D.M., Kaspar, T.E., Gonsiorkiewicz-Rigon, C.A. (2016). Winter cover crops on weed infestation and maize yield. *Revista Caatinga* 29(4): 885-891. doi: 10.1590/1983-21252016v29n413rc
- Isik, D., Dok, M., Ak, A., Macit, I., Demir, Z., Mennan H. (2014). Use of cover crops for weed suppression in hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Turkey. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 79: 105-110.
- Janošević, B. (2021). Agroekološki i agronomski značaj pokrovnih useva u održivom sistemu gajenja hibrida kukuruza specifičnih svojstava. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Kos, J. (2014). Aflatoksini: analiza pojave, procena rizika i optimizacija metodologije određivanja u kukuruzu i mleku. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet.
- Logsdon, S.D., Kaspar, T.C., Meek, D.W., Prueger, J.H. (2002). Nitrate leaching as influenced by cover crops in large soil monoliths. *Agronomy Journal* 94: 807-814. doi: 10.2134/agronj2002.8070
- Mariscal-Sancho, I., Hontoria, C., Centurión, N., Navas, M. Moliner, A., Peregrina, F., Ulcuango, K. (2023). Maize and Wheat Responses to the Legacies of Different Cover Crops under Warm Conditions. *Agronomy* 13: 1721. doi: 10.3390/agronomy13071721
- Morris, C., Winter, M. (1999). Integrated farming systems: The third way for European agriculture? *Land Use Policy* 16: 193-205. doi: 10.1016/S0264-8377(99)00020-4
- Motta, A.C.V., Reeves, D.W., Burmester, C., Feng, Y. (2007). Conservation tillage, rotations and cover crop affecting soil quality in the Tennessee valley: Particulate organic matter and microbial biomass. *Communications in Soil Science & Plant Analysis* 38(19-20): 2831-2847. doi: 10.1080/00103620701663065
- Nakamoto, T., Tsukamoto, M. (2006). Abundance and activity of soil organisms in fields of maize grown with a white clover living mulch. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 115(1-4): 34-42. doi: 10.1016/j.agee.2005.12.006
- Oljača, S., Dolijanović, Ž. (2013). Ekologija i agrotehnika združenih useva. Monografija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

- Öz, A., Kapar, H. (2011): Determination of grain yield, some yield and quality traits of promising hybrid popcorn genotypes. *Turkish Journal of Field Crops* 16(2): 233-238.
- Pajić, Z., Srdić, J. (2007). Breeding of maize for special purposes and the industrial use. In: Science as sustainable development. (Eds.) Maize Research Institute "Zemun Polje", Belgrade, Serbia, 25-43.
- Peoples, M.B., Craswell, E.T. (1992). Biological nitrogen fixation: Investments, expectations and actual contributions to agriculture. *Plant and Soil* 141: 13-39. doi: 10.1007/BF00011308
- Revilla, P., Anibas, C.M., Tracy, W.F. (2021): Sweet Corn Research around the World 2015–2020. *Agronomy* 11: 534. doi: 10.3390/agronomy1103053.
- Ruffo, L.M., Gentry, L.F., Heininger, A.S. (2015). Evaluating management factor contributions to reduce maize yield gaps. *Agronomy Journal* 107: 495-505. doi: 10.2134/agronj14.0355
- RZS (2023). Republički zavod za statistiku.
<http://www.stat.gov.rs/WebSite/Public/PageView.aspx?pKey=138>.
- Srdić, J. (2009). Genetička varijabilnost i kombinacione sposobnosti samooplodnih linija kukuruza šećerca (*Zea mays* L. *saccharata*). Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Srdić, J., Milašinović-Šeremešić, M., Babić, V., Kravić, N., Gošić-Dono, S. (2019). Evaluation of agronomic and sensory characteristics of sweet corn hybrids. *Selekcija i semenarstvo* 25(2): 17-22. doi: 10.5937/SelSem1902017S
- Thiessen-Martens, J.R., Entz, M.H., Hoepfner, J.W. (2005). Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: Fertilizer replacement values for oat. *Canadian Journal of Plant Science* 85: 645-648. doi: 10.4141/P04-114
- Tursun, N., Işık, D., Demir, Z., Jabran, K. (2018). Use of Living, Mowed, and Soil-Incorporated Cover Crops for Weed Control in Apricot Orchards. *Agronomy* 8: 150. doi: 10.3390/agronomy8080150
- Yang, X., Reynolds, W.D., Drury C.F., Reeb, M-A. (2023). Impacts of summer seeded legume cover crops and termination-tillage method on nitrogen availability to corn in rotation. *Frontiers in Soil Science* 2: 1082940. doi: 103389/fsoil.2022.1082940

**UTICAJ PERIODA SKLADIŠTENJA NA PARAMETRE
KVALITETA SEMENA RAZLIČITIH SORTI PAPRIKE**

**THE EFFECT OF THE STORAGE PERIOD ON THE QUALITY
OF THE SEEDS OF DIFFERENT PEPPER VARIETIES**

Ivana Živković¹, Dobrivoj Poštić², Nenad Pavlović³, Slađan Adžić¹, Biljana Šević¹, Dejan Cvikić¹, Marijenka Tabaković²

¹*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka,*

²*Institut za kukuruz „Zemun Polje”, Beograd*

³*Agronomski fakultet u Čačku, Čačak*

Autor za korespondenciju: ivanazivkovic25@gmail.com

Izvod

Sortiment paprike obuhvata značajan broj različitih genotipova i spada u jedno od najpopularnijih povrća širom sveta. Ukupna klijavost značajno je bila viša kod genotipa feferone ($88,5\pm 0,17\%$), u odnosu na genotipove tipa babure i pimiento u sezoni 2021. godine.

Parametar vlage semena statistički se značajno razlikovao kod genotipa babure ($9,02\pm 0,02\%$) i bio je viši u odnosu na ostale genotipove u 2021. godini. Ukupna klijavost u 2022. godini bila je najviša kod feferone i iznosila je $85,83\pm 0,33\%$, ali se nije statistički značajno razlikovao u odnosu na genotip babure. Procenat vlage bio je najviši kod genotipa pimiento, iznosio je $10,13\pm 0,02\%$. Zdravstvena ispravnost semena u posmatranom periodu bila je u okviru propisanih granica.

Ključne reči: klijavost, kvalitet, vlaga, zdravstvena ispravnost

Abstract

Pepper assortment includes many different genotypes and represents one of the most popular vegetables worldwide. Total germination was significantly higher in the pepperoni genotype ($88.5\pm 0.17\%$), compared to the babura and pimiento genotypes during the season 2021. The seed

moisture parameter statistically significantly differed in the babura genotype ($9.02\pm 0.02\%$) and was higher compared to the other genotypes in 2021. The total germination rate in 2022 was the highest in pepperoni and amounted to $85.83\pm 0.33\%$, it was not statistically significantly different to the babura genotype. The percentage of moisture was the highest in the pimiento genotype and was $10.13\pm 0.02\%$. The seed health in the observed period was within the prescribed limits.

Key words: germination, quality, moisture, health seeds

Uvod

Paprika (*Capsicum annuum* L.) kao komercijalna vrsta gaji se širom sveta. Godišnja proizvodnja, uključujući i sušenu papriku, dostiže približno 3.9 miliona tona (Li et al., 2018). Površina pod proizvodnjom paprike u Srbiji procenjena je na oko 10.278 ha, dok je ukupna proizvodnja iznosila 147.663 tone u 2021. godini (Republički zavod za statistiku Srbije, 2022).

Kvalitetno seme je jedan od preduslova za uspešnu poljoprivrednu proizvodnju, visok kvalitet i prinos plodova paprike. Ispitivanje kvaliteta semena je od velike važnosti, pre nego što se upotrebi u poljoprivrednoj proizvodnji. Ukoliko je seme kvalitetno, njegova fiziološka sposobnost se može opisati kao brzo klijanje u zemlji (Tabaković et al., 2013). Postupak izdvajanja semena iz plesnivih plodova, neadekvatna dorada semena ili neadekvatno skladištenje su glavni glavni faktori koji utiču ili mogu smanjiti kvalitet semena (Wang et al., 2018).

Praćenje promena parametra kvaliteta semena odabranih sorti paprike u dvogodišnjem periodu je cilj ovog istraživanja.

Materijal i metode rada

Uzorci semena tri sorte paprike (označene kao feferone, pimiento i babure) dobijeni su sa lokaliteta Smederevska Palanka. Svi uzorci za analizu čuvani su u papirnim kesama na temperaturi 20-22°C do analize.

Energija i ukupna klijavost ispitivana je korišćenjem standardne metode na filter papiru (ISTA, 2020). Uzorci različitih sorti paprike sastojali su se

od 400 semena (100 po ponavljanju), koji su postavljeni u Petri šolju sa filter papirom koji je predhodno navlažen sa 0,2% KNO₃.

Za određivanje vlage semena korišćena je termogravimetrijska metoda do konstatne mase. Za merenje sadržaja vlage, odmereno je 5 g uzorka koji su držani na temperaturi 105±2°C, 17±1h.

Zdravstvena ispravnost semena genotipova paprike ispitivana je na prisustvo *Alternaria* sp. i *Fusarium* sp. Seme je ispitano standardnom metodom na filter papiru (ISTA, 2020). Prema Pravilniku o kvalitetu poljoprivrednog bilja (1987), dozvoljeni procenat prisustva ovih fitopatogenih gljiva je 5%.

Statistička analiza izvršena je koristeći SPSS program (verzija 23, IBM, SAD). Efekti faktora procenjeni su pomoću ANOVA analize sa LSD testom. Razlike od $p < 0.05$ smatrane su značajnim.

Rezultati i diskusija

Analiza parametra kvaliteta semena (energija klijanja, ukupna klijavost, vlaga, zdravstvena ispravnost) tri sorte paprika izvršena je za period 2021-2022. godina. Energija klijanja u 2021. godini kod genotipova paprike (feferone, babure i pimiento) nije se statistički značajno razlikovala ($p > 0.05$) (Tab. 1). Ukupna klijavost značajno je bila viša kod genotipa feferone (88,5±0,17%), u odnosu na genotipove babure i pimiento paprike, u sezoni 2021. godine (tab. 1). Klijavost semena je najznačajiniji parametar za klasifikaciju semena visokog kvaliteta. Istraživanje Studijom koje je sproveo Kurtulmus et al. (2016), obuhvaćen je 101 uzorak semena različitih genotipova paprike. Pri tome, uzorci semena koji su imali ukupnu klijavost > 85% razvili su se u visoko kvalitetnu biljku.

Parametar vlage semena statistički se značajno razlikovao kod genotipa babure (9,02±0,02%) i bio je viši u odnosu na ostale genotipove (Tab. 1). Zdravstvena ispravnost semena kod sva tri genotipa bila je u granicama dozvoljenog procenta, 5% (Pravilnik o kvalitetu poljoprivrednog bilja, 1987). Najniži procenat infekcije sa *Fusarium* sp. detektovan je kod genotipa feferona ($p < 0.05$).

Energija klijavosti u 2022. godini najviša je bila kod genotipa feferone i iznosila je 84,67±0,1% ($p < 0.05$), u odnosu na ostale genotipove. Najniža energija klijanja dobijena je kod babure i iznosila je 63,17±0,2% (Tab. 1).

Tabela 1. Parametri kvaliteta semena (energija klijanja, ukupna klijavost, zdravstvena ispravnost) tri sorte paprike u periodu 2021-2022.

Genotip	Energija klijanja (%)	Ukupna klijavost (%)	Vlaga (%)	<i>Alternaria</i> sp. (%)	<i>Fusarium</i> sp. (%)
2021					
Feferone	68±0.15 ^a	88.5±0.17 ^a	6.65±0.02 ^b	4.67±0.08 ^a	0.33±0.09 ^a
Babura	70.67±0.14 ^a	75.17±0.13 ^b	9.02±0.02 ^a	4.33±0.08 ^a	4.67±0.09 ^b
Pimiento	69.67±0.47 ^a	72.33±0.39 ^b	6.43±0.04 ^b	3.5±0.09 ^a	4.5±0.03 ^b
2022					
Feferone	84.67±0.1 ^c	85.83±0.33 ^b	7.03±0.06 ^b	1±0.1 ^a	1±0.09 ^a
Babura	63.17±0.2 ^a	84.67±0.16 ^b	7.15±0.05 ^b	0±0 ^b	2±0.13 ^b
Pimiento	72±0.15 ^b	79.83±0.86 ^a	10.13±0.02 ^a	2.67±0 ^a	1.33±0.09 ^b

a, b, c- srednja vrednost parametra ± standardna greška (SE) koji ne dele isto slovo se statistički značajno razlikuju (Tukey test, $p < 0.05$)

Međutim, ukupna klijavost kod genotipova feferone i babure se nije statistički značajno razlikovao ($p > 0.05$). Ukupna klijavost kod genotipa pimiento iznosila $79,83 \pm 0,86\%$ i značajno se razlikovala u odnosu da ostale genotipove ($p < 0.05$) (Tab. 1).

Alternaria sp. je bila najviše prisutna kod genotipa pimiento, u čijem uzorku je detektovan i najveći procenat vlage ($p < 0.05$). Kod genotipova babure i feferone, procenat infekcije semena sa *Alternaria* sp. je bio minimalan i nije se statistički značajno razlikovao ($p > 0.05$, Tab. 1).

Slično istraživanje, koje se bavilo kvalitetom semena paprike dobile je značajno viši procenat *Alternaria* spp. u čijim je prosečnim uzorcima infekcija bila oko 16%, pri čemu je u tim uzorcima bila redukovana klijavost semena (Tufail et al., 2020).

Takođe, i u drugim studijama najniža klijavost dobijena je kod uzoraka sa najvećim procentom fitopatogenih gljiva (Debnath et al., 2012). Istraživanje Gebeyehu (2020), ukazuje da sadržaj vlage u semenu se postepeno povećava tokom skladištenja, čime se smanjuje ukupna klijavost semena.

U našem uzorku genotipa pimiento, bila je povišena vlaga, pri čemu je ovaj uzorak 2022. godine imao najnižu klijavost. Niži procenat vlage u semenu deluje prirodno kao antifungalna barijera za njihov razvoj (Costa et al., 2019). U uzorcima semena babure i pimiento iz 2022. godine sadržaj vlage se nije statistički značajno razlikovao i detektovano je minimalno prisustvo fitopatogenih gljiva.

Zaključak

U našim uzorcima semena paprike, ukupna klijavost kod genotipova babure i feferona u 2022. godini bila je > 84%. U odnosu na 2021. godinu, klijavost se nije statistički značajno smanjila. Dobijeni rezultati ukazuju na adekvatno skladištenje u dvogodišnjem periodu.

Kvalitet semena se može postići primenom različitih agrotehničkih mera, ali i primenom bioloških preparata zaštite. Buduća istraživanja će biti usmerena na povećanju klijavosti semena primenom različitih preparata.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Ugovori br. 451-03-47/2023-01/200216, 451-03-47/2023-01/200117 i 451-03-47/2023-01/200010.

Reference

- Costa, J., Rodríguez, R., Garcia-Cela, E., Medina, A., Magan, N., Lima, N., Battilani, P., Santos, C. (2019). Overview of Fungi and Mycotoxin Contamination in Capsicum Pepper and in Its Derivatives. *Toxins*, 11(1), 27. doi: 10.3390/toxins11010027
- Debnath, M., Sultana, A., Rashid, A. (2012). Effect of Seed-borne Fungi on the Germinating Seeds and their Bio-control in Maize. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 5(1), 117–120. doi:10.3329/jesnr.v5i1.11564
- Gebeyehu, B. (2020). Review on: Effect of seed storage period and storage environment on seed quality. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(6), 185-190. doi: 10.11648/j.ijaas.20200606.14
- International Seed Testing Association. *International Rules for Seed Testing*, edition (2020). ISTA Basserdorf, CH.
- Kurtulmus, F., Alibas, I., & Kavdir, I. (2016). Classification of pepper seeds using machine vision based on neural network. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9, 51-62. doi: 10.3965/j.ijabe.20160901.1790
- Li, M., Wen, X., Peng, Y., Wang, Y., Wang, K., & Ni, Y. (2018). Functional properties of protein isolates from bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*) seeds. *LWT – Food Science and Technology*, 97, 802-810. doi: 10.1016/j.lwt.2018.07.069

- Pravilnik o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja ("Službeni list SFRJ", br. 38/77 i 11/80).
- Statistical Office of the Republic of Serbia (2022). Statistical Yearbook of the Republic of Serbia. Available at: <https://www.stat.gov.rs/en-us/publikacije/publication/?p=14853>
- Tabaković, M., Sabovljević, R., Crevar, M., Mišović, M., Jovanović, S., Ćurčić, N., Pavlov, M. (2013). Uticaj vlažnosti pri berbi na klijavost semena kukuruza. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 17 (2) 73-75.
- Tufail, A. S., Muhammad, I., Safdar, A. A., Raza, M. M., & Zubair, A. N. (2020). Effect of *Alternaria* sp on seed germination in rapeseed, and its control with seed treatment. *Journal of Cereals and Oilseeds*, 11(1), 1–6. doi:10.5897/jco2017.0178
- Wang, X., Zou, C., Zhang, Y., Shi, X., Liu, J., Fan, S., Liu, Y., Du, Y., Zhao, Q., Tan, Y., Wu, C., & Chen, X. (2018). Environmental impacts of pepper (*Capsicum annuum* L) production affected by nutrient management: A case study in southwest China. *Journal of Cleaner Production*, 171, 934–943. doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.258

EFIKASNOST BIOLOŠKIH PREPARATA U KONTROLI BAKTERIOZNE PEGAVOSTI PAPRIKE

EFFICACY OF BIOLOGICAL AGENTS IN CONTROL OF PEPPER BACTERIAL SPOT

Bojana Gavrilović¹, Milan Ugrinović¹, Ivan Rakić¹, Jelena Adamović², Aleksa
Obradović²

¹Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

²Poljoprivredni fakultet, Beograd

Autor za korespondenciju: bjovanovic@institut-palanka.rs

Izvod

Bakteriozna pegavost lišća koju izaziva *Xanthomonas euvesicatoria* je jedno od najznačajnijih oboljenja paprike u Srbiji. U cilju zaštite paprike, korišćeni su biološki preparati Serenade ASO, Erwix, Bakterije, Ekstrasol i Bacillomix. Kao standard korišćen je preparat na bazi bakar-hidroksida (Everest). Ogled je postavljen u Institutu za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci tokom leta 2023. godine. Proučavanja su obavljena na sorti paprike Paraćinka u uslovima veštačke inokulacije u stakleniku. Najefikasniji je bio preparat na bazi bakar-hidroksida (96%), dok su biološki preparati ispoljili nižu efikasnost: Serenade ASO (71%), Bakterije (61%), Ekstrasol (61%), Erwix (55%) i Bacillomix (54%). Ipak, svi proučavani tretmani su značajno smanjili intenzitet oboljenja u odnosu na kontrolu. Eksperiment je izveden u stakleniku bez klimatizacije, pri visokim spoljnim temperaturama, što je moglo nepovoljno uticati na efikasnost preparata baziranih na biološkim agensima. Prilikom narednih ogloda neophodno je obezbediti kontrolisane uslove. Treba isprobati i različito vreme primene i integraciju sa drugim merama zaštite.

Ključne reči: *Xanthomonas euvesicatoria*, biološka zaštita, bakar-hidroksid

Abstract

Bacterial spot caused by *Xanthomonas euvesicatoria* is one of the most important pepper diseases in Serbia. In order to control this disease, we tested efficacy of commercially available biological products: Serenade ASO, Erwix, Bakterije, Ekstrasol and Bacillomix. A preparation based on copper hydroxide (Everest) was used as a standard treatment. The experiment was set up at the Institute for Vegetable Crops in Smederevska Palanka during the summer of 2023. Experiment was performed on pepper variety Paraćinka under artificial inoculation in a greenhouse. The most efficient was the standard treatment based on copper hydroxide (96%), while tested biocontrol treatments showed statistically lower efficacy: Serenade ASO (71%), Bacteria (61%), Ekstrasol (61%), Erwix (55%) and Bacillomix (54%). However, all tested treatments significantly reduced intensity of the disease compared to the control. The experiment was performed in a nonclimatized greenhouse, which could adversely affect the effectiveness of biocontrol treatments. Therefore, subsequent trials, should be carried out in controlled conditions. Different application times and integration with other protection measures should also be tested.

Key words: *Xanthomonas euvesicatoria*, biological control, copper hydroxide

Uvod

Bakteriozna pegavost lista i krastavost plodova prouzrokovana bakterijom *Xanthomonas euvesicatoria* je jedna od najrasprostranjenijih i ekonomski najznačajnijih bolesti paprike u svetu. Ova bakterioza predstavlja ograničavajući faktor proizvodnje paprike u Srbiji usled nedostatka otpornih genotipova, pojave novih rasa bakterije, sojeva rezistentnih prema jedinjenjima bakra, sumnjivog kvaliteta semena i ograničenih mera zaštite (Šević i sar., 2017).

Početni simptomi bakteriozne pegavosti paprike uočavaju se u vidu tamnozelenih, vlažnih pega na mladim listovima. Vremenom, središnji deo pega nekrotira i postaje mrk. Pege se šire i spajaju, obrazujući veće zone nekrotiranog tkiva. Oboleli listovi se deformišu, dobijaju bledezelenu boju, lako se odvajaju od stabla i opadaju. Na plodu paprike uočavaju se nekrotične, mrke pege koje usled pucanja perikarpa vremenom dobijaju

krstav izgled (Ignjatov i sar., 2010). Osim šteta koje nastaju usled narušenog kvaliteta plodova i smanjenja prinosa, veliki gubici nastaju u proizvodnji semena usled prisustva patogena (Šević, 2019).

Pri povoljnim uslovima za razvoj bolesti, zaštita paprike od prouzrokovala bakteriozne pegavosti predstavlja konstantan izazov, kako za proizvođače, tako i istraživače (Šević i sar., 2017). Zaštita paprike od *X. euvesicatoria* može se uspešno sprovesti samo integrisanim merama (Šević i sar., 2014; Šević i sar., 2017). One obuhvataju skup mera kojima se smanjuje rizik od nastanka infekcije: setva zdravog sertifikovanog semena, proizvodnja zdravog rasada, izbor parcele i sprovođenje odgovarajućih agrotehničkih mera. Ukoliko i pored primene preventivnih mera dođe do infekcije biljaka, preostaje vrlo ograničena hemijska zaštita (Šević, 2019.; Šević i sar., 2017).

Od hemijskih mera zaštite mogu se primenjivati preparati na bazi bakra, najčešće bakar-oksihlorida i bakar-hidroksida (Mijatović i sar., 2007; Obradović, 2009; Delibašić i sar., 2018; Šević, 2019). Pored bakarnih jedinjenja, primenjuju se i etilen-bis-ditiokarbamati (EBDC) - maneb i mankozeb, i to u kombinaciji sa preparatima na bazi bakra. U nekim zemljama se koriste i antibiotici, ali ne i u Republici Srbiji (Šević i sar., 2019; Šević, 2019).

Alternativne strategije kontrole *X. euvesicatoria* podrazumevaju gajenje otpornih genotipova (Ignjatov i sar., 2012), primenu aktivatora sistemice otpornosti (acibenzolar-S-metil - ASM) (Gašić i Obradović, 2012), kao i brojne pokušaje primene bioloških agenasa - nepatogenih antagonističkih sojeva bakterija i bakteriofaga (Šević i sar., 2014; Šević i sar., 2019; Šević, 2019). Živa priroda bioloških agenasa zahteva pažljivu optimizaciju vremena, broja tretmana i usaglašavanje sa konvencionalnim tretmanima, kako bi se postigla maksimalna efikasnost (Šević i sar., 2017; Šević, 2019). Integracija bioloških agenasa - bakteriofaga i sojeva *Bacillus subtilis*, sa konvencionalnim baktericidima na bazi bakra, predstavlja značajnu strategiju u kontroli bakteriozne pegavosti u organskim sistemima proizvodnje (Šević, 2019).

U cilju proučavanja mogućnosti biološke zaštite paprike od *X. euvesicatoria* - prouzrokovala bakteriozne pegavosti, u ovom radu je testirana efikasnost nekoliko bioloških preparata dostupnih na domaćem tržištu.

Materijal i metode rada

Ogled za proučavanje efikasnosti baktericida u kontroli bakterijske pegavosti paprike postavljen je u stakleniku Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci tokom jula meseca 2023. godine. Proučavana je efikasnost pet bioloških preparata, komercijalno dostupnih u Republici Srbiji (Tab. 1). Kao standardni tretman korišćen je preparat na bazi bakarnog hidroksida (Everest) koji je primenjen u koncentraciji 0,5%.

Tabela 1. Biološki preparati i koncentracije primene

Naziv preparata i proizvođač	Biološki agens(i)	Koncentracija (%)
Serenade ASO (Bayer CropScience)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> QST 713	4
Erwix (Agrounik)	<i>Bacillus subtilis</i> Z3	2
Bakterije (Agrocentar Volođa)	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus megaterium</i> <i>Saccharomyces</i> spp.	1,5
Ekstrasol (Biogenesis)	<i>Bacillus subtilis</i> Č13	1
Bacillomix Original (Bacillomix)	12 sojeva <i>Bacillus</i> spp.	1

Eksperimentalni dizajn ogleda je potpuno slučajni plan u tri ponavljanja sa sledećim tretmanima:

1. biljke tretirane preparatima ponaosob i nakon dva sata inokulisane suspenzijom bakterija;
2. biljke netretirane, inokulisane suspenzijom bakterija (pozitivna kontrola);
3. biljke tretirane vodom, neinokulisane (negativna kontrola).

Za proučavanje je korišćena sorta paprike Paraćinka. Inokulacija biljaka suspenzijom bakterija (10^8 cfu/ml) izvršena je u fazi 8-9 listova upotrebom ručne prskalice. Za pripremu inokuluma korišćen je soj *X. euvesicatoria* KFB1 gajen 48h na ravnoj mesopeptonskoj podlozi. Soj se nalazi u kolekciji fitopatogenih bakterija Instituta za fitomedcinu, Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu.

Svi testirani preparati primenjeni su preventivno, tačnije dva sata pre inokulacije. Nakon tretmana, biljke su pokrivene providnim PVC kesama u trajanju 48h, kako bi se obezbedili povoljni uslovi za ostvarenje infekcije.

Prvi simptomi su uočeni 10 dana nakon inokulacije, a efikasnost preparata ocenjena je 3 nedelje posle inokulacije. Indeks oboljenja izračunat je preko površine nekrotičnih pega na lišću paprike, vizuelnim pregledom, korišćenjem Horsfall-Barratt (HB) skale (Horsfall & Barratt, 1945). Procenjene vrednosti HB skale su pretvorene u srednje vrednosti indeksa oboljenja korišćenjem Elanco konverzije tablice za Horsfall-Barratt skalu za procenjene srednje vrednosti indeksa oboljenja (Redman et al., 1969).

Efikasnost proučavanih baktericida (EB) izračunata je korišćenjem Abbott-ove jednačine (Abbott, 1925):

$$EB (\%) = \frac{X-Y}{X} \times 100,$$

za koju je X – intenzitet oboljenja u kontroli i Y – intenzitet oboljenja u tretmanu.

Za statističku obradu korišćena je metoda analize varijanse, a za pojedinačna poređenja tretmana korišćeni su Dunnett-ov i Duncan-ov test.

Rezultati i diskusija

Svi tretmani u ogledu, izvedenom tokom jula 2023. godine u stakleniku Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci, značajno su umanjili intenzitet bakteriozne pegavosti paprike u poređenju sa netretiranom kontrolom.

Tabela 2. Indeks oboljenja i efikasnost ispitivanih preparata u suzbijanju X. euvesicatoria

Preparat	Indeks oboljenja (%)	Efikasnost (%)	Indeks statističke značajnosti
Serenade ASO	15,4	71	b
Erwix	23,8	55	b
Bakterije	20,7	61	b
Ekstrasol	20,8	61	b
Bacillomix Original	24,3	54	b
Everest	2	96	a
Kontrola	53	/	c

Međutim, testirani biološki preparati ispoljili su manju efikasnost (54-71%), u poređenju sa standardnim tretmanom (96%) (Tab. 2).

Na osnovu rezultata statističke analize zaključuje se da su svi tretmani smanjili intenzitet pojave oboljenja u odnosu na kontrolu na nivou značajnosti 0,05. Među biološkim preparatima nije bilo statistički značajne razlike. Najvišu efikasnost ispoljio je preparat Serenade ASO sa 71% efikasnosti, zatim preparati Bakterije i Ekstrasol sa 61%, a najnižu efikasnost ispoljili su preparati Erwix i Bacillomix, sa 55% i 54% efikasnosti.

Kada je u pitanju standardni tretman, tačnije efikasnost bakar-hidroksida u kontroli *X. euvesicatoria*, do sličnih rezultata došli su Milijašević i sar. (2006) i Šević i sar. (2016). Milijašević i sar. (2006) su proučavali efikasnost bakarnih preparata (bakar-hidroksid i bakar-oksihlorid) u zaštiti paprike od bakteriozne pegavosti u uslovima otvorenog polja tokom 2005. i 2006. godine. Bakar-hidroksid je 2005. godine ispoljio efikasnost 74,6-78,9%, dok je 2006. godine pokazao višu efikasnost, 86,1-89,1%.

Tokom 2009. i 2010. godine, u Institutu za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci je, pored efikasnosti bakarnih jedinjenja i drugih bioloških tretmana, ispitivana i efikasnost antagonističkih bakterija roda *Bacillus*. *B. subtilis* QST 713 (preparat Serenade) primenjen u koncentraciji 2×10^6 CFU/ml, ispoljio je efikasnost od 87%, dok je *B. subtilis* AAac, primenjen u koncentraciji 10^8 CFU/ml ispoljio značajno nižu efikasnost – 37,6%. Bakar-hidroksid u koncentraciji od 0,102% ispoljio je efikasnost od 90,1% (Šević i sar., 2016).

Upotreba bakarnih preparata je u stalnom porastu. Međutim, kao posledica njihove česte primene registrovani su rezistentni sojevi *X. euvesicatoria* u SAD, Australiji, Meksiku, Češkoj i Slovačkoj (Milijašević i sar., 2006). Ignjatov i sar. (2010) proučavali su osetljivost sojeva *X. euvesicatoria* prema različitim koncentracijama bakar-sulfata *in vitro*. Rezultati oglada ukazali su da postoji opasnost od pojave rezistentnosti ove bakterije i u našim uslovima.

Načini delovanja biopesticida se obično razlikuju od delovanja konvencionalnih preparata. Primena bioloških jedinjenja doprinosi smanjenju selekcionog pritiska. Bakterije iz roda *Bacillus* su najčešće korišćeni biološki agensi, što pokazuje i činjenica da svi biološki preparati obuhvaćeni ovim istraživanjem sadrže neku od vrsta iz pomenutog roda. Bakterije ovog roda su dobro proučene, dokazano su nepatogene,

proizvode spore koje su otporne na nepovoljne uslove (temperatura; pH; nedostatak hranljivih materija, vode, kiseonika) (Cawoy i sar., 2011). Vrste roda *Bacillus* su veoma efikasni proizvođači antibiotika, a najpoznatiji način inhibicije patogena je putem antibioze. Ciklična lipopeptidna jedinjenja, sa tri glavne porodice - iturin, surfaktin i fengicin, imaju ključnu ulogu u biokontroli (Fira i sar., 2018).

Zbog razvoja rezistentnosti *X. euvesicatoria* na bakarna jedinjenja i inicijative za smanjenje njihove upotrebe (Šević, 2019), potrebno je raditi na razvoju bioloških metoda ili njihovoj integraciji sa ostalim metodama za zaštitu paprike.

U ogledu izvedenom u Institutu za povrtarstvo tokom leta 2023. godine, biološki preparati su smanjili intenzitet oboljenja u tretmanima u odnosu na netretiranu kontrolu, ali je standardni tretman (bakar-hidroksid) bio znatno efikasniji. Treba naglasiti da je eksperiment izveden u stakleniku bez klimatizacije pri visokim spoljnim temperaturama, što je moglo nepovoljno uticati na efikasnost bioloških preparata. Stoga je u cilju objektivnosti, prilikom narednih ogleada, neophodno obezbediti kontrolisane uslove, a takođe treba isprobati i različito vreme primene, kao i integraciju ovih preparata sa drugim merama zaštite.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata zaključuje se da su komercijalno dostupni biološki preparati smanjili intenzitet oboljenja u tretmanima u odnosu na netretiranu kontrolu i ispoljili efikasnost 54-71% u zaštiti od prouzrokovala bakterijske pegavosti paprike, što ih čini potencijalnom alternativom merama konvencionalne zaštite. Ogled je izveden tokom jula meseca u stakleniku pri visokim spoljnim temperaturama koje su mogle nepovoljno uticati na efikasnost bioloških preparata. Pri narednim ogledima je potrebno obezbediti kontrolisane uslove i integraciju bioloških metoda sa drugim merama zaštite, u cilju poboljšanja efikasnosti.

Zahvalnica

Rad je podržan Ugovorom o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2023. godini od strane Ministarstva nauke,

tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci (evidencioni br.: 451-03-47/2023-01/200216), kao i Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu (evidencioni br.: 451-03-47/2023-01/200116).

Literatura

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18(2): 265-267. doi: 10.1093/jee/18.2.265a
- Cawoy, H., Bettiol, W., Fickers, P., Ongena, M. (2011). *Bacillus*-Based Biological Control of Plant Diseases. In: *Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management*, Stoytcheva M. (Ed.). InTech, Rijeka, Croatia, pp. 265-267.
- Delibašić, G., Obradović, A., Tanović, B. (2018). Bolesti sadnog materijala povrtarskih biljaka. Univerzitet u Beogradu, Beograd, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Fira, D., Dimkić, I., Berić, T., Lozo, J., Stanković, S. (2018). Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species. *Journal of Biotechnology* 285: 44-55. doi: 10.1016/j.jbiotec.2018.07.044
- Gašić, K., Obradović, A. (2012). Indukovana otpornost biljaka. *Ratarstvo i povrtarstvo* 49(3): 326-334. doi: 10.5937/ratpov49-1877
- Horsfall, J.G., Barratt, R.W. (1945). An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology* 35: 655.
- Ignjatov, M., Šević, M., Gašić, K., Jovičić, D., Nikolić, Z., Milošević, D., Obradović, A. (2012). Proučavanje osetljivosti odabranih genotipova paprike prema prouzročivaču bakterijske pegavosti. *Ratarstvo i Povrtarstvo* 49(2): 177-182. doi: 10.5937/ratpov49-1769
- Ignjatov, M., Gašić, K., Ivanović, M., Šević, M., Obradović, A., Milošević, M. (2010). Karakterizacija sojeva *Xanthomonas euvesicatoria*, patogena paprike u Srbiji. *Pesticidi i fitomedicina (Beograd)* 25(2): 139-149. doi: 10.2298/PIF1002139I
- Mijatović, M., Obradović, A., Ivanović, M. (2007). *Zaštita povrća*. AgroMivas, Smederevska Palanka.
- Milijašević, S., Rekanović, E., Todorović, B., Stepanović, M. (2006). Efikasnost bakarnih preparata u suzbijanju u *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, prouzročivača bakterijske pegavosti lišća paprike. *Pesticidi i fitomedicina (Beograd)* 21: 305-310.
- Obradović, A. (2009). Najznačajnije bakterioze biljaka gajenih u zaštićenom prostoru. *Biljni lekar* 37(5): 513-527.

- Redman, C.E., King, E.P., Brown Jr., I.F. (1969). Tables for Converting Barratt and Horsfall Rating Scores to Estimated Mean Percentages. Elanco Products, Indianapolis, IN.
- Šević, M. (2019). Integralna zaštita paprike od bakteriozne pegavosti biološkim i hemijskim metodama. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Šević, M., Gašić, K., Obradović, A. (2014). Novi pravci zaštite paprike i paradajza od bakteriozne pegavosti. *Biljni lekar* 42(4): 296-307.
- Šević, M., Gašić, K., Đorđević, M., Ignjatov, M., Mijatović, M., Zečević, B., Obradović, A. (2016). Efficacy of biocontrol agents and bactericides in control of pepper bacterial spot. *Acta Horticulturae* 1142: 147-150. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1142.23
- Šević, M., Gašić, K., Ignjatov, M., Obradović, A. (2017). Zaštita paprike i paradajza od prouzrokovala bakteriozne pegavosti lista i krastavosti plodova. *Biljni lekar* 45(6): 596-609.
- Šević, M., Gašić, K., Ignjatov, M., Mijatovic, M., Prokić, A., Obradović, A. (2019). Integration of biological and conventional treatments in control of pepper bacterial spot. *Crop Protection* 119: 46–51. Doi: 10.1016/j.cropro.2019.01.006

EKONOMSKA OPRAVDANOST PROIZVODNJE SEMENA PAPRIKE

ECONOMIC JUSTIFICATION OF SEED PRODUCTION OF PEPPER

Slađan Adžić¹, Dejan Cvikić¹, Ivana Živković¹, Biljana Šević¹, Nenad Pavlović²,
Ivan Rakić¹, Nenad Đurić¹

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*
²*Agronomski fakultet, Čačak, Univerzitet u Kragujevcu*

Autor za korespondenciju: sladjan.adzic@gmail.com

Izvod

Institut za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci ostvaruje najznačajniji deo prihoda od prodaje semena paprika svog i slobodnog sortimenta. Praćen je prinos semena ukupno 21 komercijalne sorti i hibrida od 2010. do 2020 godine. Kalkulacija proizvodnje semena paprike zasnovana je na 11 godišnjem proseku prinosa svih paprika koje su proizvedene u kooperaciji Instituta. Prosečan prinos semena paprike od 2010-2020. godine je varijabilan i kreće se od 123,8 kg ha⁻¹ do 303,4 kg ha⁻¹, dok je ukupan prosečni prinos posmatran u svim sezonama 177,8 kg ha⁻¹. Prosečan koeficijent varijacije prinosa semena iznosio je 0,59 i njegova visoka vrednost pokazuje veliki uticaj agroekoloških uslova u sezoni, kao i tehnologije gajenja paprike i pre svega uložених inputa. Proizvodnja semena paprike se pokazala rentabilnom jer se ostvaruje prosečna dobit po hektaru u visini od 15.403,00 €. Ostvarena je visoka ekonomičnost proizvodnje i iznosila je $E_p=2,39$, a na svakih 100 € prihoda ostvarena dobit od 58,41 €.

Ključne reči: seme paprike, prinos semena po hektaru, ekonomičnost proizvodnje, varijabilnost prinosa semena

Abstract

The Institute for Vegetable Crops in Smederevska Palanka realizes the most important part of its income from the sale of pepper seeds of its own and free assortment. The seed yield of a total of 21 commercial varieties and hybrids was monitored from 2010 to 2020. The calculation of pepper seed production is based on the 11-year average yield of all peppers produced in cooperation with the Institute. Average yield of pepper seeds from 2010-2020. is variable and ranges from 123.8 kg ha⁻¹ to 303.4 kg ha⁻¹, while the total average yield observed in all seasons is 177.8 kg ha⁻¹. The average coefficient of variation of the seed yield was 0.59 and its high value shows the great influence of agro-ecological conditions in the season, as well as the technology of pepper cultivation and, above all, the invested inputs. The production of pepper seeds has proven to be profitable because the average profit per hectare is €15,403.00. A high economy of production was achieved, which was $E_p=2.39$. and for every €100 of income, the realized profit is €58.41.

Key words: pepper seeds, seed yield per hectare, economy of production, seed yield variability

Uvod

Paprika (*Capsicum annuum* L.) je predstavnik familije *Solanaceae* i u našim uslovima je fakultativno samooplodna, jednogodišnja biljna vrsta, velikog diverziteta. U svetu se gaji na 1,99 miliona ha i druga je po značaju povrtarska vrsta u svetu (Martínez et al., 2022). Polimorfizam oblika, veličine i kvaliteta ploda omogućava široku tehnologiju prerade i upotrebe (Vinicius et al., 2020). Značajna potrošnja paprike u Srbiji ostvaruje se tokom avgusta i septembra, a najznačajnija potrošnja odnosi se na korišćenje tzv. paprika ajvaruša, srednje kasnog i kasnog tipa sazrevanja u cilju proizvodnje ajvara kao tradicionalnog konzerviranog jela.

Prosečna proizvodna površina paprike u Srbiji kreće se oko 10.278 ha (FAOSTAT, 2021), te je prema toj površini neophodno i obezbediti preko 10 t semena za setvu. Na velikom delu ove proizvodne površine zastupljen je sortiment Instituta za povrtarstvo iz Smederevske Palanke. Sortiment paprike Instituta za povrtarstvo je kreiran i predviđen za različite uslove i tehnologije gajenja. Može se gajiti u zatvorenom prostoru za ranu

proizvodnju, čiji je cilj postizanje i tehnološke i biološke zrelosti, dok se značajna proizvodnja zadržala i na otvorenom polju čiji je cilj proizvodnja plodova u biološkoj zrelosti.

Selekcioneri Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka kreirali su veliki broj sorti koje se prema vremenu stasavanja mogu podeliti u rane: Župska rana, Zlatna medalja, Palanačka babura, Paraćinka; srednje rane: Duga bela, Dora, Mačvanka, Morava, Moravica, Lola, Beli kalvil, Sirena F₁; srednje kasne: Zona, Šorokšari, Palanačka kapija, Palanačko čudo, Strižanka, Kobra, Moravska lepotica; kasne: Severija, Kurtovska kapija, Feferoni crveni, Feferoni žuti. Selekcija sorti je vršena, nakon hibridizacije, po *pedigree* metodi ili metodi individualnog odabiranja iz populacije i selekcije genotipova nakon inbridinga (Cvikić i sar. 2022).

Proizvodnja semena paprike može se izvoditi u kontrolisanim uslovima ili na otvorenom polju uz poštovanje propisane izolacije. U kontrolisanim uslovima proizvode se visoke kategorije semena selekcionog materijala i visokih komercijalnih kategorija semena, kao i semena F₁ hibrida koji se proizvode ručnom oplodnjom (*hand polination*). U proizvodnji hibrida često se koriste i genetički mehanizmi *ms* (*male sterility*) ili *cms* (*cytoplasmatic male sterility*), (Swamy et al., 2017). Na otvorenom polju proizvode se niže kategorije komercijalnog semena u prostorno izolovanoj samooplodnji, tzv. *OP* (*open polinated*). Kad je u pitanju semenska proizvodnja paprika, isključuje se mogućnost upotrebe nedozrelih plodova iz razloga fiziološke nedozrelosti semena u njima, pa samim tim i ograničenja u klijavosti koje takva semena nose (Yildirim and Demir, 2020).

U svakoj proizvodnoj sezoni ugovara se semenska proizvodnja paprike u kooperaciji. Izmeštanje semenske proizvodnje paprike sa zemljišnih površina koje su dodeljene Institutu potrebno je zbog neophodnosti poštovanja prostorne izolacije, iznalaženja površina sa odgovarajućim fizičko-hemijskim osobinama, kao i zbog obezbeđivanja sigurnosti od meteoroloških uslova i stresa, a u zadnje vreme i deficita radne snage. Agroekonomska nauka proučava mogućnosti ostvarivanja dobiti kroz iskorišćavanje i očuvanje ograničenih resursa. Potencijal resursa je ograničen pa je prema tome ograničen i profit. Monokultura ograničava osnovni resurs - zemljište, a poljosmena iziskuje i izmeštanje proizvodne infrastrukture, koja iziskuje i dodatne troškove. Poljoprivreda je proizvodna delatnost i njena glavna funkcija je stvaranje nove vrednosti (Karić, 2002), a u slučaju ovog tipa proizvodnje - sertifikovane semenske

robe paprike kao glavnog proizvoda Instituta za povrtarstvo od koga se stiče najveći deo prihoda na tržištu.

Kalkulacija je postupak kojim se izračunava prvenstveno finansijski rezultat proizvodnje, kao razlika ukupnih prihoda i ukupnih troškova (Ivanišević i sar., 2018). Kalkulacija podrazumeva postupak utvrđivanja prihoda, troškova i dobiti, poznatih kao apsolutni pokazatelji proizvodnje. Kalkulacijom se mogu izračunavati cena koštanja, nabavna, prodajna i druge cene (Ranogajec, 2009).

U ovom radu predstavljeni su prosečni troškovi, prihodi, cene koštanja i dobit (€), rentabilnost i ekonomičnost u procesu proizvodnje semena paprike koja se izvodi na otvorenom polju u kooperaciji Instituta za povrtarstvo, na osnovu prosečnog prinosa semena koji je ostvaren kroz 11 proizvodnih sezona na različitim lokalitetima u Republici Srbiji.

Materijal i metode rada

Radi utvrđivanja prosečnog prinosa semena paprike korišćeni su interni podaci iz 11 proizvodnih sezona (2010-2020.) Praćena je proizvodnja svih komercijalnih sorata i hibrida paprike na otvorenom polju. Rokovi za setvu za proizvodnju rasada se poklapaju sa prolećnom ravnodnevnicom, setva u kontejnere ili u pripremljenu leju u zatvorenom prostoru. Rasađivanje se vrši na postavljenoj foliji ispod koje je postavljen i sistem kap po kap. Rokovi za sadnju počinju sa mesecom junom. Vegetaciona gustina semenskog useva paprike iznosila je 60.000 biljaka ha⁻¹. Berba je višefazna i započinje krajem avgusta i traje do prvih niskih temperatura u oktobru. Ekstrakcija semene lože vrši se ručno. Odvajanje semena od semene lože vrši se u posebnim koševima sa otvorima u dejstvu centrifugalne sile. Lokaliteti proizvodnje: Opština Velika Plana: Staro Selo, Miloševac, Lozovik, Trnovče, Donja Livadica; Opština Smederevska Palanka: Vlaški Do; Opština Topola: Žabare; Opština Kula; Opština Smederevo: Vranovo.

Proizvodna površina, u zavisnosti od potrebe semena, kretala se od 0,2 do 3 ha. Varijabilnost klimatskih elemenata u 11 sezona opravdava postupak za utvrđivanje prosečne vrednosti prinosa semena paprike (kg ha⁻¹), koji je iskorišćen za prosečnu kalkulaciju ovog tipa proizvodnje (Adžić i sar., 2022).

Ekonomska analiza zasnovana je na kalkulaciji: rashoda, prihoda, cena koštanja i dobiti. Izračunati su i ekonomski pokazatelji uspešnosti

semenske proizvodnja paprike: rentabilnost proizvodnje (R_p) i ekonomičnost proizvodnje (E_p). Prema Ranogajec (2009), ekonomičnost proizvodnje predstavlja izraz učinaka potrošnje svih elemenata proizvodnje i izražava se koeficijentom ekonomičnosti (E_p). Ekonomičnost proizvodnje jednaka je odnosu vrednosti proizvodnje i ukupnih troškova. Vrednost $E_p > 1$, označava da je proizvodnja ekonomski isplativa. Rentabilnost je izraz efekta uloženih sredstava ili kapitala u određenu proizvodnju. Izražava se stopom rentabilnosti u procentima. Rentabilnost proizvodnje (R_p) predstavlja uspešnost proizvodnje i pri tome pokazuje koliko se na 100 novčanih jedinca ukupnih prihoda ostvaruje dobit. Računa se kao odnos između ostvarene dobiti i ukupnih prihoda puta 100 (Ranogajec, 2009).

Kalkulacija je prikazana evrima, a korišćen je kurs od 21.9.2023. godine (NBS).

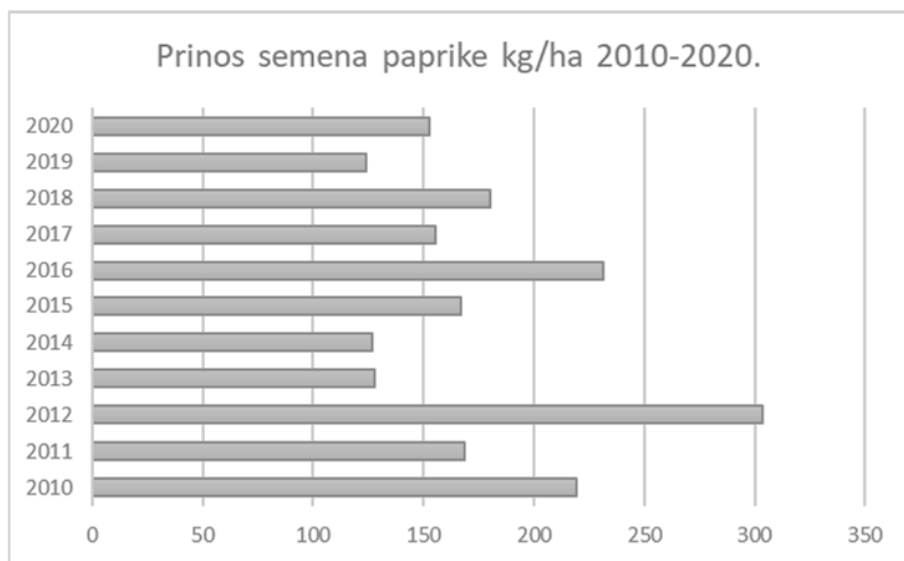
Rezultati i diskusija

Prinosi semena paprike 2010-2020.

Prinos semena paprike tokom 11 godina praćenja je varijabilan, ($C_v=0,59$), grafikon 1. Uzroci varijabilnosti vezani su za pojavu biotičkog i abiotičkog stresa koji je, u slučaju semenske proizvodnje paprika, uslovljen različitim agroekološkim uslovima, kvalitetom rasada, optimalnim korišćenjem inputa i poštovanjem logistike i preporuka koji su korišćeni u tehnologiji proizvodnje i zaštite, kao i lične organizacije rada na poljoprivrednom gazdinstvu.

Tokom 11 posmatranih sezona ostvaren je prosečan prinos od 178 kg ha^{-1} , dok je rekordni prinos ostvaren 2012. godine i iznosio je 303 kg ha^{-1} , te je i ekonomska isplativost proizvodnje u toj sezoni bila najviša. Ispod prosečne godine sa oko 130 kg ha^{-1} prinosa semena bile su 2013., 2014. i 2019., a iznad prosečne godine sa prinosima višim od 220 kg ha^{-1} 2010., 2012., 2016. Godine sa prinosima semena oko višegodišnjeg proseka bile su: 2011., 2015., 2017. i 2020. U 8 od 11 posmatranih sezona ostvarena je približna i veća vrednost dobiti koja je predstavljena u kalkulaciji, tabela 1. Procena prinosa semena od koje kreće isplativost proizvodnje je 90 kg ha^{-1} , i ta procena nije vezana samo za prinos već i za biomasu ploda koji, takođe, ima vrednost a procena je izvedena iz odnosa prihoda od semena i

prihoda od fileta, koji se kreće u približnom odnosu 2:1. prema ovoj proceni u svakoj sezoni ostvarena je dobit od proizvodnje.



Grafikon 1. Prosečni prinosi semena paprike tokom 11 proizvodnih sezona u kg ha^{-1}

Kalkulacija proizvodnje

Kalkulacija semenske proizvodnje paprika izvršena je na osnovu prosečnog prinosa semena po sezonama praćenja. Kalkulacija je pri proračunu uzela u obzir sve troškove iz procesa rada – tabela 1, troškova materijala i nepredviđenih troškova – tabela 2, a uzima u obzir i prihode kako bi se izračunale: cene koštanja, vrednost proizvodnje i na kraju dobit – tabela 3.

Troškovi rada traktoriste podrazumevaju satnicu koja se plaća uslužno radniku traktoristi za obavljanje pojedine tehnološke operacije. Uz svaku tehnološku operaciju obračunati su i troškovi goriva po radnom satu za opisanu snagu traktora. Cena sata rada radnika obračunata je 3 € h^{-1} (Adžić i sar., 2022). U strukturi troškova, troškovi rada zauzimaju preko 43% učešća, što ukazuje da ovaj proizvodni proces iziskuje veliko angažovanje radne snage koja je u deficitu kada je bioprodukcija u pitanju, tabela 1.

Tabela 1. Kalkulacija troškova rashoda - troškovi rada

1. TROŠKOVI RADA				(1 ha)
	radna operacija	sredstvo	br. ranih dana	troškovi (€)
1.	transport i rasturanje stajnjaka	laki traktor	1	150,0
2.	osnovna obrada zemljišta-oranje	srednji traktor	1	150,0
3.	osnovno đubrenje	laki traktor	1	25,0
4.	tretiranje herbicidom	laki traktor	1	25,0
5.	predsetvena priprema zemljišta	laki traktor	1	150,0
7.	postavljanje folije i creva za kap po kap	laki traktor, 2 radnika	1	150,0
8.	raznošenje rasada	laki traktor, 2 radnika	1	120,0
9.	sadnja	laki traktor	1	50,0
10.	sadnja dnevnic	ručno, 5 radnika	1	200,0
11.	popunjavanje praznih mesta	ručno, 2 radnika	1	70,0
12.	povezivanje sistema kap po kap	ručno, 1 radnik	1	100,0
13.	međuredna kultivacija (2x)	laki traktor	2	120,0
14.	dopunsko đubrenje lako rastvorljivim đ.	kroz sisitem, 1 radnik	15	120,0
15.	zalivanje 12-15 puta	kroz sisitem, 1 radnik	15	120,0
16.	zaštita od bolesti i štetočina 6 puta	laki traktor	6	100,0
17.	berba	ručno, 10 radnika	7	1000,0
18.	ekstrakcija semena	ručno, 10 radnika	10	2000,0
19.	pakovanje fileta	ručno, 4 radnika		130,0
20.	sušenje semena	ručno, 1 radnik	2	65,0
			ukupno	4845,0

***utrošak goriva ukalkulisan sa troškom rada u radnoj operaciji: 1-5;9;13.*

Cena koštanja semena paprika, prema kalkulaciji, iznosi 46,0 € kg⁻¹, dok je otkupna cena 100,0 € kg⁻¹, što ukazuje na veliku mogućnost zarade i u nepovoljnim proizvodnim sezonama. Cena koštanja fileta paprike iznosi 0,39 € kg⁻¹, dok je otkupna cena 0,31 € kg⁻¹. Cena koštanja fileta je viša od otkupne cene što ukazuje na nerentabilnost proizvodnje fileta bez paralelne semenske proizvodnje koja je isplativa. Pri višegodišnjem prosečnom prinosu semena od 178 kg ha⁻¹ i prinosu fileta od 28 t ha⁻¹ dobit

iznosi 15.403,0 € ha⁻¹, tabela 3. Maksimalna zarada prema podacima iz grafikona 1, ostvarena je 2012. godine i procenjena je na preko 34.000 € h⁻¹.

Tabela 2. Kalkulacija troškova rashoda – troškovi materijala i ostalih troškova

2. TROŠKOVI MATERIJALA		količina	cena	
1.	stajnjak	30 t	6,5 €/t	195,0
2.	mineralna đubriva			
	NPK	800 Kg	0,68 €/kg	546,0
	KAN	600 kg	0,52 €/kg	312,0
	AN	200 kg	0,64 €/kg	128,0
	lako rastvorljiva đubriva	300 kg	1,42 €/kg	426,0
3.	rasad paprike	60000 kom	0,043 €/kom	2560,0
4.	herbicidi			100,0
5.	pesticidi			600,0
6.	sistem kap po kap sa pumpom			990,0
7.	gorivo za zalivanje i prihranu	100 l	1,75 €/l	175,0
			ukupno	6032,0
3. OSTALI TROŠKOVI				200,0
			ukupni troškovi	11077,0

Ekonomičnost proizvodnje, kao vrednost izraza učinaka potrošnje svih elemenata proizvodnje, izražen kroz koeficijent ekonomičnosti E_p , iznosi 2,39. Svaka vrednost E_p koja je veća od 1 ukazuje na zaljučak da je proizvodnja bila ekonomična (Ranogajec, 2009). U slučaju predstavljene kalkulacije, izračunati koeficijent ekonomičnosti je veći od 2 pa je donet zaključak da je proizvodnja visoko ekonomična i to posmatrajući jedanaestogodišnji prosek prinosa semena i fileta.

Rentabilnost proizvodnje (R_p) predstavlja uspešnost proizvodnje i pri tome pokazuje koliko se na 100 novčanih jedinca ukupnih prihoda ostvaruje dobit. R_p ima vrednost 58,17%, što znači da je proizvodnja bila rentabilna u proseku i da je na svakih 100 € prihoda ostvarena dobit od 58,41 €.

Tabela 3. Kalkulacija prihoda i dobiti

PRIHODI	količina	cena	ukupno (€)
PRINOS I PRIHOD OD FILETA	28000 kg	0,31€/kg	8680,0
PRINOS I PRIHOD OD SEMENA (10.god.pros)	178 kg	100€/kg	17800,0
CENA KOŠTANJA FILETA			0,39
CENA KOŠTANJA SEMENA			46,0
VREDNOST PROIZVODNJE			26480,0
UKUPNI TROŠKOVI			11077,0
DOBIT			15403,0

Zaključak

Semenska proizvodnja paprike Instituta za povrtarstvo spada u red rentabilnih proizvodnji, ostvaruje se dobit i u nepovoljnim godinama. Od samog načina organizacije proizvodnje i angažovanja stručnjaka, koji će se baviti pravovremenim prepoznavanjem fizioloških potreba biljaka i zaštitom u redovnom stanju i u stanju stresa, zavisi i učinak i isplativost proizvodnje. Semenska proizvodnja je pod monitoringom stručne službe MPŠV i stručne službe Instituta i ovakva podrška daje izuzetnu osnovu proizvođaču da ostvari dobit.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je sprovedeno uz podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj ugovora: 451-03-47/2023-01/200216).

Literatura

Adžić, S., Pavlović, N., Girek, Z., Rakić, I., Živković, I., Ugrinović, M., Đurić, N. (2022). Ekonomska isplativost proizvodnje semena kupusa sortimenta Instituta za povrtarstvo. Nacionalno naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“ Institut za povrtarstvo, S. Palanka, 3. nov. 2022, Zbornik radova pp.140-149.

- Cvikić, D., Adžić, S., Girek, Z., Ugrinović, M., Dervišević, M., Živković, I. (2022). Morfološke karakteristike perspektivnih linija paprike Instituta za povrtarstvo. Nacionalno naučno-stručni skup sa međ. učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“ Institut za povrtarstvo, S. Palanka, Srbija, 3. nov. 2022, Zbor. rad., pp. 65-70.
- FAOSTAT (2021). <https://www.fao.org/statistics/en/>.
- Ivanišević, D., Prodanović, R., Stajić, D. (2018). Ekonomika proizvodnje paradajza u zavisnosti od načina nabavke rasada. Ekonomija teorija i Praksa, Br. 3, str. 39-51. doi:105937/etp 1803039I.
- Karić, M. (2002). Kalkulacije u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. ISBN: 953-6331-21-7.
- Martínez I.E., Calatayud, Á., Marsal, J.I., Zeffa, M.D., Baba, Y.V., Erpen-Dalla C.L., Giacomín, M.R., Resende, T.J., Azeredo Gonçalves, S.L. (2022). Phenotypic Divergence among Sweet Pepper Landraces Assessed by Agro-Morphological Characterization as a Biodiversity Source. Agronomy, Vol 12, 632. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030632>.
- Ranogajec, Lj. (2009). Računovodstvo u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. ISBN: 978-953-6331-71-0.
- Swamy, B.N., Hedau, N.K., Chaudhari G.V., Kant, L., Pattanayak, A. (2017). CMS system and its stimulation in hybrid seed production of *Capsicum annum* L., Scientia Horticulturae, Volume 222, Pages 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.023>.
- Vinicius C.L., Suzuki Fukuji, Y.A., Zeffa, M.D., Baba, Y.V., Erpen-Dalla Corte, L., Giacomín, M.R., Resende, T.J., Azeredo Gonçalves, S.L. (2020). Variability in peppers accessions based on morphological, biochemical and molecular traits. *Bragantia* vol.79 no.4. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20190525>.
- Yildirim, K., Demir, I. (2020). The effect of maturation stage and after-ripening on seed quality in organically- and conventionally-produced pepper (*Capsicum annum* L.) seeds. *Plant Breeding and Seed Science*, 81, 39-45. <https://doi.org/10.37317/pbss-2020-0003>.

**VARIJABILNOST KVALITATIVNIH PARAMETARA U
ZAVISNOSTI OD BOJE PLODA PARADAJZA**

**VARIABILITY OF QUALITATIVE PARAMETERS DEPENDING
ON TOMATO FRUIT COLOR**

Sladana Savić¹, Milena Marjanović², Ivana Petrović², Zorica Jovanović²,
Danijela Šikuljak¹, Marina Dervišević³, Veselinka Zečević⁴

¹*Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd*

²*Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun*

³*Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd-Zemun*

⁴*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka*

Autor za korespondenciju: bonita.sladja@gmail.com

Izvod

Cilj ovog istraživanja bio je da se uradi procena kvaliteta plodova paradajza različitih boja. Za analizu je odabrano sedam genotipova paradajza (svetložuti, tamnožuti, narandžasti, žuto-zeleni, crveno-zeleni, crveno-žuti i crveni). Kvalitet plodova paradajza je okarakterisan na osnovu ukupne rastvorljive čvrste materije (TSS), titrabilne kiselosti (TA), sadržaja likopena i ukupne antioksidativne aktivnosti (TAA). Dobijeni rezultati su pokazali da ima značajnih razlika između testiranih genotipova u analiziranim parametrima. Genotip sa žuto-zelenim plodom imao je najbolji ukus zbog visokih vrednosti TSS, TA i njihovog odnosa (indeksa ukusa), ali nizak sadržaj likopena i TAA. Najveću vrednost TAA imao je genotip sa svetložutom bojom ploda, verovatno zbog prisustva β -karotena i nekih antioksidanata iz grupe polifenola, jer je sadržaj likopena bio nizak. Takođe, visoke vrednosti TAA imali su genotipovi sa crvenom bojom ploda i kombinacijom crvene sa zelenom i žutom bojom, zbog visokog sadržaja likopena.

Ključne reči: paradajz, indeks ukusa, likopen, antioksidativna aktivnost

Abstract

The aim of this study was to evaluate the quality of tomato fruits of different colors. Seven tomato genotypes (light yellow, dark yellow, orange, yellow green, red green, red yellow and red) were selected for analysis. Tomato fruit quality was characterized based on total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), lycopene content and total antioxidant activity (TAA). The obtained results showed that there are significant differences between the tested genotypes in the analyzed parameters. The genotype with yellow green fruit had the best taste due to the high values of TSS, TA and their ratio (taste index), but low content of lycopene and TAA. The genotype with light yellow fruit color had the highest TAA value, probably due to the presence of β -carotene and some antioxidants from the polyphenol group, as the lycopene content was low. Genotypes with red fruit color and a combination of red with green and yellow color also had high TAA values, due to the high lycopene content.

Key words: tomato, fruit quality, taste index, lycopene, antioxidant activity

Uvod

Paradajz se po obimu proizvodnje nalazi na drugom mestu u svetu, sa procenjenom ukupnom proizvodnjom od 164 miliona tona (Rodriguez-Ortega et al., 2019). Poreklom je iz Južne Amerike, a u Evropu je donet u 16. veku (Garcia et al., 2017). Konzumira se u svežem i prerađenom stanju u vidu proizvoda kao što su: kečap, sok, pasta, pire (Li et al., 2018). Kvalitet plodova paradajza se procenjuje na osnovu sadržaja bioaktivnih jedinjenja kao što su: karotenoidi, polifenoli, šećeri, mineralni elementi i vitamini. Boja ploda paradajza zavisi od sadržaja različitih pigmenata - hlorofila, karotena, likopena (Borghesi et al., 2016). Dva najznačajnija pigmenata - karotenoida koja su prisutna u paradajzu i koji značajno utiču na ukupni antioksidativni kapacitet plodova su: likopen i β -karoten. Likopen je crven karotenoidni pigment i prisutan je u plodovima paradajza crvene i pink boje (Peixoto et al., 2017). β -karoten je pigment koji se u većim količinama nalazi u plodovima paradajza žute i narandžaste boje (Кондратьева и Голубкина, 2016). Likopen ima najveću antioksidativnu aktivnost od oko 600 karotenoida koji se javljaju u prirodi. Konzumacijom

proizvoda bogatih likopenom i β -karotenom može se uticati na prevenciju kardiovaskularnih bolesti (Hasan i Sultana, 2017). Na ukupnu antioksidativnu aktivnost kod paradajza značajan uticaj imaju i polifenolna jedinjenja među kojima su najznačajniji flavonoidi (Vallverdu-Kueralt et al., 2012). Polifenolna jedinjenja imaju antioksidativna, antimikrobna, antivirusna i antiinflamatorna svojstva, te stoga značajno utiču na smanjenje stope rasta oboljenja od raka, a regulišu i nivo holesterola u serumu (Antonious et al., 2019). Rastvorljivi šećeri u paradajzu su uglavnom glukoza i fruktoza, i njihova koncentracija u plodovima paradajza kreće se od 4 do 9% (Helies et al., 2008). Sadržaj šećera, kao i njihov odnos sa prisutnim organskim kiselinama, je najznačajniji parametar koji određuje ukus plodova paradajza (Barickman et al., 2017). Na koncentraciju bioaktivnih jedinjenja u paradajzu utiče genetska osnova, ali i ekološki faktori i uslovi gajenja (Carli et al., 2011). Cilj ovog rada bio je da se utvrde razlike kvalitativnih parametara (sadržaj rastvorljivih materija, titracione kiselosti, likopena i ukupne antioksidativne aktivnosti) u plodovima genotipova paradajza različitih boja.

Materijal i metode rada

Za potrebe eksperimenta izabrano je sedam genotipova paradajza koji su se razlikovali po boji (svetložuti - SŽ, tamnožuti - TŽ, narandžasti - N, žuto-zeleni - ŽZ, žuto-crveni - ŽC, crveno-zeleni - CZ i crveni - C). Uzorci paradajza potiču sa farme gde se paradajz gaji po principima organske proizvodnje. Plodovi paradajza su bili u fazi pune zrelosti. Kvalitet paradajza određen je na osnovu merenja parametara: ukupne rastvorljive čvrste materije (TSS), titracione kiselosti (TA), sadržaja likopena i ukupne antioksidativne aktivnosti (TAA). Ručni refraktometar (Reichert Analytical Instruments, Depev NI) je korišćen za merenje koncentracije TSS u etanolnim ekstraktima paradajza i izražen u °Brix. TA etanolnog ekstrakta paradajza je određena volumetrijskom titracijom sa NaOH u prisustvu fenolftaleina, izražena u % i preračunata po formuli prema Soare et al. (2019), kao i indeks ukusa:

$$\text{Indeks ukusa} = (\text{TSS}/20 \times \text{TA}) + \text{TA}$$

Likopen je ekstrahovan sa smešom heksan:metanol:aceton (2:1:1) uz dodatak BHT (butil hidroksitoluena). Suspenzija je centrifugirana 15

minuta na 8000 rpm na 4°C (2-16K, Sigma, Nemačka). Apsorpcija gornjeg sloja heksana je merena na 505 nm (SPECTRO UV-VIS RS, 1166, Lambomed, Inc. USA). Rezultati su izraženi kao sadržaj likopena u mg kg⁻¹ FW (Kuti i Konuru, 2005). Ukupna antioksidativna aktivnost je izmerena prema protokolu Re et al. (1999). Plodovi paradajza su homogenizovani u mlinu (A11 IKA, IKA®-Verke GmbH & Co. KG, Nemačka). Ekstrakcija je izvedena korišćenjem 80% rastvora za ekstrakciju etanola (1:10, v/v). Homogenat je centrifugiran (10.000 rpm tokom 10 min), supernatant je čuvan na -20°C do analize. Katjon radikala ABTS je pripremljen oksidacijom ABTS sa mangan dioksidom. Apsorbanca je izmerena na 734 nm posle 2 minuta reakcije. Troloks je korišćen kao antioksidativni standard i rezultati su izraženi u μmol TU kg⁻¹ FW. Statističke analize su urađene sa SigmaPlot Software 12.0. (Sistat Software Inc., SAD). Podaci su statistički analizirani korišćenjem jednosmerne analize varijanse (ANOVA) i izraženi kao srednja vrednost ± SE (n = 6). Svi rezultati su izračunati na nivou značajnosti 0,05, a vrednosti označene istim slovom nisu se značajno razlikovale na nivou verovatnoće od 0,05% prema Tukey-ovom testu.

Rezultati i diskusija

U tabeli 1. prikazani su kvalitativni parametri sedam genotipova paradajza različite boje ploda.

Dobijeni rezultati su pokazali da se sadržaj TSS kod testiranih genotipova paradajza kretao od 5,76 do 7,12 °Brix (Tab. 1), što je u skladu sa literaturnim podacima (Soare et al., 2019).

Najveći TSS imao je genotip paradajza žuto-zelenog ploda (7,12 °Brix) i on se statistički razlikovao od genotipova paradajza koji su imali crvenozeleni i crveni plod. Najmanji TSS imao je genotip paradajza crvenozelenog ploda (5,76 °Brix) i on se statistički razlikovao od svih testiranih genotipova, izuzev genotipa sa crvenom bojom ploda. Rastvorljive čvrste materije su veoma značajan parametar za prerađivače paradajza, jer veće vrednosti znače da je potrebna manja količina plodova da bi se dobila određena količina finalnog proizvoda, a takođe i kraće vreme prerade (Cadavid, 2014). Termičkom obradom paradajza ne dolazi do smanjenja sadržaja likopena i flavonoida, čak su Rivero et al. (2022) u istraživanjima došli do zaključka da se sadržaj ovih antioksidanasa i povećava.

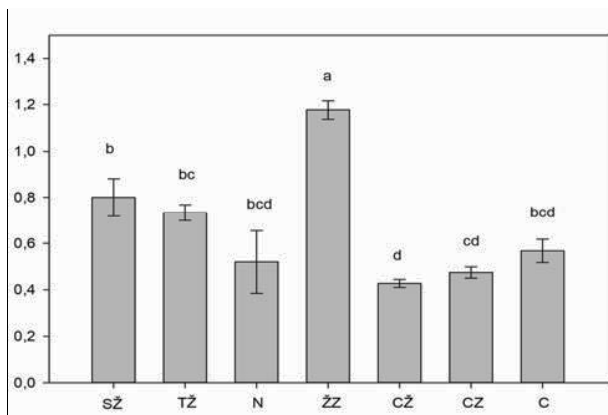
Tabela 1. Sadržaj ukupne čvrste rastvorljive materije (TSS), titraciona kiselost (TA), sadržaj likopena i ukupna antioksidativna aktivnost u plodovima genotipova paradajza različitih boja

Geno tipovi	TSS °Brix	TA %	Antioksidativna aktivnost (μmol TU/g FW)	Likopen (mg/kg FW)
SŽ	7,00±0,09 ^{abc}	0,59±0,06 ^b	3.217,93±613,38 ^a	0,09±0,02 ^d
TŽ	6,56±0,14 ^{abcde}	0,55±0,02 ^{bc}	2.002,77±96,86 ^c	0,56±0,18 ^d
N	6,90±0,31 ^{abcd}	0,38±0,10 ^{bcd}	2.337,07±311,63 ^{abc}	1,56±0,30 ^d
ŽZ	7,12±0,04 ^a	0,87±0,03 ^a	1.614,48±181,55 ^c	0,32±0,04 ^d
CŽ	7,04±0,03 ^{ab}	0,32±0,01 ^d	2.662,35±243,67 ^{abc}	18,76±2,09 ^a
CZ	5,76±0,20 ^f	0,37±0,02 ^{cd}	3.162,79±288,71 ^{ab}	9,97±2,05 ^{bc}
C	6,27±0,20 ^{def}	0,43±0,04 ^{bcd}	1.943,05±88,15 ^c	14,35±1,86 ^{ab}

Takođe, najveće vrednosti TA imao je genotip paradajza žuto-zelenog ploda (0,87%) i statistički se razlikovao od svih ostalih testiranih genotipova kod kojih se vrednost TA kretala u rasponu od 0,32% do 0,59% (Tab. 1). Odnos šećera i kiselina je glavni faktor koji doprinosi ukusu paradajza, odgovoran je za slatkoću, kiselost i gorčinu, a ukus je taj koji određuje prihvatljivost proizvoda od strane potrošača (Cadavid, 2014). Shodno rezultatima za TSS i TA, genotip paradajza sa žuto-zelenim plodom imao je i najveće vrednosti indeksa ukusa (1,18) (Graf. 1).

Zhang et al. (2023) su došli do zaključka da je ukus paradajza u pozitivnoj korelaciji sa rastvorljivim čvrstim materijama, fruktozom, glukozom, limunskom kiselinom i fumarnom kiselinom. Kod svih ostalih testiranih genotipova indeks ukusa je bio ispod 1 i kretao se u rasponu od 0,43 do 0,80 (Graf. 1). Slične rezultate za TSS, TA i indeks ukusa kod paradajza gajenog u organskoj proizvodnji dobili su Ilic et al. (2013).

Boja plodova je važan parametar i značajno utiče na izbor potrošača kada je paradajz u pitanju. Promene boje tokom zrenja paradajza povezane su sa sintezom karotenoidnih pigmenata uključujući likopen. Sadržaj likopena i ukupna antioksidativna aktivnost prikazani su u tabeli 1.



Grafikon 1. Indeks ukusa plodova genotipova paradajza različitih boja

Sadržaj likopena se u testiranim genotipovima kretao od 0,09 do 18,76 mg kg⁻¹ FW (Tab. 1). Vrlo niske vrednosti likopena su bile kod genotipova sa žutim i narandžastim, kao i sa žuto-zelenim plodovima. Kod genotipova sa žutim i narandžastim plodovima se verovatno tokom sazrevanja sintetizovao β-karoten umesto likopena (Кондратьева и Голубкина, 2016), s obzirom da su imali visoku TAA (3.217,93; 2.337,07 i 2.002,77 μmol TU/g FW) (Tab. 1). Najzastupljeniji antioksidansi u paradajzu su flavonoidi, zatim karotenoidi (β-karoten i likopen) i vitamin E (Frusciante et al., 2007). Kod genotipova sa crvenom bojom ploda i kombinacijom crvene sa žutom i zelenom bojom sadržaj likopena se kretao od 9,97 do 18,76 mg kg⁻¹ FW, što je i u skladu sa istraživanjima Erge i Karadeniz (2011) po kojima se sadržaj likopena u plodovima paradajza kretao od 5,7 do 26,3 mg kg⁻¹. Naši rezultati su pokazali da su se vrednosti ukupne antioksidativne aktivnosti kod testiranih genotipova paradajza kretale u rasponu od 1.614,48 μmol TU/g FW do 3.217,93 μmol TU/g FW. Nasuprot visokim vrednostima TSS, TA i indeksa ukusa, genotip paradajza žuto-zelenog ploda je imao najmanje vrednosti TAA (1.614,48 μmol TU/g FW) (Tab. 1), što nam ukazuje da su u plodovima ovog genotipa dominantne materije primarnog metabolizma.

Zaključak

Dobijeni rezultati su pokazali da je genotip sa žuto-zelenim plodom imao najbolji ukus zbog visokih vrednosti TSS, TA i njihovog odnosa. Genotipovi sa žutim plodovima imaju prednost i zbog visokih vrednosti antioksidativne aktivnosti i sadržaja bioaktivnih materija. Sa druge strane genotipovi paradajza sa crvenim plodovima su takođe dobar izbor jer se pokazalo da su bogat izvor antioksidansa likopena koji ima najveću antioksidativnu aktivnost među karotenoidima.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je finansiralo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (brojevi ugovora: 451-03-47/2023-01/200010, 451-03-47/2023-01/200116, 451-03-47/2023-01/200214 i 451-03-47/2023-01/200216).

Literatura

- Antonious, G., Turley, E., Dawood, M. (2019). Ascorbic acid, sugars, phenols, and nitrates concentrations in tomato grown in animal manure amended soil. *Agriculture* 9(5): 94. doi: 10.3390/agriculture9050094
- Barickman, T.C., Kopsell, D.A., Sams, C.E. (2017). Abscisic acid improves tomato fruit quality by increasing soluble sugar concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 40(7): 964-973. doi:10.1080/01904167.2016.1231812
- Borghesi, E., González-Miret, M.L., Escudero-Gilete, M.L., Malorgio, F., Heredia, F.J., Meléndez-Martínez, A.J. (2011). Effects of salinity stress on carotenoids, anthocyanins, and color of diverse tomato genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(21): 11676-11682. doi: 10.1021/jf2021623
- Cadavid, A.S. (2014). Multicomponent Quality Control Analysis for the Tomato Industry Using Portable Mid-Infrared (MIR) Spectroscopy, M.Sc. thesis, The Ohio State University, Ohio, USA.
- Carli, P., Barone, A., Fogliano, V., Frusciante, L., Ercolano, M.R. (2011). Dissection of genetic and environmental factors involved in tomato organoleptic quality. *BMC Plant Biology* 11: 58. doi: 10.1186/1471-2229-11-58

- Erge, H.S., Karadeniz, F. (2011). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Tomato Cultivars. *International Journal of Food Properties* 14: 968-977. doi: 10.1080/10942910903506210
- Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M.R., Pernice, R., Di Matteo, A., Fogliano, V., Pellegrini, N. (2007). Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition and Food Research* 51(5): 609-617. doi: 10.1002/mnfr.200600158
- García, D., Narváez-Vásquez, J., Orozco-Cárdenas, M.L. (2017). Tomato (*Solanum lycopersicum*). In: *Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment, Volume 7: OECD Consensus Documents*. OECD Publishing, Paris, 69-104.
- Hasan, T., Sultana, M. (2017). Lycopene and cardiovascular diseases: A review of the literature. *International Journal of Research & Review* 4(1): 73-86. doi:10.4444/ijrr.1002/318
- Helyes, L., Pék, Z., Lugasi, A. (2008). Function of the variety technological traits and growing conditions on fruit components of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L. Karsten). *Acta Alimentaria* 37(4): 427-436. doi:10.1556/AAlim.2008.0010
- Ilic, Z.S., Kapoulas, N., Milenkovic, L. (2013). Micronutrient composition and quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum*) from conventional and organic production. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 83(6): 651-5. <https://www.researchgate.net/publication/267033506>
- Кондратьева, И.Ю., Голубкина, Н.А. (2016). Ликопин и β-каротин томата. *Овощи России* 3(4): 80-83. doi: 10.18619/2072-9146-2016-4-80-83
- Kuti, J.O., Konuru, B.H. (2005). Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 2021-2026. doi: 10.1002/jsfa.2205
- Li, Y., Wang, H., Zhang, Y., Martin, C. (2018). Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites? *Plant Cell Reports* 37(10): 1443-1450. doi:10.1007/s00299-018-2283-8
- Peixoto, J.V.M., Neto, C. de M.S., Campos, L.F.C., Dourado, W. de S., Nogueira, A.P.O., Nascimento, A. Dos R. (2017). Industrial tomato lines: Morphological properties and productivity. *Genetics and Molecular Research* 16(2): gmr16029540. doi:10.4238/gmr16029540.
- Rivero, A.G., Keutgen, A.J., Pawelzik, E. (2022). Antioxidant Properties of Tomato Fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as Affected by Cultivar and Processing Method. *Horticulturae* 8: 547. doi: 10.3390/horticulturae8060547
- Rodríguez-Ortega, W.M., Martínez, V., Nieves, M., Simón, I., Lidón, V., Fernández-Zapata, J.C., Martínez-Nicolas, J.J., Cámara-Zapata, J.M., García-Sánchez, F. (2019). Agricultural and physiological responses of tomato plants grown in different soilless culture systems with saline water under greenhouse conditions. *Scientific Reports* 9(1): 6733. doi: 10.1038/s41598-019-42805-7

- Soare, R., Dinu, M., Apahidean, A.I., Soare, M. (2019). The evolution of some nutritional parameters of the tomato fruit during the harvesting stages. *Horticultural Science* 46(3): 132-137. doi: 10.17221/222/2017-HORTSCI
- Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Casals-Ribes, I., Andres-Lacueva, C., Waterhouse, A.L., Lamuela-Raventos, R.M. (2012). Effect of tomato industrial processing on phenolic profile and hydrophilic antioxidant capacity. *LWT - Food Science and Technology* 47(1): 154-160. doi: 10.1016/j.lwt.2011.12.020
- Zhang, J., Liu, S., Zhu, X., Chang, Y., Wang, C., Ma, N., Wang, J., Zhang, X., Lyu, J., Xie, J. (2023). A Comprehensive Evaluation of Tomato Fruit Quality and Identification of Volatile Compounds. *Plants* 12: 2947. doi: 10.3390/plants12162947

**ANALIZA G×E INTERAKCIJE ZA VISINU BILJKE PLAVOG
PATLIDŽANA (*Solanum melongena* L.) PO AMMI MODELU**

**ANALYSIS OF G×E INTERACTION FOR EGGPLANT (*Solanum
melongena* L.) PLANT HEIGHT BY APPLYING AMMI MODEL**

Jelena Damnjanović¹, Zdenka Girek², Milan Ugrinović³, Svetlana Roljević
Nikolić¹, Radiša Đorđević³, Ivana Živković³, Tomislav Živanović⁴

¹Istraživačko-razvojni institut Tamiš, Pančevo

²Institut za medicinska istraživanja, Univerzitet u Beogradu

³Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka

⁴Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

Autor za korespondenciju: jelena.damnjanovic@gmail.com

Izvod

U radu je analizirana stabilnost osobine visina biljke 20 divergentnih genotipova plavog patlidžana koji su deo kolekcije Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka. Poljski mikroogledi su izvedeni na tri lokaliteta (Smederevska Palanka, Kusadak i Vranovo). Analiza varijanse AMMI modela pokazala je da postoje značajne razlike između genotipova, lokaliteta, kao i njihovih interakcija (G×E) za visinu biljke. Od ukupne sume kvadrata, 91,6% variranja odnosio se na efekat genotipa dok se svega 4,11% variranja može pripisati efektu lokaliteta. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju ukazuju da je 5 proučavanih genotipova pokazalo stabilnost ove osobine na različitim lokalitetima. Na osnovu ASV vrednosti za visinu biljke, zaključuje se da je najveća stabilnost utvrđena na lokalitetu Vranovo koji je po rangu na prvom mestu i sa koeficijentom AMMI stabilnosti 2,16.

Ključne reči: plavi patlidžan, visina biljke, AMMI analiza, stabilnost

Abstract

In the experiment the stability of the trait plant height, for 20 divergent eggplant genotypes from the GenBank of Institute for Vegetable crops

Smederevska Palanka was analyzed. Field microtrials were carried out at three locations (Smederevska Palanka, Kusadak and Vranovo). The analysis of variance of the AMMI model showed significant differences between genotypes, localities and their interactions ($G \times E$) for plant height. From the total sum of squares, 91.6% of the variation was related to the genotype effect, while only 4.11% of the variation can be attributed to the locality effect. The results obtained in this research indicate that 5 studied genotypes showed the stability of this trait in different localities. Based on the ASV value for plant height, it is concluded that the highest stability was determined at the Vranovo location with an AMMI stability coefficient of 2.16.

Keywords: eggplant, plant height, AMMI analysis, stability

Uvod

Plavi patlidžan (*Solanum melongena* L.) je drevna biljna vrsta koja je na petom mestu po ekonomskom značaju iz familije *Solanaceae*. U Aziji i mediteranskom basenu značaj ove biljne vrste je posebno izražen, jer predstavlja veoma popularno povrće. Kao usev, ima velike agronomске zahteve i visoke troškove gajenja (Ranil et al., 2017). Hranljiva vrednost plavog patlidžana je vrlo mala i ograničena (Gebhardt i Thomas, 2002), ali je od ogromne koristi prisustvo različitih vitamina i minerala i biljnih vlakana koji blagotvorno deluju na ljudsko zdravlje. Plod plavog patlidžana ima malu kaloričnu vrednost, ali je bogat biohemijским sastojcima kao što su antocijan, polifenoloksidaze i glikoalkaloidi koji ujedno i predstavljaju antioksidante (Stommel i Whitaker, 2003). Neophodno je da savremena poljoprivreda odgovori na permanentno povećanje potrebe čoveka za hranom, između ostalog putem evaluacije dostupnih genetičkih resursa. Rezultati dobijeni evaluacijom genetičkih resursa mogu se iskoristi u oplemenjivačkim programima plavog patlidžana u svrhu povećanja prinosa ove kulture (Kallo, 1993). Visina biljke kod plavog patlidžana je ekonomski značajna osobina, koja je u pozitivnoj korelacionoj vezi sa ostalim komponentama prinosa plavog patlidžana - brojem bočnih grana po biljci, dužinom i širinom ploda kao i prosečnom masom ploda (Muniappan i sar., 2010).

Materijal i metode rada

Kao materijal za istraživanje u ovom radu, korišćeno je 20 perspektivnih genotipova plavog patlidžana koji ujedno predstavljaju i selekциони material, a deo su kolekcije koja se čuva u gen banci Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka. Ovi genotipovi predstavljaju veoma divergentan genetički materijal, od kojih je 16 poreklom iz Srbije, a 4 su stranog porekla. U radu je analizirana stabilnost genotipova u pogledu visine biljke. Ogled je postavljen na tri lokaliteta (ogledno polje Instituta za povrtarstvo, Kusadak i Vranovo), po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja. Analiza varijanse AMMI modela sagledana je kroz analizu interakcije genotip x spoljna sredina (Gauch i Zobel, 1996). Odnos prve glavne komponente, koja obuhvata najveći udeo varijabilnosti posmatranih genotipova i lokaliteta, i prosečne vrednosti posmatrane osobine je prikazan na AMMI 1 biplotu (Zobel i sar., 1988). Odnos prve i druge glavne komponente je analiziran uz pomoć AMMI 2 biplota. Posmatran je položaj i vršena analiza interakcije pojedinačnih genotipova i lokaliteta po kvadrantima oba biplota. Ukoliko su vrednosti glavnih komponenti genotipa ili lokaliteta blizu centru preseka na biplotu, takav genotip odnosno lokalitet se smatra stabilnim (Mahalingam i sar., 2006). Određene su i vrednosti ASV (*AMMI stability value*) koeficijenta s ciljem rangiranja stabilnosti lokaliteta uz pomoć formule (Purchase, 2000):

$$ASV = \sqrt{\left[\left(\frac{SS_{PC1}}{SS_{PC2}} \times PC1 \right)^2 \times (PC2)^2 \right]}$$

SS = Suma kvadrata; PC1 = prva glavna komponenta; PC2 = druga glavna komponenta.

AMMI analiza je rađena uz pomoć R software, verzija 2.15.2 (A Language and Environment, Copyright 2012).

Rezultati i diskusija

Prema rezultatima analize varijanse AMMI modela, kod visine biljaka ispitivanih genotipova utvrđen je statistički veoma značajan uticaj

genotipova, lokaliteta kao i njihovih interakcija, pri čemu se 91,60% ukupne sume kvadrata odnosilo na efekat genotipa (Tab. 1). Ovo ukazuje na prisustvo velike divergentnosti kod genotipova. Shafi i Price (1998) ističu prednost primene AMMI modela u situaciji postojanja statistički značajne interakcije.

Tabela 1. Analiza varijanse AMMI modela za visinu biljke

Izvor varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Suma kvadrata%	Sredina kvadrata	F vrednost
Genotip (G)	19	8.637,30	91,60	454,59	363,15 ^{**}
PON	6	8,20	0,09	1,37	1,09 ^{nz}
Lokalitet (L)	2	387,10	4,11	193,53	141,63 ^{**}
G × L	38	253,70	2,69	6,68	5,33 ^{**}
PC1 (82,0%)	20	208,08	82,00	10,40	8,31 ^{**}
PC2 (18,0%)	18	45,66	18,00	2,54	2,03 [*]
PC3 (0%)	16	0	0	0	0
Greška	114	142,70	1,51	1,25	
Ukupno	179	9.429,00	100,00		

^{**}statistički vrlo značajna razlika, ^{*}statistički značajna razlika, ^{nz}nije statistički značajna razlika

Prilikom analize ASV vrednosti za visinu biljke, utvrđeno je da je najstabilniji lokalitet Vranovo gde je koeficijent AMMI stabilnosti bio 2,16 (Tab. 2) dok je najmanja stabilnost uočena na lokalitetu Smederevska Palanka.

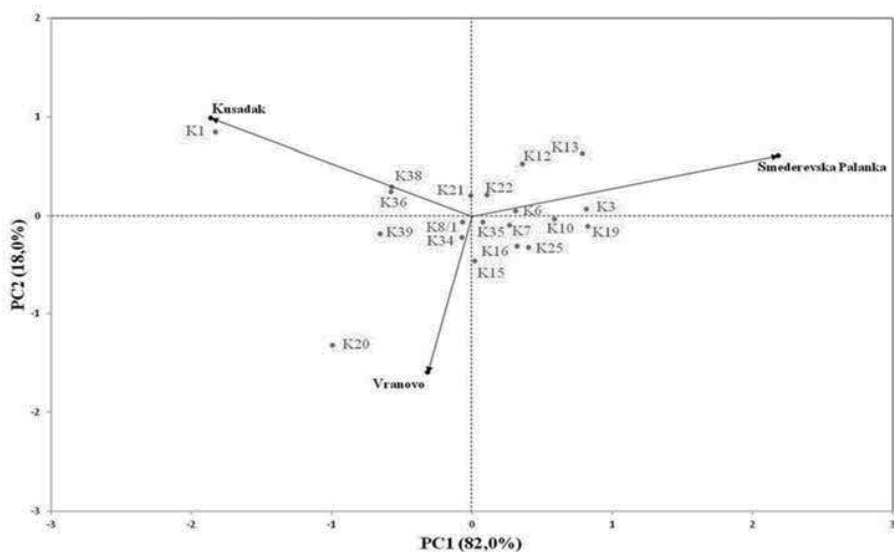
Tabela 2. Srednja vrednost, koeficijent AMMI stabilnosti i rangovi za tri lokaliteta za osobinu visina biljke

Lokalitet	Visina biljke		PC1	PC2	ASV	
	Prosek	Rang			Vrednost	Rang
Kusadak	77,11	1	-1,8624	0,9880	8.54	2
S. Palanka	73,52	3	2,1813	0,6099	9.96	3
Vranovo	75,28	2	-0,3190	-1,5979	2.16	1

Na osnovu odnosa prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2), u grupu stabilnih genotipova se izdvojilo 5 genotipova i to: u donjem desnom kvadrantu genotip K35, u donjem levom kvadrantu genotipovi K8/1 i K34, u gornjem levom kvadrantu K21 i u gornjem desnom kvadrantu K22. Ovi genotipovi su ispoljili stabilnost na sva tri lokaliteta i oni su bili grupisani oko centra grafikona (Graf. 1). Na grafikonima 1 i 2 primećuje se da se

genotip K1 nalazi najbliže vektoru lokaliteta Kusadak, što se može objasniti da njemu najviše odgovaraju spoljašnji uslovi svojstveni za ovaj lokalitet, dok je genotip K20 najbliže vektoru lokaliteta Vranovo. Manja udaljenost genotipa ili lokaliteta od koordinatnog početka ukazuje na mali efekat interakcije i veću stabilnost genotipa ili lokaliteta za analiziranu osobinu (Yan i sar., 2007).

Poredeći ASV vrednosti, koje su u skladu sa dužinom vektora na grafikonu 1, zapaža se da je dužina vektora za lokalitet Vranovo najkraća, gde su ujedno i grupisani svi genotipovi koji su ispoljili stabilnost u ovim uslovima.

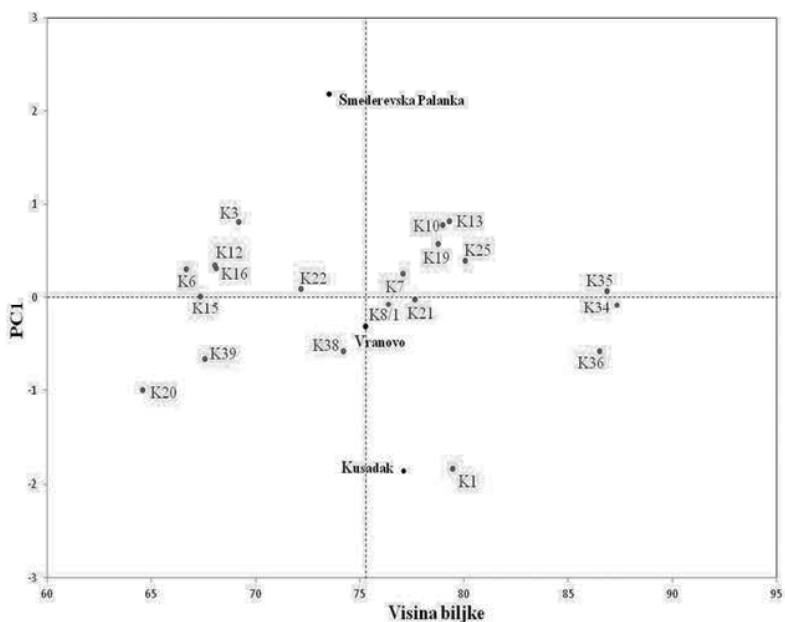


Grafikon 1. AMMI 2 biplot za 20 genotipova plavog patlidžana za osobinu visina biljke

Analizirajući odnos prve glavne komponente i prosečne vrednosti za visinu biljke (Graf. 2), lokalitet Vranovo je ispoljio najveću stabilnost za posmatranu osobinu. Što se tiče prosečnih vrednosti za visinu biljke, uočava se da je lokalitet Kusadak imao iznadprosečnu vrednost.

Kod genotipova koji su locirani sa desne strane preseka dveju osa su zabeležene iznadprosečne vrednosti za visinu biljke. Stabilni genotipovi za ovu osobinu sa iznadprosečnim vrednostima su genotipovi K34 i K35. Genotip K15 se, takođe, izdvojio kao stabilan, ali su kod njega vrednosti visine biljke bile ispodprosečne. S obzirom da je kod plavog patlidžana

visina biljke u pozitivnoj korelaciji sa ostalim komponentama prinosa (Srivastava i sar., 2019), neophodno je da se genotipovi koji su se izdvojili sa iznadprosečnim vrednostima za ovu osobinu dalje uvrste u selekcion program i dalju evaluaciju. Genotipovi koji su se grupisali oko centra preseka dve ose na AMMI1 biplotu (K7, K8/1, K21, K22 i K38) su stabilni genotipovi kod kojih su zabeležene prosečne vrednosti za visinu biljke.



Grafikon 2. AMMI 1 biplot za 20 genotipova plavog patlidžana za osobinu visina biljke

Zaključak

Analiza varijanse AMMI modela ukazala je na postojanje statistički značajnog uticaja genotipova, lokaliteta i njihovih interakcija. Najveća suma kvadrata odnosila se na efekat genotipa za visinu biljke i iznosila je 91,60%, što znači da je bila veoma izražena divergentnost između posmatranih genotipova. Suma kvadrata interakcije genotip x spoljna sredina bila je 2,69%. Na osnovu ASV analize, najstabilniji lokalitet je Vranovo za visinu biljke. Genotipovi K34 i K35 sa iznadprosečnim

vrednostima za posmatranu osobinu su se izdvojili kao najstabilniji genotipovi.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacije Republike Srbije, Ugovori br.: 451-03-47/2023-01/200216; 451-03-47/2023-01/200015; 451-03-47/2023-01/200054.

Literatura

- Gauch, H.G. (1988). Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics* 44: 705-715.
- Gauch, H.G., Zobel, R.W. (1996). AMMI Analysis of yield trials. In: M. S. Kang and H.G. Gauch (eds). *Genotype by Environment Interaction*. pp. 85-122.
- Gebhardt, S., Thomas, R.G. (2002). *Nutritive Value of Foods*. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research service. Home and Garden Bulletin.
- Kaloo, G. (1993). Eggplant (*Solanum melongena*). In: Kaloo G. (Ed) *Genetic improvement of vegetable crops*. Pergamons, Oxford, pp. 587-604.
- Mahalingam, L., Mahedran, S., Chandra Babu, R., Atlin, G. (2006): AMMI analysis for stability of grain yield in rice (*Oryza sativa* L.): *International Journal of Botany* 2(2): 104-106.
- Muniappan, S., Saravanan, K., Ramya, B. (2010). Studies on genetic divergence and variability for certain economic characters in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4): 462-465.
- Purchase, J.L., Hatting, H. (2000). Genotype x environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance. *South African Journal of Plant and Soil*, 17(3): 101-107.
- Ranil, R.H.G, Prohens, J., Aubriot, X., Niran, HML., Plazas, M., Fonseka, RM., Vilanova, S., Fonseka, H.H., Gramazio, P., Knapp, S. (2017). *Solanum insanum* L. (subgenus *Leptostemonum* Bitter, *Solanaceae*), the neglected wild progenitor of eggplant (*S. melongena* L.): a review of taxonomy, characteristics and uses aimed at its enhancement for improved eggplant breeding. *Genetic Resources and Crop Evolution* 64, 1707-1722
- Shafii, B., Price, W.J. (1988). Analysis of genotype-by-environment interaction using additive main effects and multiplicative interaction model and stability estimates. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 335-345.
- Srivastava, S., Saidaiah, P., Shivraj, N., Ravinder Reddy, K. (2019). Yield and quality based phenotypic evaluation of germplasm of brinjal (*Solanum*

- melongena* L.) under semi-arid conditions. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 8(7): 415-422.
- Stommel, J.R., Whitaker, B.D. (2003). Phenolic acid content and composition of eggplant fruit in a germplasm core subset. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128: 704-710.
- Yan, W., Kang, M.S., Ma, B., Woods, S., Cornelius, P.L. (2007). GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Science* 47(2): 641-653.
- Zobel, R., Wright, M.J., Gauch, H.G. (1988). Statistical analysis of yield trial. *Agronomy Journal* 80: 388-393.

UTICAJ GODINE NA PRINOS ZRNA I SADRŽAJ PROTEINA OZIME RAŽI

INFLUENCE OF YEAR ON GRAIN YIELD AND PROTEIN CONTENT OF WINTER RYE

Nenad Đurić¹, Dobrivoj Poštić², Gordana Dozet³, Zlatica Mamlić⁴, Biljana Šević¹, Vojin Đukić⁴, Gorica Cvijanović⁵

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

²*Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd*

³*Fakultet za biofarming, Megatrend univerzitet, Beograd*

⁴*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*

⁵*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Bjeljina, Bjeljina, BiH*

Autor za korespondenciju: nenad.djuric@outlook.com

Izvod

Prikazani su rezultati višegodišnjih istraživanja prinosa zrna i sadržaja proteina u zrnu kod četiri sorte ozime raži (PKB Zmaj, NS Savo, Šampion i KG Raša) u agroekološkim uslovima Vojvodine. Istraživanja su sprovedena 2017. i 2018. godine, na četiri lokaliteta, i to u Kikindi, Bačkoj Topoli, Padinskoj Skeli i Sremskoj Mitrovici. Ogledi su postavljeni u tri ponavljanja, korišćenjem standardne metodologije prema slučajnom blok sistemu. Analiza varijanse je pokazala da su prinos zrna ozime raži i sadržaj proteina u zrnu značajno varirali u zavisnosti od genotipa, godine i lokaliteta, kao i njihovih interakcija.

Ključne reči: raž, prinos zrna, sadržaj proteina, lokalitet, godina proizvodnje

Abstract

Results of multi-year research on grain yield and protein content in grain of four varieties of winter rye (PKB Zmaj, NS Savo, Šampion, and KG Raša) under agro-ecological conditions of Vojvodina are presented.

Research was carried out in 2017 and 2018, at four locations in Kikinda, Bačka Topola, Padinska Skela and Sremska Mitrovica. Trials were set up in three replications using standard methodology according to a randomized block design. Analysis of variance showed that grain yield and grain protein content of winter rye varied significantly depending on the genotype, year and locality, as well as their interactions.

Key words: rye, grain yield, protein content, locality, year of production

Uvod

Raž (*Secale cereale* L.) je jedno od najstarijih hlebnih žita. Vrlo je tolerantna na sušu u poređenju sa ostalim vrstama žita (Schittenhelm et al., 2014), pa se zato raž može gajiti na manje plodnim i peskovitijim zemljištima. Raž je vrsta koja ima najveći stepen tolerancije prema visokom stepenu kiselosti zemljišta od svih žita, pa se preporučuje i za setvu na kiselim zemljištima (Đurić i sar., 2015; Đurić i sar., 2021). Proizvodnja raži, kao i ostalih pravih žita, kod nas zavisi pre svega od zasejanih površina i prosečnog prinosa zrna. Površine pod ovom vrstom variraju iz godine u godinu, kao posledica stihijskog interesa poljoprivrednih proizvođača. Površine se poslednjih godina povećavaju, kako zbog interesantnosti raži u organskoj proizvodnji, proizvodnji na kiselim zemljištima, tako i zbog sve većeg interesovanja u proizvodnji biogoriva (Đurić i sar., 2021). Može se reći da raž spada u funkcionalnu hranu jer, među žitaricama, raž ima najveći sadržaj dijetetskih vlakana a sadrži i veliki broj biofunkcionalnih jedinjenja (Đurić i sar., 2015; Koistinen et al., 2018, Popović et al., 2022) koja utiču na vitalne fiziološke procesa u ljudskom organizmu. Porast potražnje za raženim hlebom i pekarskim proizvodima od raženog brašna primetan je poslednjih godina zbog njihovog prijatnog specifičnog ukusa i arome. Ishrana proizvodima od raži utiče na smanjenje rizika od dijabetesa tipa 2, kardiovaskularnih bolesti i nekih vrsta kancera (Đurić i sar., 2015; Aune et al., 2016; Đurić i sar., 2021; Popović et al., 2022) jer vlakna raži sadrže arabinoksilan, celulozu, beta-glukan, fruktane i lignin. Od bioaktivnih jedinjenja kod raži su prisutni: fenolna kiselina, lignini, benzoksazinoidi i alkilresorcinoli (Koistinen et al., 2017). Mnogobrojna istraživanja su pokazala da raženi proizvodi štite od raznih bolesti kada se konzumiraju kao deo uobičajene

ishrane (Schvingshackl et al., 2017; Đekić i sar., 2017). Raž je bogata vitaminima kompleksa B i E, zbog čega je pogodna sirovina za proizvodnju funkcionalne hrane (Đurić i sar., 2021). Može se s pravom konstatovati da je raž vrhunsko hlebno žito, savršeno prilagođeno različitim agroekološkim uslovima, tako da ima veliki areal rasprostiranja. Uglavnom se gaji u oštrijim klimatskim uslovima zahvaljujući tolerantnosti na niske temperature i prouzrokovane bolesti. U takvim hladnim arealima raž je glavni izvor skroba i energije, kako za ljude tako i za domaće životinje. Raženi hleb dugo ostaje svež, bogat je vitaminima grupe A, B, E i K i ima visoku svarljivost (Đurić i sar., 2021). Zrno raži je uže, tanje i duže u odnosu na pšenično zrno, što najviše zavisi od sorte i uslova gajenja. Zrno raži je sirovina za dobijanje skroba i proizvodnju alkoholnih pića. Klice raži su bogate vitaminima, uljima i mineralnim solima i koriste se u ishrani i mnogim industrijama. Raženi hleb i pekarski proizvodi imaju važnu ulogu u zdravoj ishrani, pa se preporučuju i u ishrani dijabetičara i ljudi sa visokim krvnim pritiskom (Đurić et al., 2018; Đurić i sar., 2021; Rajičić i Terzić, 2022). Kod nas se gaje, uglavnom, sorte raži, ali poslednjih desetak godina prisutni su na tržištu i hibridi raži. Kod svih žita, pa i kod raži, teži se gajenju novih sorti koje su ekonomičnije, koje će imati manje smanjenje prinosa usled nepovoljnih faktora (suša, visoke i niske temperature), a koje će ispoljiti svoj produktivni kapacitet koji je ekonomski opravdan za proizvodnju (Đekić i sar., 2017; Đurić i sar., 2020). Pri tome se mora težiti da svaka promena vodi povećanju proizvodnog potencijala za najvažnije kvantitativne i kvalitativne osobine ili poboljšanje efikasnosti i profitabilnosti proizvodnje (Đurić sar., 2012; Kottmann et al., 2016). Uzimajući u obzir mnoge zdravstvene prednosti koje raž kao hrana može imati, njena potrošnja i konzumiranje se sve više povećavaju.

Cilj ovog rada je da se utvrdi uticaj različitih vremenskih uslova u dve proizvodne godine na visinu prinosa zrna i sadržaj proteina u zrnju raži u regionu Vojvodine.

Materijal i metode rada

Materijal istraživanja su bile četiri sorte ozime raži: PKB Zmaj, NS Savo, Šampion i KG Raša. Ispitivanja su izvedena u dve proizvodne godine (2016/2017. i 2017/2018). Utvrđeni su visina ostvarenog prinosa zrna i sadržaj proteina u zrnju ove četiri sorte ozime raži na četiri lokaliteta u

regionu Vojvodine (Kikinda, Bačka Topola, Padinska Skela i Sremska Mitrovica). Osnovna obrada je izvedena po sistemu „ori, pripremaj i sej“. Setva je obavljena ručno, sa međurednim rastojanjem od 12 cm. Setva je obavljena u prvoj dekadi oktobra meseca. Primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju raži u agroekološkim uslovima Vojvodine. Prinos zrna je meren digitalnom vagom. Sadržaj proteina u zrnu određen je po *Kjeldahl* metodi. Hemijske osobine zemljišta prikazane su u tabeli 1. Iz podataka se može videti da su zemljišta u Vojvodini uglavnom tipa karbonatnog černozema, neutralne pH, dobro obezbeđena važnijim hranivima (Tab. 1).

Statističke analize su sprovedene pomoću programa IBM SPSS Statistics, Version 26.0. Značajnost razlika između srednjih vrednosti određena je LSD testom.

Tabela 1. Hemijska svojstva zemljišta na eksperimentalnim parcelama

Lokalitet	pH		CaCO ₃ (%)	Humus (%)	Sadržaj mg 100 g ⁻¹	
	H ₂ O	nKCL			P ₂ O ₅	K ₂ O
Kikinda	8,00	7,50	16,30	3,15	19,0	17,1
Bačka Topola	8,12	7,60	18,64	3,01	19,3	22,7
Padinska Skela	8,10	7,40	12,10	3,43	19,7	16,4
Sremska Mitrovica	8,11	7,58	15,80	3,2	19,4	20,8

Meteorološki podaci za obe godine izvođenja oglada, na svim lokalitetima, prikazani su u tabeli 2.

Na osnovu podataka se može konstatovati da je 2016/2017. proizvodna godina bila sa nižim prosečnim temperaturama i manjom količinom padavina na svim lokalitetima u odnosu na 2017/2018. proizvodnu godinu. Prosečna temperatura u vegetacionoj 2016/2017. godini je iznosila na svim lokalitetima 8,75°C, dok je u 2018. godini bila 10,43°C, što je više za 1,7°C. Takođe, može se konstatovati da je 2016/2017. u proseku za sve lokalitete bilo 389,8 mm padavina, a u 2017/2018. godini 566,2 mm, što je za 176,4 mm vodenog taloga više u 2017/2018. godini.

Tabela 2. Meteorološki podaci za 2016/2017. i 2017/2018. godinu

God.	Lokalitet	Temperatura (°C)									\bar{x}
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
2017.	Kikinda	10,1	5,7	-0,4	-4,5	3,6	9,7	11,2	17,8	23,1	8,5
	Bačka Topola	10,2	6,3	-0,3	-4,9	4,2	9,9	11,4	17,6	23,2	8,6
	Padinska Skela	11,1	7,7	0,9	-3,5	5,4	10,9	12,3	17,7	23,6	9,6
	Srem.Mit.	10,1	5,6	-0,3	-5,3	3,3	9,7	11,4	17,7	22,8	8,3
2018.	Kikinda	11,9	6,8	3,2	3,6	1,3	4,7	16,7	20,6	21,4	10
	Bačka Topola	12,5	7,1	3,8	4,3	1,2	5	17,2	20,4	21,5	10,3
	Padinska Skela	13,7	8,1	4,8	5,3	2,3	6,9	18,2	21,5	22,3	11,5
	Srem.Mit.	11,8	6,7	3,2	3,7	1,2	5,2	16,7	20,2	20,9	9,9
		Suma padavina (mm)									Ukupno
2017.	Kikinda	95,6	53,1	3,5	8,1	13,3	18,9	52,9	22,9	56,3	324,6
	Bačka Topola	84,8	67,1	2,2	18,5	20,1	30,5	57	82,9	65,7	428,8
	Padinska Skela	76,8	71,8	2,6	23,4	23,5	27	51,8	86,1	53	416
	Srem.Mit.	77,7	44,9	2,4	21,8	45,5	44,8	46,2	55	51,8	390,1
2018.	Kikinda	35	34,6	43,8	52,4	73,7	99,8	32,5	35,5	175,8	583,1
	Bačka Topola	38,9	40,3	48,3	47,5	81,9	60,6	49	64,2	163,2	593,9
	Padinska Skela	65,9	41,2	45,2	39,3	58,1	64,8	39,7	56,2	121,6	532
	Srem.Mit.	48,7	33,5	46,1	43,5	79,6	63,3	38,4	62,5	140,2	555,8

Rezultati i diskusija

Prinos svake biljne vrste je najznačajnija kvantitativna osobina, koja je veoma varijabilna i podložna uticaju meteoroloških prilika i primenjene agrotehnike. Povećanje prinosa je jedan od najvažnijih zadataka kojem teži savremena intenzivna proizvodnja. U takvim uslovima prednost imaju one sorte koje imaju visok i postojan potencijal rodnosti u različitim agroekološkim uslovima. Pri odabiru sortimenta, rodnost predstavlja jednu

od važnih osobina (Đurić i sar., 2020). Poslednjih dvadesetak godina u proizvodnji svih poljoprivrednih biljnih vrsta teži se preciznoj preporuci sortimenta za određeni region (Đurić i sar., 2012; Hristov i sar., 2014; Đurić i sar., 2020).

Prosečni prinosi zrna po godinama ispitivanja i lokalitetima prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Uticaj godine i lokaliteta na prinos zrna ($t\ ha^{-1}$) različitih sorti raži

Lokalitet (B)	Godina (A)	Sorta (C)				\bar{x}		
		PKB Zmaj	NS Savo	Šampion	KG Raša			
Kikinda	2017.	6,90	6,57	7,01	6,00	6,62		
	2018.	6,01	5,81	6,98	5,80	6,15		
	Prosek	6,46	6,19	7,00	5,90	6,39		
Bačka Topola	2017.	9,26	8,71	8,50	7,40	8,47		
	2018..	8,84	8,53	8,45	6,10	7,98		
	Prosek	9,05	8,62	8,48	6,75	8,22		
Padinska Skela	2017.	9,45	8,84	8,50	7,10	8,47		
	2018.	8,81	8,87	8,00	5,90	7,90		
	Prosek	9,13	8,90	8,25	6,50	8,18		
Sremska Mitrovica	2017.	8,85	8,49	8,90	6,95	8,30		
	2018.	8,51	7,97	8,40	6,00	7,72		
	Prosek	8,68	8,23	8,65	6,48	8,01		
Ukupni prosek		8,33	7,97	8,09	6,41	7,70		
Faktori		A	B	C	AB	AC	BC	ABC
F		**	**	**	ns	**	**	**
LSD 0,05		0,31	0,44	0,44	0,62	0,62	0,88	1,24
LSD 0,01		0,53	0,75	0,75	1,06	1,06	1,50	2,13

Iz rezultata prikazanih u tabeli 3 može se konstatovati da je najviši prinos u obe godine zabeležen kod sorte PKB Zmaj ($8,33\ t\ ha^{-1}$), a najniži kod sorte KG Raša ($6,41\ t\ ha^{-1}$). U obe godine, najveći prinos zrna bio je na lokalitetu Bačke Topole ($8,22\ t\ ha^{-1}$), a najmanji na lokalitetu Kikinda ($6,39\ t\ ha^{-1}$). Analiza varijanse je pokazala visoko signifikantni uticaj sva tri faktora na prinos zrna, kao i njihovih interakcija, osim interakcije godina \times lokalitet, što se poklapa sa prethodnim istraživanjima (Đurić i sar., 2021).

Sadržaj proteina u zrnu po godinama ispitivanja i lokalitetima prikazan je u tabeli 4. Iz rezultata prikazanih u tabeli 4 može se konstatovati da je najveći sadržaj proteina u zrnu, u obe godine, zabeležen kod sorte PKB

Zmaj (11,42%), a najmanji kod sorte NS Savo (11,00%). Najviši sadržaj proteina u zrnu zabeležen je, u obe godine, na lokalitetu Padinska Skela (11,18%), a najniži na lokalitetu Kikinda (11,07%). Analiza varijanse je pokazala visoko signifikantni uticaj sva tri ispitivana faktora na sadržaj proteina u zrnu, kao i njihovih interakcija, osim interakcija godina × lokalitet i godina × sorta.

Tabela 4. Uticaj godine i lokaliteta na sadržaj proteina (%) u zrnu različitih sorti raži

Lokalitet (B)	Godina (A)	Sorta (C)				\bar{x}		
		PKB Zmaj	NS Savo	Šampion	KG Raša			
Kikinda	2017	11,56	11,00	11,00	11,20	11,19		
	2018	11,40	10,80	10,70	10,90	10,95		
	Prosek	11,48	10,90	10,85	11,05	11,07		
Bačka Topola	2017	11,40	11,10	11,30	11,30	11,28		
	2018	11,38	10,88	11,00	11,00	11,07		
	Prosek	11,39	10,99	11,15	11,15	11,17		
Padinska Skela	2017	11,50	11,10	11,40	11,00	11,25		
	2018	11,42	10,90	11,10	11,00	11,11		
	Prosek	11,46	11,00	11,25	11,00	11,18		
Sremska Mitrovica	2017	11,50	11,20	11,10	11,00	11,20		
	2018	11,20	11,00	10,90	10,85	11,00		
	Prosek	11,35	11,10	11,00	10,93	11,09		
Ukupni prosek		11,42	11,00	11,06	11,03	11,13		
Faktori		A	B	C	AB	AC	BC	ABC
F		**	**	**	ns	ns	**	**
LSD 0,05		0,07	0,10	0,10	0,14	0,14	0,20	0,28
LSD 0,01		0,12	0,17	0,17	0,24	0,24	0,34	0,49

Đurić i sar. (2021) su u svojim istraživanjima konstatovali da, zahvaljujući visokom sadržaju proteina u zrnu od 11,4%, sorta PKB Zmaj može biti dobra u pripremi pekarskih proizvoda od raži, ali i vrlo dobra komponenta u pripremi stočne hrane.

Zaključak

Na osnovu rezultata ovih istraživanja, sve ispitivane sorte se mogu preporučiti za aktuelni srpski sortiment, jer su na svim lokalitetima u dve različite godine postigle zadovoljavajuće prinose zrna. Značajne razlike između sorti raži zasnovane su na genetskoj specifičnosti sorte i nenoj

adaptabilnosti na faktore životne okoline, koji su bili različiti u godinama istraživanja. Ispitivane sorte raži su imale zadovoljavajući prinos zrna (od 8,33 t ha⁻¹ kod sorte PKB Zmaj do 6,41 t ha⁻¹ kod sorte KG Raša) i sadržaj proteina u zrnu (od 11,42%, sorta PKB Zmaj do 11,00% sorta NS Savo) i mogu se koristiti kao hrana za sve vrste domaćih životinja. Takođe, sve ispitivane sorte imaju zadovoljavajući kvalitet zrna, i u mešavini s visokokvalitetnim sortama pšenice mogu se koristiti za proizvodnju hleba i drugih pekarskih proizvoda.

Zahvalnica

Ova istraživanja su finansirana od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Evidencioni broj: 451-03-47/2023-01/ 200216).

Literatura

- Aune, D., Keum, N., Giovannucci, E., Fadnes, L.T., Boffetta, P., Greenwood, D.C., Norat, T. (2016). Whole grain consumption and risk of cardiovascular disease, cancer, and all cause and cause specific mortality: Systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 353: i2716. doi: 10.1136/bmj.i2716
- Đekić, V., Milivojević, J., Staletić, M., Đurić, N., Terzić, D. (2017). Uticaj godine na prinos i kvalitet zrna kragujevačke raži. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 23(1-2): 113-117.
- Đurić, N., Đekić, V., Simić, D., Trkulja, V., Prodanović, S. (2012). Analiza prinosa zrna i kvaliteta brašna nekih sorata ozime pšenice u 2010. i 2011. godini. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 18(1-2): 13-19.
- Đurić, N., Kresović, B., Glamočlija, Đ. (2015). Sistemi konvencionalne i organske proizvodnje ratarskih useva. Monografija, Institut PKB Agroekonomik. ISBN 978-86-89859-01-0, COBISS.SR-ID 218749452, CIP 633.1/.7,631.147
- Đurić, N., Glamočlija, Đ., Janković, S., Dozet, G., Popović, V., Đekić, V., Cvijanović, V. (2018). Alternativna žita u sistemu održive poljoprivredne proizvodnje. *Zbornik radova sa I naučno stručnog skupa "Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji-stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse"*, Bačka Topola, Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming Bačka Topola, Srbija, 26 October 2018, str. 203-210.

- Đurić, N., Cvijanović, G., Dozet, G., Rajičić, V., Branković, G., Poštić, D. (2020). Uticaj godine i lokaliteta na prinos zrna i komponente prinosa kod ozime pšenice. *Selekcija i semenarstvo* 26(1): 9-18. doi: 10.5937/SelSem2001009D
- Đurić, N., Poštić, D., Cvijanović, V., Branković, G., Đekić, V., Cvijanović, G. (2021). PKB Zmaj – a new variety of winter rye created at PKB Agroekonomik institute. *Selekcija i semenarstvo* 27(1): 17-23. doi: 10.5937/SelSem2101017D
- Hristov, N., Mladenov, N., Jocković, B., Kondić, Špika, A. (2014). Uticaj sorte, lokaliteta i godine na prinos ozime pšenice. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 20(1-4): 33-40.
- Kottmann, L., Wilde, P., Schittenhelm, S. (2016). How do timing, duration, and intensity of drought stress affect the agronomic performance of winter rye? *European Journal of Agronomy*, 75: 25-32. doi: 10.1016/j.eja.2015.12.010
- Koistinen, VM., Nordlund, E., Katina, K., Mattila, I., Poutanen, K., Hanhineva, K. (2017). Effect of bioprocessing on the in vitro colonic microbial metabolism of phenolic acids from rye bran fortified breads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65(9): 1854-1864. doi: 10.1021/acs.jafc.6b05110
- Koistinen, V.M., Mattila, O., Katina, K., Poutanen, K., Aura, A.M., Hanhineva, K. (2018). Metabolic profiling of sourdough fermented wheat and rye bread. *Scientific Reports* 8(1): 5684. doi: 10.1038/s41598-018-24149-w
- Popović, D., Rajičić, V., Popović, V., Burić, M., Filipović, V., Gantner, V., Lakić Ž., Božović, D. (2022). Economically significant production of *Secale cereale* L. as functional food. *Agriculture and Forestry* 68(3): 133-145. doi: 10.17707/AgricultForest.6
- Rajičić, V., Terzić, D. (2022). Strna žita. Monografija. Poljoprivredni fakultet, Kruševac.
- Schittenhelm, S., Kraft, M., Wittich, K.P. (2014). Performance of winter cereals grown on field-stored soil moisture only. *European Journal of Agronomy* 52: 247-258. doi: 10.1016/j.eja.2013.08.010
- Schwingshackl, L., Schwedhelm, C., Hoffmann, G., Lampousi, A.M., Knuppel, S., Iqbal, K., Boeing, H. (2017). Food groups and risk of all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 105(6): 1462-1473. doi: 10.3945/ajcn.117.153148

**MEĐUSOBNI ODNOSI KOMPONENTI PRINOSA PŠENICE
GAJENE U SISTEMU INTEGRALNE PROIZVODNJE**

**INTERRELATIONSHIPS OF YIELD COMPONENTS IN WHEAT
GROWN THROUGH INTEGRATED AGRICULTURE**

Veselinka Zečević¹, Mirela Matković Stojšin², Nenad Đurić¹, Milan Stojšin³,
Kristina Luković¹, Danica Mićanović⁴, Desimir Knežević⁵

¹*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Smederevska Palanka*

²*Istraživačko - razvojni institut Tamiš Pančevo, Pančevo*

³*Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*

⁴*Privredna Komora Srbije, Beograd*

⁵*Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica-Lešak*

Autor za korespondenciju: vzecevic@institut-palanka.rs

Izvod

U radu je urađeno istraživanje varijabilnosti i korelacija između prinosa i komponenti prinosa kod sorti ozime pšenice (Aleksandra, Aurelia, Planeta, Cipovka i Zemunska Rosa). Analizom varijanse su ustanovljene visoko značajne razlike za prinos i komponente prinosa između sorti, godina i njihove interakcije. Korelacije i Path analiza ukazuju da masa zrna po biljci ima statistički značajan i pozitivan direktni efekat (0,363*) na prinos zrna. Indirektno, ova osobina najveći doprinos povećanju prinosa zrna ostvarila je preko mase 1000 zrna (0,120) i mase zrna po klasu (0,102). Masa zrna po klasu i masa 1000 zrna imaju pozitivan direktni efekat na prinos zrna, ali bez statističke značajnosti. Pozitivna korelacija mase zrna po klasu i mase 1000 zrna sa prinosom zrna rezultat je indirektnog efekta koji ove osobine ostvaruju preko mase zrna po biljci.

Ključne reči: komponente prinosa, korelacije, *path* analiza, pšenica

Abstract

In this paper, the variability and correlation between yield and yield components in winter wheat varieties (Aleksandra, Aurelia, Planeta, Cipovka and Zemunska Rosa) were investigated. Analysis of variance revealed highly significant differences for yield and yield components between cultivars, years and their interactions. Correlations and Path analysis indicate that grain mass per plant has a statistically significant and positive direct effect (0.363*) on grain yield. Indirectly, this trait made the biggest contribution to the increase in grain yield through the mass of 1000 grains (0.120) and the mass of grains per ear (0.102). Grain weight per ear and weight of 1000 grains have a positive direct effect on grain yield, but without statistical significance. The positive correlation of grain mass per ear and mass of 1000 grains with grain yield is the result of the indirect effect that these traits achieve through grain mass per plant.

Key words: grain yield components, correlations, *path* analysis, wheat

Uvod

U programima oplemenjivanja pšenice važno je proučiti uticaj genetičkih i ekoloških faktora na pojedine komponente prinosa i kvaliteta. Prinos je određen različitim složenim fiziološkim i morfološkim procesima, koji se dešavaju u različitim fazama rasta i razvoja biljke. Prinos zrna predstavlja složeno svojstvo, koje zavisi od uticaja genetskih i ekoloških faktora, kao i od pojedinih komponenti prinosa, koje direktno ili indirektno utiču na visinu ovog svojstva. Analiza koeficijenata korelacije između pojedinih komponenti prinosa može poslužiti oplemenjivačima pri izboru materijala i metoda selekcije u cilju povećanja prinosa. Path analizom se dobijaju pouzdaniji rezultati o međusobnim odnosima pojedinih komponenti prinosa i njihovom direktnom ili indirektnom uticaju na prinos (Jaisi et al., 2021; Singh et al., 2023), koji je krajnji cilj programa oplemenjivanja biljaka. Ovom analizom se koeficijenti korelacije razlažu na direktne i indirektno efekte pojedinih komponenti rodnosti na prinos (Zečević et al., 2004; Baye et al., 2020).

Cilj ovog rada je da se utvrdi međuzavisnost komponenti prinosa i njihov direktni i indirektni uticaji na prinos zrna ozimih sorti pšenice.

Materijal i metode rada

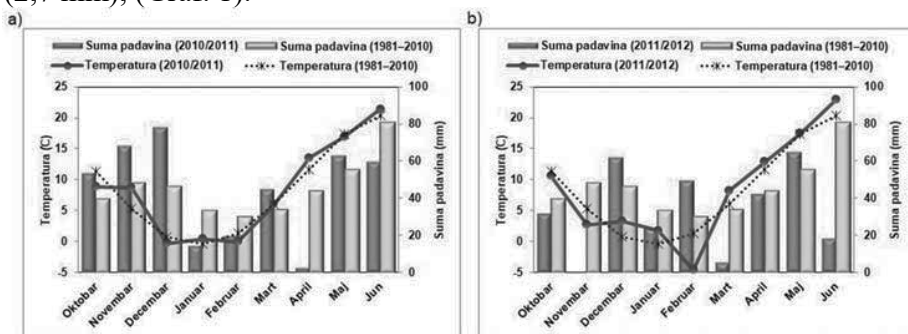
U radu je urađena analiza prinosa i komponenti prinosa pet sorti ozime pšenice (Aleksandra, Aurelia, Planeta, Cipovka i Zemunska Rosa). Istraživanja su izvedena na ekonomiji Srednje poljoprivredne škole u Bačkoj Topoli, tokom dve vegetacione sezone (2010/2011. i 2011/2012.), na zemljištu tipa černozem. Ogled je izveden po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, sa veličinom parcele 5 m². Setva pšenice je urađena u drugoj polovini oktobra meseca, u obe godine istraživanja, sa 600 kljavih zrna po metru kvadratnom. Biljke su gajene po principima integralne proizvodnje, gde nije vršena primena pesticida, a korovi su uklanjani mehaničkim putem. U fazi pune zrelosti biljaka, izmeren je prinos zrna i masa 1000 zrna, a ostale komponente prinosa (visina biljke, dužina klasa, broj zrna po klasu, masa zrna po klasu i masa zrna po biljci) su analizirane na uzorku od 30 biljaka.

Rezultati analiza su statistički obrađeni dvofaktorijalnom analizom varijanse. Urađena je *path* analiza, koja kvantifikuje i razdvaja međusobne odnose komponenti prinosa, kao nezavisnih promenljivih, na njihove direktne i indirektne efekte koji imaju na ukupan prinos zrna, kao zavisnu promenljivu. Međusobna asocijacija komponenti prinosa izražena je korelacionim koeficijentima, dok su direktni efekti svake osobine izraženi *path* koeficijentom. *Path* koeficijent je standardizovani koeficijent parcijalne regresije, koji je izračunat prema postupku objašnjenom u radu Dewey and Lu (1959). Korelacioni koeficijenti komponenti prinosa i koeficijenti višestruke linearne regresije, koji su korišćeni u proračunu *path* analize, su izračunati pomoću programa IBM SPSS Statistics (Trial Version 22.0).

Klimatski faktori

Klimatski podaci za ispitivane vegetacione sezone (srednje mesečne temperature i ukupna količina padavina) su se razlikovali po godinama, a i u poređenju sa višegodišnjim prosekom (<http://www.hidmet.gov.rs/>). Temperature vazduha su bile povoljne za rast i razvoj biljaka pšenice tokom obe vegetacione sezone. Ukupna količina padavina bila je značajno veća u 2010/2011. vegetacionoj sezoni (406,1 mm) nego u 2011/2012. (297,4 mm), što je prouzrokovalo bolje uslove za razvoj biljaka.

Padavine su u jesen 2010. (oktobar-decembar) bile veće (200,5 mm) u poređenju sa istim periodom 2011. godine, kada je ukupna količina padavina bila 93,4 mm. U oktobru je palo oko 35 mm kiše, a novembar je bio skoro bez padavina (0,2 mm), dok je u decembru bilo 61,7 mm padavina, što pokazuje da su uslovi za klijanje semena i nicanje biljaka bili povoljniji u prvoj godini ispitivanja. Tokom zimskog perioda, padavine su bile veće u 2012. godini, dok je u proleće bilo više padavina 2011., osim u aprilu mesecu 2012. (42 mm) kada su padavine bile na nivou višegodišnjeg proseka i značajno se razlikuju po količini padavina u istom mesecu 2011. (2,7 mm), (Graf. 1).



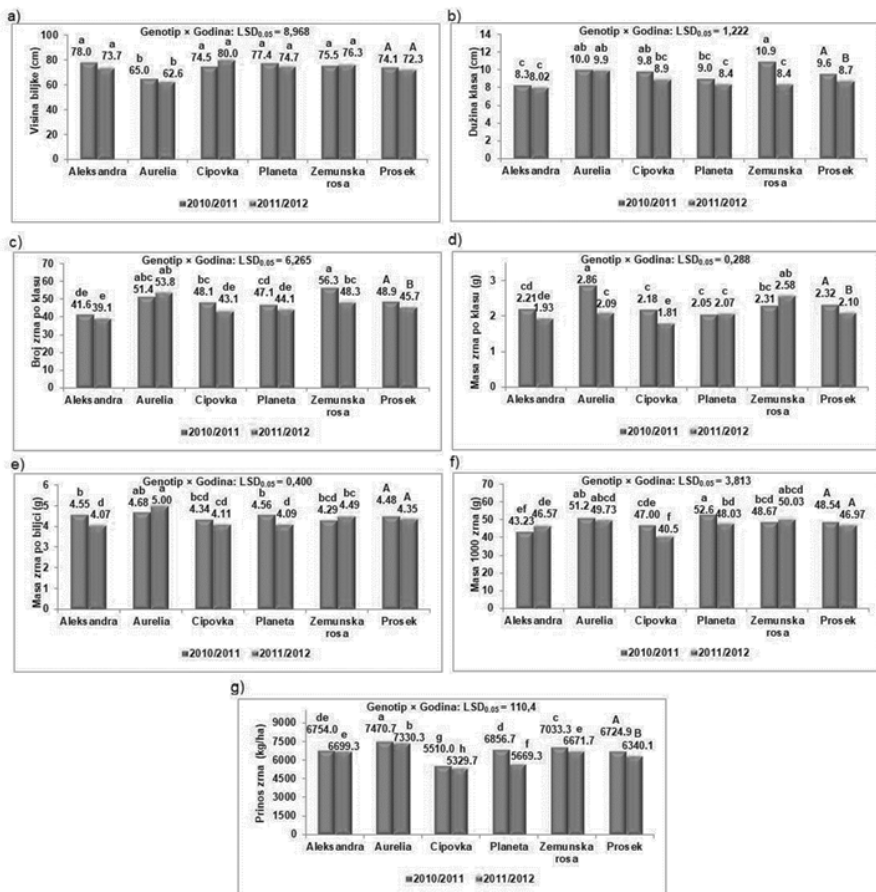
Grafikon 1. Srednje mesečne temperature vazduha i ukupne padavine: a) za 2010/2011, b) za 2011/2012. godinu i višegodišnji prosek (1981-2010)

Rezultati i diskusija

Prinos i komponente prinosa

Prinos zrna ispitivanih sorti, u proseku bio je veći u 2011. (6724,9 kg ha⁻¹) u poređenju sa 2012. godinom (6340,1 kg ha⁻¹). Razlike po godinama su bile statistički značajne. Sorta Aurelia je imala najveći prinos zrna u obe analizirane godine (7470,7 kg ha⁻¹ i 7330,3 kg ha⁻¹), a zatim sorta Zemunska rosa (7033,3 kg ha⁻¹) 2011. godine. Sorte Planeta (6856,7 kg ha⁻¹) i Aleksandra (6754,0 kg ha⁻¹) u 2011. godini su imale prinos veći od 6500,0 kg ha⁻¹. Sve ispitivane sorte su imale prinos zrna veći od 5500,0 kg ha⁻¹, što se može smatrati visokim prinosom za integralnu proizvodnju pšenice. Vrednosti za prinos i komponente prinosa bile su veće u

vegetacionoj 2010/2011. sezoni u poređenju sa 2011/2012. jer je 2010/2011. godina bila povoljnija za razvoj biljaka, (Graf. 2).



Različita mala slova (a – h) označavaju statistički značajne razlike ($p < 0,05$) između genotipova po sezonama, a velika slova (A, B) označavaju statistički značajne razlike ($p < 0,05$) između godina

Grafikon 2. Srednje vrednosti visine biljke (a), dužine klasa (b), broja zrna po klasu (c), mase zrna po klasu (d), mase zrna po biljci (e), mase 1000 zrna (f) i prinosa zrna (g) kod pet genotipova hlebne pšenice gajene tokom dve vegetacione sezone

Analizom varijanse su ustanovljene statistički visoko značajne razlike za prinos i komponente prinosa između ispitivanih sorti. Razlike po

godinama su, takođe, bile statistički visoko značajne, kao i interakcija genotip×godina (Graf. 2). Prinos i komponente prinosa pšenice su kvantitativna svojstva, koja značajno zavise od ekoloških faktora i primenjenih agrotehničkih mera tokom vegetacije biljaka pšenice (Zečević i sar., 2010; Jaisi et al., 2021; Urošević et al., 2023). Ekološki faktori prouzrokuju varijabilnost, kako pojedinih komponenti prinosa tako i njihovu međuzavisnost.

Korelacije i Path analiza

Analiza korelacija između komponenti prinosa i prinosa pokazuje da se prinos nalazi u pozitivnoj korelaciji sa ispitivanim komponentama prinosa (Tab. 1). Najveće vrednosti koeficijenta korelacije ustanovljene su između prinosa i MZB (0,621**), MHZ (0,569**), MZK (0,513**) i BZK (0,439*).

Tabela 1. Pirsonove korelacije za ispitivane osobine pšenice

Osobine	VB	DK	BZK	MZK	MZB	MHZ	Prinos
VB	1	-0,229	-0,327	-0,171	-0,331	-0,199	-0,380*
DK	-0,229	1	0,782**	0,539**	0,350	0,337	0,298
BZK	-0,327	0,782**	1	0,500**	0,480**	0,485**	0,439*
MZK	-0,171	0,539**	0,500**	1	0,412*	0,474**	0,513**
MZB	-0,331	0,350	0,480**	0,412*	1	0,426*	0,621**
MHZ	-0,199	0,337	0,485**	0,474**	0,426*	1	0,569**
Prinos	-0,380*	0,298	0,439*	0,513**	0,621**	0,569**	1

VB – visina biljke, DK – dužina klasa, BZK – broj zrna po klasu, MZK – masa zrna po klasu, MZB – masa zrna po biljci, MHZ – masa 1000 zrna; **p<0,01; *p<0,05

Najjača korelacija bila je između DK i BZK (0,782**). Masa zrna po klasu bila je u visoko značajnoj korelaciji sa DK (0,539**) i BZK (0,500**). Ovi rezultati su u saglasnosti sa istraživanjima Baye et al. (2020), koji su utvrdili pozitivne korelacije između prinosa i: dužine klasa (0,23**), broja zrna po klasu (0,23**) i mase 1000 zrna (0,41**). Ranija istraživanja (Singh et al., 2012; Rohani et al., 2016; Semnaninejad et al., 2021) ukazuju na značajnu pozitivnu korelaciju između prinosa i mase 1000 zrna. Pozitivne korelacije između komponenti prinosa ustanovljene su u našim ranijim istraživanjima (Zečević et al., 2004; Matković et al., 2018), kao i u istraživanjima koja su sproveli drugi autori (Ayer et al.,

2017; Tarkeshwar et al., 2020; Devesh et al., 2021). U prethodnim istraživanjima, takođe su utvrđene značajne pozitivne korelacije između mase zrna po biljci i broja zrna po klasu, kao i mase zrna po klasu i mase zrna po biljci (Oinam and Mehta, 2020), kao i između broja zrna po klasu, mase zrna i prinosa (Nukasani et al., 2013).

Path analiza razdvaja ukupne korelacije na direktne i indirektne efekte, čime pruža stvarnu informaciju o doprinosu ispitivanih komponenti prinosa, i na taj način se formira osnova za selekciju u cilju poboljšanja prinosa zrna (Zečević et al., 2004; El-Mohsen et al., 2012; Ojha et al., 2018). Masa zrna po biljci ima statistički značajan i pozitivan direktni efekat (0,363*) na prinos zrna (Tab. 2). Indirektno, ova osobina najveći doprinos povećanju prinosa zrna ostvaruje preko mase 1000 zrna (0,120) i mase zrna po klasu (0,102). Masa zrna po klasu i masa 1000 zrna imaju pozitivan direktni efekat na prinos zrna, ali bez statističke značajnosti. Dakle, pozitivna korelacija mase zrna po klasu i mase 1000 zrna sa prinosom zrna rezultat je indirektnog efekta koji ove osobine ostvaruju preko mase zrna po biljci. Slično ovome, broj zrna po klasu je u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa prinosom zrna (0,439*). Međutim, pozitivan korelacijski odnos proizlazi iz pozitivnog indirektnog efekta koji broj zrna po klasu ostvaruje preko mase zrna po klasu (0,124), mase zrna po biljci (0,174) i mase 1000 zrna (0,137), dok je direktan efekat broja zrna po klasu statistički neznačajan (0,059). Prema ovom rezultatu, broj zrna po klasu nije osobina koja bi mogla da bude odgovarajući selekcionni kriterijum za povećanje prinosa zrna pšenice. Ovo je u skladu sa navodima Devesh et al. (2021), da je prinos zrna u većoj zavisnosti od mase zrna nego od broja zrna po klasu, posebno u povoljnim uslovima proizvodnje (Matković et al., 2022). Visina biljke ostvaruje negativan direktni i indirektni efekat na prinos zrna, koji odgovara rezultatu dobijenom proračunom Pearson-ovih korelacija. Ovaj negativan odnos bi se mogao objasniti time što je oplemenjivanje kod pšenice, nakon "Zelene revolucije", bilo usmereno na povećanje žetvenog indeksa smanjenjem visine stabljike. Dužina klasa ima negativan direktni efekat i pozitivan indirektni efekat na prinos zrna preko mase zrna po klasu i mase zrna po biljci. Takođe, Ali et al. (2008) konstatuju da dužina klasa ima slab i negativan efekat na prinos zrna po biljci, iako je korelacija između ove dve osobine značajna i pozitivna. Dakle, ova osobina se ne može smatrati dobrim selekcionim kriterijumom za oplemenjivanje na veći prinos zrna. Najveći ukupan efekat na prinos ima masa zrna po biljci, zatim masa 1000 zrna i masa zrna po klasu. Ostale

komponente prinosa svoje značajne indirektno efekte na prinos zrna ostvaruju uglavnom preko navedenih osobina. Masa zrna po biljci, masa 1000 zrna i masa zrna po klasu mogu biti pogodni selekcioneri kriterijumi za poboljšanje ukupnog prinosa zrna (Tabassum et al., 2018; Sing et al., 2023).

Tabela 2. Path analiza u funkciji analize direktnih i indirektnih efekata komponenti prinosa (nezavisnih promenljivih) na prinos zrna ozime pšenice (zavisna promenljiva)

Osobine	Direktni efekat	Indirektni efekti						Ukupni efekat
		VB	DK	BZK	MZK	MZB	MHZ	
VB	-0,175	-	0,033	-0,019	-0,042	-0,120	-0,056	-0,380
DK	-0,144	0,040	-	0,046	0,134	0,127	0,095	0,298
BZK	0,059	0,057	-0,113	-	0,124	0,174	0,137	0,439
MZK	0,248	0,030	-0,078	0,030	-	0,150	0,133	0,513
MZB	0,363*	0,058	-0,051	0,028	0,102	-	0,120	0,621
MHZ	0,262	0,035	-0,049	0,029	0,118	0,155	-	0,569
$R^2=0,666$								2,060

VB – visina biljke, DK – dužina klasa, BZK – broj zrna po klasu, MZK – masa zrna po klasu, MZB – masa zrna po biljci, MHZ – masa 1000 zrna

Zaključak

Rezultati korelacione analize su pokazali da je jaka povezanost prinosa zrna sa komponentama prinosa, kao što su masa zrna po biljci (0,621**), masa 1000 zrna (0,569**), masa zrna po klasu (0,513**) i broj zrna po klasu (0,439*), što ukazuje na činjenicu da ove komponente direktno utiču na formiranje prinosa zrna. Path analizom je utvrđeno da masa zrna po biljci ima statistički značajan i pozitivan direktni efekat (0,363*) na prinos zrna. U ovim istraživanjima, sorte Aurelia i Zemunska rosa su imale najveći prinos zrna u obe analizirane godine, a ostale sorte su takođe pokazale visok prinos u uslovima integralne proizvodnje i mogu se preporučiti za gajenje u agroekološkim uslovima Vojvodine, gde su klimatski uslovi i kvalitet zemljišta povoljni za gajenje pšenice.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan uz finansijsku pomoć i podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (evidencioni brojevi: 451-03-47/2023-01/200216 i 451-03-47/2023-01/200054).

Literatura

- Ali, Y., Atta, B.M., Akhter, J., Monneveux, P., Lateef, Z. (2008). Genetic variability, association and diversity studies in wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. *Pakistan Journal of Botany* 40, 2087-2097.
- Ayer, D.K., Sharma, A., Ojha, B.R., Paudel, A., Dhakal, K. (2017). Correlation and path coefficient analysis in advanced wheat genotypes. *SAARC Journal of Agriculture* 15(1): 1-12. 10.3329/sja.v15i1.33155
- Baye, A., Baye, B., Muluken, B., Bitwoded, D. (2020). Genotypic and phenotypic correlation and path coefficient analysis for yield and yield-related traits in advanced bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. *Cogent Food & Agriculture* 6(1), 1752603, 10.1080/23311932.2020.1752603
- Devesh, P., Moitra, P.K., Shukla, R.S. (2021). Correlation and path coefficient analysis for yield, yield components and quality traits in wheat. *Electronic Journal of Plant Breeding* 12(2): 388-395. 10.37992/2021.1202.057
- Dewey, D.R., Lu, K.H. (1959). A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agronomy Journal* 51, 515-518.
- El-Mohsen, A.A.A., Hegazy, S.R.A., Taha, M.H. (2012). Genotypic and phenotypic interrelationships among yield and yield components in Egyptian bread wheat genotypes. *J. Plant Breed. Crop Sci.* 4 (1), 9-16.
- Jaisi, S., Thapa, A., Poudel, M.R. (2021). Study of correlation coefficient and path analysis among yield parameters of wheat: A Review. *i TECH MAG* 3: 01-04.
- Matković Stojšin, M., Zečević, V., Petrović, S., Dimitrijević, M., Mićanović, D., Banjac, B., Knežević, D. (2018). Variability, correlation, path analysis and stepwise regression for yield components of different wheat genotypes. *Genetika* 50(3): 817-828. 10.2298/GENSR1803817M
- Matković Stojšin, M., Petrović, S., Banjac, B., Roljević Nikolić, S., Zečević, V., Bačić, J., Đorđević, R., Knežević, D. (2022). Development of selection criteria for improving grain yield in wheat grown in different agro-ecological environments. *Acta Agriculturae Serbica* 27 (53): 79-87.
- Nukasani, V., Potdukhe, N.R., Bharad, S., Deshmukh, S., Shinde, S.M. (2013). Genetic variability, correlation and path analysis in wheat. *Journal of Wheat Research* 5(2): 48-51.

- Oinam, M., Mehta, D.R. (2020). Correlation and path coefficient analysis for grain yield and its contributing traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Chemical Studies 8(6): 1599-1603. 10.22271/chemi.2020.v8.i6w.10992
- Ojha, R., Sarkar, A., Aryal, A., Rahul, K.C., Tiwari, S., Poudel, M., Pant, K.R., Shrestha, J. (2018). Correlation and path coefficient analysis of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Farming and Management 3 (2), 136-141.
- Rohani, S.K., Marker, S. (2016). Correlation and path coefficient analysis of some quantitative traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Multidisciplinary Research and Development 3(7): 15-20.
- Semnaninejad, H., Nourmohammadi, G., Rameeh, V., Cherati, A. (2021). Correlation and path coefficient analyses of phenological traits, yield components and quality traits in wheat. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 25(9): 597-603. 10.1590/1807-1929/agriambi.v25n9p597-603
- Singh, A. K., Singh, S. B., Singh, A. P., Sharma, A. K. (2012). Genetic variability, character association and path analysis for seed yield and its component characters in wheat (*Triticum aestivum* L.) under rainfed environment. Indian Journal of Agricultural Research 46: 48-53.
- Singh, V., Mishra, A., Sharma, G., Ahalawat, S., Singh, R.K. (2023): Correlation and path coefficient analysis for yield and its attributing traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. International Journal of Environment and Climate Change 13(8): 1944-1951, 10.9734/IJECC/2023/v13i82151
- Tabassum, A., Kumar, A., Pandey, D., Prasad, B. (2018). Correlation and path coefficient analysis for yield and its attributing traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). Journal of Applied and Natural Science 10(4): 1078-1084.
- Tarkeshwar, K., Kumar, K., Yadav, M., Gaur, S.C., Chaudhary, R.P., Mishra, G. (2020). Studies on correlation and path coefficient for yield and its component traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). International Journal of Current Microbiology and Appied Sciences 11: 688-696.
- Urošević, D., Knežević, D., Đurić, N., Matković Stojšin, M., Kandić, V., Mićanović, D., Stojiljković, J., Zečević, V. (2023). Assessment the Potential of Old and Modern Wheat Genotypes: Yield Components and Nutritional Profiles in a Comprehensive Study. Agronomy 13, 2426, 10.3390/agronomy13092426
- Zečević, V., Knežević, D., Mićanović, D. (2004). Genetic correlations and path coefficient analysis of yield and quality components in wheat. Genetika 36(1): 13-21.
- Zečević, V., Bošković, J., Dimitrijević, M., Petrović, S. (2010). Genetic and phenotypic variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science 16(4): 422-428.

UTICAJ FAKTORA SPOLJAŠNJE SREDINE NA KOMPONENTE PRINOSA OZIME I JARE TVRDE PŠENICE

THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON YIELD COMPONENTS OF WINTER AND SPRING DURUM WHEAT

Mirela Matković Stojšin¹, Veselinka Zečević², Jelena Bošković³, Vladimir Perišić², Dušan Urošević⁴, Svetlana Roljević Nikolić¹, Desimir Knežević⁵

¹Istraživačko-razvojni institut Tamiš, Pančevo

²Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka

³Univerzitet Metropolitan, Beograd

⁴Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd

⁵Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici,
Poljoprivredni fakultet, Lešak

Autor za korespondenciju: matkovic.stojstin@institut-tamis.rs

Izvod

Sprovedeno je dvogodišnje istraživanje sa pet genotipova tvrde pšenice sa ciljem da se sagleda njihov potencijal za prinos u različitim uslovima sredine. Ustanovljeno je da su jari genotipovi imali niže vrednosti komponenti prinosa zrna u odnosu na ozime. Suša prisutna u periodu cvetanja i nalivanja zrna je doprinela smanjenju vrednosti svih osobina, gde je najveće smanjenje zabeleženo kod mase zrna po klasu (31,8%). Takođe, faktor spoljašnje sredine je uticao i na korelacijske odnose, gde je utvrđeno da masa zrna po biljci ima pozitivne korelacije sa visinom biljke (0,74), brojem zrna po klasu (0,80) i masom zrna po klasu (0,88), dok je u neznačajnoj korelaciji sa dužinom klasa (0,35). Izdvojene su dve značajne PCA komponente koje objašnjavaju zajedno 88,5% varijacije. Jare sorte su izdvojene u posebne kvadrante biplota, dok su ozimi genotipovi pozicionirani u okviru vektora mase zrna po biljci, broja zrna po klasu i visine biljke, postigavši najveće vrednosti navedenih osobina.

Ključne reči: tvrda pšenica, varijabilnost, korelacije, PCA analiza

Abstract

A two-year study was conducted with five durum wheat genotypes with the aim of assessing their yield potential in different environmental conditions. It was found that the spring genotypes had lower values of grain yield components compared to the winter ones. The drought present during the flowering and grain filling contributed to a decrease in the value of all traits, where the largest decrease was recorded in the grain weight per spike (31.8%). Also, the factor of year influenced the pattern of correlation, where it was determined that the grain weight per plant had positive correlations with the plant height (0.74), the number of grains per spike (0.80) and the grains weight per spike (0.88), while it was insignificantly correlated with the spike length (0.35). Two significant PCA components were extracted, explaining together 88.5% of the variation. Spring varieties were stood out into separate quadrants of the biplot, while winter genotypes were positioned within the vector of grain weight per plant, number of grains per spike and plant height, achieving the highest values of the mentioned traits.

Key words: durum wheat, variability, correlation, PCA analysis

Uvod

Tvrda pšenica (*Triticum turgidum* ssp. *durum* Desf.) je tetraploidna forma pšenice ($2n=48$), genoma AABB, koja se gaji širom sveta. Ukupna proizvodnja zrna pšenice u svetu je iznosila 765 miliona tona u 2021. godini (FAOSTAT. 2023), od čega 95% čini hlebna pšenica (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.), a 5% tvrda pšenica (Arzani and Ashraf, 2017). Prema podacima Cereal Market Situation (2023), tvrda pšenica se proizvodi na 13,5 miliona hektara, sa globalnom proizvodnjom od 32,8 miliona tona u 2021. godini. Kao druga najvažnija vrsta pšenice posle hlebne pšenice, tvrda pšenica zauzima značajan položaj u poljoprivrednoj proizvodnji sa aspekta ekonomskog i nutritivnog značaja (Mefleh et al., 2018). Zrno tvrde pšenice predstavlja glavnu sirovinu za proizvodnju visokokvalitetnih proizvoda od testenina (Panayotova et al., 2021). Proizvodnja tvrde pšenice se uglavnom odvija u regionima karakterisanim sušom i visokom temperaturom, u kojima teže uspeva hlebna pšenica, najviše zbog deficita padavina, praćenih visokim temperaturama u periodu nalivanja zrna

(Wyzińska and Różewicz, 2021). Shodno tome, najveći proizvođači tvrde pšenice su zemlje mediteranskog basena: Alžir, Turska, Italija, Maroko, Sirija, Tunis, Francuska, Španija i Grčka, sa udelom od 50% u ukupnoj proizvodnji (Martínez-Moreno et al., 2022). Primetno je povećanje interesovanja za gajenje tvrde pšenice i u evropskim zemljama kao što su Mađarska, Nemačka, Austrija i Poljska, gde se najviše gaje jare sorte, karakterisane visokim kvalitetom, ali niskim prinosom zrna. Međutim, poslednjih godina su oplemenjivački programi usmereni na poboljšanje ozimih formi, koje su produktivnije od jarih, ali imaju lošije osobine kvaliteta (Rachoń and Szumiło, 2009).

Cilj istraživanja je da se ispita potencijal za prinos ozimih i jarih genotipova tvrde pšenice gajenih u različitim uslovima spoljašnje sredine.

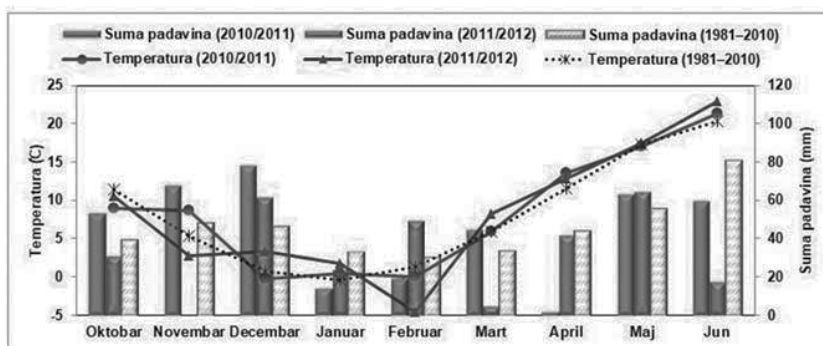
Materijal i metode rada

Biljni materijal i struktura ogleda

Zasnovan je dvogodišnji ogled (2010-2012) sa tri genotipa ozime tvrde pšenice: CIMMYT 7803, CIMMYT 7849 i CIMMYT 7896, stvorene u Međunarodnom centru za poboljšanje kukuruza i pšenice (*esp.* Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT) u Meksiku, i dva genotipa jare tvrde pšenice: Merkur i Mildur, selekcionisana u Centru za strna žita u Kragujevcu. Ogled je sproveden na ekonomiji srednje Poljoprivredne škole u Bačkoj Topoli, po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, na zemljištu tipa černozem. Površina osnovne parcelice je iznosila 5 m², a obavljena je kontinuirana setva sa gustom od 700 klijavih zrna po m². U prvoj godini istraživanja setva ozimih genotipova je obavljena 23.10., a u drugoj godini 13.10., dok su jare sorte u prvoj godini posejane 22.2., a u drugoj 28.2. U obe vegetacione sezone žetva je izvedena u prvoj dekadi jula, kada je vlaga zrna pala ispod 14%. Komponente prinosa (visina biljke, dužina klasa, broj zrna po klasu, masa zrna po klasu i masa zrna po biljci) su analizirane nakon žetve, gde je sa svake parcelice/ponavljanja analizirano po 10 biljaka (30 biljaka po genotipu). Tokom izvođenja ogleda sprovedena je uobičajena agrotehnika za proizvodnju pšenice.

Agrometeorološki uslovi

Vegetaciona sezona 2010/2011. se karakterisala većom sumom padavina u odnosu na 2011/2012. sezonu (406,1, odnosno 297,4 mm), dok su prosečne mesečne temperature bile podjednake (8,4 mm). Oktobar 2010/2011. sezone je obeležilo hladno vreme sa obilnom količinom padavina, što je odložilo setvu pšenice. Toplo vreme u novembru i početkom decembra, sa većom količinom padavina, omogućilo je dobar razvoj useva i pripremu za fazu mirovanja. Sa druge strane, 2011/2012. sezonu je obeležila manja suma padavina u oktobru i izostanak padavina u novembru, što je negativno uticalo na razvoj biljaka (Graf. 1).



Grafikon 1. Srednje mesečne temperature i sume padavina u periodu izvođenja oglada

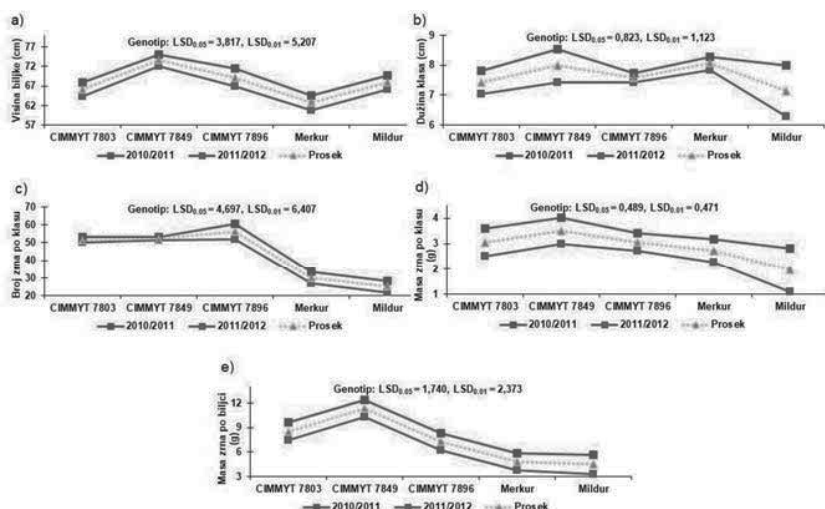
Niska temperatura u februaru obe sezone je odložila pokretanje vegetacije i setvu jarih genotipova. Otopljenje u martu u obe vegetacione sezone je pozitivno uticalo na razvoj ozimih i klijanje i nicanje jarih genotipova. April 2010/2011. sezone je karakterisalo toplo vreme i veoma mala količina padavina (2,7 mm), međutim, zemljište je bilo povoljne vlažnosti, zahvaljujući zalihama vlage iz marta. U obe vegetacione sezone, maj se odlikovao toplim vremenom i količinom padavina iznad višegodišnjeg proseka, što je povoljno uticalo na klasanje i oplodnju ozimih formi. Jun 2010/2011. sezone su obeležile povoljne količine padavina (60,0 mm), koje su pozitivno uticale na nalivanje zrna ozimih formi i oplodnju i početne faze formiranja zrna jarih formi. Visoke temperature i suša u junu 2011/2012. sezone su ubrzale sazrevanje pšenice, što se negativno odrazilo na oplodnju i nalivanje zrna jarih genotipova (Graf. 1), <http://www.hidmet.gov.rs/>.

Statističke analize

U cilju ispitivanja uticaja genotipa, godine i njihove interakcije na komponente prinosa tvrde pšenice primenjena je dvofaktorijalna analiza varijanse pomoću programa IBM SPSS Statistics, Trial Version 22.0 (<https://www.ibm.com/>). Kako bi se izrazili međusobni odnosi između komponenti prinosa kod analiziranih genotipova sprovedena je korelaciona analiza, izražena toplotnom mapom (*heatmap*) korelacione matrice, i PCA biplot analiza. Obe analize su izvršene pomoću programa R Project for Statistical Computing, Version 4.2.0, 2022-04-22 ucrt.

Rezultati i diskusija

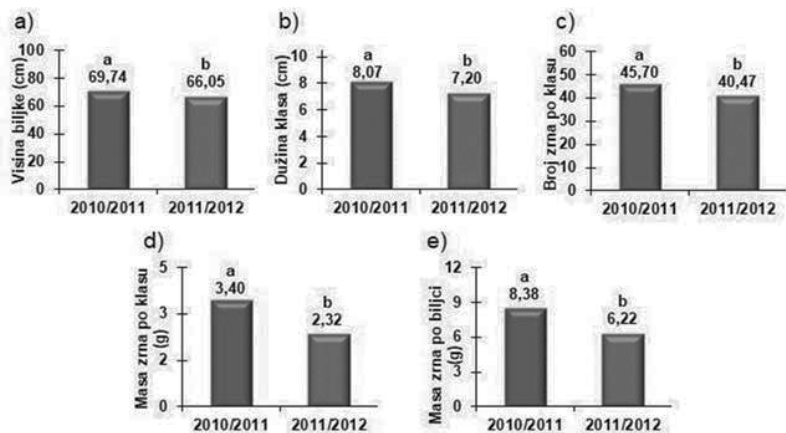
Ustanovljene su statistički značajne razlike između analiziranih genotipova, usled dominantnog uticaja faktora genotip. Prosečno su veće vrednosti analiziranih osobina ustanovljene kod ozimih genotipova, dok su jari genotipovi bili manje produktivni (Graf. 2). Rachoń and Szumiło (2009), takođe, navode da su ozimi genotipovi tvrde pšenice prinrodniji od jarih, uz niži kvalitet zrna.



Grafikon 2. Srednje vrednosti visine biljke (a), dužine klasa (b), broja zrna po klasu (c), mase zrna po klasu (d) i mase zrna po biljci (e) kod analiziranih genotipova tvrde pšenice

Najveće prosečne vrednosti visine stabljike (73,6 cm), mase zrna po klasu (3,51 g) i mase zrna po biljci (11,36 g) su ustanovljene kod genotipa CIMMYT 7849, najveća vrednost dužine klasa kod genotipa Merkur (8,06 cm), a najveća vrednost broja zrna po klasu kod genotipa CIMMYT 7896 (56,2). Najmanju vrednost visine biljke imala je jara sorta Merkur (62,7 cm), dok je najmanja vrednost svih ostalih osobina ustanovljena kod jare sorte Mildur. Zbog svojstvenosti ispitivanih genotipova, interakcija genotip \times godina nije bila značajna za veći broj analiziranih osobina, osim za masu zrna po biljci. Do sličnih rezultata dolaze i Urošević et al. (2023), analizirajući komponente prinosa kod hlebne pšenice, gde ističu da je značajnost interakcije više rezultat razlika u srednjim vrednostima individualnih genotipova, nego sveobuhvatne varijacije svih analiziranih genotipova.

Značajno veće vrednosti svih osobina su ostvarene u 2010/2011. sezoni, opisanom kao povoljnijom za proizvodnju pšenice, u odnosu na vrednosti u 2011/2012. sezoni (Graf. 3).

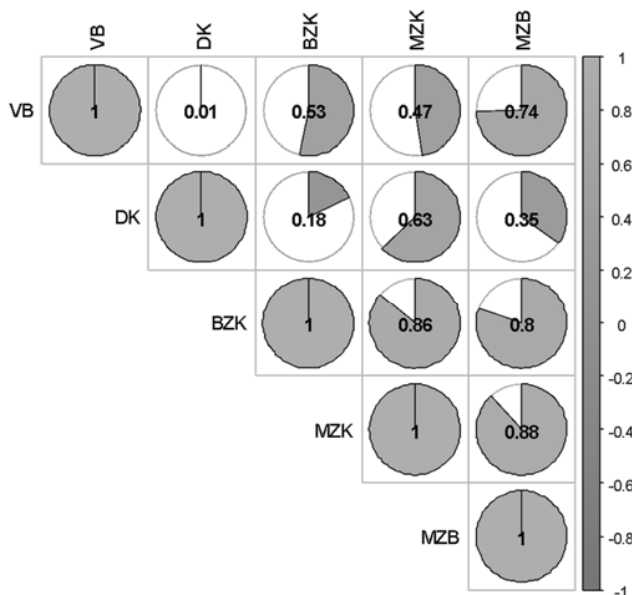


Grafikon 3. Srednje vrednosti visine biljke (a), dužine klasa (b), broja zrna po klasu (c), mase zrna po klasu (d) i mase zrna po biljci (e) tvrde pšenice po analiziranim vegetacionim sezonama

U periodu nalivanja zrna, u 2011/2012. sezoni, zabeležena je mala količina padavina, praćena sušom, što je značajno uticalo na smanjenje vrednosti svih analiziranih osobina, a u najvećoj meri mase zrna po klasu (za 31,8%) (Graf. 3). Sorto et al. (2017) i Zečević et al. (2022) navode da suša prisutna u fazi formiranja zrna negativno utiče na translokaciju

asimilativa iz vegeativnih delova biljke u zrno, što dovodi do smanjenja mase zrna.

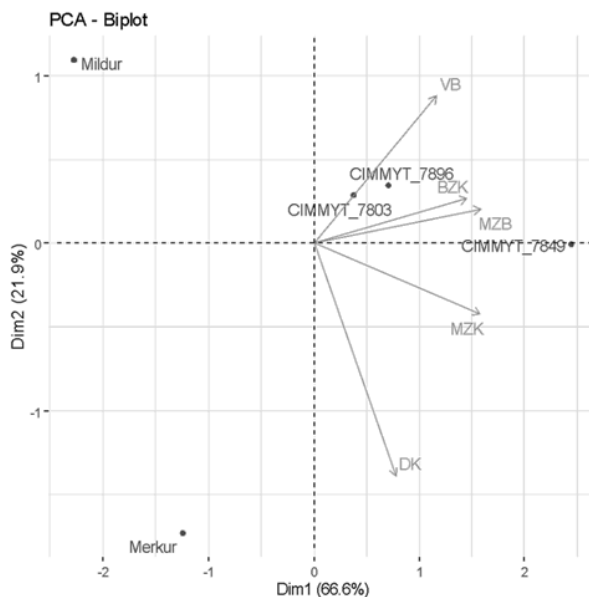
Korelaciona analiza pokazuje da je masa zrna po biljci, kao pokazatelj prinosa zrna biljke, u statistički visokoznačajnoj pozitivnoj korelaciji sa masom zrna po klasu (0,88), brojem zrna po klasu (0,80) i visinom biljke (0,74) (Graf. 4). Takođe, statistički značajnu i pozitivnu korelaciju između prinosa zrna i broja zrna po klasu kod tvrde pšenice su ustanovili Abbas et al. (2022).



Grafikon 4. Toplotna mapa (heatmap) korelacija komponenti prinosa genotipova tvrde pšenice gajenih tokom dve vegetacione sezone

Dužina klasa je u pozitivnoj, ali statistički neznačajnoj, korelaciji sa brojem zrna po klasu (0,18) i masom zrna po biljci (0,35). Slično ovome, Akram et al. (2008) su utvrdili negativnu i statistički neznačajnu, korelaciju između dužine klasa i prinosa zrna kod pšenice. Navedeno upućuje na zaključak da faktor spoljašnje sredine više utiče na fenotipsku ekspresiju broja zrna po klasu i mase zrna po biljci, dok je dužina klasa pod većim uticajem genetičkih faktora.

Analizom glavnih komponenti (PCA) izdvojene su dve glavne komponente (PCA₁ i PCA₂), gde PCA₁ objašnjava 66,6%, a PCA₂ 21,9% ukupne varijacije (Graf. 5).



Grafikon 5. PCA analiza za komponente prinosa kod analiziranih genotipova tvrde pšenice gajenih tokom dve vegetacione sezone

Vektori broja zrna po klasu, mase zrna po biljci i visine se odlikuju pozitivnim vrednostima PCA₁ i PCA₂, što ukazuje na pozitivnu korelaciju između ovih osobina. Ovaj rezultat je u saglasnosti sa rezultatima Matković Stojšin et al. (2022) koji navode da su uslovi stresa saliniteta uticali na smanjenje svih komponenti prinosa, što je rezultiralo pozitivne korelacijske odnose između njih. Vektor dužine klasa zaklapa oštar ugao jedino sa masom zrna po klasu, dok sa masom zrna po biljci i brojem zrna po klasu formira ugao od oko 90°, što ukazuje na izostanak korelacije sa navedenim osobinama. Negativna korelacija visine biljke i dužine klasa je u skladu sa navodima Denčić i Kobiljski (1995), koji su ustanovili da pojedini patuljasti i polu-patuljasti genotipovi pšenice imaju izrazito dugačke klasove. Ozimi genotipovi su smešteni blizu vektora ispitivanih osobina, dok su jare sorte izdvojene u prvi i treći kvadrant biplota, ispoljavajući niske vrednosti ispitivanih osobina.

Zaključak

Ozimi genotipovi tvrde pšenice su ostvarili veće vrednosti komponenti prinosa u odnosu na jare. Klimatski uslovi u 2011/2012. sezoni, karakterisani malom količinom padavina u periodu cvetanja i nalivanja zrna, su uticali na smanjenje vrednosti svih analiziranih komponenti prinosa. Najmanje smanjenje je zabeleženo kod visine biljke (5,3%), dok je najveće smanjenje ustanovljeno kod mase zrna po klasu (31,8%). Heatmap korelacije i PCA analiza pokazuju da su visina biljke, broj zrna po klasu, masa zrna po klasu i masa zrna po biljci u međusobnim značajnim i pozitivnim korelacijama. Neznačajna korelacija dužine klasa sa brojem zrna po klasu i masom zrna po biljci je rezultat izraženog uticaja klimatskih prilika na broj fertilnih klasića i nalivanje zrna, dok je dužina klasa više uslovljena genetičkim faktorima. Ozimi genotipovi se nalaze u okviru vektora komponenti prinosa, dok su jari genotipovi izdvojeni u posebne kvadrante biplota, postigavši najmanje vrednosti.

Zahvalnica

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, brojevi ugovora: 451-03-47/2023-01-200054 i 451-03-47/2023-01/200216.

Literatura

- Abbas, K., Hussain, Z., Hussain, M., Rahim, F., Ashraf, N., Khan, Q., Raza, G., Ali, A., Khan, D.M., Khalil, U., Irshad, N. (2022). Statistical modeling for analyzing grain yield of durum wheat under rainfed conditions in Azad Jammu Kashmir, Pakistan. *Brazilian Journal of Agronomy*, 82, e240199.
- Akram, Z., Ajmal, S.U., Munir, M. (2008). Estimation of correlation coefficient among some yield parameters of wheat under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Botany* 40(4): 1777-1781.
- Arzani, A., Ashraf, M. (2017). Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): a potential source of health-beneficial food products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16: 477-488.
- Cereals Market Situation. <https://circabc.europa.eu/sd/a/98826879-f6a2-4931-b2fc-4780ee466338/cereals-market-situation.pdf> (pristupljeno 25.8.2023.).

-
- IBM SPSS Statistics, Trial Version 22.0. <https://www.ibm.com/> (pristupljeno 22.7.2022).
- Kobiljski, B., Denčić, S. (1995). Visina staljike, dužina klasa i masa zrna po klasu kod sorti pšenice sa različitim *Rht* genima. *Savremena poljorprivreda*, 43: 91-104.
- Martínez-Moreno, F., Ammar, K., Solís, I. (2022). Global changes in cultivated area and breeding activities of durum wheat from 1800 to date: a historical review. *Agronomy* 12: 1135.
- Matković Stojšin, M., Petrović, S., Banjac, B., Zečević, V., Roljević Nikolić, S., Majstorović, H., Đorđević, R., Knežević D. (2022). Assessment of Genotype Stress Tolerance as an Effective Way to Sustain Wheat Production under Salinity Stress Conditions. *Sustainability* 14(12): 6973.
- Mefleh, M., Conte, P., Fadda, C., Giunta, F., Piga, A., Hassoun, G., Motzo, R. (2018). From ancient to old and modern durum wheat varieties: Interaction among cultivar traits, management, and technological quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 99: 2059-2067.
- Panayotova, G., Almaliev, M., Kostadinova, S. (2017). Nitrogen uptake and expense in durum wheat depending on genotype and nitrogen fertilization. *Agricultural Science and Technology* 9(1): 26-34.
- R Project for Statistical Computing; Version 4.2.0 (2022-04-22 ucrt). <https://www.R-project.org/> (pristupljeno 21.7.2023).
- Rachon, L., Szumilo, G. (2009). Yield of winter durum wheat (*Triticum durum* Desf.) lines in condition of different protection level of plants. *Acta Scientiarum Polonorum series Agricultura* 8(3): 15-22.
- Republički hidrometeorološki zavod Srbije. <http://www.hidmet.gov.rs/> (pristupljeno 26.7.2023).
- Sarto, M.V.M., Sarto, J.R.W., Rampim, L., Rosset, J.S., Bassegio, D., Costa, P.F., Inagaki, A.M. (2017). Wheat phenology and yield under drought: a review. *Australian Journal of Crop Science* 11(08): 941-946.
- Urošević, D., Knežević, D., Đurić, N., Matković Stojšin, M., Kandić, V., Mićanović, D., Stojiljković, J., Zečević, V. (2023). Assessing the potential of old and modern Serbian wheat genotypes: yield components and nutritional profiles in a comprehensive study. *Agronomy* 13: 2426.
- Wyzińska, M., Różewicz, M. (2021). Durum wheat – crop cultivation strategies, importance and possible uses of grain. *Polish Journal of Agronomy* 44, 30–38.
- Zečević, V., Milenković, S., Bošković, J., Roljević Nikolić, S., Luković, K., Đorđević, R., Knežević, D. (2022). Influence of foliar nutrition on yield and yield components of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) grown in system of organic production. *Applied ecology and environmental research* 20(1): 171-187.

**PRINOS ZRNA OZIMIH SORTI PŠENICE U RAZLIČITIM
AGROEKOLOŠKIM USLOVIMA**

**GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES IN
DIFFERENT AGROECOLOGICAL CONDITIONS**

Vera Rajčić¹, Nenad Đurić², Violeta Babić¹, Jelena Stojiljković²,
Vesna Perišić¹, Jasmina Knežević³, Dragan Terzić¹

¹Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac

²Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

³Univerzitet u Prištini-Kosovska Mitrovica, Poljoprivredni fakultet, Lešak

Autor za korespondenciju: verarajic74@gmail.com

Izvod

Poljski ogled sa sortama pšenice Pobeda, Simonida, NS 40 S i Zvezdana postavljen je na zemljištu tipa smonica tokom vegetacionih sezona 2016/2017. i 2017/2018. Najveće vrednosti ispitivanih osobina ustanovljene su u godini sa umerenim temperaturama i većom količinom padavina u vegetacionoj 2017/2018. godini. Sorte Pobeda i NS 40 S imale su najveći prinos zrna tokom dvogodišnjeg istraživanja. Sorte Simonida i NS 40 S odlikovale su se najvećom masom 1000 zrna. Najveće vrednosti hektolitarske mase ustanovljene su kod sorte Simonida. Analizom varijanse ustanovljen je visoko značajan uticaj interakcije spoljašnje sredine i genotipa na masu 1000 zrna i hektolitarsku masu kod ispitivanih sorti ozime pšenice.

Ključne reči: hektolitarska masa, masa 1000 zrna, prinos, pšenica, sorta

Abstract

The field experiment with the wheat varieties Pobeda, Simonida, NS 40 S and Zvezdana was set up on the smonica-type soil during the 2016/2017 and 2017/2018 growing seasons. The highest values of the observed properties were established in the 2017/2018 vegetation year with

moderate temperatures and a higher amount of precipitation. Varieties Pobeda and NS 40 S had the highest grain yield during the two-year study. The varieties Simonida and NS 40 S were distinguished by the largest 1000 grain weight. The highest values of hectoliter weight were found in the variety Simonida. The analysis of variance established a highly significant influence of the interaction of external environment and genotype on the 1000 grain weight and the hectoliter mass of the tested varieties of winter wheat.

Key words: hectoliter mass, thousand grain weight, yield, wheat, variety

Uvod

Ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.) jedna je od najznačajnijih biljnih vrsta u Srbiji. Nove perspektivne linije i sorte pšenice imaju više i bolje popunjeno zrno, veći prinos i masu zrna, dok je sadržaj proteina i lizina manji u odnosu na starije sorte (Rajičić et al., 2019; Đurić et al., 2020; Luković et al., 2020). Sorte pšenice koje su bile u proizvodnji do kraja osamdesetih godina odlikovale su se nižim prinosima, dobrim tehnološkim kvalitetom i većom osetljivošću stabla na poleganje. Zbog manje otpornosti na poleganje, te sorte su gajene na zemljištima slabije plodnosti i zbog toga su imale niže prinose. Agronomska vrednost sorte zavisi ne samo od njenog genetskog potencijala za prinos, već i od njene sposobnosti da ostvari genetski potencijal u različitim uslovima proizvodnje (Malešević, 2008). Nove sorte odlikuju se dobrim tehnološkim kvalitetom, boljom otpornošću na poleganje i prouzrokovачe bolesti, kraćim stablom i efikasnijim iskorišćavanjem asimilata (Đurić et al., 2016).

Produktivnost pšenice i kvalitet zrna su uslovljeni nizom faktora, posebno klimom, zemljištem, genetikom i ishranom useva. Kiselost zemljišta na kojima se proizvodi pšenica u zapadnoj Srbiji predstavlja ozbiljan problem koji dovodi do značajnog pada prinosa zrna i kvaliteta pšenice (Jelic et al., 2015). Prinos u velikoj meri zavisi od genetskog potencijala, kojim bi se mogao definisati prinos sorte koja je gajena u uslovima na koje je prilagođena, sa adekvatnim količinama vode i hranljivih materija i efikasnom zaštitom od štetočina, prouzrokovачa bolesti, korova i drugih stresova (Đekić et al., 2016). Prinosi značajno variraju, prvenstveno kao rezultat agroekoloških uslova tokom vegetacije

(Đekić et al., 2014; Đurić et al., 2016; Jevtić and Đekić, 2018; Biberdžić et al., 2021). U pogledu elemenata mineralne ishrane, azot ima veliku ulogu u povećanju prinosa pšenice (Jelic et al., 2015; Terzić et al., 2018; Rajičić et al., 2021).

Cilj istraživanja bio je da se analizira prinos zrna i neke osobine bitne za prinos i ispita uticaj sorti i ekoloških faktora sredine na razlike u stabilnosti i prilagodljivosti ispitivanih genotipova ozime pšenice za uslove proizvodnje u zapadnoj Srbiji.

Materijal i metode rada

Biljni material i izvođenje ogleda

Eksperiment je izveden na poljoprivrednom gazdinstvu u okolini Kraljeva. Ogled je izveden po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, sa veličinom elementarne parcele 100 m² (10 × 10 m). Zemljište na kome je ogled izveden pripada tipu smonice. Predusev u obe godine je bio kukuruz. Setva je obavljena malom mehaničkom sejalicom, u obe godine, polovinom treće dekade oktobra. Količina semena po kvadratnom metru iznosila je 400-450 klijavih semena, u zavisnosti od osobina sorte. Primenjeno je 300 kg ha⁻¹ NPK (15:15:15), zajedno sa jednom trećinom planiranog azotnog đubriva. Na početku intenzivnog porasta biljaka, u fazi 2-3 lista, početkom marta meseca kao prihrana primenjeno je 200 kg ha⁻¹ KAN-a (27% N).

Kao materijal za ogled odabrane su sorte pšenice Pobeda, Simonida, NS 40 S i Zvezdana koje su stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Analizirane su sledeće osobine: prinos zrna (t ha⁻¹), masa 1000 zrna (g) i hektolitarska masa (kg hl⁻¹). Nakon žetve izmeren je prinos zrna sa svake parcele i preračunat na prinos u t ha⁻¹ na osnovu 14% vlage zrna, nakon čega je uzet uzorak za analizu mase 1000 zrna i hektolitarske mase.

Zemljišni uslovi

Zemljište na kome je izvedeno istraživanje je slabo kiselo (pH < 6,4), dobro snabdeveno humusom (3,3%) i dobre je mikrobiološke aktivnosti, zbog unošenja stajnjaka. Karakteriše ga nizak sadržaj dostupnog fosfora (< 10 mg 100 g⁻¹ zemljišta) i optimalni sadržaj kalijuma (23 mg 100 g⁻¹ zemljišta).

Meteorološki uslovi

Istraživanje je sprovedeno tokom dve vegetacione sezone (2016/2017. i 2017/2018.) u okolini Kraljeva (43°43'00''N geografske širine, 20°40'60''E geografske dužine, 198 m nadmorske visine) u uslovima suvog ratarenja, sa ciljem analize prinosa i kvaliteta zrna ozime pšenice u Zapadnoj Srbiji. Zemljište proučavanog područja je u zoni umereno kontinentalne klime, sa neujednačenom distribucijom padavina po mesecima. Na osnovu podataka Meteorološke stanice u Kraljevu, u godinama u kojima su istraživanja vršena, klimatski faktori su se razlikovali od višegodišnjih prosečnih vrednosti istraživanog područja.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature vazduha i suma padavina u Kraljevu (2016-2018.) u odnosu na višegodišnji prosek

Period	Meseci									
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	x
Srednja mesečna temperatura vazduha (°C)										
2016/17	7,6	6,0	5,8	-5,0	4,5	10,3	11,3	16,2	22,4	8,8
2017/18	11,9	6,8	4,0	2,7	2,0	6,5	16,6	19,1	20,9	10,0
Viš. pr.	11,6	7,7	2,0	0,6	3,3	7,9	12,5	16,3	20,9	9,2
Mesečna količina padavina (mm)										
2016/17	84,1	77,6	9,4	22,1	35,3	57,7	82,1	99,9	56,2	524,4
2017/18	133,3	32,4	55,6	51,0	80,9	111,2	40,6	84,4	169,3	758,7
Viš. pr.	73,4	37,8	56,0	48,6	51,5	80,8	80,3	112,1	82,4	622,9

Podaci u tabeli 1 za ispitivani period jasno ukazuju da je prosečna temperatura vazduha bila viša od višegodišnjeg proseka za 0,8°C u 2017/2018. godini i niža za 0,4°C u 2016/2017. godini. Prosečne mesečne temperature vazduha u 2016/2017. godini bile su nešto niže, posebno u januaru (-5,0°C) u odnosu na 2017/2018. Međutim, u obe analizirane godine temperature su bile u optimalnim granicama i nisu imale negativan uticaj na prinos.

Ukupna količina padavina u vegetacionoj 2016/2017. godini iznosila je 524,4 mm, dok je u 2017/2018. godini iznosila 758,7 mm. Ukupne količine padavina u ispitivanoj 2017/2018. godini bile su iznad višegodišnjeg proseka, sa prilično neujednačenom mesečnom raspodelom. Vremenske prilike u vegetacionoj 2017/2018. godini obeležile su velike padavine tokom marta, dok su padavine u aprilu bile znatno manje od višegodišnjeg proseka. Promenljivo i umereno toplo vreme, sa manje padavina od proseka, obeležilo je maj 2016/2017. i 2017/2018 godine.

Tokom trajanja eksperimenta, razlike između srednjih vrednosti padavina i višegodišnjeg proseka u drugoj godini istraživanja bile su najveće u martu i junu. Veće količine padavina i njihova bolja distribucija u 2017/2018. godini, posebno u oktobru, martu i junu, doprinele su boljem usvajanju hraniva od strane gajenog useva i većem prinosu zrna pšenice.

Statistička analiza

Na osnovu postignutih rezultata istraživanja izračunati su pokazatelji deskriptivne statistike: prosečne vrednosti i standardna devijacija. Eksperimentalni podaci su analizirani deskriptivnom i analitičkom statistikom korišćenjem statističkog modula Analist Program GenStat (2013) za PC/Windows 7. Sve procene značajnosti su urađene na osnovu ANOVA testa za nivoe značajnosti 5% i 1%.

Rezultati i diskusija

Prosečne vrednosti prinosa, mase 1000 zrna i hektolitarske mase kod ispitivanih novosadskih sorti pšenice, prikazane su u tabeli 2.

U pogledu prinosa zrna utvrđene su razlike između ispitivanih sorti i godina istraživanja. Prosečan prinos pšenice za sve ispitivane genotipove, tokom dvogodišnjeg istraživanja, iznosio je 5,398 t ha⁻¹. Najveći prosečan prinos zrna od 5,736 t ha⁻¹ kod ispitivanih sorti pšenice ostvaren je u vegetacionoj 2017/2018. i bio je viši za 675 kg ha⁻¹ u odnosu na prinos u 2016/2017. godini (5,061 t ha⁻¹), što se uglavnom može povezati sa pravilnim rasporedom padavina tokom drugog vegetacionog perioda. Najveći prinos zrna u vegetacionoj 2016/2017. godini ustanovljen je kod sorti Pobeda (5,348 t ha⁻¹) i NS 40 S (5,326 t ha⁻¹). U drugoj godini istraživanja sorta NS 40 S imala je najveći prosečan prinos zrna (6,034 t ha⁻¹), ali je dobar prinos postignut i kod sorte Pobeda (5,875 t ha⁻¹). Najveći prosečan prinos zrna, tokom dvogodišnjeg istraživanja, imale su sorte NS 40 S (5,680 t ha⁻¹) i Pobeda (5,612 t ha⁻¹), a najmanji sorta Simonida (5,069 t ha⁻¹).

Na slabiji kvalitet i kvanitet prinosa u proizvodnoj 2017. godini uticali su nepovoljni toplotni uslovi i nepravilan raspored padavina u periodima godine koji su se poklapali sa osetljivim fazama razvoja pšenice, što je uticalo na prinos koji je iznosio 5,061 t ha⁻¹. Terzić et al. (2018), ističu da su najveći prosečan prinos zrna u dvogodišnjem periodu imale sorte KG

56S (5,511 t ha⁻¹) i Vizija (5,485 t ha⁻¹), a najmanji sorta Aleksandra (4,628 t ha⁻¹). Đurić et al. (2016) ističu da je sorta PKB Vizantija postigla prosečan prinos zrna od 8,356 t ha⁻¹. Rajičić et al. (2021), ustanovili su da je najveći prinos ozime pšenice od 4,673 t ha⁻¹ dobijen kod sorte Renesansa. Analiza varijanse pokazala je veoma značajan uticaj spoljašnje sredine na prinos pšenice.

Tabela 2. Prosečne vrednosti ispitivanih osobina kod ozime pšenice

Sorta	2016/17.		2017/18.		Prosek	
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Prinos, t ha ⁻¹						
Pobeda	5,348	0,262	5,875	0,544	5,612	0,479
Simonida	4,746	0,268	5,392	0,354	5,069	0,452
NS 40 S	5,326	0,336	6,034	0,383	5,680	0,504
Zvezdana	4,822	0,193	5,645	0,115	5,233	0,472
Prosek	5,061	0,371	5,736	0,412	5,398	0,516
Masa 1000 zrna, g						
Pobeda	42,38	0,130	44,36	0,486	43,37	1,128
Simonida	44,06	0,842	47,89	0,163	45,98	2,167
NS 40 S	43,99	0,706	46,36	0,471	45,17	1,406
Zvezdana	41,40	0,884	43,97	0,357	42,69	1,533
Prosek	42,96	1,319	45,65	1,686	44,30	2,019
Hektolitarska masa, kg hl ⁻¹						
Pobeda	73,30	0,757	75,18	1,247	74,24	1,384
Simonida	75,37	0,535	76,38	2,205	75,87	1,539
NS 40 S	72,70	1,103	73,88	2,076	73,29	1,622
Zvezdana	74,00	0,832	77,48	0,975	75,74	2,073
Prosek	73,84	1,257	75,73	2,022	74,79	1,909

Zrno ispitivanih sorti pšenice tokom dvogodišnjeg istraživanja odlikovalo se dobrim fizičkim osobinama, posebno masom 1000 zrna. Masa 1000 zrna u 2017/2018. godini bila je značajno veća u odnosu na 2016/2017. godinu. Vegetacioni period u 2017. godini, u vreme nalivanja zrna, obeležila je suša i visoke temperature što je uticalo na smanjenje mase 1000 zrna. Najveću masu 1000 zrna tokom dvogodišnjeg perioda imale su sorte Simonida (45,98 g) i NS 40 S (45,17 g), a najmanju sorta Zvezdana (42,69 g). Najveću masu 1000 zrna u 2016/2017. i 2017/2018. godini imala je sorta Simonida (44,06 g i 47,89 g), a najmanju sorta Zvezdana (41,40 g i 43,97 g).

Zrno ispitivanih sorti pšenice tokom dvogodišnjeg ispitivanja odlikovalo se dobrim fizičkim osobinama, posebno masom 1000 zrna. Masa 1000 zrna tokom dvogodišnjeg perioda istraživanja iznosila je 43,08 g, sa variranjem od 39,97 g do 47,09 g. Dobijene vrednosti približne su vrednostima do kojih su došli Jevtić i Đekić (2018), kao i Terzić et al. (2018). Terzić et al. (2018), ističu da je prosečna masa 1000 zrna iznosila 43,13 g, sa variranjem od 42,05 g do 44,21 g. Ispitujući pet sorti pšenice (Kruna, Renesansa, Pobeda, NS 40 S i Takovčanka) tokom dve vegetacione sezone u agroekološkim uslovima zapadne Srbije, Rajičić et al. (2021) su ustanovili da je najveća masa 1000 zrna dobijena kod sorte Renesansa (43,72 g). Analizom varijanse isti autori su utvrdili visoko značajan uticaj genotipa na masu 1000 zrna.

Hektolitarska masa je indikator kvaliteta zrna, naročito njegove tržišne vrednosti. Dobijeni podaci o hektolitarskoj masi, nezavisno od godine, pokazali su da između genotipova postoji značajna razlika, pri čemu su za ispitivane godine najveću hektolitarsku masu imale sorte Simonida (75,87 kg hl⁻¹) i Zvezdana (75,74 kg hl⁻¹). Prosečna vrednost hektolitarske mase tokom dvogodišnjeg istraživanja iznosila je 74,79 kg hl⁻¹. Prosečna vrednost hektolitarske mase po godinama varirala je od 73,84 kg hl⁻¹ u vegetacionoj 2016/2017. godini do 75,73 kg hl⁻¹ u 2017/2018. godini (Tab. 2). U prvoj godini istraživanja, sorta Simonida je imala najveću hektolitarsku masu (75,37 kg hl⁻¹), dok je u drugoj godini najveća hektolitarska masa ustanovljena kod Zvezdane (77,48 kg hl⁻¹).

Dobijene vrednosti hektolitarske mase bile su nešto veće od vrednosti do kojih su došli Jevtić i Đekić (2018). Uglavnom se smatra da je zrno sa većom hektolitarskom masom boljeg kvaliteta u odnosu na ono sa nižim vrednostima mase (Đurić et al., 2016; Rajičić et al., 2021). Jevtić and Đekić (2018) ističu da se hektolitarska masa zrna kod ispitivanih sorti pšenice, tokom dvogodišnjeg istraživanja, kretala u intervalu od 69,5 kg hl⁻¹ do 71,03 kg hl⁻¹. Rajičić et al. (2021) su ustanovili da je najveća dvogodišnja prosečna vrednost hektolitarske mase utvrđena kod sorti Kruna i Pobeda (77,52 kg hl⁻¹ i 77,31 kg hl⁻¹). Isti autori su ustanovili veoma značajan uticaj vegetacije i genotipa na hektolitarsku masu pšenice.

Uticaj godine i sorte, kao i interakcija istih na ispitivane osobine ozime pšenice prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Analiza varijanse analiziranih osobina (ANOVA)

Uticaj godine na analizirane osobine				
Osobina	Sredina kvadra	Sr. kvadratna greška	F (1, 22)	p-vred.
Prinos	2,738	0,153	17,842	0,000**
Masa 1000 zrna	43,363	2,290	18,934	0,000**
Hektolitarska masa	21,470	2,835	7,574	0,012*
Uticaj genotipa na analizirane osobine				
Osobina	Sredina kvadra	Sr. kvadratna greška	F (3, 20)	p-vred.
Prinos	0,521	0,227	2,291	0,109
Masa 1000 zrna	14,088	2,574	5,473	0,006**
Hektolitarska masa	9,257	2,803	3,302	0,041*
Uticaj interakcije godina × genotip				
Osobina	Sredina kvadra	Sr. kvadratna greška	F (7, 16)	p-vred.
Prinos	0,624	0,109	5,729	0,002**
Masa 1000 zrna	12,644	0,327	38,632	0,000**
Hektolitarska masa	7,849	1,806	4,346	0,007**

* Statistički značajno ($P < 0,05$); ** Statistički visoko značajno ($P < 0,01$)

Uticaj godine na prinos, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu kod ispitivanih sorti ozime pšenice bio je visoko značajan. Na osnovu analize varijanse, može se zaključiti da genotip nije značajno uticao na prinos zrna, dok je vrlo značajno uticao na masu 1000 zrna ($F_{\text{exp}}=5,473^{**}$) i značajno na hektolitarsku masu ($F_{\text{exp}}=3,302^{**}$) kod ispitivanih sorti ozime pšenice. Interakcija sorta x godina kod ispitivanih sorti pšenice visoko značajno je uticala na prinos, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu.

Zaključak

Na osnovu ostvarenih rezultata može se zaključiti da je ozima sorta pšenice NS 40 S postigla najbolje rezultate u prinosu zrna, dok je sorta Simonida imala nešto veću hektolitarsku masu, a obe navedene sorte su postigle najveću masu 1000 zrna u posmatranom dvogodišnjem periodu. Najveći prinos zrna pšenice, mase 1000 zrna i hektolitarske mase ustanovljen je u vegetacionoj sezoni 2017/2018. sa umerenim temperaturama u vreme nalivanja zrna i velikom količinom padavina

pravilno raspoređenom u drugom delu vegetacionog perioda. Prinos zrna kod ispitivanih sorti pšenice u dvogodišnjem periodu varirao je u opsegu od 5,069 t ha⁻¹ (Simonida) do 5,680 t ha⁻¹ (NS 40 S).

Prinos zrna pokazuje tendenciju rasta u godinama sa većom sumom i boljim rasporedom padavina tokom kritičnih faza razvića biljaka.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da strukturu setve treba temeljiti na više od jedne sorte, kako bi se smanjio rizik koji nosi nepredvidivost svake pojedine vegetacije.

Zahvalnica

Istraživanja su finansirana od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, broj Ugovora 451-03-47/2023-01/200383 i 451-03-47/2023-01/ 200216.

Literatura

- Biberdžić, M., Lalević, D., Barać, S., Đikić, A., Deletić, N., Stojković, S., Rajičić, V. (2021). Influence of acid soil fertilization on the yield of some wheat varieties. Proceedings of the 3st International Symposium "Modern Trends in Agricultural Production, Rural Development and Environmental Protection", 01-03 July, Vrnjacka Banja, Serbia, pp. 198-205.
- Đekić, V., Milovanović, M., Popović, V., Milivojević, J., Staletić, M., Jelić, M., Perišić, V. (2014). Effects of fertilization on yield and grain quality in winter triticale. Romanian Agricultural Research, 31: 175-183.
- Đekić, V., Milivojević, J., Jelić, M., Popović, V., Branković, S., Staletić, M., Terzić, D. (2016). The influence of mineral nutrition on winter wheat yield. Proceedings, VII International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2016", 06-09. October, Jahorina, 392-398.
- Đurić, N., Cvijanović, G., Dozet, G., Matković, M., Branković, G., Đekić, V. (2016). Correlation analysis of more significant production traits of certain winter wheat PKB varieties. Agronomy Journal 78(2-3): 85-96.
- Đurić, N., Cvijanović, G., Rajičić, V., Branković, G., Poštić, D., Cvijanović, V. (2020). Analysis of grain yield and flour quality of some winter wheat varieties in the 2020 production. Agronomski glasnik 82(5-6): 253-262. doi: 10.33128/ag
- GenStat Release 16.2 (PC/Windows 7) (2013). GenStat Procedure Library. Release PL24.2. VSN International Ltd. Rothamsted, UK.

- Jelic, M., Milivojevic, J., Nikolic, O., Đekić, V., Stamenkovic, S. (2015). Effect of long-term fertilization and soil amendments on yield, grain quality and nutrition optimization in winter wheat on an acidic pseudogley. *Romanian Agricultural Research*, 32: 165-174.
- Jevtić, A., Đekić, V. (2018). Influence of growing season on some agronomic characteristics of winter wheat cultivars. *Biologica Nyssana* 9(2): 133-139. doi: 10.5281/zenodo.2538606.
- Luković, K., Prodanović, S., Perišić, V., Milovanović, M., Perišić, V., Rajčić, V., Zečević, V. (2020). Multivariate analysis of morphological traits and the most important productive traits of wheat in extreme rainfall conditions. *Applied Ecology and Environmental Research* 18(4): 5857-5871. doi: 10.15666/aer/1804_58575871
- Malešević, M. (2008). Mineral nutrition of small grains in integrated crop management system. *Proceedings Institute of Field and Vegetable Crops*, 45(1): 179-193.
- Rajčić, V., Milivojević, J., Popović, V., Branković, S., Đurić, N., Perišić, V., Terzić, D. (2019). Winter wheat yield and quality depending on the level of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Agriculture and Forestry* 65 (2): 79-88. doi: 10.17707/AgricultForest.65.2.06
- Rajčić, V., Terzić, D., Babić, V., Perišić, V., Dugalić, M., Đokić, D., Branković, S. (2021). Yield components and genetic potential of winter wheat on pseudogley soil of Western Serbia. *Biologica Nyssana* 12(2): 141-150. doi: 10.5281/zenodo.5759859
- Terzić, D., Đekić, V., Milivojević, J., Branković, S., Perišić, V., Perišić, V., Đokić, D. (2018). Yield components and yield of winter wheat in different years of research. *Biologica Nyssana* 9(2): 119-131. doi: 10.5281/zenodo.2538604.

VARIRANJE BROJA KLASOVA PO JEDINICI POVRŠINE USEVA U RAZLIČITIM GUSTINAMA SETVE PŠENICE

VARIATION OF THE NUMBER OF SPIKES PER UNIT OF CROP AREA IN DIFFERENT SOWING DENSITIES OF WHEAT

Stevan Trivković¹, Danijela Kondić², Desimir Knežević³, Aleksandar Paunović⁴,
Mirela Matković Stojšin⁵, Gordana Branković⁶, Zoran Bročić⁶

¹Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, BiH

²Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet, Republika Srpska, B&H

³Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici,
Poljoprivredni fakultet, Lešak,, Kosovo & Metohija

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku

⁵Istraživačko-razvojni institut Tamiš, Pančevo

⁶Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd

Autor za korespondenciju: deskoa@ptt.rs

Izvod

Broj klasova po jedinice površine ima značajan uticaj na formiranje prinosa kroz osobine, dužinu klasa, broj klasaka u klasu, broj semena u klasu, masu klasa, masu semena u klasu i masu 1000 semena. Cilj rada je izučavanje variranja broja klasova pšenice u različitim rokovima i gustinama setve. U istraživanja su uključene dve sorte pšenice (Prima i Simonida), u ogledu sa dva roka i tri gustine setve u dve vegetacione sezone. Rezultati su pokazali značajne razlike u broju klasova m^{-2} , između sorti, prema gustini setve, po rokovima setve i između dve vegetacione sezone. U obe vegetacione sezone, najmanji broj klasova m^{-2} je nađen pri gustini setve 350 semena m^{-2} kod obe sorte i to 504,50 i 350,33 kod Prime i 520,50 i 371,83 kod Simonide, dok je najveći broj klasova m^{-2} utvrđen pri najvećoj gustini setve (750 semena) i to 558,32 i 372,50 kod sorte Prima i 590,17 u prvoj i 622,17 klasova kod sorte Simonida u drugoj godini. Broj klasova m^{-2} je varirao zavisno od genotipa, gustine setve, vremena setve i uslova u vegetacionoj sezoni.

Ključne reči: broj klasova, gustina setve, sorta, pšenica

Abstract

The number of spikes per unit area has a significant influence on yield formation, through characteristics spike length, number of spikelets spike⁻¹, number of seeds spike⁻¹, mass of spikes, mass of seeds spike⁻¹, weight of 1000 seeds. The aim of the work is to study the variation of number of wheat spikes m⁻² in different sowing date and densities. Two varieties of wheat Prima and Simonida were included for study number of spikes m⁻² in an experiment with two dates and three sowing densities in two growing seasons. The results showed significant differences for number of spikes m⁻² between two varieties of wheat, sowing dates, sowing densities, and between between two vegetation seasons of research. In both growing seasons, the lowest number of spikes m⁻² was found at the sowing density of 350 seeds m⁻² in both varieties, namely 504.50 and 350.33 in Prime and 520.50 and 371.83 in Simonida variety, while the highest number of spikes m⁻² was found at the highest sowing density (750 seeds), namely 558.32 and 372.50 in Prima variety and 590.17 in first and 622.17 spikes in Simonida variety in second year. The number of spikes m⁻² varied depending on the genotype, sowing density, sowing time and conditions in the growing season.

Key words: number of spike, sowing density, variety, wheat

Uvod

Prinos pšenice je rezultanta vrednosti osobina produktivnih i vegetativnih organa genotipa i njegove interakcije sa uslovima sredine i faktorima tehnologije gajenja. Udeo u formiranju prinosa semena pšenice ima visina biljke, dužina klasa, broj biljaka m⁻², odnosno broj klasova po jedinici površine, broj semena u klasu, masa semena u klasu i masa 1000 semena (Guo i sar., 2017; Knežević i sar. 2020). Broj klasova m⁻² predstavlja jednu od ključnih komponenti prinosa (Prodanović i sar., 2009). Rok setve, gustina setve i mineralna ishrana imaju veliki uticaj na bokorenje i razvijanje produktivnih izdanaka, odnosno na variranje broja klasova m⁻². Njihova povezanost zahteva optimizaciju vremena setve prema specifičnosti fotoperiodizma genotipa i uslova agroekosistema (Kondić i sar., 2016a; Urošević i sar., 2022). Takođe, neophodna je optimizacija gustine setve i količine primene azotnih đubriva prema

specifičnosti stepena otpornosti na poleganje i prema efikasnosti usvajanja vode i mineralnih materija (Kondić i sar., 2017). Posebno je značajna optimizacija ishrane prema specifičnosti kapaciteta genotipa za efikasno usvajanje azota iz zemljišta, efikasnu translokaciju fotosintetisanih materija iz zelenih vegetativnih organa (list, stablo) u produktivne organe (klas) i za akumulaciju azota u semenu (Li i sar., 2016). Gustina setve utiče na gustinu useva kroz broj razvijenih biljaka po jedinici površine i u negativnoj je povezanosti sa koeficijentom bokorenja, pri čemu je broj izdanaka u pozitivnoj vezi sa ranijim rokom setve u kome je produžena faza razvića bokorenje, a takođe je u pozitivnoj korelaciji sa stepenom iskorišćenja mineralnih elemenata, odnosno pristupačnih hraniva iz primenjenih mineralnih NPK đubriva (Paunović i sar., 2006; 2007; Kondić i sar., 2016b). Azot je bitan i ograničavajući faktor za rast, razviće biljaka i proizvodnju hrane (Kostić i sar., 2021). Optimizacija primene đubriva prema rokovima setve, gustini setve i fazama organogeneze značajno doprinosi povećanju mase semena i prinosa (Ram i sar., 2002; Grahmann i sar., 2016) i doprinosi smanjenju zagađenja zemljišta (Pan i sar., 2020). Optimalna gustina setve doprinosi efikasnosti genotipa u iskorišćavanju vode, mineralne ishrane i sunčeve svetlosti, čime povećava kompeticionu sposobnost rasta u prisustvu rasta korovskih biljaka (Zečević i sar., 2014). Optimalna gustina setve varira zavisno od specifičnosti genotipa i ekoloških uslova područja gajenja. Gustina setve utiče na modeliranje tehnologije gajenja, a takođe i na broj klasova po jedinici površine, prinos i kvalitet (Li i sar., 2020). Ovo posebno dolazi do izražaja kod genotipova koji imaju manji koeficijent bokorenja.

Materijal i metode rada

Izučavanje broja klasova m^{-2} je obavljeno u istraživanjima za dve sorte pšenice (Simonida i Prima), u poljskom ogledu sa sva roka i tri gustine setve 350, 550 i 750 semena m^{-2} , na osnovnoj parcelici 5 m^2 . Prvi rok setve je bio početkom oktobra, a drugi rok 14 dana posle prvog roka setve (25. oktobra), u obe vegetacione sezone. Istraživanja su realizovana na Poljoprivrednom dobru „Semberija“ Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, u toku dve vegetacione sezone (2016/17. i 2017/18.). Bijeljina se nalazi na 44°45'16" severne geografske širine i 19°12'59" istočne geografske dužine, na nadmorskoj visini od 90 m. Eksperimentalno

istraživanje je izvedeno na zemljištu sa karakteristikama aluvijalno karbonatnog tipa zemljišta (fluvisol), čija pH vrednost u vodi je bila neutralna do blago alkalna (od 7,3 do 8,2), sa sadržajem humusa 2,8% u prvoj i 3,2% u drugoj vegetacionoj sezoni. Ishrana pšenice je vršena sa primenom 200 kg ha⁻¹ mineralnog đubriva KAN u martu i dodatno sa 150 kg ha⁻¹ KAN u prvoj dekadi aprila.

Uzorci za utvrđivanje broja klasova po jedinici površine su uzeti u vreme pune zrelosti sa površine od 1 m². Dobijene vrednosti su korišćene za matematičko-statističku obradu podataka korišćenjem MSTAT C programa.

Rezultati i diskusija

Broj klasova po jedinici površine je determinisan gustom setve i brojem produktivnih izdanaka iz čvora bokorenja. U uslovima manje gustine setve izraženiji je potencijal bokorenja i razvija se veći broj sekundarnih izdanaka sa klasom i razvijenim semenom u njemu, čija je masa manja od mase primarnog klasa (Baloch i sar., 2010).

U ovim istraživanjima je ustanovljeno da postoje razlike između sorti prema broju klasova m⁻² po gustinama setve, između rokova setve i između vegetacionih sezona. U prvoj vegetacionoj sezoni, najmanji broj klasova m⁻² je nađen kod sorte Simonida (429,33), na tretmanu sa gustom 350 semena m⁻², u drugom roku setve a najveći broj klasova m⁻² je ustanovljen kod sorte Simonida (603,67) na tretmanu sa najvećom gustom setve (750 semena), u drugom roku setve. U drugoj vegetacionoj sezoni, najmanji broj klasova m⁻² je nađen kod sorte Simonida (271,33) na tretmanu sa gustom 350 semena m⁻² u drugom roku setve, a najveći broj klasova m⁻² je nađen kod sorte Prima (671,33), na tretmanu sa najvećom gustom (750 semena m⁻²) u prvom roku setve. Prosečan broj klasova po jedinici površine za sve gustine, rokove setve i sorte u prvoj vegetacionoj sezoni (534,61) bio je veći nego u drugoj (479,66). Koeficijent varijabilnosti je varirao kod obe sorte po gustinama i rokovima setve u obe vegetacione sezone. U prvoj vegetacionoj sezoni, najmanji koeficijent varijacije (CV=5,04%) bio je kod sorte Simonida, na gustini 350 semena m⁻² u prvom roku setve i (CV=6,07%) u drugom roku setve, na gustini sa 750 semena. U drugoj vegetacionoj sezoni, najmanji koeficijent varijacije bio je na gustini 550 semena m⁻², kod obe sorte Simonida (CV=5,37%) i Prima (CV=5,82) i u

drugom roku setve kod sorte Prima (CV=7,45) na gustini setve sa 550 semena. Prosečan koeficijent varijacije za sve sorte, rokove i gustine setve bio je manji u prvoj vegetacionoj sezoni (CV=9,88%) nego u drugoj vegetacionoj sezoni (CV=16,55%), tabela 1.

Tabela 1. Broj klasova m^{-2} kod analiziranih sorti pšenice

Sorta	Rok setve	Gustina setve	2016/2017			2017/2018		
			\bar{x}	$S_{\bar{x}}$	CV	\bar{x}	$S_{\bar{x}}$	CV
Prima	I	350	579,67	35,045	10,47	377,33	50,632	23,24
		550	548,00	22,144	6,99	393,00	13,204	5,82
		750	530,00	32,884	10,74	427,33	37,862	15,34
Simonida	I	350	539,00	15,695	5,04	472,33	31,856	11,68
		550	531,00	38,001	12,39	502,00	15,567	5,37
		750	576,67	29,192	8,76	671,33	14,387	36,22
Prima	II	350	429,33	26,624	10,74	323,33	41,395	22,17
		550	466,00	38,215	14,20	322,33	13,861	7,45
		750	586,33	55,566	16,41	317,67	14,380	7,84
Simonida	II	350	502,00	19,425	6,70	271,33	36,113	23,05
		550	509,33	23,674	8,05	380,67	35,803	16,29
		750	603,67	21,169	6,07	574,33	80,005	24,13
Prosek		550	534,61	29,802	9,88	479,66	32,088	16,55

U obe vegetacione sezone, broj klasova po jedinici površine, za izučavane tri gustine setve i dve sorte, bio je u proseku značajno veći u prvom roku setve (550,72 i 473,88) nego u drugom (516,11 i 364,94). Takođe, prosečan broj klasova za sve tri gustine i dve sorte je bio značajno veći u prvoj vegetacionoj sezoni, u oba roka setve (550,72 i 516,11) nego u drugoj vegetacionoj sezoni (473,88 i 364,94), tabela 2.

Tabela 2. Prosečan broj klasova m^{-2} prema roku setve za sve gustine i sorte

Rok setve	\bar{x} (klasova m^{-2})	\bar{x} (klasova m^{-2})	Lsd _{0,05}	Lsd _{0,01}
	2016/2017	2017/2018		
I	550,72	473,88	17,816	23,416
II	516,11	364,94		

U istraživanjima za obe sorte i oba roka setve zajedno, nađeno je da je prosečan broj klasova m^{-2} , na tretmanu sa gustinom setve 350 semena m^{-2} bio najmanji u obe vegetacione sezone (512,50 i 361,08), veći u prvoj (519,16) i značajno veći u drugoj vegetacionoj sezoni na tretmanu sa gustinom setve 550 semena m^{-2} , dok je visoko značajno veći broj klasova m^{-2} bio na gustini setve 750 semena m^{-2} , u obe vegetacione sezone (574,16

i 497,66). Prosečan broj klasova m^{-2} na svim gustinama setve je bio značajno veći u prvoj nego u drugoj vegetacionoj sezoni (Tab. 3).

Tabela 3. Prosečan broj klasova m^{-2} prema gustini setve za dve sorte i dva roka setve pšenice

Gustina setve (broj zasejanih semena, m^{-2})	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2016/2017	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2017/2018	Lsd _{0,05}	Lsd _{0,01}
350	512,50	361,08		
550	519,16	399,49	23,00	30,23
750	574,16	497,66		

U analizi interakcije gustina setve/rok setve, u proseku za obe sorte je ustanovljen značajno veći broj klasova m^{-2} u prvom roku setve, na svim gustinama setve, u obe vegetacione sezone, osim na gustini setve 750 semena m^{-2} na kojoj je broj klasova m^{-2} bio manji u prvom (553,33) nego u drugom roku setve (595,00). Najmanji broj klasova m^{-2} (297,33) je bio na gustini 350 semena m^{-2} u drugom roku u drugoj vegetacionoj sezoni, a najveći broj klasova m^{-2} u proseku je bio 595,00, na gustini setve 750 semena m^{-2} u drugom roku setve, u prvoj vegetacionoj sezoni (Tab. 4).

Tabela 4. Broj klasova m^{-2} u interakciji gustina setve/rok setve za sve sorte

Gustina setve (broj zasejanih semena m^{-2})	Rok setve	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2016/2017	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2017/2018	Lsd _{0,05}	Lsd _{0,01}
350	I	559,30	424,83		
	II	465,66	297,33		
550	I	539,50	447,50	39,84	52,36
	II	487,66	351,50		
750	I	553,33	549,33		
	II	595,00	446,33		

Rezultati pokazuju da rokovi setve imaju značajan uticaj na prosečan broj klasova m^{-2} kod pšenice. Tako je u prvoj vegetacionoj sezoni, u proseku za obe sorte i sve gustine setve, broj klasova m^{-2} u prvom roku setve bio veći za 6,7% a u drugoj vegetacionoj sezoni veći za 29,8% nego u drugom roku setve. U interakciji gustina/rok setve, u obe vegetacione sezone, broj klasova m^{-2} je bio veći za 20,10% i 42,88% u prvom roku setve na gustini setve 350 semena m^{-2} , za 10,60% i 27,31%, na gustini 550 semena m^{-2} i za 7,50% i 23,03%, na gustini setve 750 semena m^{-2} .

U interakciji gustina setve/sorta u prvoj vegetacionoj sezoni, u proseku za oba roka setve, broj klasova m^{-2} je bio značajno veći kod sorte Prima na gustini setve 750 semena m^{-2} (558,16) nego na gustini 550 i 350 semena m^{-2} (507,00 i 504,50), a takođe je broj klasova m^{-2} bio veći i kod sorte Simonida na gustini setve 750 semena m^{-2} (590,17) nego na gustini 550 i 350 semena m^{-2} (520,16 i 520,50). U drugoj vegetacionoj sezoni, u proseku, broj klasova m^{-2} kod sorte Prima je bio najveći na gustini setve 750 semena m^{-2} (372,50), a manji na gustini setve 550 i 350 semena m^{-2} (357,66 i 350,33) koji se nije značajno razlikovao, a kod sorte Simonida broj klasova m^{-2} je bio značajno veći na većim gustinama setve nego na manjim gustinama setve. Na gustini setve 750 semena m^{-2} je nađeno 622,83 klasa m^{-2} što je značajno veći broj nego na gustini setve sa 550 semena m^{-2} (441,33), a što je značajno veći broj nego na gustini setve 350 semena m^{-2} (371,83 klasova m^{-2}). Kod sorti Prima i Simonida, na sve tri gustine setve u proseku za oba roka setve, broj klasova m^{-2} je bio značajno veći u prvoj nego u drugoj vegetacionoj sezoni (Tab. 5).

Tabela 5. Broj klasova m^{-2} u interakciji sorta/ gustine setve u oba roka setve

Sorta	Gustina setve (broj zasejanih semena m^{-2})	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2016/2017	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2017/2018	Lsd _{0,05}	Lsd _{0,01}
Prima	350	504,50	350,33	39,84	52,36
	550	507,00	357,66		
	750	558,16	372,50		
Simonida	350	520,50	371,83	39,84	52,36
	550	520,16	441,33		
	750	590,17	622,83		

Ovi rezultati potvrđuju istraživanja Kondić i sar. (2017) koji ističu da se sa povećanjem gustine setve povećava broj klasova m^{-2} .

Najmanji broj klasova m^{-2} je bio na gustini setve 350 semena m^{-2} , i u poređenju sa tim je nađeno povećanje broja klasova m^{-2} u prvoj i u drugoj vegetacionoj sezoni kod sorte Prima sa 550 semena m^{-2} (0,5% i 2,09%) i na gustini 750 semena m^{-2} (10,01% i 4,14%), a povećanje broja klasova m^{-2} kod sorte Simonida je bilo sa 550 semena m^{-2} (-0,01% i 18,69%) i na gustini setve 750 semena m^{-2} (13,45% i 41,12%).

U analizi interakcije sorta/rok setve u proseku za sve gustine, kod sorte Prima broj klasova m^{-2} je bio značajno veći u prvom roku setve nego u drugom roku setve u prvoj (552,55; 493,88) i u drugoj vegetacionoj sezoni (399,22; 321,11). Kod sorte Simonida broj klasova m^{-2} u prvoj

vegetacionoj sezoni je bio veći, ali ne i značajno veći u prvom roku setve nego u drugom (548,89; 538,33), dok je u drugoj vegetacionoj sezoni prosečno za sve gustine setve, broj klasova m^{-2} bio značajno veći u prvom nego u drugom roku setve (548,55; 408,77). U proseku za sve gustine setve, najmanji broj klasova m^{-2} (321,11) je nađen kod sorte Prima u drugom roku setve, u drugoj vegetacionoj sezoni, a najveći kod sorte Prima u prvom roku setve 552,55, u prvoj vegetacionoj sezoni (Tab. 6).

Tabela 6. Prosečan broj klasova m^{-2} u interakciji sorta/rok setve za sve gustine setve pšenice

Sorta	Rok setve	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2016/2017	\bar{x} (klasova m^{-2}) 2017/2018	Lsd _{0,05}	Lsd _{0,01}
Prima	I	552,55	399,22	30,86	40,56
	II	493,88	321,11		
Simonida	I	548,89	548,55		
	II	538,33	408,77		

Dobijeni rezultati potvrđuju istraživanja (Yajam i Madani, 2013), koji prezentiraju uticaj sorte i rokova setve na komponente prinosa pšenice. U interakciji sorta/rok setve je nađeno povećanje broja klasova m^{-2} u prvom roku setve kod sorte Prima i u prvoj i u drugoj vegetacionoj sezoni (za 11,88% i 24,32%), a kod sorte Simonida za 1,96% i 34,19%.

Zaključak

Na osnovu rezultata je ustanovljeno da je broj klasova m^{-2} varirao kod obe sorte pšenice, u oba roka setve i u obe vegetacione sezone. Broj klasova m^{-2} je bio najmanji na tretmanima sa najmanjom gustinom setve i povećavao se sa povećanjem gustine setve, osim kod sorte Prima kod koje je na najmanjoj gustini setve, 350 semena m^{-2} , nađen značajno veći broj klasova m^{-2} nego na najvećoj gustini setve, 750 semena m^{-2} , u prvoj vegetacionoj sezoni i prvom roku setve. Prosečan broj klasova m^{-2} za sve gustine, rokove setve i sorte u prvoj vegetacionoj sezoni je bio veći (534,61) nego u drugoj vegetacionoj sezoni (479,66). Značajnost razlika za broj klasova m^{-2} je nađena u interakciji sorta/gustina setve, sorta/rok setve i gustina setve/rok setve, u obe vegetacione sezone. Ustanovljeno je da genotip, gustina setve, rok setve i ekoklimatski uslovi sezone, kao i njihova

međusobna interakcija imaju značajan uticaj na variranje broja klasova po jedinici površine.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana od MPNTR Republike Srbije u okviru projekta TR 31092.

Literatura

- Baloch, S.M., Shah, I.T., Nadim, M.A., Khan, M. I. and Khakwani, A.A. (2010). Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. *The J. Anim. Plant Sci.*, 20: 239–240.
- Grahmann, K., Govaerts, B., Fonteyne, S., Guzmán, C., Soto, A.P.G, Buerkert, A., Verhulst, N. (2016): Nitrogen fertilizer placement and timing affects bread wheat (*Triticum aestivum*) quality and yield in an irrigated bed planting system *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 106:185–199.
- Guo, Z., Chen, D., Alqudah, A.M., Roder, M.S., Ganal, M.W., Schnurbusch, T. (2017). Genome-wide association analyses of 54 traits identified multiple loci for the determination of floret fertility in wheat. *New Phytologist* 214: 257–270.
- Knežević, D. Laze, A., Paunović, A., Djurović, V., Đukić, N., Valjarević, D., Kondić, D., Mićanović, D., Živić, J., Zečević, V. (2020). Approaches in cereal breeding. *Acta Agriculturae Serbica*, 25 (50): 179–186.
- Kondić, D., Bajić, M., Knežević, D., Hajder, Đ. (2016a). Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Overwintering Under Different Sowing Densities. *Agroznanje-Agroknowledge*. 17(4): 307–317.
- Kondić, D., Bajić, M., Hajder, Đ., Bosančić, B. (2016b). The number of productive tillers per plant of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under different sowing densities, *Agroknowledge*,17(4):345–357.
- Kondić, D., Bajić, M., Hajder, Đ., Knežević, D. (2017). Variability of Number of Spikes per Unit Area and Grain Yield Effected by Different Sowing Densities of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agroznanje- Agroknowledge*. 18(2): 131–141
- Kostić, M., Tagarakis, A.C, Ljubičić, N., Blagojević, D., Radulović, M., Ivošević, B., Rakić, D. (2021). The Effect of N Fertilizer Timing on the Field Wheat on Chernozem Soil . *Agronomija*, 11: 1413
- Li, Y., Cui, Z., Ni, Y., Zheng, M., Yang, D., Jin, M., et al. (2016). Plant density effect on grain number and weight of two winter wheat cultivars at different

- spikelet and grain positions. PloS one., 11(5):e0155351
10.1371/journal.pone.0155351.
- Li, D.X., Zhang, D., Wang, H.G., Li, H.R., Fang, Q., Li, H.Y., Li, R.Q. (2020). Optimized planting density maintains high wheat yield under limiting irrigation in North China Plain. *Int. J. Plant Prod.*, 14: 107–117.
- Pan, W.L., Kidwell, K.K., McCracken, V.A., Bolton, R.P., Allen, M. (2020). Economically optimal wheat yield, protein and nitrogen use component responses to varying N supply and genotype. *Front. Plant Sci.*, 10: 1790.
- Paunović, A., Knežević, D., Madić, M. (2006). Perspektive razvoja održive proizvodnje ratarskih biljaka. U Monografiji „Unapredjenje poljoprivredne proizvodnje na Kosovu i Metohiji” (urednik: D. Knežević). str. 142–157.
- Paunovic, A., Madic, Milomirka, Knezevic, D., Bokan, N. (2007). Sowing density and nitrogen fertilization influences on yield components of barley. *Cereal Res. Commun.*, 35 (2): 901–904.
- Prodanović, S., Mandić, D., Rajčević, B., Randelović, V., Dimitrijević, B. (2009). Komparativne vrijednosti osobine pšenice kod individualnih biljaka i biljaka u sjevu. *Zbornik naučnih radova*, 15 (1-2):27–31.
- Ram, T., S.K. Yadav and R.S. Sheoran. (2002). Nutrient uptake pattern of wheat (*Triticum aestivum* L.) as Influenced by azotobacter and nitrogen fertilization environment and ecology. *Environ. Ecol.*, 20(3): 661–665.
- Urošević, D., Knežević, D., Matković Stojšin, M., Živić, J., Đurović, V., Radosavac, A., Mićanović, D. (2022): Phenotypic variability and similarity of number of productive tillers in wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). Book of proceedings of the XIII International Scientific Agriculture Symposium “Agrosym 2022”, Jahorina, October 06-09, 2022, pp. 415-422
- Yajam, S., Madani, H. (2013). Delay sowing date and its effect on Iranian winter wheat cultivars yield and yield components. *Ann. Biol. Res.* 4 (6): 270–275.
- Zečević, V., Bošković, J., Knežević, D., Mićanović, D. (2014). Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chil. J. Agric. Res.*, 74(1): 23–28.

KARAKTERIZACIJA KG LINIJA PŠENICE PO MORFOLOŠKIM OSOBINAMA

CHARACTERIZATION OF KG-LINE OF WHEAT BY MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

Kristina Luković¹, Vladimir Perišić¹, Kamenko Bratković², Mirela Matković
Stojšin³, Aleksandra Rakonjac¹, Bojana Gavrilović¹, Radiša Đorđević¹

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

²*Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac*

³*Istraživačko - razvojni institut Tamiš, Pančevo*

Autor za korespondenciju: klukovic@institut-palanka.rs

Izvod

U ovom istraživanju je sprovedena karakterizacija perspektivnih genotipova ozime pšenice na osnovu deskriptora morfoloških osobina definisanih od strane Međunarodnog udruženja za zaštitu novih sorti biljaka (UPOV). Karakterizacija KG-linija pšenice je izvršena za 7 kvalitativnih osobina. Poljski ogledi su izvedeni u dvogodišnjem periodu (2013/2014. i 2014/2015.) na tri lokacije: Institut za krmno bilje u Kruševcu, Agroinstitut u Somboru, Centar za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu. Ekspresija analiziranih svojstava ispitana je vizuelnim opažanjem i ocenjena odgovarajućim brojem prema UPOV deskriptoru za pšenicu. Većinu KG-genotipova odlikuje piramidalan klas bele boje sa prisutnim zupcima. Izuzetak čini genotip KG-162/7 koji ima paralelan klas, kao i genotip KG-191/5-13 sa vretenastim oblikom klasa. Takođe, za razliku od svih ostalih genotipova, genotip KG-60-3/3 karakteriše klas sa prisutnim osjem. Svojstvo donja plevica – širina ramena se kretala u rasponu od uskog, do veoma širokog, dok su svi genotipovi imali ravan oblik ramena donje plevice. Analizirani genotipovi pšenice pripadaju ozimom tipu.

Ključne reči: pšenica, karakterizacija, fenotipska različitost, UPOV deskriptor

Abstract

In this research, the characterization of promising winter wheat genotypes was carried out based on the descriptors of morphological traits defined by the International Association for the Protection of New Plant Varieties (UPOV). Characterization of KG-lines of wheat was carried out for 7 qualitative traits. Experimental trial was carried out in a two-year period (2013/2014 and 2014/2015) at three locations: Institute for Forage Crops in Kruševac, Agroatitut in Sombor and Centre for Small Grains and Rural Development in Kragujevac. The expression of the analyzed properties was examined by visual observation and evaluated with a corresponding number according to the UPOV descriptor for wheat. Most KG-genotypes are characterized by a white pyramidal ear with scurs present. The exception is the genotype KG-162/7, which has a parallel spike, as well as the genotype KG-191/5-13, which has a spindle-shaped spike. Also, unlike all other genotypes, genotype KG-60-3/3 is characterized by a spike with a present awns. Lower glume characteristic – shoulder width ranged from narrow to very wide, while all genotypes had a flat lower glume shoulder shape. The analyzed wheat genotypes belong to the winter type.

Key words: wheat, characterization, phenotypic diversity, UPOV descriptor

Uvod

Biljni genetički materijal koji je od značaja za oplemenjivanje i stvaranje novih sorti, sakuplja se u kolekcije i održava konzervacijom *in situ* i *ex situ*. Za uspešno korišćenje biljnih genetičkih resursa veoma je važno da se sprovede karakterizacija i evaluacija svih uzoraka, koja ima za cilj da opiše osobina koje su visoko nasledne, lako vidljive i jednako izražene u svim sredinama (Mladenović Drinić i Savić Ivanov, 2017). Zasniva se na opisivanju morfoloških, biohemijskih i molekularnih osobina, na osnovu kojih se mogu identifikovati poželjni geni, neophodni za oplemenjivački rad u procesu stvaranja novih sorti. Karakterizacija morfoloških osobina vrši se pomoću međunarodnih deskriptora propisanih od strane UPOV-a (International Union for the Protection of New Varieties of Plants), IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) ili neke

druge međunarodne institucije i organizacije. Biohemijska karakterizacija obuhvata analizu proteinskih frakcija, ugljenih hidrata, lipida i drugih biohemijskih markera (Varzakas i sar., 2014; Janković i sar., 2015; De Santis i sar., 2017; Goel i sar., 2018; Vancini i sar., 2019), dok se molekularna karakterizacija zasniva na korišćenju odgovarajućih molekularnih markera (SSR, RLFP, RAPD, STS, AFLP, SNP) za procenu genetičke sličnosti i različitosti pojedinih populacija, kao iza otkrivanje i praćenje poželjnih alela u selekciji biljaka (Semang i sar., 2006; Wang i sar., 2015; Gao i sar., 2016; Jamali i sar., 2019). Prikupljeni podaci o oceni i karakterizaciji uzoraka se šalju u baze podataka u cilju efikasnijeg korišćenja. Pristup genetičkoj raznovrsnosti je od presudnog značaja za uspeh u programima oplemenjivanja.

Cilj ovog rada je bio da se prouči morfološka različitost perspektivnih genotipova ozime pšenice na osnovu UPOV deskriptora morfoloških osobina.

Materijal i metode rada

U ovim istraživanjima je analizirano 14 genotipova ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.). Od ovog broja, 13 genotipova predstavljaju perspektivne selekzione linije stvorene u Centru za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu (KG-47/21, KG-52/3, KG-1/6, KG-60-3/3, KG-52/3, KG-40-39/3, KG-191/5-13, KG-162/7, KG-28/6, KG-307/4, KG-199/4, KG-244/4, KG-27/6). Za poređenje sa KG-linijama korišćena je standardna sorta Pobeda. Eksperimentalni deo ogleda izveden je u dvogodišnjem periodu (2013/2014. i 2014/2015.) na tri lokacije: Institut za krmno bilje u Kruševcu, Agroiinstitut u Somboru, Centar za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu.

Ogled je postavljen u poljskim uslovima po potpuno slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja sa veličinom osnovne parcelice od 5 m² (5 × 1 m). U okviru parcelice, zasejano je 10 redova, sa razmakom između redova od 10 cm. Setva je obavljena mašinski, upotrebom 600-650 klijavih zrna po m², u zavisnosti od karakteristika genotipa.

Morfološka različitost perspektivnih genotipova ozime pšenice je ispitana na osnovu deskriptora morfoloških osobina definisanih od strane Međunarodnog udruženja za zaštitu novih sorti biljaka (UPOV), koji se

koriste za ispitivanje različitosti, ujednačenosti i stabilnosti (*DUS-Distinctness, Uniformity and Stability*).

Tabela 1. Morfološke osobine ocenjene po UPOV deskriptoru

UPOV broj	Osobina	Ekspresija	Ocena	Metoda
11	Klas: oblik iz profila	piramidalan	1	VS
		paralelan	2	
		polu-skverhedni	3	
		skverhedni	4	
		vretenast	5	
14	Osje ili zupci: prisutnost	oba odsutna	1	VG
		zupci prisutni	2	
		osje prisutno	3	
16	Klas: boja	bela	1	VG
		obojen	2	
18	Donja pleva: širina ramena (klasić u srednjoj trećini klasa)	odsutna ili vrlo uska	1	VS
		uska	3	
		srednja	5	
		široka	7	
		veoma široka	9	
19	Donja pleva: oblik ramena (klasić u srednjoj trećini klasa)	nagnut	1	VS
		blago nagnut	3	
		ravan	5	
		uzdignut	7	
		snažno podignut sa prisutnom 2. tačkom	9	
24	Zrno: boja	belo	1	VG
		crveno	2	
25	Sezonski tip:	ozimi tip	1	VG
		fakultativni	2	
		jari tip	3	

* VG - Vizuelna opažanja pojedinačnim posmatranjem grupe biljaka za utvrđivanje različitosti

* VS- Vizuelna opažanja posmatranjem pojedinih biljaka ili delova biljaka za utvrđivanje različitosti

Ocenjene osobine prikazane su u tabeli 1. Kako ekološki uslovi, u određenoj meri, mogu uticati na ekspresiju pojedinih kvantitativnih i kvalitativnih osobina, u ovom istraživanju je sprovedena karakterizacija onih morfoloških osobina na koje uslovi spoljne sredine najmanje utiču. Ekspresija analiziranih svojstava ispitana je vizuelnim opažanjem i ocenjena odgovarajućim brojem prema UPOV deskriptoru za pšenicu

(2012). Osobine, forma klasa u profilu, donja pleva (oblik ramena) i donja pleva (širina ramena) su ocenjene vizuelnim opažanjem na pojedinačnim biljkama (VS), dok su boja klasa, osje ili zupci (prisutnost), boja zrna i sezonski tip, ocenjeni pojedinačnim posmatranjem grupe biljaka (VG) kako bi se ispitala različitost proučavanih genotipova pšenice.

Rezultati i diskusija

Karakterizacija KG-linija pšenice izvršena je po dekriptoru Međunarodnog udruženja za zaštitu novih sorti biljaka (UPOV). Ovaj deskriptor sadrži broјčane vrednosti za oblike 27 osobina pšenice. Kada se stvori novi genotip, on se karakteriše tako što se za svaku od navedenih osobina utvrđuje kakav oblik ima, te u skladu sa tim, određuju se njegove broјčane vrednosti po osobinama. Praktično je nemoguće da ma koja dva genotipa imaju iste broјčane vrednosti za 27 osobina. Zato deskriptor služi za dokazivanje različitosti novostvorenog genotipa u odnosu na druge genotipove. Različitost u odnosu na druge genotipove je jedan od uslova za priznavanje sorte i čini deo DUS testa. Druga dva uslova ovog testa su uniformnost i stabilnost. U ovom istraživanju, sprovedena je karakterizacija KG-linija pšenice pomoću deskriptora za 7 kvalitativnih osobina. Korišćene su sledeće osobine iz deskriptora: forma klasa u profilu, osje ili zupci – prisutnost, boja klasa, donja plevica-širina ramena, donja plevica-oblik ramena, boja zrna i sezonski tip. Broјčane vrednosti osobina kod KG-linija prikazane su u tabeli 2. Genotipovi kod kojih je utvrđeno variranje u rasponu nekih osobina, mogu se smatrati kao manje ili više heterogeni ili nestabilni prema tim osobinama, što ukazuje na potrebu budućeg unapređenja njihove sortne čistoće.

Na osnovu rezultata, uočava se da pojedini genotipovi imaju iste broјčane vrednosti za svih sedam ispitivanih kvalitativnih osobina (KG-199/4, KG-307/4, KG-52/3 i KG-47/21). Međutim, da je deskripcija vršena za svih 27 osobina, ovakve pojave bi bile isključene. Međusobna sličnost pojedinih KG-linija može se objasniti time da su one stvorene u okviru istog programa oplemenjivanja, dakle, sa istim selekcionim ciljem, ali i to, da se sve ispitivane linije ipak razlikuju prema analiziranim kvantitativnim osobinama (Luković i sar., 2020; Luković i sar., 2023). Svakako, bitan rezultat je da se sve ispitivane KG-linije razlikuju od standardne sorte Pobeda.

Tabela 2. Ocena osobina KG-linija pšenice po UPOV deskriptoru

Genotip	Klas oblik iz profila	Osje ili zupci prisustvo	Klas boja	Donja pleвица širina ramena	Donja pleвица oblik ramena	Boja zrna	Sezonski tip
KG-27/6	1	2	1	5	5	2	1
KG-244/4	1	2	2	7	5	2	1
KG-199/4	1	2	1	7	5	2	1
KG-307/4	1	2	1	7	5	2	1
KG-28/6	1	2	1	5	5	2	1
KG-162/7	2	2	1	7-9	5	2	1
KG-191/5-13	5	2	1	9	5	2	1
KG-40-39/3	1	2	1	7	5	2	1
KG-52/23	1	2	1	5	7-5	2	1
KG-60-3/3	1	3	1	3	5	2	1
KG-1/6	1	2	1	9	5	2	1
KG-52/3	1	2	1	7	5	2	1
KG-47/21	1	2	1	7	5	2	1
Pobeda	1-2	2	1	5-7	5	2	1

Legenda: Forma klasa: 1-piramidalan; 2-paralelan; 5-vretenast; Osje ili zupci prisutnost: 2-zupci prisutni, 3-osje prisutno; Boja klasa: 1-bela; 2-obojen; Donja pleвица-širina ramena: 3-uska, 5-srednje, 7-široka, 9-veoma široka; Donja pleвица-oblik ramena: 5-ravan, 7-uzdignut; Boja zrna: 2-crvena; Sezonski tip (ozimost): 1-ozimi tip

Većinu KG-genotipova odlikuje piramidalan klas bele boje sa prisutnim zupcima. Izuzetak čini genotip KG-162/7 koji ima paralelan klas, kao i genotip KG-191/5-13 sa vretenastim oblikom klasa. Takođe, za razliku od svih ostalih genotipova, genotip KG-60-3/3 karakteriše klas sa prisutnim osjem. Svojtvo donja pleвица – širina ramena se kretala u rasponu od uskog (3), do veoma širokog (9), dok su svi genotipovi imali ravan oblik ramena donje plevice. Analizirani genotipovi pšenice pripadaju ozimom tipu.

Prodanović i sar. (2006) su sproveli karakterizaciju savremenih evropskih sorti pšenice na osnovu UPOV deskriptora. Osnovna kolekcija sastojala se od 500 sorti pšenice, od kojih je opisano 55 sorti za 12 osobina. Autori su utvrdili veliku divergentnost između ispitivanih sorti, pri čemu su za sve genotipove određene specifične vrednosti ocena osobina po korišćenom deskriptoru. Frekvencija vrednosti ocena osobina ukazala je na dominantne pravce selekcije pšenice u evropskim zemljama. Zapravo, osim karakterizacije, obavljena je i evaluacija genotipova, odnosno njihova ocena po vrednosti osobina od značaja za oplemenjivanje. Evaluacija je ista aktivnost kao karakterizacija, jedina razlika je u osobinama koje se

prate, odnosno u tome da li su posmatrane osobine od značaja za oplemenjivački program u određenoj instituciji. Rukavina i sar. (2013) su proučavali genetičku različitost kod 50 sorti heksaploidne pšenice na osnovu morfoloških svojstva klasa. Na osnovu analiziranih podataka, autori su utvrdili najudaljenije sorte najboljih morfoloških osobina klasa, što će pomoći pri uspešnom izboru novih roditeljskih kombinacija u budućim oplemenjivačkim programima. Denčić i sar. (2015) su ispitivali različitost kod 42 sorte ozime pšenice nastale iz 9 različitih ukrštanja, koristeći tri sistema markera: morfološke markere (UPOV deskriptor), biohemijske (glijadinsko alelni profil) i molekularne markere (SSRs). Iako su morfološki markeri veoma informativni, ipak pomoću njih nisu uspeali da ustanove različitost između dva para sestrinskih sorti Evrope 90 i Evrope, kao i Novosadske rane 3 i Novosadske rane 2. Upoređujući sve marker sisteme u oceni različitosti, autori ističu da su najefikasniji bili mikrosateliti, a najmanje efikasni glijadinski profili.

Zaključak

U ovom istraživanju, proučeno je aktuelno stanje u pogledu morfoloških osobina pšenice. Utvrđeno je da pojedine KG linije pšenice (KG-199/4, KG-307/4, KG-52/3 i KG-47/21) imaju iste brojčane vrednosti za sedam ispitivanih osobina iz UPOV deskriptora. Međusobna sličnost pojedinih KG-linija, po ovim osobinama, može se objasniti time da su one stvorene u okviru istog programa oplemenjivanja, dakle, sa istim selekcionim ciljem. Ovaj oplemenjivački program je originalan i specifičan, što potvrđuje rezultat da se sve ispitivane KG-linije po korišćenim osobinama za deskripciju jasno razlikuju od standardne sorte Pobeda.

Zahvalnica

Istraživanja u ovom radu su deo ugovora br. 45-03-47/2023-01/200216, koji je finansiran od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

Literatura

- De Santis, M.A., Giuliani, M.M., Giuzio, L., De Vita, P., Lovegrove, A., Shewry, P.R., Flagella, Z. (2017). Differences in gluten protein composition between old and modern durum wheat genotypes in relation to 20th century breeding in Italy *European Journal of Agronomy* 8, 19-29.
- Denčić, S., DePauw, R., Momčilović, V., Kondić-Špika, A. (2015). Efficiency of the different marker systems for estimation of distinctness between sister line wheat cultivars. *Genetika, Belgrade*, 47 (1), 219-232.
- Gao, L., Jia, J., Kong, X. (2016). A SNP-Based molecular barcode for characterization of common wheat. *PLoS ONE* 11(3), e0150947.
- Goel, S., Yadav, M., Singh, K., Singh, J.R., Singh, N.K. (2018). Exploring diverse wheat germplasm for novel alleles in HMW-GS for bread quality improvement. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (8), 3257-3262.
- Jamali, S.H., Cockram, J., Hickey L.T. (2019). Insights into deployment of DNA markers in plant variety protection and registration. *Theoretical and Applied Genetics*, 132 (7), 1991-1929.
- Janković, M., Barać, M., Pešić, M., Dodig, D., Kandić, V., Žilić, S. (2015). The polypeptide composition, structural properties and antioxidant capacity of gluten proteins of diverse bread and durum wheat varieties, and their relationship to the rheological performance of dough. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 2236-2245.
- Luković, K., Prodanović, S., Perišić, V., Milovanović, M., Perišić, V., Raičić, V., Zečević, V. (2020). Multivariate analysis of morphological traits and the most important productive traits of wheat in extreme wet conditions. *APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH* 18(4):5857-5871. <http://www.aloki.hu>. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aer/1804_58575871
- Luković, K., Perišić, V., Jestrović, Z., Bratković, K., Milovanović, M., Zečević, V., Mladenović, S. (2023). Međuzavisnost produktivnih osobina pšenice i njihov uticaj na kvalitet. *Zbornik radova naučnog skupa nacionalnog karaktera "125 godina primenjene nauke u poljoprivredi Srbije"*. Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac, 22. jun 2023., 153-162, ISBN 978-86-905494-0-5.
- Mladenović, Drinić, S., Savić Ivanov M. (2017). Genetički resursi gajenih biljaka za hranu i poljoprivredu upravljanje i korišćenje. *Selekcija i semenarstvo*, XXIII (2) 91-102.
- Prodanović, S., Šurlan-Momirović, G., Randelović, V., Sovrlić, M., Đurić, N., Stanisavljević, D. (2006). Deskripcija savremenih evropskih sorti pšenice prema UPOV. *Zbornik abstrakata trećeg simpozijuma sekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije četvrtog naučno-stručnog sipozijuma iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara Srbije, Zlatibor*, 16-20. maja 2006.

- Rukavina, I., Marić, S., Čupić, T., Guberac, V., Petrović, S. (2013). Različitoost hrvatske germplazme pšenice na osnovi svojstava klasa. *PoljoPrivreda*, 9 (1), 3-10.
- Semagn, K., Bjørnstad, Å., Skjenes, H., Marøy, A. G., Tarkegne, Y., William, M. (2006). Distribution of DArT, AFLP, and SSR markers in a genetic linkage map of a doubled-haploid hexaploid wheat population. *Genome*, 49, 545-555.
- UPOV (2012). Guideline for the conduct test for distinctness, uniformity and stability wheat (*Triticum aestivum* L.).
- Vancini C., Torres G. A. M, Miranda M. Z., De Consoli L., Bonow S., Grando M. F. (2019): Impact of high-molecular-weight glutenin alleles on wheat technological quality. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.54, e00639.
- Varzakas, T., Kozub, N., Xynias, I. N. (2014). Quality determination of wheat: genetic determination, biochemical markers, seed storage proteins - bread and durum wheat germplasm. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 94, 2819-2829.
- Wang, L.X., Qiu, J., Chang, L.F., Liu, L.H., Li H.B., Pang, B.S., Zhao, C.P. (2015). Assessment of wheat variety distinctness using SSR markers. *Journal of Inegrative Agriculture*, 14 (10), 1923-1935.

**VARIRANJE PRINOSA POJEDINIH SORTI SOJE PO
GODINAMA I LOKALITETIMA**

**VARIATION IN YIELD OF CERTAIN SOYBEAN VARIETIES
BY YEARS AND LOCATIONS**

Vojin Đukić¹, Jegor Miladinović¹, Zlatica Mamlić¹, Marina Čeran¹, Predrag
Randelović¹, Gordana Dozet², Marija Bajagić³

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku
Srbiju, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija,*

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

³*Univerzitet u Bijeljini, Pavlovića put bb, Bijeljina, Republika Srpska, BIH,*

Autor za korespondenciju: vojin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Makroogledi se izvode sa ciljem raspoređivanja pojedinih sorti soje po pojedinim lokalitetima kako bi se ostvarili maksimalni prinosi uz što manja variranja u pojedinim godinama. Koeficijenti varijacije omogućuju detaljnu analizu sorti soje po lokalitetima i godinama. Dobijeni rezultati pokazuju da su koeficijenti varijacije prinosa sorti veoma visoki u nepovoljnim godinama, sa veoma izraženim variranjem prinosa po pojedinim lokalitetima. Cilj ovoga rada je sagledavanje variranja prinosa šest NS sorti soje na četiri lokaliteta tokom tri godine.

Ključne reči: lokaliteti, makroogledi, prinosi, sorte soje

Abstract

Macro-experiments are carried out with the aim of distributing individual varieties of soybeans in individual locations in order to achieve maximum yields with as little variation as possible in individual years. Coefficients of variation enable a detailed analysis of soybean varieties by location and year. The obtained results show that the coefficients of

variation of varieties yield are very high in unfavorable years, with very pronounced variation of yield in individual localities. The aim of this paper is to analyze the yield variation of six NS soybean varieties at four localities during three years.

Key words: locations, macro-experiments, yields, soybean varieties

Uvod

Makroogledi soje imaju cilj da pomognu rejonizaciju sorti, da se na osnovu višegodišnjih oglada pravilno rasporede pojedine sorte po glavnim regionima gajenja (Đukić i sar., 2022), odnosno da bi se odabrale sorte sa najvišim prinostom i najboljeg kvaliteta za pojedine regione gajenja (Miladinov i sar., 2019). Prinosi soje variraju zavisno od lokaliteta i vremenskih prilika u datom regionu (Đukić i sar., 2021). Fizičke osobine i kvalitet zemljišta, kvalitet i vreme osnovne obrade i predsetvene pripreme, primena agrotehničkih mera u vegetacionom periodu, primena organskih i mineralnih đubriva, meteorološki uslovi, a naročito pojava i dužina trajanja suše, kao i ostali stresni uslovi, imaju veoma izražen uticaj na visinu ostvarenog prinosa (Đukić i sar., 2018a; Dozet i sar., 2019). Oscilacije prinosa istih sorti u pojedinim godinama potvrđuju da vremenski uslovi u vegetaciji imaju veliki uticaj na prinos soje (Đukić, 2009; Dozet, 2009; Dozet i sar., 2013; Cvijanović, 2017; Bajagić et al., 2021), prvenstveno zavisno o količini, rasporedu padavina i temperaturnim uslovima u vegetaciji (Dozet i sar., 2022). Najvažnije agronomске osobine (potencijal za prinos, dužina vegetacionog perioda, otpornost na poleganje, otvaranje mahuna, prouzrokovaoče bolesti stabla i lista) i hemijske osobine svake sorte (sadržaj hranjivih materija u zrnu, prvenstveno proteina i ulja, kao i aminokiselinski sastav) su pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013), zbog čega je veoma bitno da sorte soje poseduju stabilnost i adaptabilnost u pogledu prinosa (Miladinović i sar., 2017). Lokalitet, kao i pojedine godine imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte (Đukić i sar., 2017). U proizvodnji soje težimo ostvarivanju što većih prinosa, što boljem kvalitetu zrna i stabilnoj proizvodnji, bez većih oscilacija u prostoru i vremenu (Đukić i sar., 2019). Agrotehničke mere ne mogu anulirati ekstremne uslove u proizvodnji, ali njihovom pravilnom i pravovremenom

primenom mogu se smanjiti oscilacije u visini prinosa soje (Miladinov i sar., 2019). Godina sa svojim klimatskim specifičnostima, prvenstveno količinom i rasporedom padavina i temperaturnim oscilacijama, ima veoma izražen uticaj na visinu prinosa soje (Bajagić i sar., 2022), a pre svega vreme pojave, trajanje kao i intenzitet suše (Đukić i sar., 2011). Đukić i sar. (2018) iznose podatke da su prinosi soje po lokalitetima varirali od 1267 kg ha⁻¹ (Zrenjanin) do 3821 kg ha⁻¹ (Loznica).

Cilj ovih istraživanja je da se sagleda uticaj četiri različita lokaliteta na prinos šest sorti soje iz tri različite grupe zrenja u tri različite godine.

Materijal i metode rada

U ovom radu analizirani su trogodišnji podaci prinosa soje iz mreže makroogleda. Analizirane su dve sorte iz 0 grupe zrenja NS Atlas i NS Maximus, dve sorte iz I grupe zrenja NS Apollo i NS Hogar i dve sorte iz II grupe zrenja Rubin i NS Kolos. Odabrani lokaliteti za analizu su Rimski Šančevi, Sombor, Kikinda i Loznica. Meteorološki parametri za date lokalitete prikazani su u tabelama 1 i 2.

Na lokalitetu Rimski Šančevi najviše temperature bile su u 2022. godini (1,8°C iznad proseka), a najmanje padavina u 2021. godini (54,9 l m⁻² ispod proseka). Prosečne vrednosti za vegetacioni period ne daju pravu sliku vremenskih uslova u pojedinim godinama, jer je u 2022. godini palo znatno više padavina od proseka u zadnjoj dekadi avgusta i u septembru, a u kritičnim mesecima za cvetanje, formiranje mahuna i nalivanje zrna, odnosno u junu, julu i prve dve dekade avgusta imali smo manjak padavina. Nedostatak padavina praćen je visokim temperaturama u junu, julu i u avgustu. U 2021. godini, april i maj su bili hladniji, dok su jun i jul znatno topliji, a ovi stresni uslovi odrazili su se na visinu prinosa.

Na lokalitetu Sombor, najviše temperature bile su u 2022. godini (za 1,5°C iznad proseka), kao i najmanja količina padavina (55,6 l m⁻² ispod proseka). U 2022. godini palo je više padavina od proseka u septembru, a u kritičnim mesecima imali smo nedostatak padavina. Nedostatak padavina praćen je visokim temperaturama u junu, julu i u avgustu. U 2021. godini, april i maj su bili hladniji, dok su jun i jul topliji u odnosu na proseke, a ovi stresni uslovi odrazili su se na visinu ostvarenog prinosa.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature ($^{\circ}\text{C}$), suma padavina (l m^{-2}) i odstupanja od višegodišnjih vrednosti na lokalitetima Rimski Šančevi i Subotica

Lokalitet Mesec	Godina	Rimski Šančevi			Sombor		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022
April	sdT	12,9	9,6	10,9	12,2	9,1	10,6
	ΔsdT	1,2	-2,1	-0,8	0,7	-2,4	-0,9
	ΣP	11,1	55,1	54,5	11,3	36,2	35,5
	$\Delta\Sigma\text{P}$	-37,9	6,1	5,5	-34,7	-9,8	-10,5
Maj	sdT	16,1	16,0	19,2	16,0	15,2	18,9
	ΔsdT	-1,2	-1,3	1,9	-1,1	-1,9	1,8
	ΣP	47,3	62,9	17,9	33,5	63,5	56,4
	$\Delta\Sigma\text{P}$	-14,7	0,9	-44,1	-29,5	0,5	-6,6
Jun	sdT	20,7	23,3	24,0	20,4	22,7	23,3
	ΔsdT	0,7	3,3	4,0	0,3	2,6	3,2
	ΣP	161,9	23,9	43,6	113,7	72,8	36,1
	$\Delta\Sigma\text{P}$	69,9	68,1	-48,4	33,7	-7,2	-43,9
Jul	sdT	22,4	25,5	25,1	22,2	24,4	24,4
	ΔsdT	0,5	3,6	3,2	0,3	2,5	2,5
	ΣP	77,3	114,4	13,8	61,9	123,8	20,3
	$\Delta\Sigma\text{P}$	15,3	52,4	-48,2	-2,1	59,8	-43,7
Avgust	sdT	23,2	22,2	24,6	23,0	24,1	24,0
	ΔsdT	1,6	0,6	3,0	1,7	2,8	2,7
	ΣP	137,5	46,4	104,0	81,9	66,5	39,0
	$\Delta\Sigma\text{P}$	80,5	-10,6	47,0	25,9	10,5	-17,0
Septembar	sdT	19,1	17,9	16,8	18,7	17,1	16,5
	ΔsdT	2,0	0,8	-0,3	2,1	0,5	-0,1
	ΣP	31,4	16,4	159,0	17,5	27,8	112,1
	$\Delta\Sigma\text{P}$	-20,6	-35,6	107,0	-28,5	-18,2	66,1
Prosek za vegetacioni period	sdT	19,1	19,1	20,1	18,8	18,8	19,6
	ΔsdT	0,8	0,8	1,8	0,7	0,7	1,5
	ΣP	466,5	319,1	392,8	319,8	390,6	299,4
	$\Delta\Sigma\text{P}$	92,5	-54,9	18,8	-35,2	35,6	-55,6

Na lokalitetu Kikinda, u vegetacionom periodu soje, najviše temperature bile su u 2022. godini (za $1,6^{\circ}\text{C}$ iznad proseka), a najmanja količina padavina zabeležena je u 2020. godini ($114,0 \text{ l m}^{-2}$ ispod proseka).

U 2022. godini, imali smo nedostatak padavina u julu i u avgustu u kritičnim mesecima za formiranje mahuna i naliivanje zrna.

Tabela 2. Srednje mesečne temperature (°C), suma padavina (l m⁻²) i odstupanja od višegodišnjih vrednosti na lokalitetima Kikinda i Loznica

Lokalitet Mesec	Godina	Kikinda			Loznica		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022
April	sdT	12,9	9,6	10,9	12,5	9,8	11,3
	ΔsdT	1,1	-2,2	-0,9	0,7	-2,0	-0,5
	ΣP	24,4	22,8	37,7	17,9	61,7	57,8
	ΔΣP	-20,6	-22,2	-7,3	-45,1	-1,3	-5,2
Maj	sdT	16,0	16,0	19,1	15,9	16,2	18,7
	ΔsdT	-1,3	-1,3	1,8	-1,1	-0,8	1,7
	ΣP	28,9	54,5	53,3	75,4	77,6	31,2
	ΔΣP	-26,1	-0,5	-1,7	-12,6	-10,4	-56,8
Jun	sdT	21,0	23,4	23,8	20,2	22,6	23,2
	ΔsdT	0,8	3,2	3,6	0,2	2,6	3,2
	ΣP	73,6	12,6	61,5	208,8	46,0	171,5
	ΔΣP	-4,4	-65,4	-16,5	96,8	-66,0	59,5
Jul	sdT	22,8	25,6	24,9	22,3	24,8	23,9
	ΔsdT	0,6	3,4	2,7	0,5	3,0	2,1
	ΣP	38,0	67,3	10,0	58,5	59,4	68,2
	ΔΣP	-18,0	11,3	-46,0	-26,5	-25,6	-16,8
Avgust	sdT	24,0	22,3	24,5	23,0	22,6	23,3
	ΔsdT	2,3	0,6	2,8	1,6	1,2	1,9
	ΣP	25,7	49,2	80,7	108,3	47,3	123,4
	ΔΣP	-23,3	0,2	-31,7	33,3	-27,7	48,4
Septembar	sdT	19,7	17,5	17,0	18,9	17,9	17,0
	ΔsdT	2,7	0,5	0,0	2,0	1,0	0,1
	ΣP	18,8	14,0	60,2	33,2	18,8	167,0
	ΔΣP	-23,0	-26,0	20,2	-38,8	-53,2	95,0
Prosek za vegetacioni period	sdT	19,4	19,1	20,0	18,8	19,0	19,6
	ΔsdT	1,0	0,7	1,6	0,6	0,8	1,4
	ΣP	209,4	220,4	303,4	502,1	310,8	619,1
	ΔΣP	-113,6	-102,6	-19,6	7,1	-184,2	124,1

U periodu cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna temperature su bile iznad višegodišnjih vrednosti. U 2021. godini, april i maj su bili hladniji, dok su jun i jul topliji u odnosu na prosečne vrednosti. U 2020. godini, temperature po mesecima su bliže višegodišnjim vrednostima, a nedostatak padavina zabeležen je u maju, julu i avgustu.

Na lokalitetu Loznica, u vegetacionom periodu soje najviše temperature bile su u 2022. godini (za 1,4°C iznad proseka), ali i najveća količina padavina (124 l m⁻² iznad proseka), dok je najmanja količina padavina zabeležena u 2021. godini (184,0 l m⁻² ispod proseka). Najviši prinosi soje ostvareni su u 2020. godini, u kojoj su temperature najpribližnije višegodišnjim vrednostima i najpovoljniji raspored padavina. U 2022. godini, junske, julske i avgustovske temperature su znatno iznad proseka što je delovalo stresno na ostvareni prinos soje, ali je efekat visokih temperatura umanjen dovoljnom količinom i pravilnim rasporedom padavina. Najniži prinosi ostvareni su u 2021. godini sa nedostatkom padavina u vegetacionom periodu soje od 184,0 l m⁻², uz izraženi nedostatak padavina u kritičnim mesecima, junu, julu i avgustu.

Za navedene lokalitete, sorte i godine izračunati su proseci, standardna odstupanja od prosečnog prinosa ili standardna devijacija i koeficijenti varijacije. Rezultati su prikazani tabelarno.

Rezultati i diskusija

Na lokalitetu Loznica zabeleženi su najviši prinosi soje u 2020. i 2022. godini, u Somboru u 2021. godini, dok su na lokalitetu Kikinda zabeleženi najniži prinosi. Lokalitet Rimski Šančevi odlikuje srednja visina prinosa u mreži makrogloda soje.

Prosečan prinos ogleda (tab. 3), odnosno prinos za sve lokalitete, sve godine i sve sorte soje iznosio je 2809,2 kg ha⁻¹, sa visokim koeficijentom varijacije od 43,93%, zbog velikih razlika u prinosu sorti između lokaliteta i godina. Posmatrajući prosečne prinose za sve lokalitete, sve godine i pojedine sorte soje uočavamo da se prosečan trogodišnji prinos kretao od 2734,5 kg ha⁻¹ (NS Maximus) do 2908,8 kg ha⁻¹ (NS Hogar). Koeficijenti varijacije bili su visoki zbog razlike u prinosima po lokalitetima i godinama (od 39,59%, NS Maximus do 48,58%, NS Kolos).

Posmatrajući prosečne prinose soje na svim lokalitetima, u pojedinim godinama po pojedinim sortama uočava se da je prinos u 2020. godini

varirao u intervalu od 3624,5 kg ha⁻¹ (NS Apolo) do 3877,3 kg ha⁻¹ (NS Kolos), a koeficijent varijacije od 21,55% (NS Maximus) do 28,13% (NS Apolo).

Tabela 3. Prinosi i koeficijenti varijacije NS sorti soje po godinama i lokalitetima

Lokalitet	Godina	Sorte soje						Prosek godina/ lokalitet
		NS Atlas	NS Maximus	NS Apolo	NS Hogar	Rubin	NS Kolos	
Rimski Šančevi	2020	4185	3554	3492	4331	4051	4228	3973,5
	2021	3039	2254	3521	3070	2883	3184	2991,8
	2022	1549	1308	1201	1400	1035	1044	1256,2
prosek		2924,3	2372,0	2738,0	2933,7	2656,3	2818,7	
Sombor	2020	4387	4271	4542	4387	4275	4547	4401,5
	2021	3530	3175	2915	3625	3314	3402	3326,8
	2022	1329	1795	1404	1363	1222	1280	1398,8
prosek		3082,0	3080,3	2953,7	3125,0	2937,0	3076,3	
Kikinda	2020	2074	2500	2009	2120	2309	2054	2177,7
	2021	2397	2261	1931	2353	2444	1969	2225,8
	2022	709	873	712	775	626	424	686,5
prosek		1726,7	1878,0	1550,7	1749,3	1793,0	1482,3	
Loznica	2020	4425	4595	4455	4670	4470	4680	4549,2
	2021	3013	2800	3456	3142	2655	3727	3132,2
	2022	3084	3428	3867	3670	3791	3704	3590,7
prosek		3507,3	3607,7	3926,0	3827,3	3638,7	4037,0	
Prosek sorte		2810,1	2734,5	2792,1	2908,8	2756,3	2853,6	2809,2
St. devijacija		1175,5	1082,7	1245,0	1245,1	1241,0	1386,4	1234,2
CV		41,83	39,59	44,59	42,84	45,02	48,58	43,93
CV 2020		26,07	21,55	28,13	26,37	22,77	27,48	
CV 2021		13,42	14,81	21,54	14,90	11,43	21,65	
CV 2022		52,39	52,25	68,03	61,41	74,57	77,31	
CV Rimski Š.		36,90	38,82	39,70	40,92	46,74	47,02	
CV Sombor		41,79	32,89	43,38	41,09	43,40	44,00	
CV Kikinda		42,37	38,20	38,30	39,76	46,13	50,54	
CV Loznica		18,52	20,62	10,44	16,56	20,58	11,27	

U 2021. godini prinos se kretao od 2622,5 kg ha⁻¹ (NS Maximus) do 3070,5 kg ha⁻¹ (NS Kolos), a koeficijent varijacije od 11,43% (Rubin) do 21,65% (NS Kolos). U 2022. godini ostvareni su najniži prinosi soje, od 1613 kg ha⁻¹ (NS Kolos) do 1851 kg ha⁻¹ (NS Maximus), uz visoke koeficijente varijacije od 52,25% (NS Maximus) do 77,31% (NS Kolos).

Godina statistički veoma značajno utiče na prinos soje, prvenstveno ovisno o količini, rasporedu padavina i temperaturnim uslovima u vegetacionom periodu (Dozet i sar., 2022), a po podacima Đukić i sar. (2021a), variranje iste sorte po različitim lokalitetima iznosi i preko 1400 kg ha⁻¹ u prosečnoj godini za proizvodnju soje.

Posmatrajući pojedine lokalitete u sve tri godine i po pojedinim sortama, uočava se da je na lokalitetu Rimski Šančevi prinos zrna soje varirao od 2372,0 kg ha⁻¹ (NS Maximus) do 2933,7 kg ha⁻¹ (NS Hogar), a koeficijent varijacije od 36,90% (NS Atlas) do 47,02% (NS Kolos). Na lokalitetu Sombor, prosečan prinos se kretao od 2937,0 kg ha⁻¹ (Rubin) do 3125,0 kg ha⁻¹ (NS Hogar), a koeficijent varijacije od 32,89% (NS Maximus) do 44,00% (NS Kolos). Na lokalitetu Kikinda, prosečan prinos se kretao od 1482,3 kg ha⁻¹ (NS Kolos) do 1878,0 kg ha⁻¹ (NS Maximus), a koeficijent varijacije od 38,20% (NS Maximus) do 50,54% (NS Kolos). Na lokalitetu Loznica, prosečan prinos se kretao od 3507,3 kg ha⁻¹ (NS Atlas) do 4037,0 kg ha⁻¹ (NS Kolos), a koeficijent varijacije od 10,44% (NS Apollo) do 20,62% (NS Maksimus).

Posmatrajući prinos soje na svim lokalitetima u pojedinim godinama, kod svih sorti soje u ogledu uočava se da je u 2020. godini prinos iznosio 3775,5 kg ha⁻¹, a koeficijent varijacije 25,63%, u 2021. godini prinos je bio 2919,2 kg ha⁻¹, a koeficijent varijacije 17,76%, dok je u 2022. godini, sa veoma velikim varijacijama prinosa po lokalitetima, prinos soje iznosio samo 1733,0 kg ha⁻¹, a koeficijent varijacije 64,79% (tab. 4).

Po podacima koje iznose Đukić i sar. (2023), u nepovoljnoj 2022. godini, prinosi sorte soje NS Atlas varirali su po pojedinim lokalitetima od 451 kg ha⁻¹ do 3084 kg ha⁻¹, kod sorte NS Maximus od 383 kg ha⁻¹ do 3428 kg ha⁻¹, kod sorte NS Apollo od 188 kg ha⁻¹ do 3867 kg ha⁻¹, kod sorte NS Hogar od 379 kg ha⁻¹ do 3670 kg ha⁻¹, kod sorte Rubin od 374 kg ha⁻¹ do 3791 kg ha⁻¹ i kod sorte soje NS Kolos od 424 kg ha⁻¹ do 3704 kg ha⁻¹.

Posmatrajući sve sorte na pojedinim lokalitetima i u pojedinim godinama, uočava se da je prinos soje varirao od 686,5 kg ha⁻¹ (Kikinda, 2022. godine) do 4549,2 kg ha⁻¹ (Loznica, 2020. godine).

Tabela 4. Prinosi i koeficijenti varijacije NS sorti soje po lokalitetima i godinama

Lokalitet	Godina	Prosek godina/ lokalitet	St. dev.	CV	Prosek lokalitet	St. dev.	CV
Rimski Sančevi	2020	3973,5	329,4	8,29	2740,5	1165,7	42,54
	2021	2991,8	383,3	12,81			
	2022	1256,2	185,3	14,75			
Sombor	2020	4401,5	111,3	2,53	3042,4	1255,8	41,28
	2021	3326,8	234,0	7,04			
	2022	1398,8	186,4	13,33			
Kikinda	2020	2177,7	172,7	7,93	1696,7	735,4	43,345
	2021	2225,8	203,0	9,12			
	2022	686,5	139,2	20,28			
Loznica	2020	4549,2	103,6	2,28	3757,3	648,4	17,26
	2021	3132,2	367,7	11,74			
	2022	3590,7	264,2	7,36			
Prosek po godinama	2020		3775,5			967,5	25,63
	2021		2919,2			518,6	17,76
	2022		1733,0			1122,9	64,79

Koeficijenti varijacije kretali su se od 2,28% (lokalitet Loznica, 2020. godine) do 20,28% (lokalitet Kikinda, 2022. godine). Najniži prinosi za sve sorte soje ostvareni su na lokalitetu Kikinda u 2022. godini 686,5 kg ha⁻¹, dok su najviši prinosi za sve sorte izuzev NS Apola zabeleženi na lokalitetu Loznica u 2020. godini 4549,2 kg ha⁻¹, a za sortu soje NS Apolo na lokalitetu Sombor u 2020. godini (4542 kg ha⁻¹). Posmatrajući prosečne prinose svih sorti u sve tri godine na pojedinim lokalitetima uočavaju se znatno veće variranje prinosa, od 1696,7 kg ha⁻¹ (lokalitet Kikinda) do 3757,3 kg ha⁻¹ (lokalitet Loznica), a koeficijent varijacije kretao se od 17,26% (lokalitet Loznica) do 43,34% (lokalitet Kikinda).

Prinosi soje u 2022. godini bili su pod snažnim uticajem agroklimatskih uslova, prvenstveno nedostatka i lošeg rasporeda padavina u vremenu (Đukić i sar., 2023).

Zaključak

Na osnovu analiziranih podataka mogu se izvesti sledeći zaključci:

Posmatrajući pojedine sorte soje na svim lokalitetima u sve tri ispitivane godine uočava se visok koeficijent varijacije. dok su u pojedinim godinama niži koeficijenti varijacije u 2020. godini i u 2021. godini i visoki koeficijenti u 2022. godini, što ukazuje na velike oscilacije prinosa po lokalitetima u nepovoljnoj godini za proizvodnju soje.

Posmatrajući prosečne prinose svih sorti soje po pojedinim lokalitetima i pojedinim godinama uočava se nizak koeficijent varijacije prinosa, što ukazuje na slabije variranje prinosa različitih sorti na istom lokalitetu i u istim godinama.

Posmatrajući prosečne prinose svih sorti soje na svim lokalitetima po pojedinim godinama uočava se da je koeficijent varijacije najniži u 2021. godini, a najviši u nepovoljnoj 2022. godini.

Analizirajući pojedine sorte soje u sve tri godine po pojedinim lokalitetima uočava se da lokalitet ima veoma izražen uticaj na koeficijent varijacije prinosa soje.

Zahvalnica

Ova istraživanja je podržalo Ministarstvo za nauku, tehnološki razvoj i inovacije Republike Srbije, grant broj: 451-03-47/2023-01/200032.

Literatura

- Bajagić, M., Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Miladinović, J., Cvijanović, V. (2021). Effects of autumn and spring primary tillage on soybean yield and 1000-grain weight in the agro-ecological conditions of Serbia. *Agro-knowledge Journal* 22(2): 37-47. doi: 10.7251/AGREN2202037B
- Bajagić, M., Đukić, V., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Miladinović, J., Randelović, P. (2022). Uticaj vremena osnovne obrade i folijarne prihrane na prinose soje. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 3. novembar 2022., str. 305-313.

- Cvijanović, M. (2017). Efekat niskofrekventnog elektromagnetnog polja i bioloških komponenti na prinos i kvalitet semena u održivoj proizvodnji soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- 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.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, CHAPTER 1 FROM THE BOOK - Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI GLOBAL BOOK USA, 1-22.
- Dozet, G., Đurić, N., Cvijanović, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Miladinov, Z., Vasiljević, M. (2019). Uticaj broja biljaka po jedinici površine na neke morfološke osobine soje. Zbornik radova, Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja – Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine“, Bačka Topola, Srbija, 18. oktobar 2019., str. 121-128.
- Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Cvijanović, G., Jakšić, S., Kandelinskaja, O. (2022). Uticaj folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnih mikroorganizama na prinos soje. Zbornik radova, XXVII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 25-26 mart, 2022., str. 111-116.
- Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoređu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- 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. doi: 10.5937/ratpov1101137D
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova, 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, 19-23. jun 2017., str. 67-73.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje. Zbornik referata, 52. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 1. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, Srbija, 21-27. januar 2018., str. 34-44.

- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Merkulov-Popadić, L. (2018a). Hemijski sastav zrna novih NS sorti soje. *Uljarstvo* 49(1): 5-10.
- Đukić, V., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Miladinov, Z., Dozet, G., Petrović, K., Čeran, M. (2019). Efekat folijarnih tretmana na prinos soje. *Zbornik naučnih radova*, 33. Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25(1-2): 165-172.
- Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov Mamlić, Z., Čeran M., Đalović, I., Dozet, G., Kostić, M. (2021). Prinos i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleda 2020. godine. *Zbornik radova*, 62. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Crna Gora, 27. jun-02. jul 2021., str. 77-83.
- Đukić, V., Miladinović, J., Stojanović, D., Miladinov Mamlić, Z., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, V. (2021a). Kvalitet novopriznatih NS sorti soje u 2021. godini. *Zbornik radova*, 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Crna Gora, 26. jun-01. jul 2022., str. 49-55.
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Marinković, J., Jaćimović, S. (2022): Prinos i kvalitet NS sorti soje u mreži makroogleda 2021. godine. *Zbornik radova*, 63. Savetovanje industrije ulja „Proizvodnja i prerada uljarica“ sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Crna Gora, 27. jun-02. jul 2021., str. 85-92.
- Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Marinković, J., Jaćimović, S., Ilić, A., Valan, D. (2023). Soja u 2022. godini. *Zbornik referata*, 57. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 3. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, Srbija, 30. januar-03. februar 2023., str. 26-33.
- Miladinov, Z., Dozet, G., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Ilić, A., Čobanović, L., Đorđević, V. (2019): Povećanje prinosa soje međurednom kultivacijom useva. *Zbornik naučnih radova*, 33. Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25(1-2): 157-164.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Šukić, V., Đorđević, V. (2013). Soja u 2012. godini. *Zbornik radova*, 47. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, Srbija, 03-09. februar 2013., str. 79-86.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2017). Soja u 2016. godini. *Zbornik referata*, 51. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), Zlatibor, Srbija, 22-28. januar 2017., str. 11-20.

**EFEKAT PRIMENE BIOKOMPLEKSA NA BAZI LEKTINA NA
PRINOS I KVALITET SOJE**

**APPLICATION OF LECTIN-BASED BIOCOMPLEX ON THE
YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN**

Olga Kandelinskaja¹, Elena Grišćenko¹, Dragana Miljaković², Jelena
Marinković², Sanja Vasiljević², Vojin Đukić², Nenad Đurić³

¹*Institut eksperimentalne botanike „V.F.Kuprevič“, Nacionalne akademije
nauka Belorusije, Minsk, Belorusija,*

²*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*

³*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

Autor za korespondenciju: okandy@yandex.ru

Izvod

Pokazalo se da je zajednička primena biođubriva NS Nitragin, koji se koristi u Srbiji za inokulaciju semena mahunarki i ekološki bezopasnog biokompleksa koji smo razvili, imala sinergističko stimulativan efekat na proces nodulacije, azotofiksirajuću aktivnost kvržica na korenu i prinos dve sorte soje srpske selekcije u zemljišno-klimatskim uslovima Srbije. U planu je da se razmotre mogući mehanizmi postignutog efekta efikasnih kombinacija NS Nitragina i biokompleksa u tehnologiji gajenja soje i izgledi za njihovu praktičnu primenu u Belorusiji i Srbiji.

Ključne reči: biođubrivo, biokompleks, NS Nitragin, prinos, soja

Abstract

It was shown that the joint application of biofertilizer NS Nitragin, which is used in Serbia for the inoculation of legume seeds and the ecologically harmless biocomplex that we developed, had a synergistic stimulating effect on the nodulation process, the nitrogen-fixing activity of root nodules and the yield of two Serbian selection soybean varieties in soil - climatic conditions of Serbia. The plan is to consider possible

mechanisms of the achieved effect of effective combinations of NS Nitragin and biocomplexes in soybean cultivation technology and prospects for their practical application in Belarus and Serbia.

Key words: biofertilizer, biocomplex, NS Nitragin, yield, soybean

Uvod

Primena novih tehnologija i tehnoloških postupaka u konvencionalnoj i organskoj biljnoj proizvodnji ključ je povećanja produktivnosti i kvaliteta gajenih biljaka. Vodeni ekstrakti biljnog materijala se sve više koriste u proizvodnji biljaka, cvečarstvu, povrtarstvu, ali i u ratarstvu (Đukić i sar., 2021). Pored hranjivih materija, ovakvi proizvodi sadrže i aktivne materije rasta koje pozitivno deluju na rast i razviće biljaka. Naučni radnici Instituta eksperimentalne botanike iz Belorusije stvorili su biokompleks na bazi lektina soje i hormona brasinosteroida koji pozitivno utiču na nodulaciju i efikasnost kvržičnih bakterija, povećavajući fiksaciju azota i indirektno prinos soje (Kandelinskaja i sar., 2019).

Predsetvena inokulacija semena soje mikrobiološkim preparatom NS Nitragin u trogodišnjim istraživanjima dovela je do povećanja prinosa za prosečno 9,03% (po godinama od 5,3% do 16,2%) (Miladinov i sar., 2018). Prema podacima Cvijanović i sar. (2022), rezultati dvogodišnjeg oglada sa šest sorti soje različitih grupa zrenja pokazali su da inokulacija semena statistički veoma značajno povećava prinos (u proseku za sve sorte i dve godine 7,4%, a u rasponu od 4,3% do 11,2%). Primena NS Nitragina, u uslovima Belorusije, povećala je prinos kod sorte soje Favorit za 3,0%, a kod sorte NS Kaća za 5,2%, a u uslovima Srbije 6,4% kod sorte Favorit i 4,4% kod sorte soje NS Kaća. Primena NS Nitragina i Biokompleksa u uslovima Belorusije povećala je prinos sorte soje Favorit za 14,5% i kod sorte NS Kaća za 27,0%, a povećanje prinosa u uslovima Srbije iznosilo je 18,6% kod sorte Favorit i 12,8% kod sorte NS Kaća (Kandelinskaja i sar., 2019). Upotreba biokompleksa na bazi lektina graška i steroidnog fitohormona epibrasinolida doprinosi povećanju prinosa graška preko stimulacije azotofiksirajuće aktivnosti kvržičnih bakterija *Rhizobium leguminosarum Viciae* (Kandelinskaja i sar., 2022).

Za postizanje visokih prinosa soje, zaoravanje žetvenih ostataka preduseva i primena inokulacije semena mikrobiološkim preparatom NS Nitragin moraju biti osnovne agrotehničke mere u proizvodnji soje

(Miladinov i sar., 2018). Lokalitet gajenja, kao i pojedine godine, imaju veći uticaj na variranje prinosa, sadržaja proteina i ulja u zrnu soje u odnosu na različite sorte soje (Đukić i sar., 2017). Godina sa svojim klimatskim specifičnostima, prvenstveno količinom i rasporedom padavina i temperaturnim oscilacijama u odnosu na višegodišnje proseke ima veoma izražen uticaj na visinu ostvarenog prinosa soje (Bajagić i sar., 2022; Dozet i sar., 2022).

Cilj ovih istraživanja je sagledavanje uticaja biokompleksa stvorenog u Belorusiji u kombinaciji sa NS Nitraginom stvorenim u Srbiji na prinos i kvalitet ranih genotipova soje i mogućnost praktične primene u tehnologiji gajenja soje u Belorusiji i Srbiji.

Materijal i metod rada

Kako bi se ispitala mogućnost poboljšanja produktivnosti leguminoza unapređenjem kvaliteta postojećih preparata za inokulaciju semena, postavljen je ogled sa dve veoma rane sorte soje Favorit i NS Kaća, na eksperimentalnim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima. Odabrane su dve veoma rane sorte soje kako bi se identični ogledi sprovedi u Srbiji i Belorusiji. Varijante ogleda bile su: kontrola, sa inokulacijom NS Nitraginom, kao standardnom agrotehničkom merom u proizvodnji soje i inokulacija NS Nitraginom sa dodatkom biokompleksa na bazi fitolektina soje i steroidnog fitohormona epibrasinolida (odnos NS Nitragina i biokompleksa 1:1). NS Nitragin za soju sadrži smešu visokoefektivnih sojeva *Bradyrhizobium japonicum*, dok su fitolektini izolovani iz biljnog materijala soje hromatografskim metodama. Sojevi *Bradyrhizobium japonicum*, pojedinačno i u smeši sa biokompleksom, naneti su na sterilni nosač treset. Inokulacija je izvršena neposredno pre setve, mešanjem navedenih tretmana sa vodom i njihovim ravnomernim nanošenjem na seme. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, sa veličinom osnovne parcelice od 10 m².

Biokompleks na bazi lektina projekat je stručnjaka Instituta za eksperimentalnu botaniku Nacionalne akademije nauka Belorusije, Minsk u saradnji sa Odsekom za mikrobiološke preparate Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada, a kao rezultat ovog projekta u Belorusiji je registrovan patent broj 23639 pod nazivom Biokompleks za predsetveni tretman semena soje, dana 28.12.2021. godine.

Tokom vegetacije, primenjene su standardne agrotehničke mere za proizvodnju soje, a nakon žetve izmereni su uzorci i vlaga zrna i obračunat prinos po jedinici površine. U laboratoriji Odeljenja za soju izmeren je sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. U ovom radu analiziran je deo rezultata, odnosno samo rezultati dobijeni na lokalitetu Rimski Šančevi. Rezultati su prikazani tabelarno.

Rezultati i diskusija

Temperature i padavine za godine istraživanja i lokalitet Rimski Šančevi prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature i padavine u vegetacionom periodu soje

Mesec	Srednje mesečne temperature (°C)			Padavine (l m ⁻²)		
	2019	2020	Prosek 1964-2018	2019	2020	Prosek 1964-2018
IV	13,4	12,9	11,8	54,1	11,1	47,6
V	14,7	16,1	17,0	147,6	47,3	67,6
VI	23,2	20,7	20,1	63,7	161,9	88,6
VII	23,3	22,4	21,8	21,0	77,3	66,7
VIII	24,4	23,2	21,4	79,1	137,5	58,1
IX	18,2	19,1	17,0	53,1	31,4	47,8
Prosek/ Suma	19,5	19,1	18,2	418,6	466,5	376,4

Prosečne temperature u vegetacionom periodu soje u obe godine (tab. 1) bile su iznad višegodišnjeg proseka (18,2°C), 19,5°C u 2019. godini i 19,1°C u 2020. godini. U obe godine aprilske (13,4°C i 12,9°C), junske (23,2°C i 20,7°C), julske (23,3°C i 22,4°C) i avgustovske temperature (24,4°C i 23,2°C) bile su iznad višegodišnjeg proseka (april 11,8°C, jun 17,0°C, jul 21,8°C, avgust 21,4°C), dok su majske temperature (14,7°C i 16,1°C) bile ispod višegodišnjeg proseka (17,0°C).

Prosečna količina padavina u vegetacionom periodu soje u 2019. godini i 2020. godini (418,6 l m⁻² i 466,5 l m⁻²) bila je iznad višegodišnjeg proseka (376,4 l m⁻²). Nedostatak padavina u 2019. godini bio je izražen u drugoj i trećoj dekadi juna i julu, a u 2020. godini u aprilu, maju i početkom juna. Veće količine padavina u vegetativnim fazama razvoja dovode do bujnog

porasta nadzemne mase biljaka i razvoju korenovog sistema u površinskom delu zemljišta, a takve biljke izrazito nepovoljno reaguju na nedostatak vode u drugom delu vegetacionog perioda (Đukić i sar., 2018).

Upoređujući vremenske uslove sa ostvarenim prinosisima možemo uočiti da je 2020. godina bila znatno povoljnija za proizvodnju soje, a upravo u ovoj godini su zabeležene najviše količine padavina tokom vegetacionog perioda uz najniže temperature tokom juna i jula, u fazi cvetanja i formiranja mahuna. Nedostatak padavina u vegetacionom periodu i veoma visoke temperature tokom juna i jula dovode do značajnog smanjenja prinosa soje (Đukić i sar., 2022).

Uticaj primene biokompleksa na prosečne prinose dve sorte soje tokom dve godine istraživanja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Uticaj biokompleksa na prinos soje (kg ha^{-1})

Godina (A)	Sorta (B)	Tretmani (C)		Prosek AxB	Prosek A		
		Kontrola	Biokompleks				
2019	Favorit	2006	2237	2121,5	2329,3		
	NS Kaća	2440	2634	2537,0			
	Prosek AxC	2223,0	2435,5				
2020	Favorit	2428	2735	2581,5	3264,8		
	NS Kaća	3725	4172	3948,0			
	Prosek AxC	3076,5	3453,0	Prosek B			
Prosek BxC	Favorit	2217,0	2486,0	2351,5			
	NS Kaća	3082,5	3402,5	3242,5			
Prosek C		2649,8	2944,3	Prosek ogleđa	2797,0		
LSD	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	242,4	223,7	201,0	231,4	226,6	213,4	264,3
5%	168,1	151,2	129,8	159,5	153,9	141,2	190,6

Prosečan prinos soje u 2020. godini ($3264,8 \text{ kg ha}^{-1}$) statistički je veoma značajno viši u odnosu na prinos u 2019. godini ($2329,3 \text{ kg ha}^{-1}$).

Sorta soje NS Kaća ($3242,5 \text{ kg ha}^{-1}$) u proseku za dve godine istraživanja ostvarila je statistički veoma značajno viši prinos zrna u odnosu na sortu soje Favorit ($2351,5 \text{ kg ha}^{-1}$).

Primena biokompleksa na bazi fitolektina ($2944,3 \text{ kg ha}^{-1}$) statistički je veoma značajno povećala prinos soje u odnosu na kontrolnu varijantu ($2649,8 \text{ kg ha}^{-1}$), a procentualno povećanje prinosa iznosilo je 11,1%.

U obe godine istraživanja sorta NS Kaća ostvarila je statistički veoma značajno viši prinos zrna po jedinici površine u odnosu na sortu soje Favorit (prinos sorte NS Kaća u 2019. godini iznosio je $2537,0 \text{ kg ha}^{-1}$, a prinos sorte Favorit $2121,5 \text{ kg ha}^{-1}$, dok je prinos sorte NS Kaća u 2020. godini iznosio $3948,0 \text{ kg ha}^{-1}$, a prinos sorte Favorit $2581,5 \text{ kg ha}^{-1}$).

Primenom biokompleksa u 2019. godini povećanje prinosa iznosilo je 9,6% ($2435,5 \text{ kg ha}^{-1}$ na varijanti sa primenom biokompleksa i $2223,0 \text{ kg ha}^{-1}$ na kontrolnoj varijanti) i ovo povećanje prinosa bilo je statistički značajno. U 2020. godini povećanje prinosa primenom biokompleksa iznosilo je 12,2% ($3453,0 \text{ kg ha}^{-1}$ na varijanti sa primenom biokompleksa i $3076,5 \text{ kg ha}^{-1}$ na kontrolnoj varijanti) i povećanje prinosa bilo je statistički veoma značajno.

U proseku za obe godine istraživanja primena biokompleksa je povećala prinos soje kod sorte Favorit za 12,1% ($2486,0 \text{ kg ha}^{-1}$ pri primeni biokompleksa i $2217,0 \text{ kg ha}^{-1}$ na kontrolnoj varijanti) i kod sorte soje NS Kaća za 10,4% ($3402,5 \text{ kg ha}^{-1}$ na varijanti ogleđa sa primenom biokompleksa i $3082,5 \text{ kg ha}^{-1}$ na kontrolnoj varijanti ogleđa). Povećanje prinosa kod obe sorte bilo je statistički veoma značajno.

Prinosi soje u istoj godini, kod iste sorte i pri različitim tretmanima pokazuju da je primena biokompleksa u 2019. godini kod sorte Favorit (2237 kg ha^{-1}) povećala prinos za 11,5% u odnosu na kontrolnu varijantu (2006 kg ha^{-1}), a ovo povećanje bilo je statistički značajno.

Kod sorte soje NS Kaća primena biokompleksa (2634 kg ha^{-1}) povećala je prinos zrna za 8,0% u odnosu na kontrolu (2440 kg ha^{-1}) i ovo povećanje bilo je statistički značajno.

Kod sorte soje Favorit u 2020. godini primena biokompleksa (2735 kg ha^{-1}) povećala je prinos za 12,6% u odnosu na kontrolu (2428 kg ha^{-1}), a povećanje prinosa bilo je statistički veoma značajno.

Kod sorte soje NS Kaća primena biokompleksa (4171 kg ha^{-1}) povećala je prinos za 12,0% u poređenju sa kontrolnom varijantom (3725 kg ha^{-1}) i povećanja prinosa bilo je statistički veoma značajno.

Prosečne vrednosti sadržaja proteina i sadržaja ulja po godinama i prosečno za obe godine istraživanja (tab. 3) prikazuju da primena biokompleksa kod obe sorte soje povećava i sadržaj proteina i sadržaj ulja

u zrnu soje, odnosno može se reći da se primenom biokompleksa povećava kapacitet u zrnu soje za nakupljanje hranjivih materija.

Tabela 3. Uticaj biokompleksa na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje (%)

Godina	Sorta	Sadržaj proteina		Sadržaj ulja	
		kontrola	biokompleks	kontrola	biokompleks
2019	Favorit	43,19	43,23	20,77	20,84
	NS Kaća	45,74	45,75	19,58	19,60
2020	Favorit	43,37	43,54	20,21	20,29
	NS Kaća	45,82	46,03	18,76	18,98
Prosek	Favorit	43,28	43,38	20,49	20,57
2019-2020	NS Kaća	45,78	45,89	19,17	19,29

Uzimajući u obzir slične podatke, koje smo dobili u različitim godinama na sortama soje beloruske selekcije i zemljišno-klimatskim uslovima Belorusije, može se zaključiti da lektin soje učestvuje u formiranju i regulaciji efektivnosti simbioze mahunarki i rizobijuma, odnosno između simbiotskih bakterija roda *Bradyrhizobium japonicum* i biljaka soje i doprinosi povećanju njihove produktivnosti.

Tabela 4. Uticaj biokompleksa na prinos proteina i ulja u zrnu soje (kg ha⁻¹)

Godina	Sorta	Prinos proteina		Prinos ulja	
		kontrola	biokompleks	kontrola	biokompleks
2019	Favorit	866,4	967,1	416,6	466,2
	NS Kaća	1116,1	1205,1	477,8	516,3
2020	Favorit	1053,0	1190,8	490,7	554,9
	NS Kaća	1706,8	1920,4	698,8	791,8
Prosek	Favorit	959,7	1078,9	453,7	510,6
2019-2020	NS Kaća	1411,4	1562,7	588,3	654,1

Posmatrajući dvogodišnje proseke, primećuje se da sorta soje NS Kaća daje znatno veće prinose proteina (1411,4 kg ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti i 1562,7 kg ha⁻¹ na varijanti sa primenom biokompleksa) i prinose ulja po jedinici površine (588,3 kg ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti i 654,1 kg ha⁻¹ na varijanti sa primenom biokompleksa) u odnosu na sortu Favorit (prinos proteina 959,7 kg ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti i 1078,9 kg ha⁻¹ na varijanti sa primenom biokompleksa, prinos ulja 453,7 kg ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti i 510,6 kg ha⁻¹ na varijanti sa primenom biokompleksa).

Primena biokompleksa značajno je povećala prinos proteina i prinos ulja kod obe sorte soje.

Zaključak

Na osnovu analiziranih podataka mogu se izvesti sledeći zaključci:

Upotreba biokompleksa na bazi fitolektina soje stimuliše simbiozu kvržičnih bakterija iz roda *Bradyrhizobium japonicum* i korena biljaka soje, što se odražava na statistički značajno povećanje prinosa.

Primena biokompleksa ima pozitivan uticaj na nakupljenje hranjivih materija u zrnu soje, povećavajući sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu, a povećanjem prinosa zrna soje i sadržaja proteina i ulja u zrnu povećava se i prinos proteina i ulja po jedinici površine.

Ovaj ekološki bezopasan stimulator rasta biljnog porekla ima pozitivan uticaj na visinu prinosa soje u različitim zemljišno-klimatskim uslovima i moguća je njegova praktična primena u proizvodnji soje u Belorusiji i Srbiji u cilju povećanja produktivnosti i kvaliteta zrna soje.

Zahvalnica

Ova istraživanja su finansirana od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Evidencioni broj: 451-03-47/2023-01/ 200216).

Literatura

- Bajagić, M., Đukić, V., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Miladinović, J., Ranđelović, P. (2022). Uticaj vremena osnovne obrade i folijarne prihrane na prinos soje. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 3. novembar 2022., str. 305-313.
- Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Cvijanović, G., Jakšić, S., Kandelinskaja, O. (2022). Uticaj folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnih mikroorganizama na prinos soje. Zbornik radova, XXVII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 25-26. mart 2022., str. 111-116.

- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinov, Z., Vidić, M., Tatić, M., Dozet, G., Cvijanović, G. (2017). Kvantitativna i kvalitativna analiza NS sorti soje različitih grupa zrenja. Zbornik radova, 58. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, 19-23. jun 2017., str. 67-73.
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Kandelinskaja, O., Miljaković, D. (2021). Uticaj vodenog ekstrakta banane i koprive sa gavezom na prinos soje. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021., str. 285-292.
- Cvijanović, G., Đukić, V., Bajagić, M., Stepić, V., Cvijanović, V., Đurić, N., Dozet, G. (2022). Uticaj inokulacije semena NS Nitraginom na prinos soje. Zbornik radova, XXVII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 25-26. mart 2022., str. 27-32.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Tatić, M., Cvijanović, G., Cvijanović, M., Marinković, J. (2018). Uticaj zaoravanja žetvenih ostataka na povećanje prinosa soje. Zbornik radova, XXIII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 09-10. mart 2018., str. 39-44.
- Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Randelović, P., Vasiljević, M., Plić, A., Valan, D., Merkulov Popadić, L. (2022). Soja u 2021. godini, Zbornik referata, 56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije i 2. Savetovanje agronoma Srbije Republike Srpske, Zlatibor, Srbija, 30. januar-03. februar 2022., str. 69-77.
- Канделинская, О.Л., Грищенко, Е.Р., Картыжова, Л.Е., Антохина, С.П., Хрипач, В.А., Жабинский, В.Н., Бйелич, Д., Маринкович, Й., Джукич, В., Василевич, С., Васич, М., Савич, А. (2019). Регуляция эффективности бобово-ризобияльного симбиоза на примере сои сербской селекции в почвенно-климатических условиях Беларуси и Сербии. Вестник фонда фундаментальных исследований 4: 115-121.
- Канделинская, О.Л., Грищенко, Е.Р., Горецкий, Д.В., Картыжова, Л.Е., Хрипач, В.А., Жабинский, В.Н., Василевич, С., Катански, С., Джукич, В., Миляковић, Д., Антохина, С.П. (2022). Влияние NS-нитрагина и биоконплекса на основе лектина гороха и элибрасинолида на продуктивность генотипов гороха (*Pisum sativum* L.) сербской селекции в почвенно-климатических условиях Беларуси. Вестник фонда фундаментальных исследований 1: 132-141.
- Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, M. (2018). Uticaj NS Nitragina i zaoravanja žetvenih ostataka na prinos soje. Zbornik radova, 1. Domaći naučni skup „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji – stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Vačka Topola, Srbija, 26. oktobar 2018., str. 108-114.

UTICAJ EM AKTIVA NA PRINOS I MORFOLOŠKE OSOBINE SOJE

INFLUENCE OF EM ACTIVITIES ON THE YIELD AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOYBEAN

Gorica Cvijanović¹, Asma Abdurhman², Abduladim Eltreki², Marija Bajagić³,
Nenad Đurić⁴, Zlatica Mamlić⁵, Vojin Đukić⁵

¹Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, BIH,

²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola

³Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, BIH

⁴Institut za povrtarstvo, Smedersevska Palanka

⁵Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku
Srbiju, Novi Sad

Autor za korespondenciju: cvijagor@yahoo.com

Izvod

Intenzivna biljna proizvodnja podrazumeva primenu novih tehnologija u cilju povećanja prinosa i kvaliteta biljnih proizvoda. Primena preparata na bazi efektivnih mikroorganizama EM Aktiv u proizvodnji soje statistički veoma značajno povećava prinos i ima statistički veoma značajan pozitivan uticaj na pojedine morfološke osobine biljaka poput visine biljke, broja mahuna i mase zrna po biljci, kao i mase 1000 semena.

Ključne reči: soja, efektivni mikroorganizmi, EM Aktiv, prinos, morfološke osobine

Abstract

Intensive plant production implies the application of new technologies with the aim of increasing the yield and quality of plant products. The use of preparations based on effective microorganisms EM Aktiv in soybean production significantly increases the yield and has a statistically significant positive effect on certain morphological characteristics of plants

such as plant height, number of pods and weight of grains per plant, as well as weight of 1000 grains.

Key words: soybean, effective microorganisms, EM Aktiv, yield, morphological characteristics

Uvod

Održiva poljoprivredna proizvodnja predstavlja zlatnu kariku za razvoj savremene civilizacije, gde su sadašnjost i budućnost uslovljene odnosom prema proizvodnji hrane (Cvijanović i sar., 2022). Primena mineralnih đubriva u poljoprivrednoj proizvodnji dovela je do značajnih povećanja prinosa gajenih biljaka, a u cilju povećanja prinosa i kvaliteta proizvoda sve više se primenjuju folijarni tretmani različitim hranivima i aktivnim materijama (Miladinov i sar., 2018). Tečni preparat sa efektivnim mikroorganizmima (EM aktiv) primenjuje se pre setve za tretman zemljišta i folijarno i ovaj preparat pospešuje klijavost semena, bujnost korena, utiče pozitivno na cvetanje, formiranje i razvoj plodova i poboljšava plodnost zemljišta (Szymanski i sar., 2003). Efektivni mikroorganizmi, pored azotofiksacije, mineralizacije organskih oblika fosfora u zemljištu sintetišu aktivne materije fermente, aminokiseline, vitamine, fungicidne materije koje direktno ili indirektno utiču na rast i razvoj biljaka (Cvijanović M., 2017). Po podacima Cvijanović i sar., 2021 primena preparata EM Aktiv u proizvodnji pasulja dovodi do povećanog broja osnovnih parametara koji utiču na sveukupnu plodnost zemljišta i povećan sadržaj azota u zrnu. Visina biljaka soje zavisi od uslova godine, a ove vrednosti se povećavaju sa primenom NPK đubriva i preparata EM Aktiv (Abduladim, 2020). Godina sa svojim klimatskim specifičnostima, prvenstveno količini i rasporedu padavina i temperaturnim oscilacijama u odnosu na višegodišnje proseke ima veoma izražen uticaj na visinu ostvarenog prinosa soje (Bajagić i sar., 2022).

Cilj ovih istraživanja je ispitivanje uticaja preparata EM Aktiv na prinos i neke morfološke osobine soje u različitim godinama.

Materijal i metode rada

U trogodišnjim istraživanjima analiziran je uticaj mikrobiološkog preparata EM Aktiv na prinos i morfološke osobine soje. Istraživanja su vršena na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu na visokoprinosnoj sorti soje iz I grupe zrenja NS Apolo. Varijante ogleda su bile kontrola i varijanta sa folijarnom primenom mikrobiološkog preparata na bazi efektivnih mikroorganizama pod trgovačkim nazivom EM Aktiv. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, sa veličinom osnovnih parcelica od 10 m² (četiri reda soje, dužine pet metara). Preparat EM Aktiv unesen je predsetveno u zemljište u količini 20 litara po hektaru sa količinom vode od 300 litara po hektaru, dok je jedan folijarni tretmana vršen sa količinom preparata od 5 litara po hektaru uz količinu vode od 300 litara po hektaru u fazi intenzivnog porasta biljaka pre cvetanja biljaka soje. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti sa svake parcelice uzeto je po deset biljaka za morfološke analize, a nakon žetve vršeno je merenje mase uzoraka i vlaga zrna, na osnovu čega je izračunat prinos po jedinici površine. Od morfoloških analiza vršeno je merenje visine nadzemnog dela biljaka, brojanje mahuna po biljci, merena je masa zrna po biljci i određivana je masa 1000 zrna. Rezultati su prikazani tabelarno.

Rezultati i diskusija

Trogodišnje vrednosti srednjih mesečnih emperatura i padavina prikazani su u tabeli 1.

Prosečne temperature u vegetacionom periodu soje u sve tri godine bile su iznad višegodišnjeg proseka (18,2°C). U 2019. godini razlika je bila za 1,3°C u 2020. godini 0,9°C i u 2021. godini 1,0°C. U sve tri godine istraživanja aprilske, junske, julske, avgustovske i septembarske temperature bile su iznad višegodišnjeg proseka. U 2019. godini za 1,6°C, 3,1°C, 1,5°C, 3,0°C i 1,2°C, u 2020. godini za 1,1°C, 0,6°C, 0,6°C, 1,8°C, 0,9°C, dok su u 2021. godini prosečne dnevne tempeature bile za 3,2°C 3,7°C, 0,8°C, 1,5°C iznad višegodišnjeg proseka, što je rezultiralo višim prosečnim temepaturama za vegetacioni period soje u isputivanom periodu.

Majske temperature u sve tri godine istraživanja bile su niže od višegodišnjeg proseka i to u 2019. za 2,3°C, u 2020. za 0,9°C i u 2021. godini za 1,0°C.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature i padavine u vegetacionom periodu soje (Rimski Šančevi)

Mesec	Srednje mesečne temperature (°C)				Padavine (l m ⁻²)			
	2019	2020	2021	\bar{x} 1964- 2018	2019	2020	2021	\bar{x} 1964- 2018
IV	13,4	12,9	9,6	11,8	54,1	11,1	55,1	47,6
V	14,7	16,1	16,0	17,0	147,6	47,3	62,9	67,6
VI	23,2	20,7	23,3	20,1	63,7	161,9	23,9	88,6
VII	23,3	22,4	25,5	21,8	21,0	77,3	114,4	66,7
VIII	24,4	23,2	22,2	21,4	79,1	137,5	46,4	58,1
IX	18,2	19,1	18,5	17,0	53,1	31,4	16,4	47,8
Prosek/ Suma	19,5	19,1	19,2	18,2	418,6	466,5	319,1	376,4

Prosečna količina padavina u vegetacionom periodu soje u 2019. godini (418,6 l m⁻²) bila je veća za 42,2 l m⁻², a u 2020. godini (466,5 l m⁻²) za 90,1 l m⁻² u odnosu na višegodišnji prosek (376,4 l m⁻²), dok je u 2021. godini bilo manje padavina za 57,3 l m⁻² u odnosu na višegodišnje vrednosti. Nedostatak padavina u 2019. godini bio je izražen u drugoj i trećoj dekadi juna i julu, dok je u maju zabeleženo 147,6 l m⁻² padavina, znatno iznad višegodišnjeg proseka (67,6 l m⁻²). U 2020. godini nedostatak padavina zabeležen je u aprilu, maju i početkom juna, dok je u 2021. godini nedostatak padavina zabeležen u junu, prvoj polovini jula, prve dve dekade avgusta i u septembru. U 2020. godini znatno više padavina od višegodišnjeg proseka zabeleženo je u junu (161,9 l m⁻²) i avgustu (137,5 l m⁻²), dok je u 2021. godini u julu zabeležena količina padavina od 114,4 l m⁻².

Upoređujući vremenske uslove u pojedinim godinama sa ostvarenim prinosima možemo uočiti da je 2020. godina bila najpovoljnija za proizvodnju soje, sa najvišim količinama padavina u vegetacionom periodu soje i najnižim temperaturama tokom juna i jula, u fazi cvetanja soje i formiranja mahuna. Najnepovoljnija godina za proizvodnju soje bila je 2021. godina, sa najmanjom količinom padavina u vegetacionom

periodu i veoma visokim temperaturama tokom juna i jula što je dovelo do značajnog smanjenja prinosa (Đukić i sar., 2022).

Prosečan prinos soje u trogodišnjem istraživanju prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečan prinos soje i povećanje prinosa primenom preparata EM Aktiv

Godina (A)	Tretmani (B)		Prosek (A)	% povećanje prinosa
	Kontrola	EM Aktiv		
2019	2947	3124	3035,5	6,01
2020	4213	4585	4399,0	8,83
2021	2475	2800	2637,5	13,13
Prosek (B)	3211,7	3503,0		9,32
LSD	A	B	AxB	
0,1	277,06	205,24	226,18	
0,5	168,15	111,30	130,73	

Posmatrajući prosečne prinose po godinama uočava se da je najviši prinos soje u ogledu ostvaren u 2020. godini, koja je sa klimatskim karakteristikama bila najpovoljnija za proizvodnju soje ($4399,0 \text{ kg ha}^{-1}$), a najniži prinos 2021. godine, sa izraženim sušnim periodom koji je uticao na smanjenje prinosa soje ($2637,5 \text{ kg ha}^{-1}$). Između prinosa u sve tri godine postojale su statistički veoma značajne razlike.

Posmatrano po tretmanima uočava se da je primena preparata EM Aktiv doprinela statistički veoma značajnom povećanju prinosa soje ($3503,0 \text{ kg ha}^{-1}$) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda ($3211,7 \text{ kg ha}^{-1}$).

Posmatrajući istu godinu, a različite tretmane uočava se da je primena preparata na bazi efektivnih mikroorganizama EM Aktiv u 2020. godini i 2021. godini dovela do statistički veoma značajnog povećanja prinosa soje (u 2020. godini 4213 kg ha^{-1} na kontrolnoj varijanti i 4585 kg ha^{-1} pri primeni preparata EM Aktiv i u 2021. godini 2475 kg ha^{-1} na kontrolnoj varijanti ogleda i 2800 kg ha^{-1} kod primene preparata EM Aktiv). U 2019. godini primena preparata EM Aktiv dovela je do statistički značajnog povećanja prinosa soje (2947 kg ha^{-1} na kontrolnoj varijanti i 3124 kg ha^{-1} pri primeni preparata EM Aktiv).

Procentualno povećanje prinosa primenom preparata EM Aktiv u proseku za sve tri godine ispitivanja iznosilo je 9,32%, a po godinama je iznosilo 6,01%, odnosno 8,83% u povoljnijim godinama za proizvodnju soje (2019. godina i 2020. godina) i 13,13% u izuzetno nepovoljnoj godini

za proizvodnju soje sa izraženim stresnim uslovima izazvanih sušom, kao što je bila 2021. godina.

Uticaj preparata EM Aktiv na neke morfološke osobine soje

Tabela 3. Uticaj preparata EM Aktiv na pojedine morfološke osobine biljaka soje

Godina	Visina biljaka		Broj mahuna		Masa zrna		M1000	
	K	EM A	K	EM A	K	EM A	K	EM A
2019	74,5	81,5	28,4	32,6	16,8	19,4	150,2	152,8
2020	82,6	90,3	45,7	50,4	21,0	21,5	168,3	169,8
2021	69,5	72,5	26,2	30,2	14,2	17,4	137,3	141,3
Prosek	75,5	81,4	33,4	37,7	17,3	19,5	151,9	155,9
LSD	B	AxB	B	AxB	B	AxB	B	AxB
0,1	4,29	3,99	3,42	3,19	2,11	1,99	4,03	3,95
0,5	3,16	2,86	2,30	2,14	1,58	1,44	2,63	2,56

Posmatrajući prosečne trogodišnje vrednosti za visinu biljaka uočava se da je primena preparata EM Aktiv statistički veoma značajno povećala visinu biljaka (81,4 cm) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (75,5 cm). Statistički veoma značajno povećanje visine biljaka zabeleženo je u 2019. godini (81,5 cm u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa 74,5 cm) i 2020. godini (90,3 cm kod primene EM Aktiva i 82,6 cm na kontrolnoj varijanti), dok je visina biljaka u 2021. godini statistički značajno povećana primenom preparata EM Aktiv (72,5 cm) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (69,5 cm).

Prosečne trogodišnje vrednosti za broj mahuna po biljci pokazuju da je primena preparata EM Aktiv statistički veoma značajno povećala broj mahuna po biljci soje (37,7) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (33,4), a statistički veoma značajno povećanje broja mahuna po biljci zabeleženo je u sve tri godine istraživanja. 2019. godine primenom preparata EM Aktiv zabeležen je broj mahuna 32,6, a na kontrolnoj varijanti 28,4. U 2020. godini kod primene preparata EM Aktiv zabeležen je broj mahuna po biljci 50,4, dok je na kontrolnoj varijanti iznosio 45,7, a u 2021. godini kod primene preparata EM Aktiv zabeležen je broj mahuna po biljci 30,2, a na kontrolnoj varijanti 26,2.

Masa zrna po biljci, u proseku za tri godine istraživanja, statistički je veoma značajno povećana primenom preparata EM Aktiv (19,5 g) u

odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (17,3 g), a statistički veoma značajno povećanje mase zrna po biljci zabeleženo je u 2019. godini (19,4 g kod primene preparata EM Aktiv i 16,8 g na kontrolnoj varijanti ogleda) i 2021. godini (17,4 g kod primene preparata EM Aktiv i 14,2 g na kontrolnoj varijanti ogleda).

Posmatrajući prosečne trogodišnje vrednosti za masu hiljadu zrna soje uočava se da je primena preparata EM Aktiv statistički veoma značajno povećala masu hiljadu zrna (155,9 g) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (151,9 g). Statistički veoma značajno povećanje mase hiljadu zrna zabeleženo je u 2021. godini (141,3 g kod primene preparata EM Aktiv i 137,3 g na kontrolnoj varijanti ogleda), a statistički značajno povećanje u 2019. godini (152,8 g kod primene preparata EM Aktiv i 150,2 g na kontrolnoj varijanti ogleda).

Zaključak

Na osnovu rezultata trogodišnjih ogleda o uticaju preparata na bazi efektivnih mikroorganizama EM Aktiv na prinos i morfološke osobine soje mogu se izvesti sledeći zaključci:

Primena preparata EM Aktiv ima statistički veoma značajan pozitivan uticaj na prinos soje u različitim godinama, a efekti su najviše izraženi u nepovoljnim godinama sa izraženim stresnim uslovima izazvanih sušom u vegetaciji soje.

Pored prinosa, primenom preparata EM Aktiv povećana je i visina biljaka, broj mahuna po biljci, masa zrna po biljci i masa hiljadu zrna soje.

Zahvalnica

Ova istraživanja su finansirana od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Evidencioni broj: 451-03-47/2023-01/ 200216)

Literatura

- Abduladim, E. (2020). Interakcija genotipa soje (*Glicine Max.* L) i đubrenja na morfološke osobine biljaka, hemijski sastav i prinos zrna, Doktorska disertacija, Megatrend univerzitet, fakultet za biofarming, Bačka Topola.
- Bajagić, M., Đukić, V., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Miladinović, J., Randelović, P. (2022). Uticaj vremena osnovne obrade i folijarne prihrane na prinos soje. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 3. novembar 2022., str. 305-313.
- Cvijanović, G., Dozet, G., Marinković, J., Miljaković, D., Stepić, V., Bajagić, M., Šurić, N. (2021). Efektivni mikroorganizmi u proizvodnji pasulja. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021., str. 107-114.
- Cvijanović, G., Dozet, G., Đukić, V., Mamlić, Z., Bajagić, M., Đurić, N., Stepić, V. (2022). Uticaj primene različitih mikrobioloških preparata na masu 1000 zrna i prinos pasulja. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 3. novembar 2022., str. 118-128.
- Cvijanović, M. (2017). Efekat niskofrekventnog elektromagnetnog polja i bioloških komponenti na prinos i kvalitet semena u održivoj proizvodnji soje. Doktorska disertacija, Ubniverzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun.
- Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Randelović, P., Vasiljević, M., Ilić, A., Valan, D., Merkulov Popadić, L. (2022). Soja u 2021. godini, Zbornik referata, 56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije i 2. Savetovanje agronoma Srbije Republike Srpske, Zlatibor, Srbija, 30. januar-03. februar 2022., str. 69-77.
- Miladinov, Z., Šukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova, 59. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, 17-22. jun 2018, str. 73-78.
- Szymanski, N., Patterson, Robert, A. (2003). Effective microorganisms (EM) and wastewater systems, New England: University of New England.

**POVEĆANJE PRINOSA SOJE FOLIJARNOM PRIMENOM
VODENIH EKSTRAKATA**

**INCREASE OF SOYBEAN YIELD USING FOLIAR APPLICATION
OF AQUEOUS EXTRACTS**

Gordana Dozet¹, Vojin Đukić², Jegor Miladinović², Zlatica Mamlić², Olga Kandelinska³, Nenad Đurić⁴, Gorica Cvijanović⁵

¹*Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola,*

²*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad,*

³*Institut eksperimentalne botanike „V.F. Kuprevič“, Nacionalne akademije nauka Belorusije, Minsk, Belorusija,*

⁴*Institut za povrtarstvo, Smedersevska Palanka*

⁵*Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, BiH*

Autor za korespondenciju: dozetg@gmail.com

Izvod

Primena đubriva uslov je za ostvarivanje visoke i stabilne, ekonomski opravdane proizvodnje soje. Vodeni ekstrakti biljnog materijala su imali pozitivan efekat na prinos soje. Svi vodeni ekstrakti povećali su prinos soje, a najveći efekat postignut je folijarnom primenom vodenog ekstrakta od ploda banane, zatim vodenog ekstrakta od koprive i gaveza, vodenog ekstrakta od kore banana kao i vodenog ekstrakta od koprive.

Ključne reči: soja, vodeni ekstrakti biljnog materijala, prinos

Abstract

The use of fertilizers is a condition for achieving high and stable, economically justified soybean production. Aqueous extracts of plant material had a positive effect on soybean yield. All aqueous extracts increased soybean yield, and the highest effect was achieved by foliar application of aqueous extract of banana fruit, then aqueous extract of

nettle and comfrey, aqueous extract of banana peel, as well as aqueous extract of nettle.

Key words: soybean, aqueous plant extracts, yield

Uvod

Vodeni ekstrakti biljnog materijala sve se više koriste u biljnoj proizvodnji biljaka, cvečarstvu, povrtarstvu, ali i u ratarstvu, kako u organskoj, tako i u konvencionalnoj proizvodnji (Đukić i sar., 2021). Biljni ekstrakti su proizvodi koji mogu biti značajan izvor raznih elemenata (Dozet i sar., 2019b), a upotreba vodenih biljnih ekstrakata smanjuje zagađenje zemljišta, vazduha i životne sredine uz dobijanje zdravstveno bezbedne hrane, bez smanjenja visine i kvaliteta prinosa (Dozet i sar., 2017). Primena vodenog ekstrakta ploda banana povećava prinos soje i sadržaj proteina u zrnu, smanjuje sadržaj ulja u zrnu, ali zahvaljujući povećanju prinosa zrna povećava prinos proteina i ulja po jedinici površine (Mamlić i sar., 2022).

Vodeni ekstrakti biljnog materijala, pored makro i mikroelemenata, sadrže i fiziološki aktivne materije koje podstiču rast i razvoj biljaka, često imaju fungicidno i insekticidno dejstvo, lako se pripremaju na gazdinstvu, ne iziskuju velika ulaganja i pogodni su za organsku proizvodnju s obzirom na činjenicu da njihova primena nema negativno dejstvo na životnu sredinu (Mamlić i sar., 2022a). Kopriva je pogodna za spravljanje ekstrakata jer ima fungicidno i insekticidno dejstvo, u fermentisanom stanju postaje značajan izvor hranjivih materija za ishranu biljaka putem prihrane (Dozet i sar., 2019.), a takođe sadrži i stimulatora rasta (Di Virgilio, 2013). Plod banane je bogat kalijumom, fosforom, kalcijumom, manganom, magnezijumom, selenom, a sadrži i vitamine C i B i vitamin A (Mamlić i sar., 2022).

Folijarna prihrana soje u fazi intenzivnog porasta povećava prinos, kako u nepovoljnim tako i u povoljnim proizvodnim godinama (Dozet i sar., 2013; Dozet i sar., 2015; Miladinov i sar., 2018; Randelović i sar., 2018; Randelović i sar., 2019).

Variranja prinosa zrna u pojedinim godinama potvrđuju da vremenski uslovi tokom vegetacionog perioda imaju veliki uticaj na prinos soje (Dozet, 2009; Dozet i sar., 2018; Dozet i sar., 2019).

Cilj ovih istraživanja je praćenje uticaja folijarne primene vodenih ekstrakata biljnog materijala na prinos zrna soje.

Materijal i metode rada

U cilju praćenja uticaja folijarne primene vodenih ekstrakata od biljnog materijala na prinos soje, postavljen je dvogodišnji ogled na oglednom polju Institut za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu tokom 2021. i 2022. godine. Za ispitivanje je odabrana sorta soje Sava, a ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja sa veličinom osnovne parcele od 10 m². Varijante ogleda bile su sledeće:

1. Kontrola bez folijarnih tretmana,
2. Kontrola sa vodom, gde je folijarno primenjena ista količina vode kao što je količina primenjenog razblaženog vodenog ekstrakta na varijantama sa primenom folijarnih đubriva,
3. Folijarna primena vodenog ekstrakta od koprive,
4. Folijarna primena vodenog ekstrakta od koprive i gaveza,
5. Folijarna primena vodenog ekstrakta od ploda banane i
6. Folijarna primena vodenog ekstrakta od kore banane.

Vodeni ekstrakti pripremani su fermentacijom jednog kilograma biljnog materijala i deset litara vode koji su pre primene razblaživani vodom u odnosu 1:15. Folijarna primena razblaženih vodenih ekstrakata vršena je u fazi intenzivnog porasta biljaka soje, neposredno pre početka cvetanja biljaka. Nakon žetve sa kombajnom, izvršeno je merenje mase uzoraka zrna i merenje vlage zrna, na osnovu čega je izračunat prinos zrna soje po jedinici površine. Rezultati su prikazani tabelarno.

Rezultati i diskusija

Temperature i padavine za godine istraživanja i lokalitet Rimski Šančevi prikazani su u tabeli 1.

Prosečne temperature u vegetacionom periodu soje u obe godine (Tab. 1) bile su iznad višegodišnjeg proseka (18,2°C), 19,1°C u 2021. godini i 20,1°C u 2022. godini. U 2021. godini aprilske temperature (9,6°C) bile su za 2,2°C niže od višegodišnjeg proseka (11,8°C), a majske za 0,8°C niže od višegodišnjeg proseka (16,8°C). Junske temperature (23,3°C) za 3,2°C

iznad višegodišnjeg proseka (20,1°C), julske temperature (25,5°C) za 3,7°C iznad višegodišnjeg proseka (21,8°C), avgustovske temperature (22,2°C) za 0,8°C iznad višegodišnjeg proseka (21,4°C) i septembarske temperature (17,9°C) za 0,8°C iznad višegodišnjeg proseka (17,1°C). U 2022. godini aprilske temperature (10,9°C) bile su za 0,9°C niže od višegodišnjeg proseka (11,8°C), majske temperature (19,2°C) za 2,4°C iznad višegodišnjeg proseka (16,8°C), junske temperature (24,0°C) za 3,9°C iznad višegodišnjeg proseka, julske temperature (25,1°C) za 3,3°C iznad višegodišnjeg proseka (21,8°C), avgustovske temperature (24,6°C) za 3,2°C iznad višegodišnjeg proseka (21,4°C) i septembarske temperature (16,8°C) za 0,3°C ispod višegodišnjeg proseka (17,1°C).

Tabela 1. Srednje mesečne temperature i padavine u vegetacionom periodu soje

Mesec	Srednje mesečne temperature (°C)			Padavine (l m ⁻²)		
	2021	2022	Prosek 1949-2020	2021	2022	Prosek 1949-2020
IV	9,6	10,9	11,8	55,1	54,4	47,6
V	16,0	19,2	16,8	62,9	17,9	67,3
VI	23,3	24,0	20,1	23,9	43,6	86,4
VII	25,5	25,1	21,8	114,4	13,8	63,7
VIII	22,2	24,6	21,4	46,4	104,0	56,4
IX	17,9	16,8	17,1	16,4	159,0	44,8
Prosek/ Suma	19,1	20,1	18,2	319,1	392,8	366,4

Ukupna suma padavina u vegetacionom periodu soje u 2021. godini (319,1 l m⁻²) bila je manja za 47,3 l m⁻², a u 2022. godini (392,8 l m⁻²) veća za 26,4 l m⁻² u odnosu na višegodišnji prosek (366,4 l m⁻²). Nedostatak padavina u 2021. godini bio je izražen tokom juna, avgusta i septembra, a u 2022. godini nedostatak padavina zabeležen je u maju, junu, julu i prve dve dekade avgusta.

Upoređujući vremenske uslove sa ostvarenim prinosima, možemo uočiti da je 2021. godina bila povoljnija za proizvodnju soje u odnosu na 2022. godinu, iako je suma padavina u vegetacionom periodu niža u odnosu na 2022. godinu. Nedostatak padavina u vegetacionom periodu i veoma visoke temperature tokom juna i jula dovode do značajnog smanjenja prinosa soje (Đukić i sar., 2022).

Ostvareni prinosi zrna soje pri različitim folijarnim tretmanima prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti prinosa zrna soje (kg ha⁻¹).

Folijarni tretmani	Godina		Prosek folijarnih tretmana
	2021	2022	
Kontrola	2108	1484	1796
Kontrola sa vodom	2231	1653	1942
Kopriva	2370	1776	2073
Kopriva+Gavez	2412	1779	2096
Banana	2477	1831	2154
Kora banane	2335	1795	2075
Prosek godina	2326	1720	
LSD	Godina	Folijarni tretman	Godina x Folijarni tretman
1%	355,5	150,6	166,3
5%	268,7	108,2	122,8

Posmatrajući prosečne prinose soje po godinama istraživanja, uočava se da je statistički veoma značajno viši prinos ostvaren u 2021. godini (2326 kg ha⁻¹) u odnosu na ostvareni prinos u 2022. godini (1720 kg ha⁻¹).

Najniži prinos zrna soje, u dvogodišnjem proseku, zabeležen je na kontrolnoj varijanti ogleđa i to 1796 kg ha⁻¹. Najviši prinos ostvaren je primenom vodenog ekstrakta od ploda banana (2154 kg ha⁻¹), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa i kontrolnu varijantu na kojoj je primenjena ista količina vode kao što je količina primenjenog razblaženog vodenog ekstrakta na varijantama sa primenom folijarnih đubriva (kontrola sa vodom, 1942 kg ha⁻¹). Folijarni tretman soje sa vodenim ekstraktom od koprive i gaveza (2096 kg ha⁻¹) statistički je veoma značajno povećala vrednost prinosa soje u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa i kontrolnu varijantu sa primenom vode. Folijarna primena vodenog ekstrakta od kore banana (2075 kg ha⁻¹), kao i primena vodenog ekstrakta od koprive (2073 kg ha⁻¹) statistički su veoma značajno povećali prinos soje u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa i statistički značajno u odnosu na kontrolu sa primenom vode. Na kontrolnoj varijanti ogleđa sa primenom vode ostvaren je statistički značajno viši prinos zrna soje u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa bez primene folijarnog tretmana.

Analizirajući rezultate u 2021. godini, sve varijante folijarne prihrane vodenim ratstvorima dale su statistički signifikantno veći prinos zrna soje u odnosu na kontrolnu varijantu (bez folijarnih tretmana). Takođe, kontrolnim tretmanom sa vodom ostvaren je veći prinos zrna na nivou značajnosti od 95% u odnosu na kontrolni tretman bez folijarnog tretmana. U odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode, statistički veoma značajno viši prinos soje ostvaren je folijarnom primenom vodenog ekstrakta od ploda banane i vodenog ekstrakta od koprive i gaveza, dok je statistički značajno viši prinos ostvaren na varijantama ogleđa sa primenom vodenog ekstrakta od koprive i vodenog ekstrakta od kore banane. U 2022. godini na varijantama ogleđa sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (1831 kg ha⁻¹), vodenog ekstrakta od kore banane (1795 kg ha⁻¹), vodenog ekstrakta od koprive i gaveza (1779 kg ha⁻¹), vodenog ekstrakta od koprive (1776 kg ha⁻¹) i na varijanti gde je primenjena samo voda (1653 kg ha⁻¹) zabeležen je statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (1484 kg ha⁻¹). U odnosu na kontrolnu varijantu sa primenom vode statistički veoma značajno viši prinos zabeležen je na varijanti ogleđa sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane, dok je na varijantama ogleđa sa primenom vodenog ekstrakta od kore banane, vodenog ekstrakta od koprive i gaveza i vodenog ekstrakta od koprive zabeležen statistički značajno viši prinos zrna soje.

Zaključak

Različitim folijarnim tretmanima sa vodenim ekstraktima ostvaren je značajno veći prinos zrna soje u odnosu na kontrolni tretman.

Najveće povećanje prinosa soje postignuto je primenom vodenog ekstrakta od ploda banane, zatim koprive i gaveza, kore banane i vodenog ekstrakta od koprive.

Pozitivan uticaj na prinos soje zabeležen je folijarnim tretmanom vodom.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane Ministarstva za nauku, tehnološki razvoj i inovacije Republike Srbije, ugovori br. 451-03-47/2023-01/200009, 451-03-47/2023-01/200032 i 451-03-47/2023-01/200216.

Literatura

- Di Virgilio, N. (2013). Stinging nettle: a neglected species with a high potential as multi-purpose crop. National Research Council of Italy. Institut of Biometeorology. Catania, Italy.
- Dozet, G. (2009). Uticaj đubrenja predkulture azotom i primene Co i Mo na prinos i osobine zrna soje. Doktorska disertacija, Megatrend univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V. (2013). Changes in the Technology of Soybean Production, Chapter 1 In: Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy, Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI GLOBAL BOOK USA, pp. 1-22.
- Dozet, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Đurić, N., Kostadinović, Lj., Jakšić, S., Cvijanović, G. (2015). Influence of organic and conventional methods of growing on qualitative properties of soybean. Book of Proceedings, Sixth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2015", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 15-18 October 2015, pp. 407-412.
- Dozet, G., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đurić, N., Miladinov, Z., Vasin, J., Jakšić, S. (2017). Uticaj primene vodenih ekstrakata na prinos u organskoj proizvodnji soje. Zbornik radova 1, XXII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 10-11. mart 2017., str. 81-86.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, D., Đurić, N., Jakšić, S. (2018). Primena vodenog ekstrakta koprive u organskoj proizvodnji soje, Zbornik radova, 59. Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, 17-22. jun 2018, str. 79-84.
- Dozet, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Đurić, N., Ugrenović, V., Cvijanović, V., Jakšić, S. (2019). Zbornik naučnih radova, 33. Savetovanje agronoma, veterinarara, tehnologa i agroekonomista. Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25(1-2): 173-180.
- Dozet, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Cvijanović, M., Kolić, R., Ugrenović, V. (2019b). Uticaj Vital tricha i vodenog ekstrakta koprive na neke morfološke

- osobine soje. Zbornik radova 1, XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 15-16 mart 2019., str. 69-74.
- Đukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Kandelinskaja, O., Miljaković, D. (2021). Uticaj vodenog ekstrakta banane i koprive sa gavezom na prinos soje. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021., str. 285-292.
- Đukić, V., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Randelović, P., Vasiljević, M., Ilić, A., Valan, D., Merkulov Popadić, L. (2022). Soja u 2021. godini, Zbornik referata, 56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije i 2. Savetovanje agronoma Srbije Republike Srpske, Zlatibor, Srbija, 30. januar-03. februar 2022., str. 69-77.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Dozet, G., Bajagić, M., Fačara, L., Vasiljević, S. (2022). Uticaj primene vodenih ekstrakata biljnog porekla na prinos i kvalitet zrna soje. *Uljarstvo* 53(1): 35-43.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Dozet, G., Bajagić, M., Vasiljević, S., Cvijanović, G. (2022a). Influence of aquatic extract banana and nettle with common comfrey combination on weight of plants and weight of 1000 grains soybeans. Book of proceedings, 5th International Scientific Conference „Village and Agriculture“, Bijeljina, Republic of Srpska, BIH, 30. September - 01. October 2022., pp. 67-74.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje, Zbornik radova, 59. Savetovanje industrije ulja: „Proizvodnja i prerada uljarica“, Herceg Novi, Crna Gora, 17-22. Jun 2018., str. 73-78.
- Randelović, P., Đukić, V., Miladinov, Z., Valan, D., Čobanović, L., Ilić, A., Merkulov Popadić, L. (2018). Uticaj folijarne prihrane na prinos i masu 1000 zrna soje, Zbornik radova, 1. Domaći naučno stručni skup „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji – stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Bačka Topola, Srbija, 26. oktobar 2018., str. 211-217.
- Randelović, P., Đukić, V., Dozet, G., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2019). Povećanje prinosa soje folijarnom prihranom biljaka. Zbornik radova, Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja – Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine“, Bačka Topola, Srbija, 18. oktobar 2019., str. 55-62.

**PRIMENA EFEKTIVNIH MIKROORGANIZAMA U
PROIZVODNJI SOJE**

**APPLICATION OF EFFECTIVE MICROORGANISMS IN THE
PRODUCTION OF SOYBEAN**

Marija Bajagić¹, Nenad Đurić², Gordana Dozet³, Vojin Đukić⁴, Zlatica Mamlić⁴,
Gorica Cvijanović¹, Olga Kandelinska⁵

¹*Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, Republika Srpska,
BIH,*

²*Institut za povrtarstvo, Smedersevska Palanka*

³*Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola,*

⁴*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku
Srbiju, Novi Sad,*

⁵*Institut eksperimentalne botanike „V.F. Kuprevič“, Nacionalne akademije
nauka Belorusije, Minsk, Belorusija*

Autor za korespondenciju: bajagicmarija@yahoo.com

Izvod

Primena novih tehnologija u cilju dobijanja višeg prinosa gajenih biljaka i boljeg kvaliteta proizvoda je ključ za unapređenje poljoprivrede u budućnosti. Efektivni mikroorganizmi sve više nalaze primenu u intenzivnoj konvencionalnoj i organskoj biljnoj proizvodnji jer njihovom primenom smanjuju se troškovi proizvodnje, povećava biogenost zemljišta, smanjuju bolesti na usevima i pozitivno utiče na zaštitu životne sredine. Primena preparata EM-Aktiv značajno povećava prinos soje i pozitivno utiče na morfološke osobine, masu i visinu biljaka, masu 1000 zrna i žetveni indeks soje.

Ključne reči: efektivni mikroorganizmi, EM-Aktiv, soja, prinos, morfološke osobine

Abstract

The application of new technologies in order to obtain a higher yield of cultivated plants and better product quality is the key to improving agriculture in the future. Effective microorganisms are increasingly used in intensive conventional and organic plant production because their application reduces production costs, increases soil biogenicity, reduces crop diseases and has a positive effect on environmental protection. The application of EM-Aktiv significantly increases the yield of soybeans and has a positive effect on the morphological characteristics, weight and height of plants, weight of 1000 grains and harvest index of soybeans.

Key words: Effective microorganisms, EM-Aktiv, soybean, yield, morphological characteristics

Uvod

Soja se koristi za ljudsku ishranu, ishranu stoke i jedna je od najznačajnijih industrijskih biljaka od koje se dobija više od 20.000 raznih proizvoda (Давыденко i sar., 2004). Soja je veoma dobra komponenta u plodoredu, jer obogaćuje zemljište azotom i zemljište ostaje u dobrom fizičkom stanju (Đukić i sar., 2014). Ova biljna vrsta je odličan predusev drugim usevima koji dolaze posle nje, i s obzirom na raniju žetvu, omogućuje blagovremenu obradu za ozime useve (Cvijanović i sar., 2013). Kvržice na korenu soje obogaćuju zemljište organskom materijom i blagotvorno utiču na biogenost i plodnost (Cvijanović, 2002). Gajenjem sorti soje različitih grupa zrenja najkritičnije faze razvoja protiču u različitim periodima, što dovodi do sigurnije proizvodnje i ostvarivanju zadovoljavajućih prinosa (Đukić i sar., 2011; Miladinović i sar., 2017) i na taj način mogu se ublažiti negativna delovanja agroklimatskih uslova u proizvodnji soje (Đukić i sar., 2019). Sve agrotehničke mere koje se primenjuju u proizvodnji soje imaju za cilj ublažavanje delovanja ekstremnih uslova koji smanjuju prinos i kvalitet zrna soje (Miladinov i sar., 2019).

Efikasnost primenjenog đubriva zavisi od količine hraniva u zemljištu, od potreba biljaka za određenim elementima, od stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018), a folijarna primena đubriva tokom vegetacije soje (početkom cvetanja) doprinosi povećanju prinosa u odnosu

na kontrolu (Dozet i sar., 2017). Efektivni mikroorganizmi, pored azotofiksacije i mineralizacije organskih oblika fosfora, u zemljištu sintetišu aktivne materije fermente, aminokiseline, vitamine, fungicidne materije koje direktno ili indirektno utiču na rast i razvoj biljaka (Cvijanović M., 2017). Prema podacima Cvijanović i sar. (2021b), primena preparata EM-Aktiv u proizvodnji pasulja dovodi do povećanog broja osnovnih parametara koji utiču na sveukupnu plodnost zemljišta i povećan sadržaj azota u zrnu. U istraživanjima Bajagić i sar. (2022), utvrđeno je da primena NPK đubriva u kombinaciji sa efektivnim mikroorganizmima ima značajan uticaj na broj i masu nodula na korenu soje. Primenom efektivnih mikroorganizama prinos soje je u dvogodišnjim istraživanjima povećan u proseku za 10,84%, odnosno po godinama za 6,86% i 14,81% (Dozet i sar., 2014). Masa i visina biljaka zavise od uslova godine, a ove vrednosti se povećavaju sa primenom NPK đubriva i preparata EM-Aktiv (Abduladim, 2020). Upotreba efektivnih mikroorganizama povećava masu i visinu biljaka, povećavajući potencijal za ostvareni prinos soje (Cvijanović i sar., 2021a).

Cilj ovih istraživanja je sagledavanje uticaja preparata na bazi efektivnih mikroorganizama na prinos i neke morfološke osobine dve rane sorte soje.

Materijal i metode rada

U dvogodišnjim istraživanjima analiziran je uticaj mikrobiološkog preparata EM-Aktiv na prinos i pojedine morfološke osobine soje. Istraživanja su vršena na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu na dve rane sorte soje (Favorit, 000 grupa zrenja i Merkur, 00 grupa zrenja). Varijante oglada su bile kontrola i varijanta sa folijarnom primenom mikrobiološkog preparata na bazi efektivnih mikroorganizama pod trgovačkim nazivom EM-Aktiv. Oglad je postavljen u četiri ponavljanja, sa veličinom osnovnih parcelica od 10 m² (četiri reda soje, dužine pet metara). Preparat EM-Aktiv unosen je u zemljište sa predsetvenom pripremom u količini 20 litara i 300 litara vode po hektaru, dok je jedan folijarni tretmana vršen sa količinom preparata od 5 litara i 300 litara vode po hektaru u fazi intenzivnog porasta biljaka. Tokom vegetacionog perioda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, a u fazi tehnološke zrelosti sa svake parcelice uzeto je po deset biljaka

za morfološke analize, a nakon žetve vršeno je merenje mase uzoraka i vlaga zrna, na osnovu čega je izračunat prinos po jedinici površine. Od morfoloških analiza vršeno je merenje mase i visine biljaka, mase 1000 zrna, a na osnovu mase zrna po biljci i mase cele biljke izračunat je žetveni indeks soje.

Rezultati i diskusija

Uticaj primene efektivnih mikroorganizama na prinos soje kod dve rane sorte soje prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Uticaj efektivnih mikroorganizama na prinos soje (kg ha⁻¹)

Godina (A)	Sorta (B)	Tretmani C					
		Kontrola	EM-Aktiv	Prosek (AxB)	Prosek A		
2019	Favorit	1795	2131	1963	2204,5		
	NS Merkur	2268	2624	2446			
	Prosek AxC	2031,5	2377,5				
2020	Favorit	2526	3255	2890,5	3438,3		
	NS Merkur	3600	4372	3986			
	Prosek AxC	3063,0	3813,5	Prosek B			
Prosek BxC	Favorit	2160,5	2693,0	2426,8			
	NS Merkur	2934,0	3498,0	3216,0			
	Prosek C	2547,3	3095,5				
Prosek 2019-2020				2821,4			
LSD	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	385,2	327,0	482,6	537,5	320,1	529,5	594,8
5%	297,3	252,9	348,8	380,7	247,6	373,6	438,2

Prosečan prinos soje u dvogodišnjem ogledu iznosio je 2821,4 kg ha⁻¹.

Prinos soje koji je zabeležen u 2020. godini (3438,3 kg ha⁻¹) statistički je veoma značajno viši u odnosu na prinos soje u 2019. godini (2204,5 kg ha⁻¹).

Primena efektivnih mikroorganizama u vidu preparata EM-Aktiv, u proseku za obe godine istraživanja, statistički je veoma značajno povećala prinos soje (3095,5 kg ha⁻¹) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (2547,3 kg ha⁻¹).

Posmatrajući interakciju godine i sorte, zapaža se da je u 2019. godini sorta soje NS Merkur (2446,0 kg ha⁻¹) ostvarila statistički značajno viši prinos u odnosu na sortu soje Favorit (1963,0 kg ha⁻¹), dok je u 2020. godini sorta NS Merkur (3986,0 kg ha⁻¹) ostvarila statistički veoma značajno viši prinos zrna u odnosu na sortu Favorit (2890,5 kg ha⁻¹).

Posmatrajući interakciju godine i primene efektivnih mikroorganizama zapaža se da je u, obe godine istraživanja, primena preparata EM-Aktiv doprinela statistički veoma značajnom povećanju prinosa soje (2377,5 kg ha⁻¹) u 2019. godini naspram 2031,5 kg ha⁻¹ na kontroli i 3813,5 kg ha⁻¹ u 2020. godini naspram 3063,0 kg ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti.

Posmatrajući interakciju sorti soje i primene efektivnih mikroorganizama zapaža se da je primena preparata EM-Aktiv kod obe sorte soje doprinela statistički veoma značajnom povećanju prinosa soje (kod sorte Favorit 2693,0 kg ha⁻¹ kod primene preparata EM-Aktiv naspram 2160,5 kg ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti ogleđa i kod sorte soje NS Merkur 3498,0 kg ha⁻¹ kod primene preparata EM-Aktiv naspram 2934,0 kg ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti).

Uticaj primene efektivnih mikroorganizama na neke morfološke osobine soje prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Uticaj efektivnih mikroorganizama na prinos soje (kg ha⁻¹)

Morfološka osobina	Sorta	Tretmani (BxC)	
		kontrola	EM-Aktiv
Masa biljaka	Favorit	17,39	22,99**
	NS Merkur	22,08	26,87**
	Prosek C	19,74	24,93**
Visina biljaka	Favorit	75,5	75,6
	NS Merkur	82,8	85,1**
	Prosek C	79,2	81,8*
Masa 1000 zrna	Favorit	139,4	146,6**
	NS Merkur	168,7	182,8**
	Prosek C	150,6	164,7**
Žetveni indeks	Favorit	0,478	0,499*
	NS Merkur	0,486	0,514**
	Prosek C	0,482	0,506**

Masa biljaka primenom efektivnih mikroorganizama u vidu preparata EM-Aktiv bila je statistički veoma značajno viša u proseku za dve sorte i

dve godine istraživanja (24,93 g) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (19,74 g).

Posmatrajući interakciju sorte i primene efektivnih mikroorganizama uočava se da je primena efektivnih mikroorganizama statistički veoma značajno povećala masu biljaka soje (kod sorte soje Favorit 22,99 g kod primene preparata EM-Aktiv u odnosu na kontrolnu varijantu 17,39 g i kod sorte NS Merkur 26,87 g u odnosu na kontrolu 22,08 g).

Visina biljaka primenom efektivnih mikroorganizama u vidu preparata EM-Aktiv bila je statistički značajno viša u proseku za dve sorte i dve godine istraživanja (81,8 cm) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (79,2 cm).

Kod interakcije sorte i primene efektivnih mikroorganizama uočava se da je primena efektivnih mikroorganizama statistički veoma značajno povećala visinu biljaka soje kod sorte NS Merkur 85,1 cm u odnosu na visinu biljaka na kontrolnoj varijanti ogleda 79,2 cm.

Masa 1000 zrna primenom efektivnih mikroorganizama u vidu preparata EM-Aktiv bila je statistički veoma značajno viša u proseku za dve sorte i dve godine istraživanja (164,7 g) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (150,6 g).

Posmatrajući interakciju sorte i primene efektivnih mikroorganizama uočava se da je primena statistički veoma značajno povećala masu 1000 zrna soje (kod sorte soje Favorit 146,6 g kod primene preparata EM-Aktiv u odnosu na kontrolnu varijantu 139,4 g i kod sorte NS Merkur 185,8 g kod primene preparata na bazi efektivnih mikroorganizama EM-Aktiv u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda 150,6 g).

Žetveni indeks primenom efektivnih mikroorganizama u vidu preparata EM-Aktiv bio je statistički veoma značajno viši u proseku za dve sorte i dve godine istraživanja (0,506) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda (0,482).

Posmatrajući interakciju sorte i primene efektivnih mikroorganizama uočava se da je primena statistički veoma značajno povećala žetveni indeks soje kod sorte NS Merkur (0,514 primenom preparata EM-Aktiv u odnosu na kontrolnu varijantu 0,486). Statistički značajno povećanje zabeleženo je kod sorte Favorit (0,499 primenom preparata na bazi efektivnih mikroorganizama EM-Aktiv u odnosu na kontrolnu varijantu ogleda 0,478).

Zaključak

Primena efektivnih mikroorganizama u proizvodnji soje statistički veoma značajno povećava prinos soje, masu biljaka soje, masu hiljadu zrna soje i žetveni indeks soje i statistički značajno povećava visinu biljaka soje.

Iako meteorološki uslovi imaju veoma izražen uticaj na visinu ostvarenog prinosa soje, može se reći da primena efektivnih mikroorganizama ima pozitivan efekat i u povoljnim i u manje povoljnim godinama za proizvodnju soje.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana od strane Ministarstva za nauku, tehnološki razvoj i inovacije Republike Srbije, grant broj: 451-03-47/2023-01/200032 i 451-03-47/2023-01/200216.

Literatura

- Abduladim, E. (2020). Interakcija genotipa soje (*Glicine Max.* L) i đubrenja na morfološke osobine biljaka, hemijski sastav i prinos zrna, Doktorska disertacija, Megatrend univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola.
- Bajagić, M., Cvijanović, G., Cvijanović, V., Stošić, N., Rašković, V. (2022). Effect of Microbiological Preparation on Number and Weight of Nodulas in Different Soybean Genotypes in Sustainable Production System. Knowledge International Journal 51(3): 471-476.
- Cijanović, G. (2002). Uticaj diazotrofa na prinos i mikrobiološku aktivnost u zemljištu pod usevom kukuruza, pšenice i soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
- Cvijanović, G., Dozet, G., Popović, V., Marinković, J., Dragičević, V., Kaluđerović, D., Cvijanović, M. (2013). Kvalitativne i kvantitativne osobine soje u zavisnosti od ishrane azotom. Zbornik radova, 54. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, 16. jun 2013., str. 75-82.
- Cvijanović, G., Abduladim, E., Đurić, N., Đukić, V., Dozet, G., Miladinov Mamlić, Z., Abduladim, A. (2021a). Uticaj primene NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama na masu i visinu biljaka soje. Zbornik radova, 26. Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 12-13. mart 2021., str. 61-66.

- Cvijanović, G., Dozet, G., Marinković, J., Miljaković, D., Stepić, V., Bajagić, M., Đurić, N. (2021b). Efektivni mikroorganizmi u proizvodnji pasulja. Zbornik radova, Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Institut za Povrtarstvo Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021., str. 107-114.
- Cvijanović, M. (2017). Efekat niskofrekventnog elektromagnetnog polja i bioloških komponenti na prinos i kvalitet semena u održivoj proizvodnji soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun.
- Давыденко, О.Г., Голоенко, Д.В., Розенцвейг, В.Е. (2004). Соя для умеренного климата, »Тэхналогія« Минск, Беларусь.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Djukić, V., Cvijanovic, D., Kostadinovic, Lj. (2014). Effect of microbial fertilizer on soybean yield in organic and conventional production. Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences, Special Issue 1: 1333-1339.
- Dozet, G., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đurić, N., Miladinov, Z., Vasin, J., Jakšić, S. (2017). Uticaj primene vodenih ekstrakata na prinos u organskoj proizvodnji soje. Zbornik radova 1, XII savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 10-11. mart, 2017., str. 81-86.
- 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.
- Đukić, V., Dozet, G. (2014). Tehnologija gajenja semenskog useva soje. Iz: Balešević-Tubić S., Miladinović, J. (Ur.). Semenarstvo soje, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Đukić, V., Stojanović, D., Miladinović, J., Miladinov, Z., Đorđević, V., Dozet, G., Petrović, K. (2019). Sadržaj proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2019. godini. Uljarstvo 50(1): 19-23.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u zrnju soje, Zbornik radova, 59. Savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Crna Gora, 17-22. jun 2018., str. 73-78.
- Miladinov, Z., Dozet, G., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Ilić, A., Čobanović, L., Đorđević, V. (2019). Povećanje prinosa soje međurednom kultivacijom useva. Zbornik naučnih radova, 33. Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25(1-2): 157-164.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2017). Soja u 2016. godini, Zbornik referata, 51. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), Zlatibor, Srbija, 22-28. januar 2017., str. 11-20.

**KORELACIONA ANALIZA PRINOSA ZRNA KUKURUZA
(*ZEA MAYS* L.)**

**CORRELATION ANALYSIS FOR GRAIN YIELD OF MAIZE
(*ZEA MAYS* L.)**

Zorana Srećkov¹, Jan Boćanski², Zorica Mrkonjić¹, Mirjana Bojović¹, Igor Vukelić¹, Vesna Vasić¹, Gordana Racić¹, Olivera Nikolić¹

¹*Faculty of Ecological Agriculture, Educons University, Sremska Kamenica*

²*Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Novi Sad*

Autor za korespondenciju: zorana.sreckov@educons.edu.rs

Izvod

Stvaranje novih, prinasnijih hibrida osnovni je cilj svakog oplemenjivačkog programa. Prinos je veoma kompleksno svojstvo i, kako bi se prilikom oplemenjivanja izabrala najpogodnija metoda, neophodno je pažnju posvetiti i međuzavisnosti prinosa zrna i komponenti prinosa zrna. Iz tog razloga, cilj ovog istraživanja je bio da se ustanovi međuzavisnost prinosa i komponenti prinosa (dužina klipa, broj redova zrna na klipcu, broj zrna u redu i masa 100 zrna), kao i između prinosa i komponenti prinosa, sa jedne strane i sadržaja ulja u zrnu, sa druge strane. U istraživanju je korišćeno 7 inbred linija i njihovo potomstvo ukrštanja. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu, sa tri ponavljanja. Najjača međuzavisnost ustanovljena je između prinosa zrna i broja zrna u redu, a kod ostalih proučavanih osobina, između dužine klipa i broja zrna u redu. Sadržaj ulja u zrnu bio je u negativnoj korelaciji sa svim proučavanim osobinama, izuzev sa brojem redova zrna na klipcu.

Ključne reči: kukuruz, korelacije, prinos, komponente prinosa

Abstract

Creation of new, more productive hybrids is the main goal of any breeding program. In order to choose the most suitable breeding method, it is necessary to pay attention to the relationship of grain yield and components of grain yield. The aim of this research was to establish relationship between yield and yield components, as well as between yield and yield components, on the one side, and grain oil content, on the other side. Seven inbred lines and their crosses were used in the research. The experiment was set up according to a randomized block design, with three replications. The strongest correlation was established between grain yield and kernel number per row, and among other studied traits, between ear length and kernel number per row. The oil content was negatively correlated with all studied traits, except with kernel row number.

Key words: maize, correlations, yield, yield components

Uvod

Kukuruz je jedna od najznačajnijih i najraširenijih žitarica u proizvodnji u svetu. Prema poslednjim podacima, nalazi se na drugom mestu prema površinama na kojima se gaji, odmah iza pšenice (FAO, 2023). Ovakvo veliku zastupljenost u setvenoj strukturi kukuruz ima zahvaljujući velikoj raznovrsnosti u upotrebi. Pored toga što se koristi u ishrani ljudi, pogotovo u zemljama u razvoju, i u ishrani domaćih životinja, u poslednje vreme, usled naglog buđenja ekološke svesti i brige za zaštitu životne sredine, kukuruz postaje i jedna od najznačajnijih sirovina za proizvodnju bioetanola (Aghaei i sar., 2022). Upotreba kukuruza kao energetske biljke, ne samo da može pomoći u očuvanju životne sredine, nego podstiče razvoj ruralnih sredina, osigurava energetska sigurnost (Skoufogianni i sar., 2020), i na taj način indirektno pomaže u ostvarivanju ciljeva održivog razvoja.

Osnovni cilj svih oplemenjivačkih programa kukuruza uvek je bio stvaranje novih, visokoprinosnih hibrida. Poslednjih godina, oplemenjivači sve više poklanjaju pažnju i otpornosti kukuruza na abiotske i biotske stresove, kao i na kvalitet zrna. Sadržaj ulja u zrnu, jedna je od osobina kojoj se posvećuje posebna pažnja, pogotovo u razvijenim zemljama, gde se kukuruz uglavnom koristi u ishrani domaćih životinja. Ulje ima oko 2,5

puta veću energetska vrednost u odnosu na skrob, tako da se stvaranjem visokouljanih hibrida kukuruza obezbeđuje visokoenergetska hrana za domaće životinje. Takođe, selekcijom na povećan sadržaj ulja indirektno se utiče na povećanje sadržaja proteina u zrnu, čime se poboljšava kvalitet zrna (Srećkov i sar., 2011).

Prinos zrna je kompleksna kvantitativna osobina koja je pod velikim uticajem faktora spoljašnje sredine i ima nizak stepen naslednosti. Kako bi se odabrala najbolja metoda oplemenjivanja, prilikom oplemenjivanja na veći prinos, pored srednje vrednosti, komponenti varijanse i heritabilnosti, neophodno je pažnju posvetiti i međuzavisnosti prinosa i komponenti prinosa (Malvar i sar., 1996), a mera stepena međuzavisnosti dve osobine utvrđuje se izračunavanjem korelacionih koeficijenata. Iz tog razloga, jedan od ciljeva ovog istraživanja bio je da se ustanovi stepen međuzavisnosti prinosa zrna i komponenti prinosa zrna. Kako je povećanje sadržaja ulja u zrnu obično prouzrokovano smanjenjem prinosa, cilj ovog istraživanja je bio i da se ustanovi korelacija između prinosa i komponenti prinosa zrna sa jedne strane, i sadržaja ulja u zrnu sa druge strane.

Materijal i metode rada

Za ispitivanje međuzavisnosti komponenti prinosa i prinosa zrna odabrano je 5 inbred linija domaćeg porekla (1/IV, 37/IV, 137/IV, 1020/IV, 1025/IV). Inbred linije su ukrštene sa dva testera, B73 i Mo17, poreklom iz SAD-a, i dobijeno je 10 hibrida.

Jednogodišnji ogled postavljen je na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, na Rimskim Šančevima, po slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja. Veličina eksperimentalne parcelice iznosila je 3,5 m² za svaki genotip. Primenjena je standardna agrotehnika gajenja kukuruza, a berba je obavljena ručno.

Analiza proučavanih komponenti prinosa (dužina klipa, broj redova zrna na klipu, broj zrna u redu, masa 100 zrna) i prinosa zrna po biljci urađena su na 10 slučajno odabranih biljaka po ponavljanju, za svaki genotip. Udeo sadržaja ulja u zrnu urađen je u prosečnom uzorku svakog genotipa po ponavljanju pomoću NMR-a (nuklearno magnetni rezonator-spektroskop). Genetički i fenotipski koeficijenti korelacije izračunati su na osnovu odnosa zajedničkog variranja i proizvoda iz pojedinačnih variranja

dve osobine (Hallauer i Miranda, 1988), a značajnost korelacionih koeficijenata utvrđena je t-testom.

Rezultati i diskusija

Kako bi se ustanovio stepen međuzavisnosti između prinosa zrna sa jedne strane, i komponenti prinosa zrna sa druge strane, izračunati su genetički i fenotipski korelacioni koeficijenti (Tab. 1).

Prinos zrna je bio u najjačoj genetičkoj korelacionoj vezi za brojem zrna u redu ($r_g = 0,955^{**}$) i ta međuzavisnost je bila visoko značajna. Prinos zrna je, takođe, bio u visoko značajnoj, jakoj korelacionoj vezi sa masom 100 zrna ($r_g = 0,839^{**}$) i sa dužinom klipa ($r_g = 0,800^{**}$), dok je između prinosa zrna i broja redova zrna na klipu ustanovljena srednje jaka genetička korelacija, ali ona nije pokazala značajnost ($r_g = 0,532$).

Jaku genetičku korelaciju između prinosa zrna i komponenti prinosa zrna ustanovili su mnogi autori. Proučavajući direktan i indirektan efekat morfoloških osobina kukuruza na prinos zrna na dva lokaliteta, Yahaja i sar. (2021) ustanovili su visoko značajne, jake genetičke korelacione veze između prinosa zrna i dužine klipa i mase zrna. Bhiusal i sar. (2017) su, procenjujući genetičku varijabilnost seta inbred linija, ustanovili jake genetičke koeficijente korelacije između prinosa zrna i komponenti prinosa zrna (dužine klipa, broja zrna u redu, mase 100 zrna), kao i srednje jaku korelaciju između prinosa i broja redova zrna na klipu, sa čime su rezultati ovog istraživanja u saglasnosti. Kako bi identifikovali osobine koje su značajne za oplemenjivanje kukuruza na povećan prinos, Pranay i sar. (2022) su, takođe, ustanovili visoko značajne, pozitivne vrednosti genetičkih korelacionih koeficijenata između prinosa zrna, sa jedne strane i dužine klipa, broja zrna u redu i mase 100 zrna, ali su vrednosti korelacija bile srednje jake.

Sa druge strane, Aman i sar. (2020) su pronašli slabu i negativnu genetičku korelaciju između prinosa zrna i broja zrna u redu. Naši rezultati su u suprotnosti sa rezultatima koji se odnose na vrednosti genetičkih korelacionih koeficijenata koje su pomenuti autori pronašli između prinosa zrna, sa jedne strane i broja redova zrna na klipu i mase 100 zrna. Oni su ustanovili pozitivnu i visoko značajnu genetičku međuzavisnost između prinosa zrna i mase 100 zrna, ali je ona bila srednje jaka, dok su između

prinosa zrna i broja redova zrna na klipu ustanovili jaku, visoko značajnu, ali negativnu međuzavisnost.

Tabela 1. Genetički (iznad dijagonale) i fenotipski (ispod dijagonale) korelacioni koeficijenta između prinosa zrna i komponenti prinosa zrna.

Osobina	Dužina klipa	Broj redova zrna	Broj zrna u redu	Masa 100 zrna	Sadržaj ulja	Prinos
Dužina klipa	1	-0,037	0,885**	0,800**	-0,485	0,803**
Broj redova zrna	-0,037	1	0,331	0,184	0,281	0,532
Broj zrna u redu	0,869**	0,323	1	0,792**	-0,272	0,955**
Masa 100 zrna	0,704*	0,157	0,687	1	-0,181	0,839**
Sadržaj ulja	-0,470	0,265	-0,266	-0,139	1	-0,182
Prinos	0,799**	0,512	0,942**	0,759**	-0,177	1

**statistički vrlo značajna razlika, *statistički značajna razlika, ^{nz}nije statistički značajna razlika

Između ostalih proučavanih osobina najjači genetički koeficijent korelacije ustanovljen je između dužine klipa i broja zrna u redu ($r_g = 0,885^{**}$). Visoko značajne, pozitivne i jake korelacione veze između dužine klipa i broja zrna u redu ustanovili su i Vara Prasad i Shivani (2017). Suprotno rezultatima našeg istraživanja, Bhiusal i sar. (2017) i Verma i sar. (2020) ustanovili su srednje jake genetičke korelacije između ove dve osobine.

Dužina klipa je bila u visoko značajnoj i jakoj međuzavisnosti i sa masom 100 zrna ($r_g = 0,800^{**}$), dok je između dužine klipa i broja redova zrna na klipu ustanovljena slaba genetička korelaciona veza koja je bila negativna ($r_g = -0,037$).

Negativne genetičke korelacije ustanovljene su između sadržaja ulja u zrnu i svih proučavanih osobina, izuzev broja redova zrna na klip (rg = 0,281). Slabu međuzavisnost sadržaja ulja u zrnu i komponenti prinosa (dužina klipa, broj redova zrna na klip) ustanovili su i Srećkov i sar. (2007, 2011).

Kao i za genetički koeficijent korelacije, najveća vrednost fenotipskog koeficijenta korelacije ustanovljena je između prinosa zrna i broja zrna u redu ($r_r = 0,942^{**}$; Tab. 1), Visoko značajne, pozitivne i jake fenotipske korelacione veze ustanovljene su i između prinosa zrna sa jedne strane i dužine klipa ($r_r = 0,799^{**}$) i mase 100 zrna ($r_r = 0,759^{**}$), sa druge strane. Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Yahaya i sar. (2021), koji su proučavajući uticaj navodnjavanja i različitih doza mineralnih đubriva na dva lokaliteta dobili visoko značajne, jake korelativne veze između prinosa zrna i dužine klipa.

Rezultati dobijeni u ovom istraživanju slični su rezultatima Priyanto i sar. (2023) koji su, proučavajući genetički potencijal 10 test-hibrida kukuruza, takođe, ustanovili jaku fenotipsku međuzavisnost između prinosa zrna i broja zrna u redu. Suprotno našim rezultatima, pomenuti autori su ustanovili, pak, srednje jaku vezu između prinosa zrna, sa jedne strane i dužine klipa i mase zrna sa druge strane.

Suprotno našim rezultatima, Shoajei i sar. (2020) su na tri od četiri lokaliteta na kojima su ispitivali korelacionu međuzavisnost između prinosa zrna i komponenti prinosa zrna, ustanovili negativnu fenotipsku korelaciju između prinosa zrna i dužine klipa. Ovi autori su, takođe, ustanovili negativne korelacione koeficijente i između prinosa zrna i broja zrna u redu na sva četiri lokaliteta.

Između ostalih proučavanih osobina najjača fenotipska međuzavisnost ustanovljena je između dužine klipa i broja zrna u redu. Visoko značajnu, pozitivnu i jaku fenotipsku međuzavisnost između ove dve osobine ustanovili su u svom istraživanju Vara Prasad i Shivani (2017).

Sadržaj ulja u zrnu je bio u negativnoj korelacionoj vezi sa svim osobinama, osim sa brojem redova zrna na klipu, što je delimično u saglasnosti sa rezultatima Srećkov i sar. (2011). Oni su u svom istraživanju, ustanovili negativnu i slabu fenotipsku međuzavisnost sadržaja ulja u zrnu i prinosa zrna, što je u skladu sa našim rezultatima, ali između sadržaja ulja u zrnu, sa jedne strane i mase 100 zrna i dužine klipa, sa druge strane isto su ustanovili slabu, ali pozitivnu međuzavisnost, što je u suprotnosti sa našim rezultatima.

Zaključak

Na osnovu rezultata dobijenih u ovom istraživanju može se zaključiti sledeće:

Prinos zrna je bio u najjačoj korelativnoj genetičkoj vezi sa brojem zrna u redu. Ta međuzavisnost je pokazala visoku značajnost. Visoko značajne genetičke korelacije ustanovljene su i između prinosa zrna, sa jedne strane i mase 100 zrna i dužine klipa, sa druge strane.

Između ostalih proučavanih osobina najjača genetička međuzavisnost ustanovljena je između dužine klipa i broja zrna u redu, dok je sadržaj ulja u zrnu bio u negativnoj korelaciji sa svim proučavanim osobinama, izuzev sa brojem redova zrna na klipu.

Literatura

- Aghaei, S., Alavijeh, M. K., Shafiei, M., Karimi, K. (2022). A comprehensive review on bioethanol production from corn stover: Worldwide potential, environmental importance, and perspectives. *Biomass and Bioenergy* 161: 106447. doi: 10.1016/j.biombioe.2022.106447
- Aman, J., Bantte, K., Alamerew, S., Berhe Sbhatu, D. (2020). Correlation and Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Components of Quality Protein Maize (*Zea mays* L.) Hybrids at Jimma, Western Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, Article ID: 9651537. doi: 10.1155/2020/9651537
- Bhiusal, T. N., Lal, G. M., Marker, S., Synrem, G. J. (2017). Genetic variability and traits association in maize (*Zea mays* L.) genotypes. *Annals of Plant and Soil Research* 19(1): 59-65.
- Pranay, G., Shashibhushan, D., Jhansi Rani, K., Bhadru, D., Sameer Kumar, C. V. (2022). Correlation and path analysis in elite maite (*Zea mays* L.) lines. *International Journal of Plant & Soil Science* 34(24): 414-422. doi: 10.9734/IJPSS/2022/v34i242657
- Priyanto, S.B., Prayitno, O.D., Efendi, R. (2023). Correlation and path analysis maize hybrid yield. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands* 12(1): 80-87. doi: 10.36706/JLSO.12.1.2023.629
- Shojaei, S.H., Mostafavi, K., Khosroshahli, M., Bihamta, M.R., Ramshini, H. (2020). Assessment of genotype-trait interaction in maize (*Zea mays* L.) hybrids using GGE biplot analysis. *Food Science & Nutrition* 8: 5340-5351. doi: 10.1002/fsn3.1826
- Skoufogianni, E., Solomou, A., Charvalas, G., Danalatos, N. (2020). Maize as Energy Crop. In *Maize - Production and Use*. doi: 10.5772/intechopen.88969

- Srećkov, Z., Boćanski, J., Ivanović, M. (2007). Genetic and phenotypic correlations between oil content and morphological traits in high oil maize population NSU1. *Genetika* 39(2): 103-112. doi: 10.2298/GENSR0702113D
- Srećkov, Z., Nastasic, A., Bocanski, J. Djalovic, I., Vukosavljev, M., Jockovic, B. (2011). Correlation and path analysis of grain yield and morphological traits in test-cross populations of maize. *Pakistan Journal of Botany* 43(3): 1729-1731.
- Vara Prasad, B.V.V., Shivani, D. (2017). Correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Genetics, Genomics and Plant Breeding* 1(2): 1-7.
- Yahaya, M. S., Bello, I., Uguwanrimi, A.Y. (2021). Correlation and path-coefficient analysis for grain yield and agronomic traits of maize (*Zea mays* L.). *Science World Journal* 16(1):10-13.

UTICAJ HIBRIDA RAZLIČITIH FAO GRUPA ZRENJA I AGROEKOLOŠKIH USLOVA NA PRINOS KUKURUZA

THE INFLUENCE OF HYBRIDS OF DIFERENT FAO CROP GROUPS AND AGRO-ECOLOGICAL CONDITIONS ON MAIZE YIELD

Jelena Stojiljković¹, Vera Rajčić², Nenad Đurić¹, Milan Biberdžić³, Dragan Terzić², Aleksandra Rakonjac¹, Veselinka Zečević¹

¹*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka*

²*Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac*

³*Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Lešak*

Autor za korespondenciju: psssle.jelena@gmail.com

Izvod

Kukuruz (*Zea mays* L.) je vrlo važna ratarska kultura u Republici Srbiji i svetu, sa tendencijom povećanja proizvodnih površina i značaja na tržištu. Uspeh stabilne proizvodnje u velikoj meri zavisi od nivoa primenjene agrotehnike i umešnosti u izboru hibrida, kao i vremenskih prilika u toku procesa proizvodnje. Cilj istraživanja bio je da se tokom dvogodišnjih istraživanja utvrdi uticaj hibrida različitih FAO grupa zrenja i klimatskih prilika na prinos zrna kukuruza. Ispitivanja su obavljena tokom 2014. i 2015. godine na teritoriji opštine Leskovac. U ogledu je bilo zastupljeno 6 hibrida kukuruza (ZP 434, NS 4023, ZP 555, NS 5051, ZP 666, NS 6030), koji su zasejani sredinom aprila. Ogled je zasnovan po slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja. Uticaj hibrida različitih FAO grupa zrenja i različitih agroekoloških uslova na prinos zrna kukuruza bio je jako izražen. Najveći prosečan prinos tokom 2014. godine ostvario je hibrid NS 6030 (11.068 kg ha⁻¹), dok je u 2015. godini najmanji prosečan prinos ostvario isti hibrid (6.443 kg ha⁻¹). Ostvareni prinosi u 2014. godini kod svih ispitivanih hibrida značajno su veći u odnosu na prinose u 2015. godini.

Ključne reči: kukuruz, dužina vegetacije, vremenski uslovi, prinos

Abstract

Maize (*Zea mays L.*) is a very important field crop in the Republic of Serbia and the world, with the tendency of further expansion of production area and market importance. The success of stable production depends to a large extent on the level of applied agricultural techniques and skill in the selection of hybrids, as well as weather conditions during the production process. The goal of the research was to determine the influence of hybrids of different FAO ripening groups and climatic conditions on the grain yield of corn during two years of research. The tests were carried out in 2014 and 2015 in the territory of the municipality of Leskovac. The trial included 6 maize hybrids (ZP 434, NS 4023, ZP 555, NS 5051, ZP 666, NS 6030), which were sown in mid-April. The experiment was based on a randomized block system, with three replications. The influence of hybrids of different FAO ripening groups and different agro-ecological conditions on corn grain yield was very pronounced. The highest average yield in 2014 was achieved by hybrid NS 6030 (11,068 kg ha⁻¹), while the lowest yield in 2015 was achieved by the same hybrid (6,443 kg ha⁻¹). The yields achieved in 2014 for all tested hybrids were significantly higher than the yields in 2015.

Key words: corn, length of vegetation, weather conditions, yield

Uvod

Prinosi zrna kukuruza u različitim vremenskim uslovima značajno variraju, što je jedan od razloga nedovoljnog iskorišćavanja visokog genetskog potencijala za prinos. Kukuruz kao vrsta, za razliku od drugih poljoprivrednih kultura, ispoljava veliku genetičku varijabilnost u pogledu dužine vegetacije, pri čemu od svih spoljašnjih činilaca najveći uticaj na dužinu vegetacije ima temperatura. Količina padavina i temperature su od izuzetnog značaja za proizvodnju kukuruza. Pejić i sar. (2009) navode da je kukuruz najosetljiviji na nedostatak vode u zemljištu u periodu vegetativnog porasta, cvetanja, oplodnje i nalivanja zrna. U proizvodnim područjima sa manjom količinom padavina prednost pri izboru trebalo bi dati hibridima FAO grupe 300-500 u odnosu na hibride sa dužim periodom vegetacije (Glamočlija, 2004). Hibridi sa kraćim periodom vegetacije ranije cvetaju i nalivaju zrno, tako da mogu izbeći julske i avgustovske suše

koje se u našim uslovima često javljaju. Negativan uticaj visokih temperatura i nedostatak padavina tokom jula i avgusta postaje još izraženiji usled globalnog zagrevanja planete. Proizvodnju kukuruza u uslovima suvog ratarenja odlikuju velike oscilacije u prinosu zrna, pri čemu nepovoljne vremenske prilike tokom perioda vegetacije predstavljaju presudan faktor u formiranju prinosa.

Cilj ovih istraživanja je bio da se analiziraju prinosi zrna hibrida kukuruza, različite dužine vegetacije, u godinama sa povoljnim i nepovoljnim meteorološkim uslovima.

Materijal i metode rada

Istraživanja su obavljena zasnivanjem ogleđa 2014. i 2015. godine na području opštine Leskovac, na zemljištu tipa aluvijum.

Leskovačka kotlina je jedna od najvećih kotlina u Srbiji, sa širinom od 45 km. Karakteriše je ovalan oblik i mala nadmorska visina, do 300 m. Brojni rečni tokovi uticali su na formiranje specifične klime, koja se razlikuje od klime susednih predela. Osnovni pokazatelji mogućnosti bavljenja biljnom proizvodnjom na otvorenom polju su suma aktivnih i efektivnih temperatura i dužina vegetacionog perioda. Njihovom kombinacijom sa osnovnim klimatskim elementima dobijaju se specifični agroklimatski uslovi.

Podaci o srednjim dnevnim temperaturama i rasporedu padavina tokom 2014. i 2015. godine prikazani su tabeli 1.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature vazduha (°C) i raspored padavina (mm) u Leskovcu (2014-2015.)

	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Apr./Sep
<i>2014. godina</i>							
mm	214,0	117,0	64,3	86,0	47,1	121,2	464,1
°C	11,40	15,55	19,59	21,60	21,50	17,00	17,77
<i>2015. godina</i>							
mm	64,5	38,0	33,0	6,0	63,2	51,2	255,9
°C	10,78	18,03	19,60	24,0	23,50	20,00	19,31

Tokom dvogodišnjeg perioda istraživanja uočene su međusobne razlike, ne samo u pogledu ukupne količine padavina tokom vegetacionog perioda već i u pogledu rasporeda padavina po mesecima. U toku 2014. i 2015.

godine srednja mesečna temperatura bila je u porastu od aprila do jula. Od avgusta je zabeležen pad temperature. Ukupna količina padavina u periodu vegetacije, u 2014. godini, iznosila je 464,1 mm, uz prosečnu temperaturu 17,77°C. Od posebne važnosti je činjenica da je tokom perioda jun - avgust palo 197 mm padavina, što je jako bitno tokom procesa formiranja prinosa kukuruza. Analizirajući podatke iz tabele 1 može se zapaziti da je 2014. godina bila povoljnija za proizvodnju kukuruza.

Ukupna količina padavina tokom perioda vegetacije u 2015. godini iznosila je 255,9 mm, što je za 208,2 mm manje nego u 2014. godini, dok je prosečna mesečna temperatura tokom vegetacije bila 19,31°C, što je 1,54°C više u odnosu na 2014. godinu. Tigchelaar et al. (2018) navode da globalnom promenom klime i povećanjem temperature za 2-4°C može doći do smanjenja prinosa za 20-40 %. Posebno nepovoljan period bio je tokom juna, jula i avgusta, sa 102,8 mm padavina, uz srednju mesečnu temperaturu 22,36°C tokom ova tri meseca, što ovu godinu svrstava kao jako nepovoljnu za proizvodnju kukuruza. Maitah et al. (2021) u svojim istraživanjima ističu značaj uslova proizvodnje, naročito temperature i padavina. Oni navode da je prinos u negativnoj korelaciji sa temperaturama tokom jula i avgusta.

U ogledu je bilo zastupljeno 6 hibrida kukuruza (ZP 434, NS 4023, ZP 555, NS 5051, ZP 666, NS 6030). Svi hibridi su sejani sredinom aprila. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu, u 3 ponavljanja. Primenjena agrotehnika bila je standardna, karakteristična za ovo područje. Poorano i nađubreno zemljište (NPK 16:16:16, sa količinom od 300 kg ha⁻¹) je ostavljeno da prezimi u otvorenim brazdama. U proleće, tokom aprila, neposredno pred setvu, izvršena je predsetvena priprema zemljišta, tanjiračom u dva prohoda. Preporučena količina azotnog đubriva za prihranu (200 kg ha⁻¹ KAN-a) podeljena je u vidu dve prihrane. Prvo prihranjivanje obavljeno je kada su se biljke nalazile u fazi 3-4 lista, sa 60% preporučene količine đubriva za prihranu. Drugo prihranjivanje obavljeno je preostalom količinom KAN-a, kada se kukuruz nalazio u fazi 7-8 formiranih listova. Sa zaštitom useva protiv korova otpočelo se posle setve a pre nicanja useva, tretiranjem površine zemljišta herbicidima (Basar, doza primene 1,4 l ha⁻¹ + Rezon, doza primene 1,5 l ha⁻¹), a zatim u fazi 6 formiranih listova obavljena je zaštita useva protiv korova herbicidima (Talisman u količini 1 l ha⁻¹ + Callisto 0,25 l ha⁻¹). Prinos je obračunat i sveden na 14% vlage i statistički obrađen korišćenjem statističkog programa IBM SPSS verzija 21.

Rezultati i diskusija

U tabeli 2 prikazani su rezultati prinosa 6 hibrida kukuruza (tri FAO grupe zrenja) u zavisnosti od godine proizvodnje. Najveći prinos imao je hibrid FAO grupe 600, NS 6030 (11.068 kg ha⁻¹), a najmanji prinos ostvario je hibrid FAO grupe 400, NS 4023 (9.998 kg ha⁻¹).

Tabela 2. Prinos hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja (kg ha⁻¹) u 2014. godini

Hibridi	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Srednja vrednost	10,245	9,998	10,735	10,508	10,868	11,068
Medijana	10,289	10,014	10,721	10,538	10,919	11,066
Modus	10,12	9,88	10,63	10,43	10,70	10,99
St. devijacija	0,108	0,113	0,114	0,067	0,147	0,084
Odstupanje	0,012	0,013	0,013	0,005	0,022	0,007
Minimum	10,12	9,88	10,63	10,43	10,70	10,99
Maksimum	10,33	10,10	10,86	10,56	10,98	11,15

U tabeli 3 prikazani su prinosi različitih hibrida kukuruza u 2015. godini.

Tabela 3. Prinos hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja (kg ha⁻¹) u 2015. godini

Hibridi	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Srednja vrednost	8,171	7,846	8,241	8,413	6,660	6,443
Medijana	8,170	7,720	8,285	8,290	6,560	6,350
Modus	7,95	7,42	7,99	8,10	6,10	6,12
St. devijacija	0,222	0,502	0,233	0,389	0,616	0,378
Odstupanje	0,050	0,252	0,054	0,152	0,380	0,143
Minimum	7,95	7,42	7,99	8,10	6,10	6,12
Maksimum	8,40	8,40	8,45	8,85	7,32	6,86

Najveći prinos zrna ostvario je hibrid FAO grupe 500, NS 5051 i to 8.413 kg ha⁻¹ a najniži hibrid FAO grupe 600, NS 6030 – 6.443 kg ha⁻¹.

Prosečan prinos zrna kukuruza kod hibrida FAO grupe 400 u 2014. godini bio je 10.121 kg ha⁻¹, dok je u 2015. godini ostvaren prosečan prinos

8.000 kg ha⁻¹. Kod hibrida FAO grupe 500 u 2014. godini ostvaren je prosečan prinos zrna kukuruza 10.621 kg ha⁻¹, a u 2015. godini 8.327 kg ha⁻¹. Hibridi kukuruza FAO grupe 600 u 2014. godini imali su prosečan prinos 10.968 kg ha⁻¹, a u klimatski nepovoljnoj 2015. godini 6.551 kg ha⁻¹.

Na osnovu rezultata brojnih istraživanja i analiza stabilnosti prinosa kukuruza na području Republike Srbije, hibridi srednje ranih grupa zrenja pokazuju bolju adaptabilnost na nepovoljne uslove tokom perioda vegetacije, dok hibridi kasnijih grupa zrenja postižu više prinose i ispoljavaju pozitivne karakteristike u povoljnijim uslovima proizvodnje (Pavlov et al., 2011; Branković Radojičić, 2016; Ikanović et al., 2018; Božović et al., 2020) što je u saglasnosti sa našim rezultatima oglada.

Tabela 4. Poređenje uticaja hibrida i godine setve na prinos zrna (kg ha⁻¹) tokom 2014. i 2015. godine

	Sred. vrednost	Stand. devijacija	St. greška	95% interval razlike		t vrednost	df	Sig. (2)
H1	2,073	0,262	0,151	1,420	2,726	13,665	2	0,005
H2	2,151	0,467	0,269	0,991	3,312	7,978	2	0,015
H3	2,493	0,284	0,163	1,788	3,199	15,208	2	0,004
H4	2,094	0,456	0,263	0,960	3,229	7,944	2	0,015
H5	4,2086	0,580	0,335	2,767	5,650	12,562	2	0,006
H6	4,625	0,296	0,017	3,889	5,36075	27,047	2	0,001

U tabeli 4 su predstavljeni parovi istih hibrida u različitim godinama setve (2014. i 2015.). Cilj istraživanja je bio da se utvrdi da li postoje razlike između godina setve, odnosno da li različiti vremenski uslovi koji su vladali u proučavanim godinama utiču na prinos zrna kukuruza kod hibrida različitih FAO grupa zrenja. Od ukupno 6 parova za poređenje (6 hibrida u svakoj godini), svi rezultati su imali statistički značajnu razliku. U svim slučajevima, prinosi hibrida kukuruza tokom 2014. godine bili su veći nego tokom 2015. godine, što ukazuje da vremenski uslovi imaju bitan uticaj u određivanju prinosa zrna kukuruza. Razlika u prinosu tokom godina je bila izraženija kod hibrida FAO grupe 600. Tako je hibrid NS 6030, tokom 2014. godine, ostvario prinos 11.068 kg ha⁻¹, dok je isti hibrid 2015. godine ostvario prinos 6.443 kg ha⁻¹. Živanović (2012) ističe da je prvi korak u proizvodnji pravilan izbor hibrida koji će u konkretnim uslovima klime, zemljišta i ostalih faktora spoljne sredine omogućiti postizanje visokih i stabilnih prinosa kukuruza. Sa pojavom globalne promene klime, postoji potreba prilagođavanja biljne proizvodnje

novonastalim uslovima (navodnjavanje, prilagođavanje rokova setve i odabir odgovarajućih biljnih vrsta, sorti i hibrida), navode u svojim istraživanjima Stričević i sar. (2021).

Zaključak

Na osnovu rezultata dvogodišnjeg istraživanja može se zaključiti da je uticaj agroklimatskih uslova bio jako izražen u fenotipskoj ekspresiji prinosa zrna ispitivanih hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja. Tokom dvogodišnjeg perioda istraživanja uočene su međusobne razlike, ne samo u pogledu ukupne količine padavina tokom vegetacionog perioda već i u pogledu rasporeda padavina po mesecima.

U 2014. godini, koja je bila povoljna za proizvodnju kukuruza, svi hibridi ostvarili su značajno veće prinose u poređenju sa 2015. godinom, koja je bila izuzetno nepovoljna za proizvodnju kukuruza.

Najveći prosečan prinos u 2014. godini ostvario je hibrid NS 6030 ($11.068 \text{ kg ha}^{-1}$), dok je u 2015. godini isti hibrid ostvario najniži prinos (6.443 kg ha^{-1}). Kod hibridi FAO grupe zrenja 400 i 500 uočena su manja variranja u prinosu u klimatski nepovoljnoj godini, nego kod hibrida FAO grupe 600.

Imajući u vidu da se kukuruz na ispitivanom području uglavnom proizvodi u uslovima suvog ratarenja, kako bi se obezbedila stabilna proizvodnja neophodno je sejati hibride različitih FAO grupa zrenja prilagođenih agroklimatskom uslovima.

Zahvalnica

Istraživanja prikazana u ovom radu finansirana su sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Ugovorom o realizaciji i finansiranju NIO (evidencioni broj 451-03-47/2023-01/ 200216).

Literatura

- Branković-Radojičić, D. (2016). Interakcija genotip x sredina i stabilnost prinosa i komponenata prinosa zrna komercijalnih hbrida kukuruza. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Glamočlija, Đ., Prijjić, LJ. (2004). Gajenje kukuruza i soje. Monografija. Izdavačka kuća Draganić. Beograd.
- Ikanović, J., Živanović, Lj., Popović, V., Kolarić, Lj., Dražić, G., Janković, S., Pavlović, S. (2018). Possibility of greater use of maize as a bioenergy. Institute of PKB Agroekonomik, 24(1-2): 49-59.
- Maitah M., Malec K., Maitah K. (2021). Influence of precipitation and temperature on maize production in the Czech Republic from 2002 to 2019. *Sci Rep.* 2021; 11: 10467. doi: 10.1038/s41598-021-89962-2.
- Pavlov, J., Deliće, N., Stevanović, M., Čamdžija, Z., Grčić, N., Crevar, M. (2011). Grain yield of ZP maize hybrids in the maize growing areas in Serbia. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. February 14-18. 2011, Opatija, Croatia, pp: 395- 398.
- Pejić, B., Bošnjak, Dj., Mačkić K., Stričević R., Simić, D., Drvar A. (2009). Osetljivost kukuruza (*Zea mays* L.) na deficit vode u zemljištu u određenim podperiodima vegetacije. *Letopis naučnih radova Godina 33 (2009), broj I*, strana 155-166.
- Stričević R., Vujadinović M.M., Djurović N., Lipovac A (2021). Simulacija primene dve mere adaptacije na klimatske promene na prinos pšenice, kukuruza i suncokreta modelom AquaCrop. *Zemljište i biljka* 70(1):41-59.
- Tigchelaar, M., Battisti DS., Naylor RL., Ray DK. (2018). Future warming increases probability of globally synchronized maize production shocks. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*
- Živanović, LJ. (2012). Uticaj tipa zemljišta i količine azota na produktivnost hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.

**PRINOS ZRNA RAZLIČITIH GENOTIPOVA KUKURUZA U
ZAVISNOSTI OD PRIMENE CINKA**

**GRAIN YIELD OF DIFFERENT CORN GENOTYPES
DEPENDING ON ZINK APPLICATION**

Vesna Stepić¹, Vladimir Stepić², Gorica Cvijanović³, Marija Bajagić³, Veselinka Zečević⁴, Nenad Đurić⁴

¹Opštinska uprava opštine Vladimirci, Srbija

²Visoka poljoprivredna škola strukovnih studija, Šabac,

³Univerzitet u Bijeljini, Bijeljina, Republika Srpska, BIH

⁴Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Autor za korespondenciju: vesnau82@gmail.com

Izvod

Kukuruz, kao visokoprinosa biljka velike vegetativne mase i dugog vegetacionog perioda, ima velike potrebe u pogledu ishrane i navodnjavanja. Pored makroelemenata koji su nosioci prinosa, u ishrani biljaka veliki značaj imaju i mikroelementi, među kojima se ističe cink. Cilj ovog rada je određivanje uticaja cinka na visinu prinosa zrna različitih genotipova kukuruza. Trofaktorijalan ogled je postavljen u regionu Posavo-tamnave u periodu od 2017. do 2018. godine. U proseku za 2018., najveći uticaj na visinu prinosa zrna imala je količina od 120 kg N ha⁻¹ (7,86 t ha⁻¹). Pri ovom đubrenju, hibridi ZP 427 (8,17 t ha⁻¹) i ZP 548 (8,02 t ha⁻¹) imali su najveći prinos zrna. Hibrid ZP 684 pri količini od 160 kg N ha⁻¹ imao je najveći prinos zrna (7,81 t ha⁻¹). Tretmani su različito delovali na prinos zrna kod hibrida. U odnosu na kontrolu T1, tretman T2 je za 14,56% povećao prinos, a T3 za 14,17%.

Ključne reči: kukuruz, količina azota, cink, prinos zrna

Abstract

Maize, as a high-yielding plant with a large vegetative mass and a long growing season, has great needs in terms of nutrition and irrigation. In addition to macro elements which are the fundamental for yield, microelements are also of the great importance in corn nutrition, among which zinc stands out. The aim of the work was to determine the influence of zinc on the grain yield of different maize genotypes. A three-factorial experimental trial was set up in the Posavo-tamnava region in the period from 2017-2018. On average for 2018, the amount of 120 kg N ha⁻¹ had the greatest impact on grain yield (7.86 t ha⁻¹). With this fertilization, hybrids ZP 427 (8.17 t ha⁻¹) and ZP 548 (8.02 t ha⁻¹) had the highest grain yield. The hybrid ZP 684 at the amount of 160 kg N ha⁻¹ had the highest grain yield (7.81 t ha⁻¹). Treatments had different effects on grain yield in hybrids. Compared to control T1, treatment T2 increased yield by 14.56%, and T3 by 14.17%.

Key words: maize, nitrogen amount, zinc, grain yield

Uvod

Kukuruz je jedna od najznačajnijih ratarskih biljnih vrsta u svetu. Velika genetička varijabilnost i raznolikost omogućila je da se kukuruz danas gaji na gotovo svim kontinentima. Kukuruz tokom rastenja i razvića usvaja velike količine hranljivih elemenata, uključujući i mikroelemente, među kojima se posebno izdvaja cink (Zn) (Obrador i sar., 2003). Veća proizvodnja kukuruza rezultat je rada na ishrani biljaka kukuruza različitih fizioloških i fenotipskih karakteristika, prilagođenih različitim agroekološkim uslovima, izražene otpornosti na hemijske agense, visokog genetskog potencijala prinosa i poboljšanih nutritivnih svojstava zrna (Ferreira i sar., 2014). Veliki broj studija odnosi se na primenu različitih agrotehničkih mera u postizanju genetičkog potencijala plodnosti u uslovima bez sistema navodnjavanja. Kukuruz daje veliku količinu biomase i zrna pa se u literaturi može naći veliki broj podataka u kojima se može potvrditi značajan uticaj azota na povećanje prinosa. Lin i Xing (2007) su primetili da nanočestice cink oksida kolonizuju površinu korena, prolaze kroz površinu korena i ulaze u ćelije. Za apsorpciju cinka u biljke neophodno je da cink u rizosferi bude u rastvorljivom obliku. Od ukupne

količine apsorbovanog cinka, 15% se zasniva na direktnom kontaktu sa korenima (Kastori i sar., 2020). Za uspešnu proizvodnju kukuruza neophodno je prisustvo mikroelemenata, pre svega Zn. Ovaj mikroelement utiče na kukuruz u kritičnoj fazi formiranja zrna, što dalje utiče i na konačan prinos zrna. Nedostatak cinka je štetan za rani rast biljaka kukuruza, što pokazuje istraživanje koje su uradili Liu i sar. (2016). Autori su otkrili da upotreba cinka povećava intenzitet fotosinteze u fazi razvoja lista. Na tržištu su dostupna đubriva sa mikroelementima, ali se retko primenjuju u praksi.

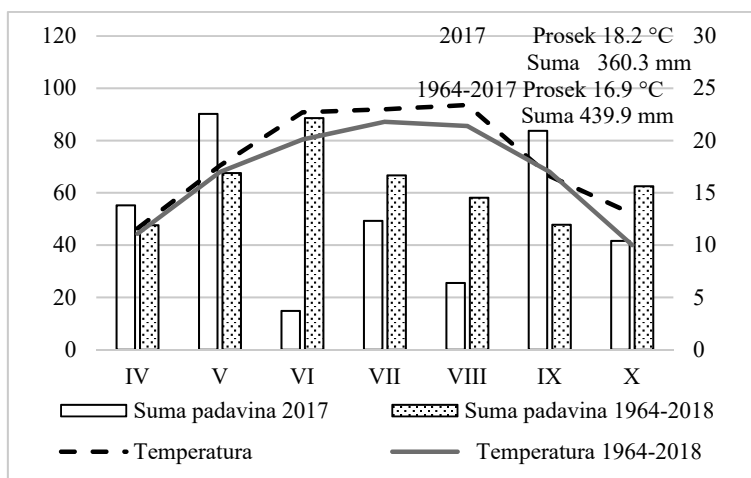
Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi uticaj primene cinka na visinu prinosa zrna kod različitih genotipova kukuruza.

Materijal i metode rada

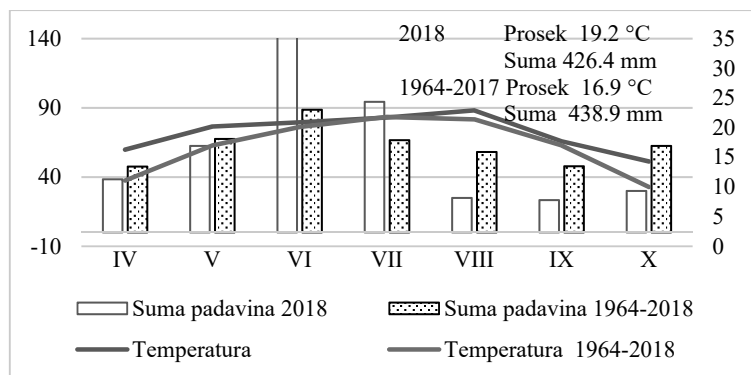
Eksperimentalna istraživanja su sprovedena u periodu 2017-2018. godina na teritoriji opštine Vladimirci, u regionu Mačve – Posavo-tamna (ϕN 44°36'31,8", λE 19°47'4,2"). Površina eksperimentalne parcele bila je 5.607 m², a elementarne parcele 14 m². Sejana su po četiri reda ispitivanih hibrida kukuruza. Parcelice su postavljene po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja. Predusev u sve tri godine istraživanja bila je pšenica. Sve agrotehničke mere su sprovedene u optimalnim rokovima. Eksperimentni ogled je postavljen kao trofaktorijalni. Faktor A: Za obezbeđenje neophodne količine azota na celoj parceli u jesen je zaorano 30 t ha⁻¹ stajnjaka i 300 kg ha⁻¹ kompleksnog mineralnog NPK đubriva. Tako je u osnovnoj obradi uneto 60 kg ha⁻¹ azota. U toku predsetvene pripreme i jedne prihrane, koja je obavljena u fenološkoj fazi razvoja biljaka od 5-7 listova, obezbeđene su količine azota: 160, 120 i 102 kg N ha⁻¹. Faktor B: tri hibrida, tip zubana žutog zrna, selekcija Instituta za kukuruz Zemun Polje ZP 427 (FAO 400), ZP 548 (FAO 500) i ZP 684 (FAO 600). Faktor C: različiti tretmani: T1 - bez tretmana cinkom; T2 - u predsetvenoj pripremi u zemljište je uneto 25 kg ha⁻¹ ZnSO₄; T3 - neposredno pred setvu obavljen je prajming semena sa ZnSO₄ + folijarni tretman. Na kraju vegetacije meren je i izračunat prinos zrna na 14% vlage.

Na području Posavo-tamnave, meteorološki uslovi (temperatura i padavine) su mereni za 2017. i 2018. godinu. Prosečne dnevne temperature tokom vegetacionog perioda 2017. godine (18,3°C) i 2018. godine (19,2°C) bile su optimalne za razvoj kukuruza. Ukupna količina i raspored

padavina značajno su se razlikovali tokom 2017. i 2018. godine. Godina 2017. je bila izrazito sušna i količina padavina je bila manja za 66,1 mm u odnosu na 2018. godinu, što je nepovoljno uticalo na dalji razvoj same biljke. U 2018. godini, količina padavina je bila 426,4 mm, ali raspored padavina po mesecima se razlikovao u odnosu na prethodnu, 2017. godinu. Prema Glamočlija (2012), obilne padavine u početku vegetacionog perioda mogu da poremete pravilan razvoj korenovog sistema, što se može negativno odraziti na dalji razvoj biljaka.



Grafikon 1. Klimadijagram za vegetacioni period u 2017. godini i višegodišnji prosek za period 1964-2018. godina



Grafikon 2. Klimadijagram za vegetacioni period u 2018. godini i višegodišnji prosek za period 1964-2018. godina

U maju 2018. godine, u fazi vegetativnog razvoja biljaka V3 izmerena je manja količina padavina za 69,5 mm u odnosu na 2017. godinu. Međutim, izražene razlike su bile u periodu jun-jul, sa 66,1 mm manje padavina u 2017. godini i 123,2 mm u 2018. godini. U toku septembra 2017. godine, zabeležena je veća količina padavina, ali to nije uticalo na povećanje prinosa (Graf. 1 i 2).

Rezultati i diskusija

Prinos zrna kukuruza zavisi od hibrida, agroekoloških uslova i nivoa primenjene tehnologije gajenja. Pri tome, uticaj hibrida iznosi 46-51%, agroekoloških uslova 9-23%, a agrotehnike 31-40% (Jevtić 1986).

Uticaj izvora variranja na visinu prinosa u 2017. godini prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Analiza varijanse za prinos zrna ispitivanih hibrida kukuruza u 2017. godini

Izvori variranja	df	Sredina kvadrat a	F verovat.	LSD	
				r<0,05	r<0,05
Đubrenje (A)	2	1,31	0,07**	0,28	0,31
Hibridi (B)	2	0,99	0,06*	0,24	0,34
Tretmani (C)	4	4,08	0,00**	0,23	0,31
Đubrenje x Hibridi (AB)	2	2,33	0,06**	0,42	0,59
Đubrenje x Tretmani (AC)	8	0,29	0,16 ^{ns}	0,41	0,54
Hibridi x Tretmani (BC)	8	0,29	0,18 ^{ns}	0,41	0,54
Đubrenje x Hibridi x Tretmani (ABC)	16	0,42	0,01**	0,70	0,93

**statistički vrlo značajna razlika, *statistički značajna razlika, ^{ns}nije statistički značajna razlika

Ispitivane varijable su statistički različito uticale na visinu prinosa zrna kukuruza. Visoko značajan uticaj imalo je đubrenje i tretmani, dok su hibridi značajno uticali na visinu prinosa. Međusobni odnos đubrenje x hibridi visoko značajno je uticao na visinu prinosa zrna, dok ostale interakcije nisu imale značajan uticaj (Tab. 1).

Prosečan prinos zrna kukuruza u 2017. godini bio je 3,41 t ha⁻¹ (Tab. 2). Hibridi su značajno uticali na visinu prinosa zrna, dok su ostali izvori variranja visoko značajno uticali na visinu prinosa. Međusobni odnosi

đubrenje x tretmani, kao i hibridi x tretmani nisu imali statistički značajan uticaj na razlike u visini prinosa. Najveći prinos je ostvaren pri đubrenju sa 120 kg ha⁻¹ N, što je za 13,66% više nego pri đubrenju sa 160 kg ha⁻¹ N i za 16,19% više nego pri đubrenju sa 102 kg ha⁻¹ N. Razlika u visini prinosa zrna nije bila statistički značajna između đubrenja sa 120 kg i 160 kg ha⁻¹ N, dok je u odnosu na prinos pri đubrenju sa 102 kg ha⁻¹ N razlika bila visoko značajna (Tab. 2). Najveći prinos zrna imao je hibrid ZP 684 3,47 t ha⁻¹, što je statistički visoko značajno veći prinos samo u odnosu na prinos zrna hibrida ZP 427 (3,23 t ha⁻¹). Oba tretmana sa Zn su uticali na povećanje prinosa u odnosu na kontrolu. Najveći uticaj imao je tretman gde je Zn unet u zemljište, jer je statistički visoko značajno povećao prinos zrna u odnosu na kontrolu (3,09 t ha⁻¹) i u odnosu na tretman gde je prajmerisano seme i folijarno primenjen Zn (3,28 t ha⁻¹).

Tabela 2. Uticaj ispitivanih varijabli na visinu prinosa (t ha⁻¹) u 2017. godini

Hibridi (A)	Đubre nje (B)	Tretmani (C)			$\bar{X} AxB$	$\bar{X} A$
		T1	T2	T3		
ZP 427	160	2,10	2,97	2,80	2,45	3,22
ZP 548		3,41	3,61	3,46	3,49	
ZP 684		3,55	4,00	3,62	3,72	
$\bar{X} AxC$		3,02	3,53	3,29		
ZP 427	120	3,41	4,21	3,80	3,81	3,66
ZP 548		2,99	3,57	3,94	3,50	
ZP 684		3,04	4,54	3,47	3,68	
$\bar{X} AxC$		3,15	4,11	3,73		
ZP 427	102	3,49	3,41	2,91	3,27	3,15
ZP 548		3,07	3,57	2,89	3,18	
ZP 684		2,74	3,65	2,62	3,00	
$\bar{X} AxC$		3,10	3,54	2,81		
$\bar{X} B x C$	ZP 427	3,00	3,53	3,17	3,23	$\bar{X} B$
	ZP 548	3,15	3,58	3,43	3,39	
	ZP 684	3,11	4,06	3,24	3,47	
	$\bar{X} C$	3,09	3,73	3,28		
Prosek 2017					3,41	

Analizom varijanse utvrđen je statistički značajan uticaj đubrenja, dok su hibridi i tretmani visoko značano uticali na visinu prinosa zrna kukuruza u 2018. godini. Što se tiče međusobnog odnosa ispitivanih varijabli, samo

je odnos hibridi x tretmani imao statistički visoko značajan uticaj na visinu prinosa (Tab. 3).

Tabela 3. Analiza varijanse za prinos zrna ispitivanih hibrida kukuruza u 2018. godini

Izvori variranja	df	Sredina kvadrata	F verov.	LSD	
				r<0,05	r<0,05
Đubrenje (A)	2	0,33	0,30*	0,16	0,29
Hibridi (B)	2	7,48	0,01**	0,45	0,63
Tretmani (C)	4	3,68	0,00**	0,47	0,63
Đubrenje x Hibridi (AB)	2	0,47	0,74 ^{ns}	0,78	1,09
Đubrenje x Tretmani (AC)	8	0,83	0,38 ^{ns}	0,82	1,08
Hibridi x Tretmani (BC)	8	1,64	0,04**	0,82	1,08
Đubrenje x Hibridi x Tretmani (ABC)	16	1,22	0,09 ^{ns}	1,41	1,88

Rezultati uticaja ispitivanih varijabli na visinu prinosa zrna u 2018. godini prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Uticaj ispitivanih varijabli na visinu prinosa ($t\ ha^{-1}$) u 2018. godini

Hibridi (A)	Đubrenje (B)	Tretmani (C)			$\bar{X} AxB$	$\bar{X} A$
		T1	T2	T3		
ZP 427	160	8,46	8,79	8,27	8,51	8,08
ZP 548		7,87	7,34	7,87	7,69	
ZP 684		7,77	8,75	7,60	8,04	
$\bar{X} AxC$		8,03	8,29	7,91		
ZP 427	120	8,74	9,19	8,14	8,69	8,21
ZP 548		7,99	9,15	7,76	8,30	
ZP 684		7,31	7,63	7,97	7,64	
$\bar{X} AxC$		8,01	8,66	7,96		
ZP 427	102	7,00	10,33	8,58	8,64	7,91
ZP 548		6,80	7,61	8,18	7,53	
ZP 684		8,01	6,87	7,83	7,57	
$\bar{X} AxC$		7,27	8,27	8,20		
$\bar{X} B \times C$	ZP 427	8,07	9,44	8,33	8,61	$\bar{X} B$
	ZP 548	7,55	8,03	7,93	7,84	
	ZP 684	7,70	7,75	7,80	7,75	
	$\bar{X} C$	7,77	8,41	8,02		
IIPOCEK 2018					7,73	

Prosečan prinos zrna bio je $7,73 \text{ t ha}^{-1}$. Najveći prinos ostvaren je kod đubrenja sa $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, što je bilo više za 1,98% nego prinos zrna ostvaren pri đubrenju sa $160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ i za 3,79% viši nego prinosi zrna pri đubrenju sa $102 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Najmanja doza đubrenja je imala statistički visoko značajno negativan uticaj na visinu prinosa u odnosu na oba prethodna đubrenja. U ovoj godini, hibrid ZP 427 imao je visoko značajno veći prinos zrna nego hibrid ZP 548 za 9,82% i od hibrida ZP 684 bio je viši za 11,09%.

Razlike u visini prinosa ostvarenog u tretmanima bile su visoko značajne u odnosu na kontrolu, dok međusobno nije bilo značajnih razlika. Tretmani sa unetim Zn u zemljište su povećali prinos zrna za 8,23%, a prajmerisanje semena sa folijarnim tretmanom za 3,21%, u odnosu na kontrolu. U međusobnom odnosu hibridi x tretmani, najveći prinos bio je pri tretmanu gde je Zn unet predsetveno u zemljište sa hibridom ZP 427 ($9,44 \text{ t ha}^{-1}$).

Procentualno povećanje prosečnog prinosa u uslovima koji su bili povoljniji za gajenje kukuruza bili su za 117,88%. U obe godine istraživanja, primena Zn imala je značajan uticaj na visinu prinosa u odnosu na kontrolu. Povećanje prinosa bilo je uslovljeno i agrometeorološkim uslovima. U 2018. godini, koja je imala više padavina sa boljim rasporedom, Zn koji je unet u zemljište povećao je prinos zrna za 8,23%. Međutim, u nepovoljnijoj 2017. godini taj procenat je bio veći (20,72%).

Dobijeni rezultati su kompatibilni sa istraživanjima drugih, da se korišćenjem mikronutrijenta, posebno Zn, u usevu kukuruza mogu povećati prinosi i sadržaj cinka u zrnu (Tariq et al., 2014, Stepić et al., 2022 i Fahad et al., 2015). Ernest et al. (2014) su utvrdili da primena Cu i Zn u zemljište značajno povećava sadržaj suve materije i prinos zrna.

Zaključak

Ishranom biljaka sa $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ mogu se ostvariti zadovoljavajući prinosi kukuruza uz zaštitu životne sredine. Hibridi su različito reagovali na ispitivane varijable. U 2017. godini najveći prinos imao je hibrid ZP 684 ($3,47 \text{ t ha}^{-1}$). S obzirom da je hibrid kasne grupe zrenja može se zaključiti da je na ovaj rezultat uticala veća količina padavina u avgustu i septembru. U 2018. godini, najveći prinos imao je hibrid ZP 427 ($8,61 \text{ kg ha}^{-1}$).

Primena Zn imala je visoko značajan uticaj na visinu prinosa u odnosu na kontrolu. U godini koja je bila nepovoljnija za proizvodnju, primenom cinka povećanje prinosa bilo je u većem procentu u odnosu na kontrolu.

Imajući u vidu sve izraženiju pojavu suše i nestabilnost prinosa pri gajenju kukuruza u prirodnom vodnom režimu, ova istraživanja bi trebalo nastaviti. S obzirom na značaj Zn i u ishrani ljudi, istraživanja bi trebalo usmeriti na određivanje kvaliteta zrna kukurza.

Zahvalnica

Rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj Ugovora: 451-03-47/2023-01/ 200216).

Literatura

- Ernest, UE., Demian, OA., Anthony, OA. (2014). Effect of Cu and Zn on Maize (*Zea mays* L.) Yield and Nutrient Uptake in Coastal Plain Sand Derived Soils of Southeastern Nigeria Open Journal of Soil Science Vol 4. No 7, July 2014. doi: 10.4236/ojss.2014.47026.
- Fahad, S., Hussain, S., Saud S., Hassan, S., Shan, D., Chen, Y., Deng N., Kgan, F., Wu C., Wu, W., Shah, F., Ullah, B., Yousaf, M., Ali, S., Hunag, J. (2015). Grain cadmium and zinc concentrations in maize influenced by genotypic variations and zinc fertilization. CLEAN–Soil, Air, Water, 43(10): 1433-1440.
- Ferreira, FC., Motta, ACV., Barbosa, ZJ., Santos, dos ZN., Stephen Prior, S. & Gabardo, J. (2014). Maize (*Zea mays* L) cultivars nutrients concentration in leaves and stalk jour. Maydica 59-71.
- Glamočlija, Đ. (2012). Posebno ratarstvo-žita i zrnene mahunarke. Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Jevtić, S. (1986). Kukuruz. Naučna knjiga, Beograd.
- Kastori, I., Putnik Delić, M., Maksimović, I. (2020). Zink in plant nutrition. Matica Srpska, Novi Sad.
- Lin, D., Xing, B. (2007). Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth, Environmental pollution 150:243-250.
- Liu, H., Gan, W., Rengel, Z., Zhao, P. (2016). Effects of zinc fertilizer rate and application method on photosynthetic characteristics and grain yield of summer maize. Journal of Soil Science and Plant nutrition, 16 (2): 550-562.

- Obrador, A., Novillo, J., Alvarez, J. M. (2003). Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67: 564-572.
- Stepić V., Cvijanović G., Đurić N., Bajagić M., Marinković J., Cvijanović V. (2022). Influence of zinc treatments on grain yield and grain quality of different maize genotypes. *Plant Soil Environ.*, 68. doi: 10.17221/93/2022-PSE ISSN 1214-1178.
- Tariq, A., Anjum, S. A., Randhawa, M. A., Ullah, E., Naeem, M., Qamar, R., Ashraf, U., Nadeem, M. (2014). Influence of zinc nutrition on growth and yield behaviour of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *American Journal of Plant Sciences*, 5(18): 2646.

ZNAČAJ GAJENJA LEGUMINOZA U BILJNOJ PROIZVODNJI

THE IMPORTANCE OF CULTIVATION OF LEGUMES IN PLANT PRODUCTION

Zlatica Mamlić¹, Vojin Đukić¹, Gordana Dozet², Asma Abdurhman², Anja Dolapčev-Rakić¹, Andrej Sinjušin¹, Nenad Đurić³

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad*

²*Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming, Bačka Topola*

³*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

Autor za korespondenciju: zlatamicamiladinov@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Prinos i morfološke osobine mahunarki zavise od sorte, plodnosti zemljišta, agrotehničkih mera, kao i od vremenskih uslova u pojedinim godinama. Gajenjem mahunarki smanjuje se upotreba skupih mineralnih đubriva i smanjuje se zagađenje životne sredine. Cilj ovih istraživanja je da se sumiraju dugogodišnja istraživanja o mogućnosti povećanja prinosa mahunarki.

Ključne reči: mahunarke, prinos, zaštita životne sredine

Abstract

Yield and morphological traits of legume depend on the variety, cultivation practice as well as the weather conditions in certain years. The cultivation of legumes reduces the use of expensive mineral fertilizers and reduces environmental pollution. The aim of this research is to summarize many years of research on the possibility of increasing the yield of legumes.

Key words: legume, yield, environmental protection

Uvod

Gajenjem višegodišnjih leguminoza azotni bilans u zemljištu se povećava za oko 100 kg ha^{-1} , a najveći deo azota u zemljištu ostaje od korena, kvržica i ostataka nadzemnog dela biljke. Njihovom humifikacijom i mineralizacijom se povećava organski mineralni azot u zemljištu (Jarak, 2000). U simbiozi sa sojom kvržice formiraju bakterije *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkani* i *Sinorhizobium fredii*, a godišnja fiksacija azota je i preko 200 kg ha^{-1} . Simbiozu sa pasuljem ostvaruju bakterije *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, *Rhizobium tropici*, *Rhizobium mongolense*, *Rhizobium gallicum*, *Rhizobium etli*, a u simbiozi pasulja i *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, godišnje se fiksira od 25 do 120 kg N ha^{-1} . U simbioznoj zajednici lucerke i *Sinorhizobium meliloti* fiksira se od 100 do 400 kg N ha^{-1} godišnje. *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifoli* formira kvržice na korenu deteline i godišnje se fiksira od 45 do 670 kg N ha^{-1} . U simbiozi graška, grahorice i sočiva sa *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* fiksira se godišnje od 40 do 120 kg N ha^{-1} . Za poljoprivrednu proizvodnju značajne su još i simbiozne zajednice kvržičnih bakterija i kikirikija (*Arachis hypogaea*), grahorice (*Vicia* sp.), žutog zvezdana (*Lotus corniculatus*) i galege (*Galega officinalis* i *Galega orientalis*) (Mrkovački i sar., 2013).

Upotreba mineralnih đubriva u proizvodnji mahunarki može se značajno smanjiti primenom efektivnih sojeva azotofiksirajućih bakterija, efektivnih mikroorganizama, biljnih ekstrakata, organskog đubriva, a klijavost semena i prinos mogu se povećati primenom potapanja semena ili izlaganjem semena pulsirajućim elektromagnetnim poljima (Đukić i sar., 2019). Pravilna i pravovremena primena agrotehničkih mera, poput zaoravanja žetvenih ostataka preduseva ili međuredne kultivacije doprinosi ostvarivanju visokih i stabilnih prinosa (Đukić i sar., 2019). Pored svega navedenog treba imati u vidu da lokalitet gajenja ima veliki uticaj na prinos i kvalitativne osobine zrna (Mamlić i sar., 2021b).

Materijal i metode rada

Kao polazni materijal u ovom radu korišteni su višegodišnji rezultati istraživanja u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo o uticaju inokulacije semena leguminoza, primeni efektivnih mikroorganizama, organskog i

mineralnog đubriva, biljnih ekstrakata, pravilne i pravovremene primene agrotehničkih mera u cilju povećanja prinosa leguminoza, kao i istraživanja o uticaju potapanja semena, primeni električnih i elektromagnetnih polja za poboljšanje kvaliteta semena.

Rezultati i diskusija

Osnovna obrada zemljišta

Tabela 1. Uticaj vremena osnovne obrade na prinos soje (kg ha⁻¹), (Mamlić i sar., 2023).

Godina	Vreme osnovne obrade			prosek
	jesen	zima	proleće	
2020	2867	2643	2408	2639
2021	2605	2352	1914	2290
prosek	2736	2493	2161	

Na osnovu rezultata dvogodišnjih istraživanja najviši prinosi soje ostvareni su primenom jesenje osnovne obrade (Mamlić i sar., 2023). Prinosi soje pri zimskoj osnovnoj obradi smanjeni su u proseku za 8,81% (po godinama 7,81% u 2020. godini i 9,71% u 2021. godini). Prinosi soje ostvareni kod prolećne osnovne obrade smanjeni su u proseku za 21,02% (po godinama 16,01% u 2020. godini koja je bila povoljnija za proizvodnju soje i 26,53% u nepovoljnijoj godini za proizvodnju soje kao što je bila 2021. godina).

Đubrenje

Tabela 2. Uticaj đubrenja na prinos soje (kg ha⁻¹), (Mamlić i sar., 2023).

Godina	Varijante đubrenja				prosek
	kontrola	NPK	AN	Folijarno	
2020	2867	3280	3204	3196	3137
2021	2605	2935	2767	2783	2773
prosek	2736	3108	2986	2990	

Primena NPK đubriva u jesenjem periodu, u proseku za dve godine povećala je prinos soje za 13,60% (14,41% u 2020. godini i 12,67% u 2021. godini). Upotrebom azotnog đubriva amonijum nitrata (AN) koje je

unešeno u zemljište sa predsetvenom pripremom zemljišta povećao se prinos soje u proseku za dve godine za 9,14% (11,75% u 2020. godini i 6,22% u 2021. godini). Folijarna primena vodenog ekstrakta ploda banane povećala je prinos soje za 9,28% (11,48% u 2020. godini i 6,83% u 2021. godini) (Mamlić i sar., 2023).

Tabela 3. Uticaj vremena primene NPK đubriva na prinos soje (kg ha¹), (Mamlić i sar., 2021).

Godina	Sorta	kontrola	NPK jesen	NPK proleće	prosek
2019	NS Atlas	2282	2543	2364	2396
	NS Apolo	2546	3022	2694	2754
	Rubin	2595	3241	2860	2899
	Prosek	2474	2935	2639	
2020	NS Atlas	2786	3027	2911	2908
	NS Apolo	2862	3145	2894	2967
	Rubin	3083	3344	3163	3197
	Prosek	2910	3172	2989	
prosek		2692	3054	2814	

Primena NPK đubriva u jesenjem periodu, u proseku za dve godine povećala je prosečan prinos kod tri različite sorte soje za 13,45% (18,63% u 2019. godini koja je nepovoljnija za proizvodnju soje i 9,00% u 2020. godini koja je povoljnija za proizvodnju soje). Povećanje prinosa u nepovoljnijoj 2019. godini veće je kod kasnih sorti soje (Rubin 24,89% i NS Apolo 18,69%) u odnosu na rane sorte soje (NS Atlas 11,43%), dok je u 2020. godini povećanje prinosa iznosilo između 8,5 i 10% (8,65% za sortu NS Atlas, 9,89% za sortu NS Apolo i 8,47% za sortu Rubin). Prolećna primena NPK đubriva u proseku za dve godine povećala je prosečan prinos kod tri različite sorte soje za 4,53% (6,67% u 2019. godini koja je nepovoljnija za proizvodnju soje i 2,71% u 2020. godini koja je povoljnija za proizvodnju soje). Povećanje prinosa u nepovoljnijoj, 2019. godini veće je kod kasnih sorti soje (Rubin 10,219%) u odnosu na rane sorte soje (NS Atlas 3,59%), dok je u 2020. godini povećanje prinosa iznosilo 4,49% za sortu NS Atlas, 1,12% za sortu NS Apolo i 2,59% za sortu Rubin (Mamlić i sar., 2021).

Tabela 4. Uticaj folijarnih tretmana na prinos soje (kg ha^{-1}), (Miladinov i sar., 2018).

Godina	Kontrola	Urea 1%	Urea 2%	NPK + mikroelementi	Fe
2015	2032	2142	2291	2358	2122
2016	4375	4391	4560	4499	4412
prosek	3204	3267	3426	3429	3267

Folijarna prihrana soje u fazi intenzivnog porasta biljaka povećava prinos, kao i masu 1000 zrna soje (Randelović i sar., 2018). U dvogodišnjim istraživanjima uticaja folijarnih tretmana na prinos soje Miladinov i sar. (2018) iznose rezultate da folijarna primena NPK đubriva sa mikroelementima povećava prinos za 7,02% (po godinama od 2,83% u povoljnijoj godini do 16,04% u nepovoljnijoj godini za proizvodnju soje). Primena 2% rastvora UREE povećava prinos za 6,93% (po godinama od 6,67% u 2016. godini do 12,75% u 2015. godini). Primena 1% rastvora UREE i folijarnog đubriva sa gvožđem povećala je prinos za 1,97%.

Tabela 5. Uticaj folijarne primene vodenih ekstrakata na prinos soje (kg ha^{-1}) (Mamlić i sar., 2022).

Tretmani	2020	2021	prosek
Kontrola	3462	1962	2712
Kontrola + voda	3581	2231	2906
Plod banane	3927	2477	3202**
Kora banane	3911	2335	3123**
Kopriva	3872	2370	3121**
Kopriva i gavez	3964	2412	3188**
Ovojni listovi luka	3791	2313	3052*
Vrhovi biljaka soje	3824	2297	3061**

**statistički vrlo značajna razlika, *statistički značajna razlika, ^{nz}nije statistički značajna razlika

Posmatrajući rezultate prinosa u ogledu sa primenom vodenih ekstrakata biljnog porekla uočava se da je na varijantama ogleda sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane (3202 kg ha^{-1}), koprive i gaveza (3188 kg ha^{-1}), kore banane (3123 kg ha^{-1}), koprive (3121 kg ha^{-1}) i soje (3061 kg ha^{-1}) prinos statistički veoma značajno viši u odnosu na kontrolnu varijantu (2712 kg ha^{-1}), dok je prinos soje statistički značajno viši kod primene vodenog ekstrakta od ovojnih listova luka (3052 kg ha^{-1}).

U odnosu na kontrolu tretiranu vodom (2906 kg ha⁻¹) statistički značajno viši prinosi bili su na varijantama sa primenom vodenog ekstrakta od ploda banane i od koprive i gaveza (Mamlić i sar., 2022). Biljni ekstrakt koprive i gaveza razređen kišnicom (1:15), u dvogodišnjim istraživanjima povećao je prinos soje pri jednoj folijarnoj aplikaciji za 11,56% i za 12,88% kod dve folijarne primene (Dozet i sar., 2019b).

Zaoravanje žetvenih ostataka i inokulacija semena

Tabela 6. Uticaj folijarne primene vodenih ekstrakata na prinos soje (kg ha⁻¹), (Mamlić i sar., 2018b)

Godina	Kontrola	Žetveni ostaci	NS Nitragin	Žetveni ostaci + NS Nitragin
2014	4478	4793	4717	4808
2015	5862	3318	3325	3371
2016	4558	4913	4930	4979
Prosek	3966,0	4341,3	4324,0	4386,0

U našim zemljištima zastupljenost bakterija iz roda *Bradyrhizobium* je mala, pa se za visoke i stabilne prinose i poboljšanje kvaliteta zrna soje, kao obavezna agrotehnička mera preporučuje inokulacija semena visokoefektivnim azotofiksirajućim bakterijama, koje se nalaze u mikrobiološkom đubrivu NS Nitragin (Đukić i sar., 2008). Inokulacija semena soje mikrobiološkim preparatom NS Nitraginom u proseku za tri godine povećava prinos soje za 9,03% (po godinama 5,34% u 2014. godini, 16,18% u najnepovoljnijoj godini i 8,16% u 2016. godini). Zaoravanje žetvenih ostataka preduseva kukuruza ima veoma povoljan uticaj na prinos soje, prinos je u proseku povećan za 9,46% (po godinama 7,03% u 2014. godini, 15,93% u 2015. godini i 7,79% u 2016. godini). Najbolji rezultati postignuti su na varijanti ogleđa sa inokulacijom NS Nitraginom i zaoravanjem žetvenih ostataka preduseva kukuruza gde je prinos povećan za 10,59% (po godinama 7,37% u 2014. godini, 17,78% u 2015. godini i 9,24% u 2016. godini). Inokulacija semena soje NS Nitraginom uz zaoravanje žetvenih ostataka preduseva kukuruza u trogodišnjim istraživanjima povećala je broj zrna po biljci za 10,44%, broj mahuna za 7,59%, broj plodnih kolenaca na stablu za 6,26% i masu biljaka za 18,79% (Đukić i sar., 2018). Pored toga, Đukić i sar. (2018c) navode da u petogodišnjim istraživanjima zaoravanje žetvenih ostataka kukuruza kao preduseva povećava prinos soje za 10,43%. Takođe, Dozet i sar. (2019)

ustanovili su u dvogodišnjim istraživanjima da inokulacija graška NS Nitraginom povećava prinos za 14,86%.

Međuredna kultivacija

Proučavajući uticaj međuredne kultivacije na prinos soje u trogodišnjem ogledu sa tri sorte soje različite dužine vegetacije, Miladinov i sar. (2019) iznose podatke da jedna međuredna kultivacija povećava prinos za 5,25%, dok dve međuredne kultivacije prinos povećavaju za 6,45%. U najpovoljnijoj godini za proizvodnju soje (2016. godina) jedna međuredna kultivacija je povećala prinos za 3,20%, a sa dva prohoda za 4,41%. Međutim u nepovoljnoj godini sa izraženim sušnim periodima (2017. godina) jedna međuredna kultivacija povećala je prinos soje za 11,54%, a dve međuredne kultivacije za 15,45%.

Potapanje semena

Potapanje semena predstavlja metod kojim se poboljšavaju performanse semena i omogućuje brže i ujednačenije klijanje i nicanje (Berhanu and Gebremedhn, 2013).

U istraživanjima o optimalnom vremenu potapanja semena soje i njegovom efektu na klijanje u uslovima sonog stresa Miladinov i sar. (2015) iznose podatke da je najbolje šestočasovno potapanje semena kod svih prajmera. Sa povećanjem vremena potapanja linearno se smanjuje procenat klijavosti semena. Istraživanja su pokazala i da potapanje semena predstavlja povoljnu tehniku za smanjenje negativnog uticaja NaCl na energiju klijanja i klijavost semena soje, a najbolji efekat ostvaren je upotrebom 1% KNO₃. Na ovaj način energija klijanja povećana je u proseku za 13%, a klijavost za 14%. Pri nižoj zaslanjenosti podloge potapanje semena u 0,1% H₂O₂ i H₂O takođe je dalo povoljne rezultate.

Elektrostatička i elektromagnetna polja

Uticaj elektrostatičkog polja na energiju klijanja semena zavisi od biljne vrste i vremena ekspozicije, a dobijeni rezultati ukazuju da se ne može govoriti o univerzalnoj primeni određenog tretmana na seme jer se može desiti da ono ne odgovara određenoj biljnoj vrsti te se kvalitet semena može pogoršati (Mamlić i sar., 2021a). Isti autori iznose podatke da primena elektrostatičkog polja kod soje i grahorice povećava energiju klijanja, kod leblebije smanjuje energiju klijanja, a kod graška i pasulja nije bilo efekta.

Đukić i sar. (2017), iznose podatke da izlaganje semena soje pre setve pulsirajućem elektronmagnetnom polju ima značajan uticaj na visinu ostvarenog prinosa. U četvorogodišnjem ogledu sa izlaganjem semena pulsirajućem elektromagnetnom polju frekvencija 16 Hz, 24 Hz, 30 Hz i 72 Hz u trajanju od 30, 60 i 90 minuta, povećanje prinosa soje od 17,24%, kao i klijavost semena za 6,37% postignuto je pri izlaganju elektromagnetnom polju jačine 16 Hz u trajanju od 30 minuta u odnosu na kontrolu (varijanta bez izlaganja elektromagnetnom polju). Frekvencija od 72 Hz i vreme ekspozicije od 30 minuta smanjili su klijavost semena za 2,34%, dok je ista frekvencija i vreme ekspozicije od 90 minuta smanjili prinos soje za 7,11%.

Zaključak

Na osnovu rezultata višegodišnjih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

-pravovremena obrada zemljišta, pravovremena i pravilna upotreba đubriva u gajenju mahunarki i pravilna i pravovremena primena preporučenih agrotehničkih mera u proizvodnji leguminoza imaju veliki uticaj na ostvareni prinos,

-inokulacija semena, kao i folijarna primena mineralnih i organskih đubriva povećava prinos mahunarki i ima pozitivan uticaj na kvalitet zrna,

-potapanjem semena u različite prajmere, upotrebom elektrostatičkih i elektromagnetnih polja može se uticati na povećanje klijavosti semena i prinosa mahunarki.

Zahvalnica

Ova istraživanja je podržalo Ministarstvo za nauku, tehnološki razvoj i inovacije Republike Srbije, grant broj: 451-03-47/2023-01/200032 i 451-03-47/2023-01/ 200216.

Literatura

Bethanu, A. Gebremedhn, Y. (2013). The role of seed priming in improving sseedling growth of maize (*Zea mays* L.) under salt stress at field conditions. *Agricultural Sciences* 4:666-672.

- Dozet, G., Cvijanović, G., Đurić, N., Đukić, V., Miladinov, Z. (2019). Uticaj mikrobiološkog đubriva na prinose i poleganje kod baštenskog graška. Zbornik radova 9. Međunarodni simpozijum o upravljanju prirodnim resursima, Zaječar, Srbija, 31. Maj, 2019., pp. 56-62.
- Dozet, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Čeran, M., Cvijanović, G., Đurić, N., Vasiljević, M. (2019a). Uticaj biljnog ekstrakta koprive i gaveza na sadržaj proteina i ulja u znu soje. Zbornik radova 60. Savetovanja industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Cma Gora, 16.-21. Jun, 2019., pp. 87-93.
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Dozet, G., Valan, D., Ninkov, M., Đorđević, V., (2008). Uticaj đubrenja na sadržaj ulja u znu soje. Zbornik radova 49. Savetovanja industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi, Cma Gora, 15.-20. Jun, 2008., pp. 95-100.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Tatić, M., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S. (2017). Pulsed electromagnetic field – a cultivation practice used to increase soybean seed germination and yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104 (4): 345-352.
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Čeran, M., Marinković, J., Petrović, K., Merkulov-Popadić, L. (2018). Uticaj NS Nitragina i zaoravanja žetvenih ostataka na morfološke osobine soje. Zbornik radova prvog domaćeg naučno stručnog skupa „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji – stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Bačka Topola, Srbija, 26. Oktobar 2018., pp. 53-60.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Tatić, M., Cvijanović, G., Cvijanović, M., Marinković, J. (2018c). Uticaj zaoravanja žetvenih ostataka na povećanje prinosa soje. Zbornik radova XXIII Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, 09.-10. Mart, 2018., pp. 39-44.
- Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Miladinov, Z., Marinković, J., Dozet, G., Cvijanović, G. (2019). Značaj proizvodnje mahunarki u zaštiti životne sredine. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem „Održiva poljoprivredna proizvodnja – Uloga poljoprivrede u zaštiti životne sredine“, Bačka Topola, Srbija, 18. Oktobar, 2019., pp. 35-46.
- Jarak, M. (2000). Primena inokulacije u proizvodnji lucerke. Poglavlje 6 u monografiji Lucerka, urednik Dane Lukić, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 93-106.
- Mamlić, Z., Abduladim, A., Đukić, V., Vasiljević, S., Katanski, S., Dozet, G., Uhlarik, A. (2021). Jesenja i prolećna primena NPK đubriva u proizvodnji soje. Zbornik radova Nacionalnog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021., pp. 277-284.
- Mamlić, Z., Nikolić, Z., Mamlić, G., Tamindžić, G., Vasiljević, S., Katanski, S., Uhlarik, A. (2021a). The influence of electric voltage on the germination of leguminous seeds. *Journal of Agricultural Science (Belgrade)*, 66 (4): 309-319.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Dozet, G., Bajagić, M., Fačara, L., Vasiljević, S. (2022). Uticaj primene vodenih ekstrakata biljnog porekla na prinose i kvalitet zrna soje. *Uljarstvo*, 53 (1): 35-43.
- Mamlić, Z., Saleh Ali Abdulnabi, N., Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Đurić, N., Uhlarik, A. (2023). Interakcija vremena osnovne obrade i đubrenja na sadržaj proteina i ulja u znu soje.

- Zbornik radova 64. Savetovanja industrije ulja "Proizvodnja i prerada uljarica" sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Cma Gora, 25.-30. Jun 2023, pp. 85-91.
- Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Đukić, V., Ilić, A., Čobanović, L. (2015). Optimalno vreme potapanja semena soje i njegov efekat na klijanje u uslovima sonog stresa. *Journal of Agricultural Sciences*, 60 (2): 109-117.
- Miladinov, Z., Đukić, V., Čeran, M., Valan, D., Dozet, G., Tatić, M., Randelović, P. (2018). Uticaj folijarne prihrane na sadržaj proteina i ulja u znu soje, Zbornik radova 59. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica”, Herceg Novi, Cma Gora, 17-22. Jun 2018., pp. 73-78.
- Miladinov, Z., Dozet, G., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Randelović, P., Cvijanović, M. (2018b). Uticaj NS Nitragina i zaoravanja žetvenih ostataka na prinos soje, Zbornik radova 1. Domaćeg naučnog skupa „Održiva primama poljoprivredna proizvodnja u Srbiji – stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Bačka Topola, Srbija, 26. Oktobar 2018., pp.
- Miladinov, Z., Dozet, G., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Ilić, A., Čobanović, L. (2019). Povećanje prinosa soje međurednom kultivacijom useva, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25 (1-2): 157-164.
- Mamlić, Z., Abduladim, A., Đukić, V., Vasiljević, S., Katanski, S., Dozet, G., Uhlarik, A. (2021). Jesenja i prolećna primena NPK đubriva u proizvodnji soje. Zbornik radova Nacionalnog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem, „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja”, Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021., pp. 277-284.
- Mamlić, Z., Nikolić, Z., Mamlić, G., Tamindžić, G., Vasiljević, S., Katanski, S., Uhlarik, A. (2021a). The influence of electric voltage on the germination of leguminous seeds. *Journal of Agricultural Science (Belgrade)*, 66 (4): 309-319.
- Miladinov Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Dozet, G., Cvijanović, G., Bajagić, M., Cvijanović, V. (2021b): Uticaj lokaliteta na prinos, sadržaj protein i ulja u znu soje. Zbornik radova 62. Savetovanje „Proizvodnja i prerada uljarica” sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Cma Gora, 27. jun-02. jul 2021., pp. 93-99.
- Mamlić, Z., Đukić, V., Miladinović, J., Dozet, G., Bajagić, M., Fačara, L., Vasiljević, S. (2022). Uticaj primene vodenih ekstrakata biljnog porekla na prinos i kvalitet zrna soje. *Uljarstvo*, 53 (1): 35-43.
- Mamlić, Z., Saleh Ali Abdunabi, N., Dozet, G., Đukić, V., Miladinović, J., Đurić, N., Uhlarik, A. (2023). Interakcija vremena osnovne obrade i đubrenja na sadržaj proteina i ulja u znu soje. Zbornik radova 64. Savetovanja industrije ulja "Proizvodnja i prerada uljarica" sa međunarodnim učešćem, Herceg Novi, Cma Gora, 25.-30. Jun 2023., pp. 85-91.
- Mrkovački, N., Marinković, J., Tintor, B., Bjelić, D. (2013). Kvržične bakterije i njihova primena: 30 godina proizvodnje NS-Nitragina. Zbornik referata 47. Savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor, Srbija, 03.-09. Februar, 2013., pp. 275-288.
- Randelović, P., Đukić, V., Miladinov, Z., Valan, D., Čobanović, L., Ilić, A., Merkulov-Popadić, L. (2018). Uticaj folijarne prihrane na prinos i masu 1000 zrna soje. Zbornik radova prvog domaćeg naučno stručnog skupa „Održiva primama poljoprivredna proizvodnja u Srbiji – stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Bačka Topola, Srbija, 26. Oktobar, 2018., pp. 211-217.

UTICAJ *AZOTOBACTER* SPP. NA POČETNI RAST I RAZVOJ VIŠEGODIŠNJIH TRAVA

EFFECT OF *AZOTOBACTER* SPP. ON INITIAL GROWTH OF PERENNIAL GRASSES

Snežana Anđelković¹, Dejan Sokolović¹, Goran Jevtić¹, Mladen Prijović¹, Filip Bekčić¹, Jasmina Milenković¹, Snežana Babić¹

¹Institut za krmno bilje Kruševac

Autor za korespondenciju: snezana.andjelkovic@ikbks.com

Izvod

Primena korisnih mikroorganizama, kao što su bakterije iz roda *Azotobacter*, predstavlja ekološki prihvatljiv metod za unapređenje proizvodnje krmnih trava i biogenosti zemljišta. U radu su prikazani rezultati primene predsetvene mikrobijalne inokulacije. Ispitivan je uticaj četiri izolata *Azotobacter* spp. (ZA1, SA74, SB94, MA7) i njihove kombinacije na početni rast višegodišnjih trava: engleskog ljujla (*Lolium perenne* L.), francuskog ljujla (*Arrhenatherum elatius* L.), italijanskog ljujla (*Lolium multiflorum* L.) i ježevice (*Dactylis glomerata* L.). Eksperiment je izveden u polukontrolisanim uslovima. Visina, zelena masa po biljci, dužina i masa korena po biljci određene su četiri nedelje nakon setve. Rezultati istraživanja pokazali su da je primena mikrobne inokulacije imala pozitivan efekat na početni rast i razvoj ispitivanih vrsta trava.

Ključne reči: višegodišnje trave, *Azotobacter* spp., inokulacija

Abstract

Application of beneficial microorganisms such as bacteria from the genus *Azotobacter* is an environmentally acceptable method for improving the production of forage grasses and soil biogenicity. The paper presents

the results of pre-sowing microbial inoculation. The influence of four isolates of *Azotobacter* spp. (ZA1, SA74, SB94, MA7) and their combinations on the initial growth of perennial grasses: perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), tall oatgrass (*Arrhenatherum elatius* L.), italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). The experiment was carried out in semi-controlled conditions. The height, green mass per plant, root length and root weight per plant were determined four weeks after sowing. The results of research showed that applied microbial inoculation had a positive effect on the initial growth of the investigated grass species.

Key words: perennial grasses, *Azotobacter* spp., inoculation

Uvod

Korišćenje prirodnih potencijala mikroorganizama u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji zasniva se na pozitivnim interakcijama u rizosferi koje stimulišu rast i razvoj biljaka. Međusobni odnosi između biljnih korenova i mikroba predstavljaju ključnu determinantu produktivnosti biljaka. Zahvaljujući učešću mikroorganizama u ciklusima hranljivih elemenata biljke se lakše snabdevaju neophodnim nutrijentima (Hajnal-Jafari i sar., 2020). Pored toga što deluju kao biofertilizatori, mikrobi različitim mehanizmima, kao što su produkcija i stimulacija sinteze biljnih hormona (auksina, giberelina, citokinina), vitamina, povećanje otpornosti biljaka na patogene i abiotičke stresove, pozitivno utiču na plodnost i zdravlje zemljišta (Dobbelaere et al., 2003; Altaf., 2021; Nadarajah and Rahman, 2023). Važnu komponentu rizosfernih mikroorganizama čine slobodni azotofiksatori (Malic et al., 2005). Količina azota fiksirana od strane slobodnih azotofiksatora je manja u odnosu na onu koja nastaje simbiotskom azotofiksacijom, ali značajno utiče na dugoročnu plodnost zemljišta (Jensen and Hauggaard-Nielsen, 2003). Rod *Azotobacter* je najviše ispitivan od svih slobodnih azotofiksatora i jedan je od najznačajnijih rodova iz ove grupe mikroorganizama (Aasfar et al., 2021). U zavisnosti od uslova koji vladaju u zemljištu, ove bakterije mogu da usvoje 50-80 kg ha⁻¹ azota iz vazduha koji koriste za sintezu proteina (Sumbul et al., 2020). Azotobakter se, u odgovarajućim uslovima, razmnožava u rizosferi poljoprivrednih kultura i njegovo dejstvo na biljke dovodi se u vezu ne samo sa fiksacijom azota i

poboljšanjem azotne ishrane, već i sa produkcijom biološki aktivnih materija - giberelina, biotina, heteroauksina, pirodoksina, nikotinske i pantotenske kiseline (Mrkovački i Milić, 2001; Farajzadeh et al., 2012). Pored toga, važno svojstvo azotobaktera jeste i produkcija antibiotika i antifungalnih metabolita (Đukić i sar., 2006; Dey et al., 2017). Brojnost i aktivnost azotobaktera zavisi prvenstveno od pH reakcije, sadržaja humusa i lakopristupačnog fosfora i na minimalne promene reaguje smanjenjem broja, tako da se može koristiti kao indikator kvaliteta zemljišta (Govedarica i Jarak, 1995; Mhete et al., 2020). Kisela reakcija sredine negativno utiče na aktivnost i rasprostranjenost azotobaktera jer ove bakterije preferiraju visoko produktivna neutralna zemljišta (Anđelković i sar., 2012; Wakarera et al., 2022). Primenom selekcionisanih sojeva azotobaktera koji imaju dobru sposobnost adaptacije na uslove koji vladaju u zemljištu, pospešuje se proces azotofiksacije i postižu bolji rezultati u proizvodnji krmnih leguminoza (Jarak i sar., 2004; Anđelković et al., 2010) i trava (Stamenov et al., 2012).

Višegodišnje krmne trave: ježevica (*Dactylis glomerata* L.), engleski ljulj (*Lolium perenne* L.), francuski ljulj (*Arrhenatherum elatius* L.), italijanski ljulj (*Lolium multiflorum* L.) jesu glavne komponente prirodnih i sejanih travnjaka i prirodna hrana za preživare. Savremene sorte većine višegodišnjih trava su veoma produktivne i dostižu visoke prinose suve materije koja je odličnog kvaliteta ukoliko se kosi u odgovarajućoj fazi. Pored toga što predstavljaju osnovu održivog stočarstva imaju i značajnu ulogu u očuvanju zemljišta (Tomić i Sokolović, 2007; Babić i sar., 2017; Sokolović i sar., 2017). Primena velike količine hemijskih sredstava u poljoprivredi dovodi do narušavanja strukture zemljišta i prirodne ravnoteže koja vlada među zemljišnim organizmima. Ovi negativni efekti se mogu ublažiti primenom korisnih mikroorganizama (Jarak i sar., 2012; Anđelković et al., 2014).

Cilj naših istraživanja bio je da ispita efekat primene četiri izolata *Azotobacter* spp. na početni rast višegodišnjih trava.

Materijal i metode rada

Eksperiment je izveden u polukontrolisanim uslovima. Za ova istraživanja korišćeno je seme engleskog ljulja sorte Kruševački 11 (K-11), francuskog ljulja sorte Kruševački 16 (K-16), italijanskog ljulja sorte

Kruševački 29 (K-29) i ježevice sorte Kruševačka 24 (K-24). Seme je sterilisano sa 0,2% rastvorom HgCl_2 i 70% etanolom, isprano nekoliko puta sterilnom vodom i zatim potopljeno u odgovarajući inokulum. Po deset semena iz svake varijante inokuluma posađeno je u saksije i u svaku saksiju je dodato deset mililitara odgovarajućeg inokuluma.

Inokulacija je obavljena korišćenjem četiri nativna izolata *Azotobacter* spp. – ZA1, SA74, MA7, SB94 i njihove kombinacije. Ovi izolati potiču iz zemljišta sa različitih lokacija. Koncentracija 10^{10} ćelija po ml je uzgajana na supstratu po Feodorovu (Jarak i Đurić, 2006). Visina biljke (cm), zelena masa po biljci (g), dužina korena (cm) i masa korena po biljci (g) su merene četiri nedelje nakon setve. Vrednosti ispitivanih parametara biljaka na inokulisanim tretmanima su upoređivane sa kontrolnom varijantom (bez inokulacije). Rezultati su obrađeni pomoću programa STATISTICS 8.0. Značajnost razlika između ispitivanih tretmana utvrđena je Fisher-ovim LSD testom.

Rezultati i diskusija

Primena korisnih mikroorganizama u biljnoj proizvodnji omogućuje bolje iskorišćenje potencijala za razvoj i biljaka i mikroorganizama (Frame, 2005; Avis et al., 2008). Aplicirani mikroorganizmi treba da budu dobar kompetitor autohtonim, da imaju dobru sposobnost preživljavanja i prilagođavanja i da aktiviraju određene mikrobiološke procese kako bi se biljka obezbedila hranivima (Jarak i sar., 2012). Rezultati sprovedenih istraživanja pokazali su da primena azotobatera ima pozitivan efekat na početni rast i razvoj višegodišnjih trava (Tab. 1). U odnosu na kontrolnu varijantu, primenom izolata MA7 i kombinacije četiri izolata zabeležene su statistički značajne razlike za ispitivane parametre kod svih trava. Statistički značajno povećanje u odnosu na kontrolu ostvareno je kod ispitivanih parametara i primenom izolata SA74 kod italijanskog ljulja i ježevice. Povećanje mase korena po biljci engleskog ljulja na inokulisanim varijantama nije imalo statističku značajnost (Tab.1).

Tabela 1. Uticaj izolata *Azotobacter* spp. na početni rast trava

Vrsta	Izolat	Visina (cm)	Dužina korena (cm)	Masa nadz. dela po biljci (g)	Masa korena po biljci (g)
Engleski ljulj K-11	ZA1	12,54 ^b	11,47 ^a	0,33 ^b	0,37 ^a
	SA74	12,46 ^b	9,91 ^b	0,40 ^a	0,39 ^a
	MA7	13,30 ^a	9,69 ^b	0,40 ^a	0,39 ^a
	SB94	11,76 ^c	9,76 ^b	0,37 ^{a,b}	0,39 ^a
	MiX	13,39 ^a	11,86 ^a	0,40 ^a	0,39 ^a
	Kontrola	12,39 ^{b,c}	9,96 ^b	0,31 ^b	0,36 ^a
Francuski ljulj K-16	ZA1	22,18 ^{b,c}	10,10 ^c	0,41 ^a	0,37 ^c
	SA74	21,25 ^c	11,67 ^a	0,36 ^b	0,39
	MA7	22,56 ^b	11,59 ^a	0,38 ^{a,b}	0,43 ^a
	SB94	21,13 ^c	10,75 ^b	0,37 ^b	0,40 ^{b,c}
	MiX	23,42 ^a	11,68 ^a	0,41 ^a	0,41 ^{a,b}
	Kontrola	21,27 ^c	9,58 ^d	0,32 ^c	0,29 ^d
Italijanski ljulj K-29	ZA1	22,75 ^b	10,37 ^c	0,62 ^b	0,61 ^d
	SA74	24,72 ^a	11,20 ^b	0,81 ^a	0,67 ^c
	MA7	24,65 ^a	11,06 ^b	0,80 ^a	0,69 ^c
	SB94	22,55 ^b	10,19 ^c	0,64 ^b	0,76 ^b
	MiX	24,80 ^a	11,76 ^a	0,82 ^a	0,80 ^a
	Kontrola	21,42 ^c	10,23 ^c	0,68 ^b	0,59 ^d
Ježevica K-24	ZA1	16,04 ^d	9,07 ^{b,c}	0,47 ^c	0,33 ^b
	SA74	17,51 ^a	9,40 ^a	0,56 ^a	0,42 ^a
	MA7	17,15 ^b	9,15 ^b	0,49 ^b	0,33 ^b
	SB94	16,15 ^d	8,94 ^{c,d}	0,42 ^d	0,29 ^c
	MiX	16,52 ^c	9,03 ^{b,c}	0,43 ^d	0,32 ^{b,c}
	Kontrola	16,08 ^d	8,84 ^d	0,34 ^e	0,26 ^d

Efekat inokulacije zavisi od brojnosti autohtonih populacija, aktivnosti biljke domaćina, svojstava zemljišta, metoda inokulacije i dr. (Brockwell et al., 1995; Shah et al., 2017). Slično rezultatima naših istraživanja, Biswas et al. (1994) zabeležili su da je apliciranjem azotobaktera ostvareno povećanje prinosa jednogodišnjih i višegodišnjih trava. Takođe, Stamenov et al. (2012) navode da je primena tri soja azotobaktera uticala pozitivno na visinu i suhu masu engleskog ljulja. Bakterizacija je imala pozitivne efekte i na rani rast i razvoj biljaka lucerke i crvene deteline (Jarak i sar., 2007), prinos kukuruza (Wu et al., 2004), pšenice (Kizilkaya, 2008), visinu i zelenu masu žutog zvezdana (Anđelković et al., 2022).

Zaključak

Primena mikrobne inokulacije imala je, uglavnom, pozitivan efekat na početni rast i razvoj ispitivanih vrsta trava. Za dobijanje više informacija i dublje razumevanje uzajamnog odnosa između ovih rizosfernih mikroorganizama i višegodnjih trava neophodno je nastaviti istraživanja u poljskim uslovima. Inokulacija semena i zemljišta azotobakterom jeste ekološki prihvatljiv metod, jer se pored povećanja prinosa i kvaliteta gajenih biljaka na ovaj način obezbeđuje i očuvanje proizvodnih sposobnosti zemljišta.

Zahvalnica

Istraživanja u ovom radu su finansirana sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-47/2023-01/200217.

Literatura

- Altaf, A. (2021). The new green revolution and rhizobacterial volatile organic compounds recent progress and future prospects. In: Kumar, A., Droby, S. (eds) *Microbial Management of Plant Stresses: Current Trends, Application and Challenges*: 85-92.
- Anđelković, S., Babić, S., Milenković, J., Stepić, M., Marković, J., Bekčić, F., Mitra, D. (2022). The response of different cultivars birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus L.*) on pre-sowing inoculation. *Proceedings of XIII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2022"*, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 06-09, pp. 142-147.
- Anđelković, S., Vasić, T., Radović, J., Babić, S., Milenković, J., Lugić, Z., Marković, J. (2018). The presence bacteria of the genus *Azotobacter* in agricultural soil in the city of Krusevac. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21(5): 233-242.
- Anđelković, S., Vasić, T., Lugić, Z., Babić, S., Milenković, J., Jevtić, G., Živković, S. (2014). The Influence of individual and combined inoculants on development of alfalfa on acidic soil. In: Sokolović D., Huyghe C., Radović J. (eds) *Quantitative Traits Breeding for Multifunctional Grasslands and Turf. „30th Meeting of the Eucarpia Fodder Crops and Amenity Grasses Section“*, Springer, Vrnjačka Banja, Serbia, 12-16 May, pp. 353-357.

- Anđelković S., Djurić, S., Lugić, Z., Vasić, T., Babić, S., Marković, J. (2012). Abundance of azotobacter in the rhizosphere of alfalfa grown on different soil types. 24th General Meeting of the European Grassland Federation. Lublin, Poland, June 3–7, Grassland Science in Europe 17, pp. 589-591.
- Anđelković, S., Jarak, M., Radović, J., Vasić, T., Živković, B., Đurić, S. (2010). The influence of different inoculants on the alfalfa grown on acid soil. Forage Crops Basis of the Sustainable Animal Husbandry Development. Proceedings of the XII International Symposium on Forage Crops of Republic of Serbia, Kruševac, Serbia, 26-28. May. Biotechnology in Animal Husbandry, 26, Spec. issue, Book 2: 611-617.
- Avis, J.T., Gravel, V., Antoun, H., Russell, J., Tweddell, J.R. (2008). Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 1733–1740. doi:10.1016/j.soilbio.2008.02.013
- Babić, S., Sokolović, D., Radović, J., Lugić, Z., Anđelković, S., Vasić, T., Petrović, M. (2017). Oplemenjivanje sorti ježevice različitog vremena stasavanja Selekcija i semenarstvo, 23(1): 1-9. doi:10.5937/SelSem1701001B
- Biswas, B.C., Tewatia, R.C., Prasad, N., Das, S. (1994). Biofertilizers in India Agriculture, Fertilizer Association of India, New Delhi, India: 1-43.
- Brockwell, J., Bottomley, P.J., Thies, J. E. (1995). Manipulation of rhizobia microflora for improving legume productivity and soil fertility: a critical assessment. *Plant and Soil* 174: 143-180. doi:10.1007/BF00032245
- Dey, R., Sarka, K., Dutta, S., Murmu, S., Mandal, N. (2017). Role of *Azotobacter* sp. isolates as a plant growth promoting agent and their antagonistic potentiality against soil borne pathogen (*Rhizoctonia solani*) under in vitro condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6 (11): 2830-2836. doi:10.20546/ijcmas.2017.611.334
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., Okon, Y. (2003). Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere, *Critical Reviews in Plant Sciences* 22: 107-149. doi:10.1080/713610853
- Đukić, A.D., Jemcev, T.V., Mandić, G.L. (2006). Mikroorganizmi i alternativna poljoprivreda. Agronomski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Čačak.
- Egamberdiyeva, D. (2007). The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Applied Soil Ecology* 36: 184-189. doi:10.1016/j.apsoil.2007.02.005
- Farajzadeh, D., Yakhchali, B., Aliasgharzad, N., Sokhandan-Bashir, N., Farajzadeh, M. (2012). Plant growth promoting characterization of indigenous *Azotobacteria* isolated from soils in Iran. *Current Microbiology* 64: 397–403. doi:10.1007/s00284-012-0083-x
- Frame, J. (2005). Forage legumes for temperate grassland, Science Publishers, Inc., Enfield (NH), USA-Plymouth, UK, 13-17.

- Govedarica, M., Jarak, M. (1995). Mikrobiologija zemljišta. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu Novi Sad.
- Hajnal-Jafari, T., Stamenov, D., Đurić, S. (2020). Proizvodnja i primena biopreparata Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Jarak, M., Đukić, D., Đurić, S., Stevović, V. (2012). Primena biofertilizatora u proizvodnji leguminoza. Pog. u: Oplemenjivanje krmnih biljaka i proizvodnja stočne hrane na oranicama. Ured. D. Đukić, V. Stevović, Agronomski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Čačak: 175-187.
- Jarak, M., Djurić, S., Djukić, D. (2007). Uticaj inokulacije na klijanje i početni rast i razvoj lucerke i crvene deteline, Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 44 (1):415-421.
- Jarak, M., Đurić, S. (2006). Praktikum iz mikrobiologije. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Jarak, M., Đukić, D., Đurić, S., Stevović, V., Dalović, I. (2004). Aktiviranje mikrobioloških procesa zemljišta s ciljem povećanja prinosa krmnih leguminoza. Acta Agriculturae Serbica 17: 221-228.
- Jensen, E.S., Hauggaard – Nielsen, H. (2003). How can increased use of Biological N₂ fixation in agriculture benefit the environment. Plant and Soil 252: 177-186. doi:10.1023/A:1024189029226
- Kizilkaya, R. (2008). Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains, Ecological Engineering 33: 150-156. doi: 10.1016/j.ecoleng.2008.02.011
- Malic, A., Kauser, F.Y., Hafees Mirza, M.S., Hameed, S., Rasul, G., Bilal, R. (2005). Rhizospheric plant – microbe interactions for sustainable agriculture. Biological Nitrogen Fixation (ed. Y. P. Wang et al.) Sustainable Agriculture and the Environment. Springer, 2005. Netherlands: 257–260.
- Mhete, M, Eze, P.N., Rahube, T.O., Akinyemi, F.O. (2020). Soil properties influence bacterial abundance and diversity under different land-use regimes in semiarid environments. Scientific African 7: e00246. doi:10.1016/j.sciaf.2019.e00246
- Mrkovački, N., Milić, V. (2001). Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application. Annals of Microbiology 51: 145-158.
- Nadarajah, K., Rahman, A.N.S.N. (2023). The microbial connection to sustainable agriculture. Plants 12: 2307. doi:10.3390/plants12122307
- Shah D.A., Sen S., Shalini A., Ghosh D., Grover M., Mohapatra S. (2017). An auxin secreting *Pseudomonas putida* rhizobacterial strain that negatively impacts water-stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. Rhizosphere, 3: 16-19. doi: 10.1016/j.rhisp.2016.11.002
- Sokolović, D., Babić, S., Radović, J., Lugić, Z., Simić, A., Zornić, V., Petrović, M. (2017). Genetički resursi višegodišnjih krmnih trava u Srbiji - trenutno

- stanje, proširenje i evaluacija. Selekcija i semenarstvo, 23 (1): 69-82. doi:10.5937/SelSem1701069S
- Stamenov D., Jarak M., Djurić, S., Hajnal-Jafari T., Andjelković S. (2012). The effect of azotobacter and actinomycetes on the growth of english ryegrass and microbiological activity in its rhizosphere. International symposium "Trends in the European agriculture development", Timisoara, Romania, 17-18 May, Research Journal of Agricultural Science 44 (2): 93-99.
- Sumbul A., Ansari R.A., Rizvi, R., Mahmood, I. (2020). Azotobacter: A potential bio-fertilizer for soil and plant health management. Saudi J Biol Sci 27(12), 3634-3640. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.08.004.
- Tomić, Z., Sokolović, D. (2007). Oplemenjivanje višegodišnjih trava - metode, kriterijumi i rezultati u Srbiji Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 44 (1): 51-69.
- Wakarera P.W., Ojola, P., Njeru, E.M. (2022). Characterization and diversity of native *Azotobacter* spp. isolated from semi-arid agroecosystems of Eastern Kenya. Biology Letters 18: 20210612. doi.org/10.1098/rsbl.2021.0612
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheug, K.C., Wong, M.H. (2004). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.

**UTICAJ AZOTNE PRIHRANE NA VISINU IZDANKA
ENGLESKOG LJULJA (*Lolium perenne* L.)**

**THE INFLUENCE OF NITROGEN SUPPLEMENT ON THE
HEIGHT OF THE SHOOT OF PERENNIAL RYEGRASS (*Lolium
perenne* L.)**

Marijana Jovanović Todorović¹, Nenad Đurić², Vera Popović³, Veselinka
Zečević², Savo Vučković⁴

¹*Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd*

²*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

³*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*

⁴*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd*

Autor za korespondenciju: marijana_j@iep.bg.ac.rs

Izvod

Engleski ljulj (*Lolium perenne* L.) reaguje porastom visine izdanka na prolećnu prihranu azotom. Pri maksimalnim količinama upotrebljenog azota (90 kg ha⁻¹) ostvarene su najveće vrednosti posmatranog parametra u sve tri godine posmatranog ogleđa (72,5 cm, 77,1 cm i 68 cm). Visina izdanka zabeležila je zavisnost u odnosu na vremenske prilike, tako da je treća godina (godina sa najvećom količinom padavina) uslovlila ispiranje đubriva u niže slojeve zemljišta i najmanju prosečnu vrednost visine izdanka (68 cm).

Ključne reči: engleski ljulj, visina izdanka, količina azota

Abstract

Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) reacts to spring feeding with nitrogen by increasing shoot height. With the maximum amount of nitrogen used (90 kg ha⁻¹), the highest values of the observed parameter were achieved in all three years of the observed experiment (72.5 cm, 77.1 cm, and 68 cm). The height of the shoot also recorded a dependence related

to the weather conditions, so that the third year (the year with the highest amount of precipitation) resulted in the leaching of fertilizers into the lower layers of the soil and the lowest average value of the height of the shoot (68 cm).

Key words: perennial ryegrass, shoot height, amount of nitrogen

Uvod

Azotna đubriva smatraju se najznačajnijim mineralnim hranivima zbog činjenice da je azot vodeći makroelement sa aspekta velike pokretljivosti i stvaranja plodnosti (Greenwood et al., 1991). Najvažniji oblik azota je humus, koji u izvornom obliku nije dostupan biljkama, već nakon mineralizacije prelazi u oblike koje biljka može lakše da absorbuje. Konstitutivni je element nukleinskih kiselina, enzima, hlorofila i proteina. Brzina i vreme primene azota povećava proizvodnju biomase i količinu metaboličke komponente kroz veći procenat azota u tkivima (Jovanović Todorović, 2023).

U samoj ishrani biljaka najvažnija su amonijačna đubriva (NH_3 ili NH_4^+ oblik), nitratna đubriva (NO_3^- oblik), amonijačno nitratna đubriva i amidna đubriva (NH_2 oblik).

Engleski ljulj (*Lolium perenne* L.) reaguje povećanjem prinosa semena nakon upotrebe i mineralnih i organskih đubriva. Dobri rezultati se mogu ostvariti primenom tečnog stajnjaka pri osnovnoj obradi zemljišta (Christie, 1987; Sokolović i sar., 2003); ali i primenom NPK đubriva, različitih kombinacija UREE i KAN-a (Štafa i sar., 2005; Gatarić i sar., 2014).

Vreme upotrebe azotnih đubriva ima značajnu ulogu u formiranju prinosa, pri čemu prolećna prihrana uslovljava povećanje prinosa engleskog ljulja (Cookson et al., 2001), dok kombinacija zimske i prolećne prihrane ima značajniji uticaj na povećanje prinosa semena ($p < 0,005$) od jesenje prihrane. Prema navodima Young et al. (1996), optimalni rezultati su postignuti primenom 60 kg ha^{-1} azotnog đubriva, dok rezultati Fišakova (1984) potvrđuju da engleski ljulj treba prihraniti sa 60 kg ha^{-1} azota u jesen i sa 60 kg ha^{-1} u proleće za postizanje visokog prinosa semena.

Engleski ljulj (*Lolium perenne* L.) je višegodišnja biljka iz familije bokorastih trava Poaceae. Stablo engleskog ljulja sastoji se iz nodusa i internodija. Uspravno je, negranato i ponekad spljošteno, bez malja. Visina

stabla se kreće između 30 i 100 cm u zavisnosti od sorte i uslova gajenja. Lisni rukavac obuhvata stabljiku, dok je ligula veoma kratka i teška za uočavanje, sa malom belom drškom aurikule na samoj osnovi lisne ploče. Omotači listova u osnovi su obično ružičasti i bez dlaka (Hannaway et al., 1999; Gould et al., 1983). Izdanak engleskog ljulja obuhvata dužinu celog stabla i njegovu složenu cvast - klas sa sedećim cvetovima (Pembleton et al., 2015).

Materijal i metode rada

Materijal korišćen za postavljanje eksperimentalnog ogleda je diploidna sorta engleskog ljulja Naki. Upotrebljena sorta spada u grupu bokorastih trava, čija je prosečna visina između 65 i 75 cm, u zavisnosti od sistema gajenja. Stablo je uspravno, zelene boje, grubo i glatko. Koren je žiličast, klas rastresit. Izmerena masa 1000 zrna komercijalnog semena diploidne sorte Naki (*Lolium perenne* L. cv. Naki) iznosila je 2,14 g.

Rezultati su dobijeni realizacijom postavljenog poljskog ogleda po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja na elementarnim parcelama veličine 10 m² (5 x 2 m²).

Prolećna prihrana azotom je obavljena korišćenjem krečnog amonijum nitrata KAN (27%), uz preračunate količine čistog hraniva: 0 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ i 90 kg ha⁻¹. Pored toga, u ogledu je praćen i uticaj međurednog rastojanja i setvene norme, u različitim kombinacijama sa korišćenim đubrivom.

U osnovnoj obradi zemljišta korišćeno je kompleksno mineralno đubrivo NPK 15:15:15 u količini od 250 kg ha⁻¹. Setva je obavljena ručno, setvom razmerenog semena u trake dužine 5 m i od agrotehničkih mera primenjeno je valjanje. U trogodišnjem ogledu ispitivane su morfološko produktivne osobine i prinos semena, od kojih je u ovom radu praćena visina (dužina) izdanka.

Visina (dužina) izdanka dobijena je merenjem po deset izdanaka u fazi punog klasanja i početka formiranja semena. Uzorci su uzimani iz svakog ponavljanja, iz srednjih redova u elementarnoj paceli (deset biljaka po dužnom metru). Merena je dužina od osnove stabla do vrha klasa.

Dobijeni podaci obrađeni su korišćenjem paketa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) i Microsoft Excel 2016. Korišćena metoda je jednofaktorska analiza varijanse ANOVA. Testiranje značajnosti razlika

srednjih vrednosti je obavljeno LSD testom za nivo verovatnoće 0,05 i 0,01.

Rezultati i diskusija

Samo formiranje izdanaka je osobenost vrste i utiče na prinos semena i slame engleskog ljulja. Generativni izdanci engleskog ljulja utiču na formiranje prinosa semena, dok vegetativni izdanci utiču na izdržljivost i dugovečnost (Waller et al., 2001).

S obzirom da pripada grupi trava srednjeg rasta, izdanci engleskog ljulja na prihranu azotom reaguju izduživanjem stabljike, što uz nekontrolisanu prihranu i dugoročno plavljenje dovodi do poleganja izdanaka i smanjenja prinosa semena (Suginobu et al., 1989). Izdanci engleskog ljulja su veoma kompetitivni i nalaze se pod dejstvom okoline (Korte et al., 1984). Poleganje u ogledu je izbegnuto, izuzev u poslednjoj godini kada je zbog nepovoljnih vremenskih prilika došlo do poleganja jednog dela ogleda.

U prvoj godini istraživanja, sa porastom količine azota u prihrani došlo je do porasta prosečne vrednosti visine izdanka engleskog ljulja. Najveća prosečna visina izdanaka od $72,5 \pm 5,9$ cm je zabeležena primenom 90 kg ha^{-1} azota, dok je na kontrolnim parcelama (0 kg ha^{-1} azota) ostvarena najniža prosečna vrednost visine izdanka od $64,1 \pm 6,8$ cm. Ostvarene vrednosti prilikom primene 30 kg ha^{-1} i 60 kg ha^{-1} azotne prihrane iznose $67,2 \pm 6,8$ cm i $70,5 \pm 7,1$ cm. (Tab. 1).

Tabela 1. Prosečna visina izdanka engleskog ljulja u zavisnosti od količine azota u prvoj ispitivanoj godini

Količina azota	0 kg ha^{-1}	30 kg ha^{-1}	60 kg ha^{-1}	90 kg ha^{-1}	LSD (5%)	LSD (1%)
Visina izdanka	$64,1 \pm 6,8$	$67,2 \pm 6,8$	$70,5 \pm 7,1$	$72,5 \pm 5,9$	1,33	1,75

U prvoj godini istraživanja, sa porastom količine azota u prihrani došlo je do porasta prosečne vrednosti visine izdanka engleskog ljulja. Najveća prosečna visina izdanaka od $72,5 \pm 5,9$ cm je zabeležena primenom 90 kg ha^{-1} azota, dok je na kontrolnim parcelama (0 kg ha^{-1} azota) ostvarena najniža prosečna vrednost visine izdanka od $64,1 \pm 6,8$ cm. Ostvarene vrednosti prilikom primene 30 kg ha^{-1} i 60 kg ha^{-1} azotne prihrane iznose $67,2 \pm 6,8$ cm i $70,5 \pm 7,1$ cm. (Tab. 1).

Rezultati F testa pokazuju postojanje statistički visoko značajne razlike između osnovnih faktora. Na osnovu analize varijanse utvrđeno je da postoje statističke razlike kod uticaja količine azota na visinu izdanka engleskog ljulja. Uopšteno govoreći, kako se povećava količina azota u prihrani, tako dolazi do porasta visine izdanka u prvoj ispitivanoj godini (Tab. 2).

Tabela 2. Analiza varijanse tretmana na visinu izdanka engleskog ljulja u prvoj ispitivanoj godini

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Sredina kvadrata	F test	Značajnost
Ispravljen model	11007.734 ^b	174.726	12.037	0.000
Presek	1203683.2	1203683.2	82923.2	0.000
Količina azota (KA)	2594.7	864.922	59.5	0.000**
Greška	2787	14.516		
Ukupno	1217478			

**statistički vrlo značajna razlika, *statistički značajna razlika, ^{uz}nije statistički značajna razlika

U drugoj ispitivanoj godini, na parcelama na kojima nije bilo prihrane azotnim đubrivom (0 kg ha⁻¹), prosečna visina izdanka iznosila 71,7±8,8 cm. Kako se povećavala količina upotrebljenog azota u prihrani, došlo je do povećanja prosečne vrednosti visine izdanka engleskog ljulja. Tako je izmereno da je pri najintenzivnijoj prihrani (90 kg ha⁻¹) prosečna visina izdanka iznosila 77,1±7,6 cm. Ostvarene vrednosti prilikom primene 30 kg ha⁻¹ i 60 kg ha⁻¹ azotne prihrane iznose 73,2±8,6 cm i 76,6±7 cm. (Tab. 3).

Tabela 3. Prosečna visina izdanka engleskog ljulja u zavisnosti od količine azota u drugoj ispitivanoj godini

Količina azota	0 kg ha ⁻¹	30 kg ha ⁻¹	60 kg ha ⁻¹	90 kg ha ⁻¹	LSD (5%)	LSD (1%)
Visina izdanka	71,7±8,8	73,2±8,6	76,6±7	77,1±7,6	1,41	1,86

Rezultati F testa pokazuju postojanje statistički visoko značajne razlike između osnovnih faktora. Prema utvrđenoj analizi varijanse postoje značajne statističke razlike kada je u pitanju uticaj količine azota na visinu izdanka engleskog ljulja u drugoj ispitivanoj godini (Tab. 4).

Tabela 4. Analiza varijanse tretmana na visinu izdanka engleskog ljulja u drugoj ispitivanoj godini

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Sredina kvadrata	F test	Značajnost
Ispravljen model	14445.027 ^b	229.286	14.003	0.000
Presek	1427278.2	1427278.223	87168.960	0.000
Količina azota (KA)	1321.7	440.566	26.907	0.000**
Greška	3143.8	16.374		
Ukupno	1444867			

Sa upotrebom maksimalne količine azota (90 kg ha⁻¹), zabeležena je najveća prosečna vrednost visine izdanka od 68±9,7 cm. U parcelama bez prolećne prihrane (0 kg ha⁻¹) izmerena je prosečna vrednost visine izdanka i ona je iznosila 59,9±8,2 cm. Ostvarene vrednosti prilikom primene 30 kg ha⁻¹ i 60 kg ha⁻¹ azotne prihrane iznose 61±8,4 cm i 65±8,4 cm (Tab. 5).

Tabela 5. Prosečna visina izdanka engleskog ljulja u zavisnosti od količine azota u trećoj ispitivanoj godini

Količina azota	0 kg ha ⁻¹	30 kg ha ⁻¹	60 kg ha ⁻¹	90 kg ha ⁻¹	LSD (5%)	LSD (1%)
Visina izdanka	59,9±8,2	61±8,4	65±8,4	68±9,7	2,14	2,83

Kada je u pitanju treća godina eksperimenta, količina azota upotrebljenog u prihrani je imala statistički značajan uticaj na visinu izdanka engleskog ljulja. Primetno je da su, pored značajnog uticaja na visinu izdanka od strane primene azotne prihrane, veliki uticaj imale i vremenske prilike u periodu porasta biljke (F test) (Tab. 6).

Tabela 6. Analiza varijanse tretmana na visinu izdanka engleskog ljulja u trećoj ispitivanoj godini

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Sredina kvadrata	F test	Značajnost
Ispravljen model	14402.437 ^b	228.610	6.048	0.000
Presek	1031748.062	1031748.062	27295.298	0.000
Količina azota (KA)	2678.406	892.802	23.619	0.000**
Greška	7257.500	37.799		
Ukupno	1053408.000			

MR- Međuredno rastojanje, SN- setvena norma, KA- količina azota

Poređenjem dobijenih rezultata u sve tri ogledne godine, primećen je obrazac u kom se visina izdanka povećava sa povećanjem količine azota upotrebljenim u prihrani. To pokazuje da količina azota u prihrani ispoljava značajan uticaj na visinu izdanka engleskog ljulja.

Prema Rowarth (1997a, b), maksimalne vrednosti izdanka postižu se prilikom korišćenja 60-180 kg ha⁻¹. Odsustvo prolećne prihrane utiče na smanjenje dužine izdanka engleskog ljulja (Hampton, 1987).

Uticaj prolećne prihrane na visinu izdanka engleskog ljulja u postavljenom ogledu zavisio je i od vremenskih uslova u periodu izvođenja ogleda. Druga godina ogleda bila je najbolja kada je u pitanju proizvodnja engleskog ljulja, prema svim posmatranim parametrima. Treća godina je bila najlošija sa aspekta vremenskih prilika, s obzirom na količinu padavina koje su pale u mesecima značajnim za vegetativni porast engleskog ljulja. Došlo je do ispiranja upotrebljene azotne prihrane, što je uslovalo da visina izdanka bude niža nego u prve dve godine ogleda.

Zaključak

U sve tri ispitivane godine prolećna prihrana azotom je imala značajan statistički uticaj na visinu izdanka engleskog ljulja. Zapažen je isti obrazac u sve tri godine, prema kom se visina izdanka povećava sa povećanjem količine azota. Tako su ostvarene vrednosti od 72,5 cm, 77,1 cm i 68 cm (pri 90 kg ha⁻¹ azota za sve tri godine), među kojima je najveća vrednost iz druge godine ogleda.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja finansiranih od strane MNTRI RS i definisanih ugovorom br. 451-03-47/2023-01/200009 od 03.02.2023 i 451-03-47/2023-01/200216.

Literatura

Christie, P. (1987). Some long-term effects of slurry on grassland. The Journal of Agricultural Science, 108, 529-541.

- Cookson, W.R., Rowarth, J.S., Cameron, K.C. (2000). The fate of autumn late winter and spring-applied nitrogen fertilizer in a perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed crop on a silt loam soil in Canterbury, New Zealand. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 84 (1), 67–77.
- Fišakov, M. (1984). Uticaj načina setve, količine i vremena đubrenja azotom na komponente prinosa semena engleskog ljujla (*Lolium perenne* L.) i livadskog vijuka (*Festuca pratensis* Huds). *Poljoprivredna Znanstvena Smotra*, No 67, 545-558.
- Gatarić, Đ., Drinić, M., Radić, V., Kralj, A. (2014). *Proizvodnja na oranicama i hranljiva vrijednost krmnog bilja*, Istočno Sarajevo, pp. 296.
- Gould, Frank W., Shaw, Robert B. (1983). *Grass systematics*. 2d ed. College Station, TX: Texas A&M University Press. 397 p. [5667].
- Greenwood, D.J., Gastal, F., Lemaire, A., Draycott, P., Millard, J.J. Neeteson (1991). Growth rate and % nitrogen of field grown crops. Theory and experiments. *Ann. Bot.*, 67, 181–190.
- Hampton, J. G. (1987). Effect of nitrogen rate and time of application on seed yield in perennial ryegrass cv. Grasslands Nui. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* Vol. 15, Iss. 1, 1987, pp. 9-16.
- Hannaway, D.B., Fransen, S., et al. (1999). *Perennial ryegrass (Lolium perenne L.)*. Oregon State.
- Jovanović Todorović M. (2023). Uticaj prihrane azotom na prinose i kvalitet semena engleskog ljujla (*Lolium perenne l.*) pri različitim gustinama setve i međurednom rastojanju. *Doktorska disertacija*, Fakultet za biofarming, Megatrend Univerzitet, 195 str.
- Korte, C.J., Watkin., B.R., Harris, W. (1984). Effects of timing and intensity of spring grazing on reproductive development, tillering and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. *NZ Journal of agricultural research* 27: 135-49.
- Pembleton, L.W., Shinozuka, H., Wang, J., Spangenberg, G.C., Forster, J.W., Cogan, N.O.I. (2015). Design of an F₁ hybrid breeding strategy for ryegrasses based on selection of self-incompatibility locus-specific alleles. *Front. Plant Sci.* 6:764. doi: 10.3389/fpls.2015.00764.
- Rowarth, J.S. (1997a). Nutrients and moisture inputs for grass seed yield. *J. Appl. Seed Prod.* 15, 103–110.
- Rowarth, J.S. (1997b). Nitrogen—impacts on seed yield, seed quality and the environment. *J. Appl. Seed Prod.* 15, 23–30.
- Sokolović, D., Tomić, Z., Lugić, Z. (2003). Dry matter yield components of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) populations. *Grasslands science in Europe*, 8, 126-130.
- Štafa, Z., Čížek, J. (2005). Kvantitativna svojstva domaćeg kultivara engleskog ljujla (*Lolium perenne* L.) u odnosu na strane. *Sjemenarstvo* 22(3-4), 151-159.

- Suginobu, K., Suzuki, S., Komatsu, T. (1989). Effects of the Selection for Lodging Resistance and Seed Yield in Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.): 1. Variabilities and relationships of lodging resistance and relating characteristics. Japanese Journal of Grassland Science, 34(4), 300-308.
- Waller, R.A., Sale, P.W.G., (2001). Persistence and productivity of perennial ryegrass in sheep pastures in south-western Victoria: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture, 41(1):117-144.
- Young, W.C., Youngberg, H. W., Chilcote, D.O. (1996). Spring Nitrogen Rate and Timing Influence on Seed Yield Components of Perennial Ryegrass. Agronomy Journal, 88(6), 947- 951.

**BROJ STABALA MISKANTUSA (*Miscanthus x Giganteus* Greef et Deu)
SA METLICOM U PROMENLJIVIM VREMENSKIM USLOVIMA**

**NUMBER OF MISCANTUS TREES (*Miscanthus x Giganteus* Greef
et Deu) WITH PANICLE IN VARIABLE WEATHER CONDITIONS**

Vladimir Stepić¹, Jovana Sekulić², Vesna Stepić³, Đorđe Glamočlija⁴, Nenad Đurić⁵, Vera Rašković¹

¹Visoka poljoprivredna škola strukovnih studija, Šabac

²Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije Kragujevac,
Departman za prirodno-matematičke nauke, Kragujevac

³Opštinska uprava opštine Vladimirci, Vladimirci

⁴Institut Mol d.o.o., Stara Pazova

⁵Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Autor za korespondenciju: vladastepic@gmail.com

Izvod

Proizvodnja biogoriva iz nadzemnih organa miskantusa (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu) ima sve veći značaj. Ova biljka se koristi i kao stočna hrana, ali i kao malč za pokrivanje međurednih prostora u zasadima. Cilj ovog istraživanja je analiza uticaja agroekoloških uslova na broj stabala sa metlicom i sadržaj celuloze u stablu u petogodišnjem periodu, sa i bez prihranjivanja azotom. Zasad na oglednom polju (10 × 2 m) formiran je u aprilu 2012. godine. Petogodišnja istraživanja su pokazala da su, u proseku, biljke obrazovale 16,04 stabla sa metlicom, što iznosi 58% od ukupnog broja stabala u bokoru. Na generativni porast biljaka značajno su uticali vremenski uslovi i prihranjivanje azotom. Suva stabla su imala visok sadržaj celuloze u svima varijantama i godinama istraživanja. Prosečana vrednost bila je 32,11%. Ovi rezultati, osim teorijskog značaja, imaće i praktični značaj za unapređenje tehnologije proizvodnje miskantusa na prostoru Republike Srbije.

Ključne reči: miskantus, metlice, sadržaj celuloze, mineralna ishrana

Abstract

The production of biofuel from the aerial parts of the miscanthus plant (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu) is of increasing importance. This plant is also used as fodder, but also as mulch between plant rows. The aim of this research is to analyze the influence of agro-climatic conditions on the number of stems with panicles and the cellulose content in the stem during five years with and without supplementing with nitrogen fertilizers. The crop was formed in April 2012 on a test field (10 × 2 m). Our five-year research showed that on average the plants produced 16.04 stems with panicles, which is 58% of the total number of stems in the tiller. The generative growth of plants was significantly influenced by weather conditions and plant nutrition with nitrogen. Dry stems had a high percentage of cellulose in all varieties and years of research. The average cellulose content was 32.11%. Apart from theoretical significance, these results will also have practical significance for the improvement of miscanthus production technology in the territory of the Republic of Serbia.

Key words: miscanthus, panicles, cellulose content, mineral nutrition

Uvod

Proteklih decenija pitanje obnovljivih izvora energije postalo je veoma aktuelno, a proizvodnja biogoriva iz stabala miskantusa (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu) ima sve veći značaj. Iako prvobitno gajen kao dekorativna biljka, sredinom dvadesetog veka pažnja naučne javnosti usmerena je na proučavanje privrednog značaja i usavršavanje tehnologije proizvodnje (Đurić i sar., 2015; Burner i sar., 2017; Đurić i Glamočlija, 2017). Miskantus uspeva na različitim tipovima zemljišta, osim zabarenih i periodično plavljenih površina. S obzirom da je višegodišnja biljna vrsta, miskantus se sve više gaji na zemljištima u rekultivaciji u postupku fitoremedijacije, naročito na jalovištima oko rudnika i stočarskih objekata. Nadzemna biomasa mlađih biljaka može poslužiti kao kabasta stočna hrana, zatim kao malč gde u međurednim usevima efikasno sprečava porast korova i pruža odličnu zaštitu biljkama u ekstremno toplim periodima godine sprečavajući evaporaciju vode (Fowler i sar., 2003; Dželetović i Glamočlija, 2011).

Prema ratarskoj podeli biljaka, miskantus je svrstan u grupu energetskih useva. Pri sagorevanju suve biomase i oslobađanju toplote, smanjuje se emisija SO₂ i drugih štetnih gasova. Takođe, značajno je da se količina oslobođenog CO₂ u atomsferu ne povećava (Hastings i sar., 2008). Lewandowski i Heinz (2003), Đurić i sar. (2015), kao i drugi autori, ističu da je miskantus usev sa najvećim potencijalom energije po jedinici površine u pojasu umerene kontinentalne klime. Sveža biomasa biljaka, košenih u fazi metličanja, služi kao sirovina za dobijanje biogasa i bioetanola, dok se suva stabla direktno sagorevaju u velikim kotlovskim postrojenjima ili služe za proizvodnju peleta i briketa (Janković i sar., 2017).

Pošto je ovaj hibrid sterilan i ne postoji mogućnost širenja biljaka semenom van zasada, miskantus ne zakorovljuje okolne poljoprivredne površine (Maksimović, 2016). Jednom formiran zasad komercijalno se koristi oko 20 godina. Cilj ovog istraživanja je analiza uticaja vremenskih uslova u petogodišnjem periodu na broj stabala u bokoru, broj stabala sa metlicom i sadržaj celuloze u stablu u uslovima bez i sa prolećnim prihranjivanjem useva azotom.

Materijal i metode rada

Terenska istraživanja su izvedena na dugogodišnjem zasadu zasnovanom u podunavskom selu Surduk u istočnom Sremu. Zemljište na kome je zasad zasnovan pripada tipu karbonatni černozem na lesnoj zaravni i nalazi se na nadmorskoj visini do 150 metara.

Višegodišnji ogled sa miskantusom postavljen je 2012. godine. Pošto u prvim godinama nema ekonomski isplativ prinos biljne mase, istraživanja su započeta u 2017. godini i trajala su do 2019. godine. Zasad na oglednom polju dužine 10 m i širine 2 m zasnovan je u aprilu 2012. godine sadnjom na 1 m, tako da je dobijeno 8 elementarnih parcela sa po dva bokora, što čini ukupno 40 bokora.

Na četiri parcele u slučajnom rasporedu zasad je svake godine prihranjivan krajem marta azotom (30 kg ha⁻¹), dok je na druge četiri parcele gajen bez prihranjivanja. Od mera nege, u zasadu su svake godine tokom proleća korovi uklanjani mehanički, sve dok stabla ne bi pokrila međuredni prostor.

Merenje broja razvijenih stabala u bokoru obavljano je u avgustu, odnosno u fazi metličjenja. Tokom metličjenja beležen je i broj stabala sa formiranom metlicom. Sa svake elementarne parcele uzimani su uzorci i za određivanje sadržaja celuloze, koji je određen fibertek metodom (ISO 6865/2004) u Institutu za zemljište u Beogradu.

Dobijeni rezultati su statistički obrađeni analizom varijanse. Za obradu podataka korišćen je program IBM SPSS Statistics Version 20. Razlike srednjih vrednosti testirane su LSD-testom.

Rezultati i diskusija

Broj stabala sa metlicama

Generativni porast biljaka (formiranje cvasti) je varirao i na njega su značajno uticali vremenski uslovi i ishrana biljaka azotom (Tab. 1). Tokom petogodišnjeg proučavanja u proseku je bilo 16,04 stabala sa formiranim cvastima, što je 58% od ukupnog broja biljaka.

U meterološki najnepovoljnijoj 2017. godini svega 6,3 stabala (20%) imalo je razvijene metlice. U ostalim godinama, broj stabala sa metlicom bio je iznad 65%, a najviši u petoj godini i iznosio je 78%. Varijacije u broju stabala sa metlicama bile su značajne i veoma značajne po godinama, sa 6,55 u 2017. i sa 23,13 u 2019. godini. To ukazuje na veliki uticaj vremenskih prilika, pre svega vodnog režima na generativni porast biljaka. U kontroli, od ukupnog broja stabala, 54,9% bilo je sa metlicom, a u usevu sa prihranom 61%. U ovim istraživanjima azot je značajno uticao na povećanje broja stabala sa metlicom, kao i na njihovo procentualno učešće.

Opšte je poznato da je metlica *miskantusa* sterilna, odnosno da se na njoj ne formira plodno seme, tako da *miskantus* ne možemo razmnožavati semenom, niti se nekontrolisano širi po okolnom prostoru. Stoga je zasnivanje zasada moguće samo podzemnim izdancima (Đurić i sar., 2015; Đurić i Glamočlija, 2017; Glamočlija i sar., 2018; Đurić i sar., 2019). Treba istaći da su novija istraživanja usmerena na dobijanje plodnih hibrida F₁ generacije kojima bismo umanjili torškove zasnivanja zasada (Glamočlija et al., 2018).

Tabela 1. Broj stabala sa metlicom u period 2015-2019. godina

Godina/ Varijacija	2015	2016	2017	2018	2019	Prosek
kontrola	11,5	17,0	6,3	15,5	21,0	14,26
N30, kg ha ⁻¹	14,5	21,0	6,8	21,5	25,3	17,82
Prosek	13,0	19,0	6,55	18,50	23,13	16,04
LSD, godina	5%	8,18		1%	14,27	
LSD, N30	5%	2,35		1%	4,08	

Sadržaj celuloze u stablima

Dobijeni rezultati sadržaja celuloze miskantusa u stablima dati su u tabeli 2. Tokom svih godina ispitivanja, suve stabljike su imale visok procenat celuloze u svim varijantama. Prosečan sadržaj celuloze iznosio je 32,11%. Analizirajući sadržaj celuloze u stablima po godinama uočene su razlike, ali one nisu bili statistički značajne. Ove razlike se ne mogu pripisati vremenskim uslovima tokom vegetacionog perioda biljaka, kao ni korišćenom azotnom hranivu.

Ugljeni hidrati čine oko 80% vazdušno suve mase stabla miskantusa, dok je sadržaj celuloze 30-35% (Đurić i sar., 2015). Prema rezultatima nekih autora (Levandovski i sar., 2003; Živanović i sar., 2014; Đurić i Glamočlija, 2017), meteorološki uslovi i primenjene agrotehničke mere nemaju statistički značajan uticaj na hemijski sastav nadzemne biomase, a takođe ni na sadržaja celuloze u stablima.

Tabela 2. Sadržaj celuloze u stablu (%) u period 2015-2019. godina

Godina/ Varijacija	2015	2016	2017	2018	2019	Prosek
kontrola	31,95	32,13	32,21	32,09	32,14	32,11
N, 30 kg ha ⁻¹	32,01	32,20	32,19	32,01	32,16	32,12
Prosek	31,98	32,17	32,20	32,05	32,15	32,11
LSD, godina	5%	0,25		1%	0,43	
LSD, N30		0,09		1%	0,16	

Proučavajući kvalitet stabljika miskantusa gajenih u različitim agroekološkim uslovima Srbije, Maksimović (2016) i Mladenović-Glamočlija i sar. (2020) su zaključili da uslovi uspevanja i primenjene agrotehničke mere nisu imali veći uticaj na hemijski sastav nadzemne

biomase, pošto se tokom sazrevanje biljaka, odnosno stabala najveći procenat hranljivih materija prenosi na rizome.

Zaključak

Petogodišnja istraživanja su pokazala da su u proseku biljke obrazovale 16,04 stabla sa metlicom, što iznosi 58% od ukupnog broja stabala u bokoru. Na generativni porast biljaka (formiranje cvasti) značajno su uticali vremenski uslovi i ishrana biljaka azotom. Suva stabla su imala visoko učešće celuloze u svima varijantama i godinama istraživanja. Prosečan sadržaj celuloze bio je 32,11%.

Ovi rezultati osim naučnog, imaju i praktični značaj za unapređenje tehnologije proizvodnje miskantusa, kao novog energetskeg useva na poljoprivrednim površinama u Srbiji.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovori br. 451-03-47/2023-01/200378 i 451-03-47/2023-01/200216).

Literatura

- Burner, D.M., Ashworth, J.J., Pote, D.H., Kiniry, J.R., Belesky, D.P., Houx, III, J.H., Carver, P., Fritschi, F.B. (2017): Dual-use bioenergy-livestock feed potential of giant miscanthus, giant reed, and miscane. *Agricultural Sciences* 8(2): 97-112. doi: 10.4236/as.2017.81008
- Dželetović, Ž., Glamočlija, Đ. (2011). Privredni značaj gajenja miskantusa. *Poljoprivredna tehnika* 2: 61-68.
- Đurić, N., Kresović, B., Glamočlija, Đ. (2015). Sistemi konvencionalne i organske proizvodnje ratarskih useva. Monografija. PKB Agroekonomik, Beograd.
- Đurić, N., Glamočlija, Đ. (2017). Introduction of miscanthus in agricultural production in Serbia and the potential for using biomass for obtaining alternative fuels. *Thematic Proceedings, Sustainable agriculture and rural development in terms of the Republic of Serbia strategic goals realization within the Danube region - support programs for the improvement of*

- agricultural and rural development, Belgrade, Institute of Agricultural Economics, Serbia, pp. 453-470.
- Đurić, N., Popović, V., Tabaković, M., Jovović, Z., Čurović, M., Mladenović-Glamočlija, M., Rakoščanin, N., Glamočlija, Đ. (2019). Morfološke i produktivne osobine miskantusa u promenljivom vodnom režimu. Zbornik naučnih radova, 33. Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25(1-2): 89-98.
- Fowler, P.A., McLauchlin, A.R., Hall, L.M. (2003). The potential industrial uses of forage grasses including *Miscanthus*. Bio-Composites Centre, University of Wales, Bangor, UK.
- Glamočlija, Đ., Đurić, N., Spasić, M. (2018). The influence of agro-ecological conditions on the production properties of miscanthus. Proceedings, 8th International Symposium on Natural Resources Management, Megatrend University, Faculty of Management, Zaječar, Serbia, 19. May 2018, pp. 173-178.
- Janković, S., Glamočlija, Đ., Prodanović, S. (2017). Energetski usevi. Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd.
- Lewandowski, I., Heinz, A. (2003). Delayed harvest of miscanthus-influences on biomass quantity and quality and environmental impacts of energy production. *European Journal of Agronomy* 19(1): 45-63. doi: 10.1016/S1161-0301(02)00018-7
- Lewandowski, I., Scurlock, J., Lindvall, E., Christou, M. (2003). The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy* 25: 335-361. Doi: 10.1016/S0961-9534(03)00030-8
- Maksimović, J.S. (2016). Uticaj gustine sadnje na zakorovljenost zasada i prinos biomase miskantusa (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Mladenović-Glamočlija, M., Popović, V., Janković, S., Glamočlija, Đ., Čurović, M., Radović, M., Đokić, M. (2020). Nutrition effect to productivity of bioenergy crop *Miscanthus x giganteus* in different environments. *Agriculture & Forestry* 66(2): 67-77. Doi: 10.17707/AgricultForest.66.2.07
- Hastings, A., Clifton-Brown, J., Wattenbach, M., Stampfl, P., Paul Mitchell, C., Smith, P. (2008). Potential of *Miscanthus* grasses to provide energy and hence reduce greenhouse gas emissions. *Agronomy for Sustainable Development* 28: 465-472. doi: 10.1051/agro:2008030
- Živanović, Lj, Ikanović, J., Popović, V., Simić, D., Kolarić, Lj., Maklenović, V., Bojović, R., Stevanović, P. (2014). Effect of planting density and supplemental nitrogen nutrition on the productivity of miscanthus. *Romanian Agricultural Research* 31: 291-298.

**DIVERZITET KIŠNIH GLISTA (*OLIGOCHAETA: LUMBRICIDAE*) U
POLJIMA PŠENICE U PLODORED U SA RAZLIČITOM OBRADOM**

**DIVERSITY OF EARTHWORMS (*OLIGOCHAETA:
LUMBRICIDAE*) IN WHEAT FIELDS UNDER CROP ROTATION
WITH DIFFERENT TREATMENT**

Jovana Sekulić¹, Tanja Trakić², Filip Popović², Srđan Šeremešić³, Bojan
Vojnov³, Stanko Milić⁴

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije Kragujevac,
Departman za prirodno-matematičke nauke, Kragujevac

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za Biologiju i
Ekologiju, Kragujevac

³Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

⁴Nacionalni Institut Republike Srbije, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi
Sad

Autor za korespondenciju: jovanas034@gmail.com

Izvod

Kišne gliste iz porodice Lumbricidae su indikatori kvaliteta zemljišta, tako da je monitoring populacija kišnih glista u agroekosistemima od suštinskog značaja. Cilj ovog rada je bio da se izvrši kvalitativna i kvantitativna analiza zajednica kišnih glista na poljima pšenice u uslovima plodoreda sa različitim obradom. Terenska istraživanja su sprovedena na lokalitetu Rimski Šančevi, tokom proleća i jeseni 2021. godine. Materijal je uzorkovan sa polja pšenice, koja su bila dvopolja (pšenica i kukuruz) sa različitim obradom i to: neđubreno, đubreno oranje i đubreno konzervacijska obrada. Utvrđeno je prisustvo 3 endogeične vrste, iz dva roda i to: *Allolobophora* i *Aporrectodea*. Ukupan broj jedinki je bio najveći u đubrenom dvopolju sa konzervacijskom obradom. Broj juvenilnih jedinki je veći tokom prolećne sezone, u odnosu na jesenju. Analizom zoogeografskih tipova, utvrđeno je prisustvo peregrinih, kosmopolitских vrsta, koje imaju visok prag tolerancije na nepovoljne uslove sredine. U

svim proučavanim poljima, zajednice kišnih glista su siromašne i uniformne.

Ključne reči: kišne gliste, ekološke forme, agroekosistemi, plodored

Abstract

Earthworms from the Lumbricidae family are indicators of soil quality, so monitoring earthworm populations in agroecosystems is essential. The aim of this work was a qualitative and quantitative analysis of earthworm communities in wheat fields under conditions of crop rotation with different tillage. Field research was conducted at the Rimski Šančevi location, Vojvodina, during the spring and fall of 2021. The material was sampled from wheat fields, crop rotation (wheat and corn) with different treatments: unfertilized, fertilized plowing, and fertilized conservation treatment. The presence of 3 endogeic species was determined, from two genera: *Allolobophora* and *Aporrectodea*. The total number of individuals was the highest in the fertilized field with conservation treatment. The number of juvenile individuals is higher during the spring season, compared to the autumn season. The analysis of zoogeographical types revealed the presence of peregrine, cosmopolitan species, which have a high threshold of tolerance to unfavorable environmental conditions. In all studied fields, earthworm communities are poor and uniform.

Key words: earthworms, ecological forms, agroecosystems, crop rotation

Uvod

Zemljište je mešavina organske materije, minerala, gasova, tečnosti i organizama koji zajedno podržavaju život biljaka i organizama u zemljištu. Kišne gliste iz porodice Lumbricidae su zemljišni organizmi koji dominiraju svojom biomasom i ulogom u zemljišnim procesima. Aktivnost ovih organizama pre svega utiče na fizičke osobine zemljišta. Kretanjem kroz zemljište povećavaju makroporoznost i menjaju puteve kretanja vode i vazduha (Opute i Maboeta, 2022). Utiču na formiranje i održavanje sastava i plodnosti zemljišta, učestvuju u procesima raspadanja organskog

materijala i stupaju u značajne interakcijske odnose sa mikroorganizmima, biljnim parazitima i patogenima (Stojanović-Petrović i sar., 2020).

Različite vrste kišnih glista imaju različite ekološke niše, pa samim tim nemaju isti uticaj na procese pedogeneze i svaka se jasno razlikuje po ekologiji i uticaju na životnu sredinu. Formalno su podeljene u tri ekološke forme: epigeične, endogeične i anecične (Bouche, 1977). Epigeične vrste žive na površini zemljišta i nemaju ili imaju slab uticaj na strukturu zemljišta. Endogeične vrste su stanovnici dubljih slojeva, ispod zone intenzivnog razvoja korena. Anecične vrste žive duboko u zemljištu, a hrane se na površini i njihov uticaj na pedološke procese je najveći.

Imperativ današnje poljoprivredne prakse je da se proizvede što veća količina kvalitetne hrane za rastuće svetsko stanovništvo. U tu svrhu se koriste brojne agrotehničke i zootehničke mere, koje direktno ili indirektno utiču i na organizme u zemljištu (Sekulić i sar., 2020). Kako su kišne gliste i indikatori kvaliteta zemljišta, monitoring populacija kišnih glista u agroekosistemima je od suštinskog značaja. Uzimajući u obzir i malobrojne podatke u vezi ove teme, cilj ovog rada je bio kvalitativna i kvantitativna analiza zajednica kišnih glista na poljima pšenice u uslovima plodoreda sa različitom obradom.

Materijal i metode rada

Terenska istraživanja su sprovedena na lokalitetu Rimski Šančevi, kod Novog Sada, tokom proleća i jeseni 2021. godine. Na ovom lokalitetu, materijal je uzorkovan sa polja pšenice, koja su bila dvopolja (pšenica i kukuruz) sa različitom obradom i to: neđubreno, đubreno oranje i đubreno konzervacijska obrada. Uzorkovanje materijala je vršeno prema ISO 2361 standardu. Materijal je determinisan pomoću ključeva za determinaciju: Mršić (1991) i Blakemore (2004). Kategorizacija faunističkih tipova izvršena je prema Csuzdi i sar. (2011).

Rezultati i diskusija

Iako je Srbija teritorija sa visokim biodiverzitetom kišnih glista (Stojanović-Petrović i sar., 2020), neke studije su utvrdile da je lokalni biodiverzitet od 3 do 6 vrsta, i bez obzira na regionalnu raznovrsnost

(Hackenberger i Hackenberger, 2014). Moderna poljoprivredna praksa može da modifikuje fizičke i hemijske osobine zemljišta, pa sam tim i da utiče na strukturu i brojnost populacije kišnih glista (Sekulić i sar., 2020). Na istraživanim poljoprivrednim poljima iz 24 uzoraka analizirano je ukupno 120 jedinki, od čega je bilo 37,5% adulta i 62,5% juvenilnih jedinki. Među 45 adultnih jedinki na kojima je mogla da se izvrši identifikacija, utvrđeno je prisustvo 3 vrste kišnih glista, iz dva roda i to: *Allolobophora* i *Aporrectodea* (Tab. 1). Pronađene vrste su karakteristične za evropska poljoprivredna polja (Frampton i sar., 2006). Generalno, ovo su vrste koje imaju visok prag tolerancije i u stanju su da prežive nepovoljne klimatske i ekološke uslove (Stojanović-Petrović i sar., 2020). Ako se uzmu u obzir prethodne studije iz naše zemlje (Sekulić i sar., 2022; Sekulić i sar., 2023), čiji rezultati pokazuju veću raznovrsnost u agroekosistemima Vojvodine i Šumadije (od 4 do 7 vrsta), onda se vidi koliko su ovi podaci zabrinjavajući.

Vrste iz roda *Aporrectodea*, za razliku od drugih endogeičnih vrsta, prodiru dublje u zemljište i na taj način izbegavaju efekte konvencionalne poljoprivredne prakse (Frazao i sar., 2019). U konvencionalnom sistemu monokulture ozime pšenice i niskog unosa međukulture, Schmidt i sar. (2001) su utvrdili vrste: *All. chlorotica*, *Ap. caliginosa* i *Ap. rosea*. Visoka brojnost vrsta iz ovog roda odražava njihov reproduktivni kapacitet i potencijal za adaptaciju i kolonizaciju (Sekulić i sar., 2022).

Tokom prolećne sezone, u đubrenom dvopolju sa oranjem je zabeležena samo jedna vrsta, ali je broj nezrelih jedinki bio veći u odnosu na druga dva istraživana polja. Ukupan broj jedinki je bio najveći u đubrenom dvopolju sa konzervacijskom obradom. Tokom jesenje sezone, u neđubrenom dvopolju su zabeležene dve vrste, za razliku od druga dva polja. Takođe, ukupan broj jedinki je bio najveći u đubrenom dvopolju sa konzervacijskom obradom (graf. 1). Ovakav slučaj može da se objasni činjenicom da ova vrsta obrade daje i najveći prinos, pa je samim tim i veća količina organske materije koja je dostupna glistama (Pelosi i sar., 2013).

Broj juvenilnih jedinki je veći tokom prolećne sezone, u odnosu na jesenju. Najviše juvenilnih je bilo tokom prolećne sezone u oba đubrena dvopolja. Tokom jeseni najmanje juvenilnih jedinki je bilo u đubrenom dvopolju, obrada oranjem (Graf. 1). Ovo je verovatno u korelaciji sa korišćenjem teške mehanizacije, posebno ako se uzme u obzir da se juvenilni stadijumi nalaze blizu površine zemljišta (Pffiffer i Mader, 1997).

Tabela 1. Spisak lumbricidnih vrsta u istraživanim poljima klasifikovane prema ekološkoj formi i zoogeografskoj distribuciji

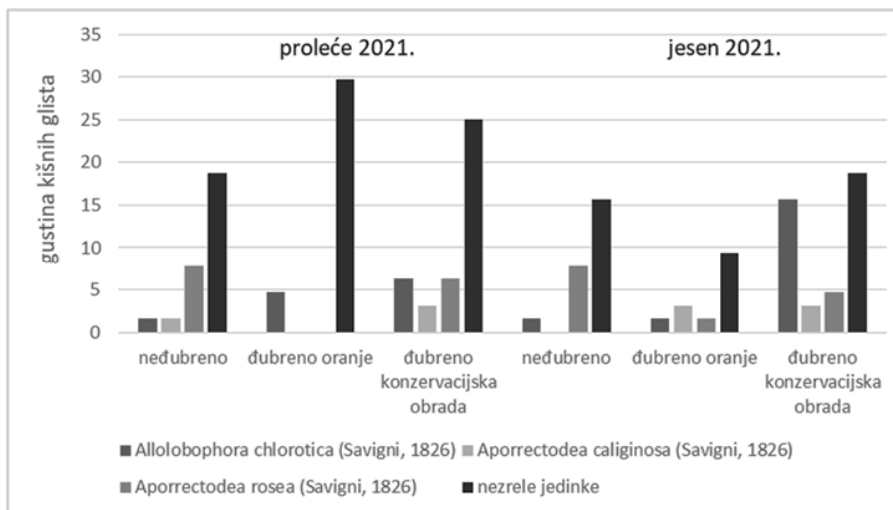
Vrste	Ekološka forma	Zoogeografski tip	Proleće 2021.			Jesen 2021.		
			1	2	3	1	2	3
<i>Allolobophora chlorotica</i> (Savigni,1826)	endogeična	peregrina	+	+	+	+	+	+
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigni,1826)	endogeična	peregrina	+	/	+	/	+	+
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigni,1826)	endogeična	peregrina	+	/	+	+	+	+
nezrele jedinke	/	/	+	+	+	+	+	+

1 – neđubreno dvopolje pšenica

2 – đubreno dvopolje, obrada oranjem

3 – đubreno dvopolje, konzervacijska obrada

Analizom zoogeografskih tipova, utvrđeno je prisustvo peregrinih, kosmopolitskih vrsta (Tab. 1), koje imaju visok prag tolerancije na nepovoljne uslove sredine. U zajednicama kišnih glista obradivih površina dominiraju endogeične vrste (Ernst i Emmerling, 2009; De Oliveira i sar., 2012), što smo potvrdili i u našim istraživanjima (Tab. 1). Hackenberger i Hackenberger (2014) smatraju da su epigeične vrste najviše ugrožena kategorija glista u devastiranim sredinama, ali da su pogođene i anecične forme, bez obzira što obitavaju na većim dubinama. Najčešći razlog za ovo je obrada zemljišta i primena pesticidnih sredstava. Drugi autori smatraju da je odsustvo anecičnih vrsta u direktnoj vezi sa specifičnim pedološkim uslovima, posebno na većoj dubini tla (Salomé i sar., 2011; Guéi i sar., 2012).



Grafikon 1. Prosečne vrednosti lumbricidnih vrsta nađenih na m² u istraživanim poljima

Zaključak

Ova studija pruža uvid u strukturu zajednica Lumbricidae u poljima pšenice u uslovima plodoreda sa različitom vrstom obrade. U svim proučavanim poljima zajednice kišnih glista su siromašne i uniformne. Zabeležene su samo tri peregrine vrste. Živi organizmi najbolje odražavaju stvarno stanje ekosistema i promene u njima. Sa druge strane, otkrivanje vrsta i poznavanje njihovih ekoloških karakteristike pruža uvid u trenutno stanje ispitanih ekosistema.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor br. 451-03-47/2023-01/200378, 451-03-47/2023-01/200122, 51-03-47/2023-01/200117 i 451-03-47/2023-01/200032).

Literatura

- Bouche, M.B. (1977). Strategies lombriciennes. *Ecological Bulletin Stockholm*, 25: 122-132.
- Csuzdi, C., Pop, V.V., Pop, A.A. (2011). The earthworm fauna of the Carpathian Basin with new records and description of three new species (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zoologischer Anzeiger*, 250: 2–18. doi: 10.1016/j.jcz.2010.10.001
- De Oliveira, T., Bertrand, M., Roger-Estrade, J. (2012). Short-term effects of ploughing on the abundance and dynamics of two endogeic earthworm species in organic cropping systems in northern France. *Soil and Tillage Research*, 119: 76–84. doi: 10.1016/j.still.2011.12.008
- Ernst, G., Emmerling, C. (2009). Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earthworms after a ten year period. *European Journal of Soil Biology*, 45: 247–251.
- Frampton, G.K., Jänsch, S., Scott-Fordsmand, J.J., Römbke, J., Van Denbrink, P.J. (2006). Effects of pesticides on soil invertebrates in laboratory studies: a review and analysis using species sensitivity distributions. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25(9): 2480–2489. doi: 10.1897/05-438r.1
- Frazão, J., de Goede, R.G.M., Capowiez, Y., Pulleman, M.M. (2019). Soil structure formation and organic matter distribution as affected by earthworm species interactions and crop residue placement. *Geoderma*, 338: 453–463. doi:10.1016/j.geoderma.2018.07.033
- Hackenberger, K.D., Hackenberger, K.B. (2014). Earthworm community structure in grassland habitats differentiated by climate type during two consecutive seasons. *European Journal of Soil Biology*, 61:27–34. doi: 10.1016/j.ejsobi.2014.01.001
- Mršić, N. (1991). Monograph on earthworms (Lumbricidae) of the Balkans. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Ljubljana, Slovenia, 1–2: 757 p.
- Guéi, A.M., Tondoh, J.E. (2012). Ecological preferences of earthworms for land-use types in semi-deciduous forest areas, Ivory Coast. *Ecological Indicators*, 18: 644–651. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.01.018
- Opute, P.A., Maboeta, M.S. (2022). A review of the impact of extreme environmental factors on earthworm activities and the feedback on the climate. *Applied ecology and environmental research*, 20(4): 3277-3297. doi: 10.15666/aeer/2004_32773297
- Pelosi, C., Toutous, L., Chiron, F., Dubs, F., Hedde, M., Muratet, A., Ponge, J. F., Salmon, S., Makowski, D. (2013). Reduction of pesticide use can increase earthworm populations in wheat crops in a European temperate region.

- Agriculture, Ecosystems and Environment, 181: 223–230. doi: 10.1016/j.agee.2013.10.003
- Pfiffner, L., Mäder, P. (1997). Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Biological Agriculture & Horticulture* 15: 2–10. doi: 10.1080/01448765.1997.9755177
- Salomé, C., Guenat, C., Bullinger-Weber, G., Gobat, J.M., Le Bayon, R.C. (2011). Earthworm communities in alluvial forests: influence of altitude, vegetation stages and soil parameters. *Pedobiologia*, 54: 89-98. doi: 10.1016/j.pedobi.2011.09.012
- Schmidt, O., Curry, J.P., Hackett, R.A., Purvis, G., Clements, R.O. (2001). Earthworm communities in conventional wheat monocropping and low-input wheat clover intercropping systems. *Annals of Applied Biology*, 138: 377–388. doi: 10.1111/j.1744-7348.2001.tb00123.x
- Sekulić, J., Milenković, S., Milovac, Ž., Trakić, T., Popović, F., Stojanović, M. (2020). Struktura populacija Lumbricidae u agroekosistemima. XXV Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, Srbija, 13-14. 3. 2020, pp. 31-37.
- Sekulić, J., Milenković, S., Stojanović, M., Popović, F., Trakić, T. (2022). Species richness and community structure of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) in natural and agricultural ecosystems. *Biologia*, 77: 2115–2124. doi: 10.1007/s11756-022-01077-9
- Sekulić, J., Milovac, Ž., Marjanović-Jeromela, A., Bajagić, M., Trakić, T., Popović, F. (2023). Effect of single and mixture of insecticides on earthworms: results from field and laboratory experiments. *Zemdirbyste-Agriculture*, 110 (2): 129–138. doi: 10.13080/z-a.2023.110.016
- Stojanović-Petrović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2020). Kišne gliste (Oligochaeta: Lumbricidae) Srbije. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija.

**MEDONOSNE BILJKE I UTICAJ PESTICIDA
NA PČELE I PROIZVODNJU MEDA**

**HONEY-BEARING PLANTS AND THE INFLUENCE OF
PESTICIDES ON BEES AND HONEY PRODUCTION**

Vera Popović^{1,2}, Jelena Bošković³, Nenad Đurić⁴, Jela Ikanović⁵, Vladimir Filipović⁶, Nataša Ljubičić⁷, Ljubica Šarčević Todosijević⁸

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*

²*Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, BiH*

³*Univerzitet Metropolitan, Beograd,*

⁴*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

⁵*Univerzitet u Beogradu, Veterinarski fakultet, Beograd*

⁶*Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd*

⁷*Institut BioSens, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad*

⁸*Visoka medicinsko - sanitarna škola strukovnih studija, Beograd*

Autor za korespondenciju: vera.popovic@ifvcns.ns.ac.rs;

jelena.boskovic@metropolitan.ac.rs

Izvod

Biljke svojim cvetovima, sokovima i smolama daju pčelama hranu, stvaraju uslove za pravilan život pčelinjeg društva i predstavljaju osnovu za dobijanje pčelinjih proizvoda - meda, cvetnog praha, mleča, voska, propolisa i pčelinjeg otrova. Najzastupljenije medonosne biljke kod nas su: divlji kesten, bagrem, lipa, jorgovan, kupina, facelija, heljda, suncokret, zvezdan, lavanda, neven, žalfija, morač, šafran, itd. Pčele imaju veliki značaj za živi svet na našoj planeti. U poslednje vreme sve je više evidentna ugroženost pčela. Ova studija prikazuje medonosne biljke i efekte koje pesticidi imaju na pčele i njihovu produktivnost. Najčešći put kontaminacije je izloženost pčela agro-hemikalijama koje se koriste za zaštitu useva i njihova primena na useve. Izloženost pčela pesticidima je kroz gutanje ostataka koji se nalaze u polenu i nektaru biljaka. Zbog svega navedenog dati su praktični saveti za izbegavanje štetnih uticaja pesticida u pčelarstvu kako bi se izbegle štetne posledice.

Ključne reči: medonosne biljke, pčele, pesticidi

Abstract

Plants, with their flowers, juices and resins, give bees food, create conditions for the proper life of the bee colony and represent the basis for obtaining bee products - honey, pollen, nectar, wax, propolis and bee venom. The most common honey plants in our country are: wild chestnut, acacia, lime tree, lilac, blackberry, phacelia, buckwheat, sunflower, common bird's foot trefoil, lavender, calendula, sage, fennel, saffron, etc. Bees have a great importance for the living world on our planet, lately it is more and more evident bees' endangerment. This study shows honey plants and effects that pesticides have on honey bees and their productivity. The most common way of contamination is exposure of bees to agrochemicals used for crop protection and their application to crops. The exposure of bees to pesticides is through ingestion of residues found in the pollen and nectar of plants. Due to all of the above, practical advice was given to avoid the harmful effects of pesticides in beekeeping in order to avoid harmful consequences.

Key words: honey crops, bees, pesticides

Uvod

Biljke koje pčele posećuju, svojim cvetovima, sokovima i smolama, daju pčelama hranu, stvaraju uslove za pravilan život pčelinjeg društva i predstavljaju osnovu za dobijanje pčelinjih proizvoda – meda, cvetnog praha, mleča, voska, propolisa i pčelinjeg otrova. Najzastupljenije medonosne biljke kod nas su: pitomi kesten (*Castanea sativa*, porodica Fagaceae), bagrem (*Robinia pseudoacacia*, porodica Fabaceae, rod Robinia), divlji kesten (*Aesculus hippocastanum*, porodica Sapindaceae), lipa (*Tilia* sp., porodica Malvaceae), jorgovan (*Syringa vulgaris* L., porodica Oleaceae), kupina (*Rubus fruticosus* L., porodica Rosaceae), Albicia (*Albizia julibrissin*, porodica Fabaceae), facelija (*Phacelia tanacetifolia* Benth., porodica Hydrophyllaceae), heljda (*Fagopyrum esculentum*, porodica Polygonaceae), zvezdan (*Lotus corniculatus* L., porodica Fabaceae), bela detelina (*Trifolium repens*., porodica Fabaceae),

kokotac (*Melilotus officinalis*, porodica *Fabaceae*), uljana repica (*Brassica napus*, porodica *Brassicaceae*), suncokret (*Helianthus annuus*, porodica *Asteraceae*), neven (*Calendula officinalis*, porodica *Asteraceae*), lavanda (*Lavandula officinalis*, porodica *Lamiaceae*), žalfija (*Salvia officinalis*, porodica *Lamiaceae*), morač, komorač ili divlja mirođija (*Foeniculum vulgare* Mill., porodica *Apiaceae*), šafran (*Crocus sativus*; ~ *vernus* L., porodica *Iridaceae*), itd. **Facelija** je krmna medonosna biljka čiji cvetovi daju obilje nektara i cvetnog praha. Nalazi se na listi 20 najboljih cvetova za proizvodnju polena za pčele i veoma je atraktivna za insekte oprašivače uključujući bumbare (Haiden, 2014). U ranoj setvi cveta u maju, 40 dana posle setve, a cvetanje traje oko 50 dana. Ako se setva podesi u vremenskim razmacima, period paše ove biljke može biti celog leta, odnosno od maja do septembra. Boja meda je svetložuta, prijatnog je mirisa, ukusa i odličnog kvaliteta. Facelija najbolje uspeva na kvalitetnim zemljištima kao što su karbonatni černoze, livadske crnice, aluvijum a može se sejati i na drugim tipovima zemljišta jer nema posebih zahteva prema zemljištu. Setva se obavlja početkom marta, kada vremenske prilike dozvole, žitnim sejalicama, na međuredno rastojanje od 25 cm i dubini setve od 3 cm. Količina semena je 5 kg ha⁻¹ do 10-12 kg ha⁻¹ za pčelinju pašu. Setva facelije za pašu pčela obavlja se do polovine jula meseca u vremenskim razmacima od 15 do 20 dana, tako se obezbeđuje kontinuitet paše u celom vegetacionom periodu. Prinos semena se kreće od 500 do 800 kg ha⁻¹ a meda i do 1200 kg ha⁻¹ (Popović i sar., 2017). **Zvezdan** je višegodišnja biljka koja cveta od maja do oktobra i daje dosta nektara i cvetnog praha. **Heljda** je pseudo žito, i odlična je pčelinja paša. Med od heljde je tamne boje, sadrži hranljive sastojke, makronutrijente, minerale, vitamine i antioksidantna jedinjenja. **Suncokret** je uljarica, od koje se kao značajan nusprodukt pri ceđenju ulja dobija suncokretova sačma. Postoje hibridi za proizvodnju ulja i zrna. Zrno se peče i prodaje kao "grickalica". Med je zlatnožute boje i umerene slatkoće. Proces kristalizacije traje 3-6 nedelja nakon vrcanja, zbog visokog sadržaja polena i nižeg sadržaja saharoze.

Pitomi kesten - lišćar je odlično medonosno drvo, koje može da živi 500 godina. **Jorgovan** predstavlja prvu hranu za pčele jer cveta u proleće. **Viburnum rhytiphyllum** je zimzelena biljka koja dobro podnosi gradske uslove i senku. Pčele je rado posećuju i odlična je zvučna barijera. **Katalpa** je drvo krupnih listova i gustog rasta. Cveta u junu, ima bele cvetove pune nektara. **Cvetna lovor višnja** ima bele cvetove. Cveta u maju

i junu. *Plava magla* *Caryopteris* je biljka koja cveta u avgustu i septembru. *Albicija* je mediteranska biljka, ima cvetove pune nektara.

Lavanda je poželjna kao medonosna biljka. Cveta od juna do avgusta, u vreme kada je smanjen izbor biljaka za pčelinju pašu. Prinos meda je oko 500 kg ha⁻¹. Lavandin med je aromatičan i lekovit, služi kao hrana pčelama jer poboljšava njihov imunitet. *Neven* je medonosna biljka koja pored nektara daje i polen. Cveta od juna do oktobra, i pčele tad pronalaze cvetni prah. *Žalfija* cveta od maja do kraja jula. Cvetovi su bogati nektarom i odlična su pčelinja paša. Sa jednog hektara moguće je dobiti 500 kg ha⁻¹ meda. Med od žalfije obiluje vitaminom C. *Morač* cveta od jula do oktobra i ima veliku produkciju nektara. Med je aromatičanog i slatkog ukusa. *Šafran* cveta tokom marta i daje najraniju pašu, do tri nedelje. Pčelama daje više polena nego nektara.

Pčele su zaslužne za oprašivanje do 80% voća, povrća i useva. Svaka košnica prikupi oko 30 kg polena godišnje. Broj pčela opada širom sveta, usled promene klime, široke upotrebe pesticida, promena vegetacije, čišćenja zemljišta, pa čak i povećanog širenja štetočina i bolesti koje utiču na same pčele. Pčelari su uvek bili svesni uslova životne sredine koji doprinose prosperitetu njihovih pčelinjih društava: raznolikost cveća, drveća, korova i useva. Zdrava, raznovrsna cvetna sredina oduvek je bila recept za zdravu proizvodnju meda.

Poslednjih nekoliko decenija pčelari se suočavaju sa novom pretnjom u svom poslovanju: agrohemijskim pesticidima, koji su rasuti po velikim površinama useva, voćnjaka, šuma i drugih sredina radi suzbijanja insekata, štetočina, korova i biljnih bolesti. Hemijski insekticidi predstavljaju ozbiljnu pretnju za pčele iz jednostavnog razloga što su pčele insekti koji su osetljivi na otrove dizajnirane da ubiju štetne insekte. Potrebno je strogo ispitivanje toksičnosti hemikalija pre nego se registruju za upotrebu u zaštiti useva (Sanchez-Bayo and Goka, 2016). Uprkos propisima, broj vođenih kolonija medonosnih pčela (*Apis mellifera* L.) u SAD-u je smanjen sa 6 miliona 1947. godine, kada je DDT uveden u poljoprivredu, na manje od 3 miliona u 2010. godini (Ellis, 2012). Slični trendovi su primećeni i u Evropi, gde je broj pčelinjaka opao za 14% u Skandinaviji i 25% u centralnoj Evropi u periodu između 1985. i 2005. godine, iako je porastao za 13% u mediteranskim zemljama kako bi se suprotstavio smanjenoj proizvodnji na severu (Potts et al., 2010). Takođe, herbicidi i fungicidi imaju štetne efekte na produktivnost pčela. Ekstenzivna i produžena upotreba herbicida dovodi do smanjene

raznovrsnosti cvetnih biljaka (Hald, 1999; Hyvonen and Salonen, 2002). što utiče na pčelinje zajednice (Goulson et al., 2015) i njihovu produktivnost. U posljednje vreme, neselektivna upotreba akaricida na pčelinjacima za suzbijanje parazita, kao što je *Varoa destructor*, dodala je pretnju za pčelare, jer su ove hemikalije u manjoj meri toksične za pčele. Poremećaj kolonije povezan je sa parazitima ali i bolestima i štetočinama. Cilj studije bio je da se prikažu najzastupljenije medonosne biljke kod nas i ukaže na posledice primene pesticida na pčele i med.

Materijal i metod rada

U ovoj studiji prikazane su najzastupljenije medonosne biljke kod nas i posledice primene pesticida na pčele. Najčešći put kontaminacije je izloženost pčela agro-hemikalijama koje se koriste za zaštitu useva i njihova primena na useve. U radu su dati praktični saveti za izbegavanje štetnih uticaja pesticida u pčelarstvu u cilju izbegavanja štetnih posledica po pčele. Pesticidi su selektivno toksična hemijska jedinjenja koja se koriste u suzbijanju štetnih insekata, uzročnika biljnih bolesti, životinja i ljudi, dakle u poljoprivredi, šumarstvu, veterini i komunalnoj higijeni.

Rezultati i diskusija

Medonosne biljke

Prema domaćoj i stranoj regulativi, „Med je prirodna, slatka supstanca koju proizvode medonosne pčele (*Apis mellifera* L.) preradom nektara biljaka ili iz sokova sa živih delova biljaka ili sakupljanjem ekskreta insekata koji se hrane sišući sokove sa živih delova biljaka, koji pčele sakupljaju, prerađuju i dodaju sopstvene specifične supstance, dehidriraju i odlažu u ćeliju saća do sazrevanja”. Pojedine medonosne biljke imaju različite sposobnosti izlučivanja nektara. Zbog čega je izvršena podela biljaka na: odlične, vrlo dobre, dobre i slabe medonoše. Neke biljke slabo izlučuju nektar, a uvršćene su u medonosne zbog lučenja cvetnog praha. Zemljište svojim sastavom utiče na intenzivnost života biljke, na izlučivanje i kvalitet nektara. Bela detelina, kokotac, lucerka i dr. izlučuju više nektara na zemljištima bogatim krečom. Kisela zemljišta su dobra podloga za borovnice, ilovača za lipu, peščana za heljdu, itd. Pored

zemljišta, toplota i padavine su bitni faktori za rast i razvoj biljaka. Neke biljke luče nektar već na temperaturi od 12°C (vrbe, džanarika, šljive i dr.), neke počinju da luče nektar na temperaturi od 20°C (kesten, lipa, majčina dušica i dr.). Većina biljaka izlučuje nektar na temperaturi vazduha od 30°C. Niske i visoke temperature umanjuju izlučivanje nektara, dok vrlo visoke temperature obustavljaju izlučivanje nektara. Zbog navedenog postoji i razlika u intenzivnosti u izlučivanju nektara jedne iste biljke na različitim zemljištima (Popović i sar., 2017).

Pčele mogu biti izložene sredstvima za zaštitu bilja na dva načina: (1) direktnim izlaganjem ili kapljicama koje su se raspršile tokom folijarnog prskanja useva (Thompson, 2001), prašini sa setve prilikom sadnje (Girolami et al., 2012) ili udisanjem isparljivih pesticida tokom ili nakon primene na useve; (2) izlaganjem ostacima prisutnim u polenu, vosku, nektaru, medu i gutacionim kapima, što može biti rezultat direktne kontaminacije cveća prskanjem, translokacije kroz tretirane biljke ili zemljište (Goulson, 2013; Stoner and Eitzer, 2012) ili direktne kontaminacije tokom tretmana košnica. Pčele piju vodu (Kovac et al., 2010) iz polja kontaminiranog pesticidima. Veliki broj hemikalija koje se nalaze u polenu zahteva rigoroznu procenu njihovog rizika za pčelinje oprašivače. Od 124 matična jedinjenja koja se nalaze u polenu sa pčelinjaka, polovina se javlja sa učestalošću od 2% ili više, 20 je prisutno preko 10%, a dva insekticida-akaricida (*Coumaphos* i *Tau-fluvalinate*) se redovno pojavljuju, oko 30%, u Severnoj Americi. Ostaci četiri najčešća jedinjenja (*Tau-fluvalinate*, *Coumaphos*, *Thymol* i *Chlorothalonil*) prisutni u koncentracijama iznad 100 mg g⁻¹ polena. Najveći ostaci mogu biti i do 20 puta veći (Mullin et al., 2010; Rennich et al., 2012), a pojavljuju se povremeno. Tasei et al. (2001) navodi da je u medu pronađeno oko 77 jedinjenja. To su uglavnom sistemska jedinjenja, među kojima se najčešće nalaze neonikotinoidni insekticidi – do 65%. Sistemski insekticidi mogu da se kreću iz zemljišta, gde se primenjuju u obliku granula ili semena, kroz sok biljaka i dospevaju do nektarskih žlezda u vreme oprašivanja, kada su pčele privučene cvetovima (Tasei et al., 2001). Mnogi ostaci, pronađeni u medu, su hidrofilni herbicidi (5) i fungicidi (15), pošto je poznato da se translociraju unutar različitih delova tretiranih biljaka (Hsieh et al., 1998). Najveće količine ostataka u medu odgovaraju hidrofobnim jedinjenjima kao što su *Lindane* i *Coumaphos*, koji se koriste za tretiranje saća za kontrolu grinja (Higes et al. 2010).

Rizik za pčele od primene pesticida

Većina pesticida (92%) registrovanih za poljoprivrednu proizvodnju ne predstavlja značajne rizike za pčele, ali to je samo kada se uzme u obzir izloženost pojedinačnim jedinjenjima. Međutim, kombinacija određenih hemikalija, posebno insekticida i akaricida sa fungicidima ili mešavinama akaricida, toksičnija je za pčele nego pojedinačna jedinjenja sama po sebi. Aditivi i sinergistički efekti ovih smeša postoje, a procenu rizika koje one predstavljaju treba izračunati korišćenjem istih pristupa, ali modifikujući toksičnost insekticida ili akaricida sinergističkim faktorom (Sanchez-Bayo and Goka, 2016, Tab. 1). Insekticidi slabe otpornost pčela, podstiču nastanak bolesti na primer *Nosema ceranae*, i mogu dovesti do propadanja kolonije (Bošković & Trkulja, 2019). Svetska privreda umanjena je za 212 milijardi dolara zbog masovnog odumiranja pčela, i već je uništeno 30% pčelinjih zajednica u SAD i oko 20% u zemljama EU. Gubici pčela usled trovanja pesticidima povećavaju se iz godine u godinu.

Tabela 1. Rizik od sinergijskih mešavina insekticida i fungicida za pčele

Insekticid/ akaricid	Fungicid	Sinergistički faktor	Rizik za larve (%)		Rizik za pomoćnice (%)	Rizik za izletnice (%)
					Hrana	
Acetamiprid	Propiconazole	104,7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acetamiprid	Fenbuconazole	4,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coumaphos	Fenpyroximate	20,0	<0,01	0,77	<0,01	<0,01
Cyhalothrin	Propiconazole	16,2	2,16	<0,01	<0,01	<0,01
Cyhalothrin	Myclobutanil	10,9	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cyhalothrin	Penconazole	4,4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tau- fluvalinate	Myclobutanil	50,0	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Thiacloprid	Propiconazole	559,4	0,89	0,08	0,30	<0,01

Pravo rešenje je da poljoprivredne organizacije i individualni proizvođači shvate značaj pčela za oprašivanje biljaka. Proizvođači treba da počnu da se pridržavaju zakonskih normi i da koriste manje otrovne i neotrovne pesticide za pčele. Zanošenje prskanja je glavni uzrok incidenata koji uključuju smrtnost pčela radilica (Barnet et al., 2007), gutanje kontaminiranog polena, nektara i vode što pogađa mnoge pčelinjake u svetu (Sánchez-Bayo et al., 2016). Svest o ovim pretnjama može pomoći

pčelarima i poljoprivrednicima da naprave planove upravljanja kako bi izbegli negativan uticaj pesticida. Pčelari treba da budu svesni okruženja u kome se hrane njihove pčele, jer se veliki deo zemljišta koristi za poljoprivrednu proizvodnju gde se koriste pesticidi. Upotreba sredstava za zaštitu bilja se ne može zaustaviti, jer su neophodna za poljoprivrednu proizvodnju, racionalnim pristupom se mora gledati na minimiziranje rizika od agrohemijskih po pčele. Hemijske kompanije su po zakonu obavezne da na etiketi navedu da li su njihovi proizvodi opasni za pčele ili ne, da navedu rizike i radnje koje je potrebno preduzeti. Upozorenja na etiketi su neefikasna osim ako ne postoji odgovarajuća komunikacija između aplikatora, farmera i pčelara. Odgovornost prvih je da obaveste pčelare o svim operacijama prskanja, da se košnice premeste na bezbedno mesto tokom prskanja. Premeštanje košnica traje 24 sata, tako da farmeri treba blagovremeno da obaveste pčelare susede. Pčele su uglavnom aktivne između izlaska sunca i sat ili dva pre zalaska sunca, a većina pčela se hrani u krugu 2-7 km od svoje košnice. Rizik od pesticida za pčele može se smanjiti prskanjem useva uveče, kada pčele ne traže hranu. Rešenje je da se proizvođači usmere ka održivim sistemima poljoprivredne proizvodnje i organskoj proizvodnji.

Zaključak

Insekticidi imaju široku upotrebu u poljoprivrednoj proizvodnji u cilju povećanja prinosa. Pored pozitivnih efekata i povećanja prinosa, došlo je i do negativne implikacije na biodiverzitet, agrobiodiverzitet, životnu sredinu i zdravlje ljudi. Toksična hemijska jedinjenja, komponente insekticida, zagađuju polen i nektar, negativno utiču na populaciju pčela i njihov opstanak. Preko pčela insekticidi postaju sastavni deo pčelinjih proizvoda koje čovek konzumira. Rizik od pesticida za pčele može da se smanji prskanjem useva insekticidima uveče, kada pčele ne traže hranu. Sve popularnije urbano pčelarstvo propagira postavljanje košnica na krovove zgrada kao jedan od načina da se suzbije odumiranje pčela.

Zahvalnica

Rad je podržan od strane Ministarstva- MNTRI R. Srbije, evidencioni broj: 451-03-47/2023-01/200032; i brojeva 2000003; 200045; 200358 i 200216.

Literatura

- Barnett, E.A., Charlton, A.J., Fletcher, M.R. (2007). Incidents of bee poisoning with pesticides in United Kingdom. *Pest Management Science* 63(11): 1051–7.
- Bošković, J., Trkulja, N. (2019). Influence of insecticides in production of honey bees. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management* 2 (3): 278-286.
- Ellis, J. (2012). The honey bee crisis. *Outlooks Pest Management* 23: 35–40.
- Girolami, V., Marzaro, M., Vivan, L., Mazzon, L., Greatti, M. (2012). Fatal powdering of bees in flight with particulates of neonicotinoids seed coating and humidity implication. *Journal of Applied Entomology* 136: 17–26.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., Rotheray, E.L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347(6229): 1255957.
- Goulson, D. (2013). An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology* 50: 977–987.
- Hald, A.B. (1999). Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Ann.Appl Biol.*134(3): 307-14.
- Hayden, J. (2014). Investigating Ways to Improve Native Pollinator Floral Resources by Comparing Multipurpose Cover Crops of Phacelia, Buckwheat, and a Commercial Bee Forage Mix. Project funded by USDA-SARE. www.sare.org/project-reports and search by project number FNE13-781.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Martínez-Salvador, A., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A.V. (2010). A preliminary study of epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environmental Microbiology Reports* 2: 243-50.
- Hsieh, Y.N., Liu, L.F., Wang, Y.S. (1998). Uptake, translocation and metabolism of the herbicide molinate in tobacco and rice. *Pesticide Science* 53: 149–154.
- Hyvonen, T., Salonen, J. (2002). Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels: six-year experiment. *Plant Ecology* 159(1):73-81.

- Kovac, H., Stabentheiner, A., Schmaranzer, S. (2010). Thermoregulation of water foraging honeybees-Balancing of endothermic activity with radiative heat gain and functional requirements. *Journal of Insect Physiology* 56: 1834–1845.
- Mullin, C.A., Frazier, M., Frazier, J.L., Ashcraft, S., Simonds, R. (2010). High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. *Plos One* 5: e9754.
- Popović, V., Marjanović-Jeromela, A., Vučković, S., Mihailović, V., Sikora, V., Živanović, Lj., Ikanović, J. (2017): *Phacelia tanacetifolia* Benth. - Honey plant. *Časopis Instituta PKB Agroekonomik*. Beograd, 23(1-2): 31-38.
- Potts, G., Roberts, M., Dean, R., Marris, G., Brown, A., Jones, R. (2010). Decline of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research* 49(1):15-22.
- Rennich, K., Pettis, J., van Engelsdorp, D., Bozarth, R., Eversole, H. (2012). 2011-2012. National Honey Bee Pests and Diseases Survey Report. USDA.17.
- Sanchez-Bayo, F., Goka K. (2016). Impacts of Pesticides on Honey Bees. Book. IntechOpen: DOI: 10.5772/62487, www.intechopen.com/chapters/50073
- Stoner, K.A., Eitzer, B.D. (2012). Movement of soil-applied imidacloprid and thiamethoxam into nectar and pollen of squash (*Cucurbita pepo*). *Plos One* 7: e39114.
- Tasei, J.N., Ripault, G., Rivault, E. (2001). Hazards of imidacloprid seed coating to *Bombus terrestris* (Hymenoptera: *Apidae*) when applied to sunflower. *Journal of Economic Entomology* 94: 623–627.
- Thompson, H.M. (2001). Assessing the exposure and toxicity of pesticides to bumblebees (*Bombus* sp.). *Apidologie*. 32: 305–321.

PERCEPCIJE STANOVNIKA O PLANTAŽAMA VINOVE LOZE KAO POKRETAČU RAZVOJA RURALNOG TURIZMA

RESIDENTS' PERCEPTIONS OF GRAPEVINES PLANTATION AS A DRIVER OF RURAL TOURISM DEVELOPMENT

Drago Cvijanović¹, Aleksandra Vujko², Dušica Cvijanović¹

¹Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za hotelijerstvo i turizam, Vrnjačka Banja

²Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad

Autor za korespondenciju: dvcmmv@gmail.com

Izvod

Plantaže vinove loze i vinski turizam, te njihov uticaj na razvoj ruralnih destinacija, nedovoljno su proučavani uprkos njihovom nedavnom brzom razvoju unutar gastronomskog turizma. Kao način da se pokaže važnost vinskog turizma, ovaj rad testira percepciju stanovnika o uticaju plantaža vinove loze na razvoj ruralnih destinacija u smislu ekonomskog uticaja, društveno-kulturnog uticaja i uticaja na životnu sredinu. Pošlo se od pretpostavke, da je ovaj efekat pozitivan i da može doneti korist stanovnicima ruralnih područja. Empirijsko istraživanje sprovedeno je na uzorku od 318 ispitanika iz jednog od najrazvijenijih vinskih regiona u Srbiji, Fruške gore. Uzgajanje grožđa na Fruškoj gori datira još iz rimskog doba. Vina se mogu konzumirati direktno u vinskim podrumima, ali i na brojnim salašima, restoranima, etno kućama i manifestacijama. Rezultati pokazuju da stanovnici imaju veoma pozitivne percepcije u pogledu uticaja povećanja zasada vinove loze i razvoja vinskog turizma.

Ključne reči: Vinova loza, vinski turizam, ruralna destinacija, razvoj, Fruška gora

Abstract

Vine plantations and wine tourism, and their impact on the development of rural destinations, have been insufficiently studied despite their recent rapid development within gastronomic tourism. As a way to demonstrate the importance of wine tourism, our study tests residents' perceptions of the impact of wine plantations on the development of rural destinations in terms of economic impact, socio-cultural impact and environmental impact. We started from the assumption that this effect is positive and can benefit the inhabitants of rural areas. Empirical research conducted on a sample of 318 respondents from one of the most developed wine regions in Serbia, Fruška Gora. Grape growing on Fruška Gora dates back to Roman times. Wines can be consumed directly in wine cellars, but also at numerous farms, restaurants, ethnic houses and events. The results show that residents have very positive perceptions regarding the impact of increasing vine plantings and the development of wine tourism.

Key words: Vine, Wine Tourism, Rural Destination, Development, Fruška Gora Mountain

Uvod

Brojni teoretičari smatraju da je razvoj ruralnih destinacija direktno povezan sa razvojem gastronomskog turizma (Hall, Mitchell, 2001; Hjalager and Richards, 2002; Charters and Pettigrew, 2005; Wolf, 2006; Vujko, Gajić, 2014; Vujko et al., 2016; Petrović et al., 2017). Unutar gastronomskog turizma, posebno se izdvaja "vinski turizam" kao poseban vid hedonističkog oblika turizma (MacLeod and Hayes, 2013; Cvijanović et al. 2017). Iako proučavanje vinskog turizma postaje sve zastupljenije među istraživačima (Bruwer, 2003), još uvek nema dovoljno literature koja se bavi ovom temom. Da bismo videli uticaj koji vinova loza i vinski turizam imaju na ruralnu destinaciju, morali smo da izađemo na teren i ispitamo percepciju stanovnika o razvoju vinskog turizma, uzimajući u obzir da je mišljenje lokalnog stanovništva glavna determinanta uspešnog razvoja (Gursoi and Rutherford, 2004). Percepcije stanovnika o razvoju vinskog turizma su ispitane u smislu ekonomskog uticaja (Andereck et al., 2005), društveno-kulturnog uticaja i uticaja na životnu sredinu (Gursoi and Rutherford, 2004; Byrd et al., 2009). U svom radu, Vujko et al. (2018a;

2018b) ističu da turizam u ruralnim područjima postaje značajan za razvoj i unapređenje malih seoskih gazdinstava, dok Andriotis (2005) ukazuje da bogata gastronomska ponuda utiče na stvaranje pozitivne slike turista o malim ruralnim mestima u kojima i da se turisti uvek rado vraćaju na mesta na kojima su doživljaji potpuni. Percepcije stanovnika o vinskom turizmu mogu pomoći lokalnim akterima i kreatorima politike u smislu pravca ulaganja. Dakle, treba istaći da oblasti u kojima postoji mogućnost razvoja vinskog turizma treba da budu prioritet za državno ulaganje (Charters and Pettigrew, 2005; Vujko i Gajić, 2014), a da su vinske regije Fruške gore takve destinacije.

Materijal i metode rada

Za ispitivanje je izabran region Fruške gore (Srem). Veruje se da je vinogradarstvo Fruškogorske planine jedno od najstarijih u Evropi, a da je prvu liniju na obroncima Fruške gore zasadio rimski car Prob. Fruškogorska vina bila su toliko kvalitetna i prepoznatljiva da su se izvozila još u 15. veku kada su fruškogorski Sremski Karlovci važili za srpsku prestonicu vina. Na ovom području najviše su zastupljene sledeće sorte grožđa: italijanski rizling, raženi rizling, patuljak, traminac, šardone i sovinjon, franjevačke, tribal i novosrpske sorte). Specifično vino ovog kraja je bernet. Reč je o aromatičnom vinu koje se dobija maceracijom više od 20 različitih trava i začina.

Uzorak ove studije činilo je 328 stanovnika mesta Sremski Karlovci i Irig. Upitnik je pilotiran u leto 2022. Modifikovana su pitanja koja su prvobitno koristili Xu et al., (2016) u svojoj studiji slučaja, analizirajući tom prilikom skup ekonomskih, socio-kulturnih i ekoloških uticaja razvoja određenog fenomena na razvoj ruralnih destinacija

Skala uticaja na zajednicu korišćena u studiji sastojala se od 15 pitanja koje predstavljaju tri dimenzije uticaja:

Ekonomski uticaji (6 stavki: „Potrošnja turista“, „Različitost lokalnog poslovanja“, „Broj radnih mesta“, „Porez na nekretnine i imovinu“, „Cene dobara i usluga“ i „Ekonomska stabilnost zajednice“), Sociokulturni uticaji (5 stavki; „Različitost kulturnih aktivnosti“, „Očuvanje lokalnog nasleđa“, „Osećaj identiteta zajednice“, „Kvalitet života stanovnika“ i „Broj lokalnih rekreativnih aktivnosti“) i Uticaji na životnu sredinu (4 stavke: „Ekološka

svest“, „Zdravlje lokalnih ekosistema“, „Problemi sa parkiranjem“ i „Kvalitet infrastrukture“).

Stavke su merene korišćenjem Likertove skale od pet tačaka (1 „značajno smanjen“; 5 „značajno povećan“).

Rezultati i diskusija

Uvidom u tabelu 1 možemo analizirati ekonomske uticaje razvoja vinskog turizma, a oni su veoma proporcionalni broju turista koji dolaze u turistička mesta. Naime, povećanjem broja turista povećava se turistička potrošnja, povećava se različitost lokalnog poslovanja, povećava se broj radnih mesta, povećava se porez na nekretnine i imovinu, stabilizuju se cene dobara i usluga kao i ekonomska stabilnost zajednice.

Kada sa u pitanju sociokulturni uticaji (Tab. 2), možemo zaključiti da se povećava različitost kulturnih aktivnosti, povećava se stepen očuvanja lokalnog nasleđa, osećaj identiteta zajednice kao i sveukupan kvalitet života lokalnog stanovništva.

Odgovori na pitanja koja su bila u vezi Uticaja na životnu sredinu (Tab. 3), ukazuju da je ekološka svest stanovnika povećana, ali i da su povećani uticaji na zdravlje lokalnih ekosistema, što predstavlja negativan aspekt razvoja vinskog turizma na zajednicu. Negativno se odražava i problem sa parkiranjem koji je takođe povećan, ali pozitivno je to što se povećava i kvalitet infrastrukture.

Zaključak

Vojvodina je tradicionalno značajan proizvođač vina u Srbiji i regionu. S obzirom na svoj geografski položaj, reljef, klimu i kulturnu baštinu, stvorila je mnoga prepoznatljiva, autentična vina, koja se služe u restoranima, porodičnim gazdinstvima i vinskim podrumima. Međutim, ovi potencijali nisu dovoljno iskorišćeni za razvoj turizma, iako predstavljaju značajan potencijal. Vojvodina ima nekoliko tradicionalnih poslovnih sektora u turizmu sa mogućnostima za globalnu konkurentnost, ali i uslove za razvoj potpuno novih sektora s obzirom na promene na globalnom turističkom tržištu.

Tabela 1. Ekonomski uticaji

		Pol		Ukupn o
		Muški	Ženski	
Turistička potrošnja	Značajno smanjena	2	0	2
	Smanjena	2	0	2
	Ista	25	18	43
	Povećana	75	51	126
	Značajno povećana	116	29	145
Ukupno		220	98	318
Različitost lokalnog poslovanja	Značajno smanjena	2	0	2
	Smanjena	8	0	8
	Ista	19	22	41
	Povećana	99	48	147
	Značajno povećana	92	28	120
Ukupno		220	98	318
Broj radnih mesta	Značajno smanjen	5	0	5
	Smanjen	8	0	8
	Isti	22	20	42
	Povećan	90	52	142
	Značajno povećan	95	26	121
Ukupno		220	98	318
Porez na nekretnine i imovinu	Značajno smanjen	2	0	2
	Smanjen	7	0	7
	Isti	20	23	43
	Povećan	104	49	153
	Značajno povećan	87	26	113
Ukupno		220	98	318
Cene dobara i usluga	Značajno smanjene	5	0	5
	Smanjene	10	0	10
	Iste	19	23	42
	Povećane	89	55	144
	Značajno povećane	97	20	117
Ukupno		220	98	318

Tabela 2. Sociokulturni uticaji

		Pol		Ukupno
		Muški	Ženski	
Različitost kulturalnih aktivnosti	Značajno smanjene	5	0	5
	Smanjene	10	0	10
	Iste	20	23	43
	Povećane	98	56	154
	Značajno povećane	87	19	106
Ukupno		220	98	318
Očuvanje lokalnog nasleđa	Značajno smanjeno	5	0	5
	Smanjeno	8	0	8
	Isto	19	23	42
	Povećano	92	58	150
	Značajno povećano	96	17	113
Ukupno		220	98	318
Osećaj identiteta zajednice	Značajno smanjeno	5	0	5
	Smanjeno	10	0	10
	Isto	20	22	42
	Povećano	74	43	117
	Značajno povećano	111	33	144
Ukupno		220	98	318
Kvalitet života stanovnika	Značajno smanjen	5	0	5
	Smanjen	8	0	8
	Isti	22	23	45
	Povećan	103	52	155
	Značajno povećan	82	23	105
Ukupno		220	98	318
Broj lokalnih rekreativnih aktivnosti	Značajno smanjen	5	0	5
	Smanjen	10	0	10
	Isti	20	23	43
	Povećan	101	54	155
	Značajno povećan	84	21	105
Ukupno		220	98	318

Tabela 3. Uticaji na životnu sredinu

		Pol		Ukupno
		Muški	Ženski	
Ekološka svest	Značajno smanjena	5	0	5
	Smanjena	10	0	10
	Ista	25	22	47
	Povećana	103	57	160
	Značajno povećana	77	19	96
Ukupno		220	98	318
Zdravlje lokalnih ekosistema	Značajno smanjeno	5	0	5
	Smanjeno	10	0	10
	Isto	30	23	53
	Povećano	87	45	132
	Značajno povećano	88	30	118
Ukupno		220	98	318
Problemi sa parkiranjem	Značajno smanjeni	5	0	5
	Smanjeni	10	0	10
	Isti	21	21	42
	Povećani	74	46	120
	Značajno povećani	110	31	141
Ukupno		220	98	318
Kvalitet infrastrukture	Značajno smanjen	5	0	5
	Smanjen	10	0	10
	Isti	19	23	42
	Povećan	94	47	141
	Značajno povećan	92	28	120
Ukupno		220	98	318

Prioritet treba dati onim sektorima u kojima Vojvodina ima najjaču atraktivnost i gde može brzo da izgradi sopstvene konkurentske prednosti na način da proizvodi i usluge budu po uzoru na konkurente, ili još bolje, na način potpuno drugačiji od konkurencije, odnosno instaliranjem sopstvenog identiteta. S obzirom na ispitivanja, vinski turizam može i treba da predstavlja osnovu za razvoj turizma u Vojvodini, pa i u celoj Srbiji. Samo ovakav pristup može da omogući značajnu afirmaciju vojvođanskih vina i prikaže Vojvodinu kao značajnu gastronomsku destinaciju i na taj način doprinese rastu regionalne privrede. U radu je istražena i utvrđena delikatna percepcija stanovnika o vinskom turizmu u regionu Srema (Vojvodina, Srbija) gde vinogradarstvo ima dugu istoriju, a vinski turizam

veliki potencijal za razvoj. Ovim ispitivanjem pokazan je pravac ruralnog razvoja Fruške gore, gde lokalne samouprave treba da pojačaju napore i da obezbede sve što je potrebno za razvoj vinskog turizma. Ustanovljen pozitivan stav lokalnog stanovništva je suštinska karika razvoja. Takvo razumevanje percepcije stanovnika optimizuje upravljanje destinacijom u budućnosti, i što je još važnije, održivi razvoj lokalnog u pogledu istinskog uključivanja stanovništva i maksimiziranja njihovih koristi.

Literatura

- Andriotis, K. (2005). Community groups' perceptions of and preferences for tourism development: evidence from crete. *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 29(1), 67-90.
- Andereck, K. L., Valentine, K. M., Knopf, R. C., Vogt, C. (2005). Residents' perceptions of community tourism impacts. *Annals of Tourism Research*, 32(4), 1056-1076.
- Bruwer, J. (2003). South African wine routes: some perspectives on the wine tourism industry's structural dimensions and wine tourism product. *Tourism Management*, 24(4), 423-435.
- Byrd, E. T., Bosley, H. E., Dronberger, M. G. (2009). Comparisons of stakeholder perceptions of tourism impacts in rural eastern North Carolina. *Tourism Management*, 30, 693-703.
- Charters, S., Pettigrew, S. (2005). Is wine consumption an aesthetic experience? *Journal of Wine Research*, 16(2), 121-136.
- Gursoy, D., Rutherford, D. G. (2004). Host attitudes toward tourism. *Annals of Tourism Research*, 31(3), 495-516.
- Hall, C. M., Mitchell, R., (2001). Wine and gastronomy tourism, in *Special Interest Tourism: Context and Cases*, Douglas. N., Derret, R. (eds), John Wiley & Sons: Brisbane, 307-329.
- Hjalager, A., Richards, G., (2002). *Tourism and Gastronomy*. Routledge, London.
- MacLeod, N., Hayes, D. (2013). Understanding self-guided trails: two explorative typologies. *Managing Leisure*, 18(4), 257-272.
- Petrović, M., Blešić, I., Vujko, A., Gajić, T. (2017). The role of agritourism impact on local community in a transitional society: a report from Serbia. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 50/2017, 146-163.
- Vujko, A., Gajić, T. (2014). The government policy impact on economic development of tourism. *Ekonomika poljoprivrede*, 61(3), pp. 789-804.

- Vujko, A., Petrović, M., Dragosavac, M., Gajić, T. (2016). Differences and similarities among rural tourism in Slovenia and Serbia - perceptions of local tourism workers. *Ekonomika poljoprivrede*, 4/2016, 1459-1469.
- Vujko, A., Tretiakova, N.T., Petrović, M., Radovanović, M., Gajić, T., Vuković, D. (2018a): Women's empowerment through self-employment in tourism. *Annals of tourism research*, <https://doi.org/10.1016/j.annals.2018.09.004>
- Vujko, A., Penić, M., Gajić, T. (2018b). The condition of the rural hospitality enterprises in rural tourism of Serbia. *Revista de la Facultad de Agronomia*, 117(1), 53-60.
- Wolf, E. (2006). *Gastronomy tourism: The Hidden Harvest*. Kendall/Hunt Publishing, Dubuque.
- Xu, S., Barbieri, C., Anderson, D., Leung, Y-F., Rozier-Rich, S. (2016). Residents' perceptions of wine tourism development. *Tourism Management*, 55, 276-286.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)
606:63(082)

**НАЦИОНАЛНИ научни скуп са међународним учешћем
Биотехнологија и савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља
(2023 ; Смедеревска Паланка)**

Zbornik radova / Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem
Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Smederevska
Palanka, 2. novembar 2023. ; [urednici Milan Ugrinović, Vladimir Perišić]. -
Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2023 (Starčevo : Art Vision). - 277
str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 12: Predgovor / Milan Ugrinović, Kristina Luković. - Bibliografija
uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-89177-06-0

а) Биљке -- Оплемењивање -- Зборници б) Биотехнологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 128067593