



**INSTITUT ZA POVRTARSTVO
SMEDEREVSKA PALANKA**

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

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka

3. novembar 2022.

Zbornik radova

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

Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

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

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik

Urednici

Dr Slađana Savić, naučni saradnik

Dr Marina Dervišević, naučni saradnik

Tehnički urednik

Ljiljana Radisavljević

Štampa

ArtVision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-05-3





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

POČASNI ODBOR

Branko Ružić, Ministar prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Branislav Nedimović, Ministar poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije

Irena Vujović, Ministar zaštite životne sredine Republike Srbije

Prof. dr Marijana Dukić Mijatović, državni sekretar Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja

Prof. dr Ivica Radović, državni sekretar Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja

Željko Radošević, državni sekretar Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede

Senad Mahmutović, državni sekretar Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede

Dr Saša Lazović, pomoćnik ministra za tehnološki razvoj Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja

Dr Marina Soković, pomoćnik ministra za nauku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja

Nikola Vučen, predsednik Opštine Smederevska Palanka

Prof. dr Dušan Živković, dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Ljubiša Stanisavljević, dekan Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Tomo Milošević, dekan Agronomskog fakulteta u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu

Prof. dr Nedeljko Tica, dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu

Prof. dr Božidar Milošević, dekan Poljoprivrednog fakulteta u Lešku, Univerzitet u Prištini sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici

Prof. dr Ivan Filipović, dekan Poljoprivrednog fakulteta u Kruševcu, Univerzitet u Nišu

Prof. dr Boro Krstić, direktor Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta „Bijeljina“

Prof. 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

Prof. dr Jonel Subić, direktor Instituta za Ekonomiku poljoprivrede,
Beograd

Dr Miodrag Tolimir, direktor Instituta za kukuruz „Zemun Polje“

Dr Milan Lukić, direktor Instituta za lekovito bilje "Dr Josif Pančić"

Dr Rade Jovanović, direktor Instituta za primenu nauke u poljoprivredi,
Beograd

Dr Zoran Lugić, direktor Instituta za krmno bilje, Kruševac

Dr Darko Jevremović, direktor Instituta za voćarstvo, Čačak

PROGRAMSKI ODBOR

Prof. dr Boro Krstić, Univerzitet „Bijeljina“, Poljoprivredni fakultet,
Bijeljina

Prof. dr Mirjana Jovović, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni
fakultet, Istočno Sarajevo

Dr Jasmina Balijagić, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet,
Podgorica

Prof. dr Zoran Jovović, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet,
Podgorica

Dr Danica Mićanović, Privredna komora Srbije, Beograd

Prof. dr Desimir Knežević, Univerzitet u Prištini sa sedištem u Kosovskoj
Mitrovici, Poljoprivredni fakultet, Lešak

Prof. dr Zoran Ilić, Univerzitet u Prištini sa sedištem u Kosovskoj
Mitrovici, Poljoprivredni fakultet, Lešak

Prof. dr Milan Biberdžić, Univerzitet u Prištini sa sedištem u Kosovskoj
Mitrovici, Poljoprivredni fakultet, Lešak

Prof. dr Jelena Bošković, Metropolitan Univerzitet, Beograd

Dr Aleksandra Torbica, Naučni institut za prehrambene tehnologije u
Novom Sadu

Prof. dr Đorđe Moravčević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni
fakultet, Beograd

Prof. dr Zorica Jovanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni
fakultet, Beograd

Prof. dr Slaven Prodanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni
fakultet, Beograd

Prof. dr Tomislav Živanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni
fakultet, Beograd

Prof. dr Dragana Rančić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Beograd

Prof. dr Ilinka Pećinar, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Beograd

Dr Milena Marjanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Beograd

Dr Ivana Radović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Beograd

Prof. dr Jasna Savić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Beograd

Prof. dr Ljubiša Živanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni
fakultet, Beograd

Prof. dr Željko Dolijanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni
fakultet, Beograd

Prof. dr Ljubiša Kolarić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Beograd

Prof. dr Radivoje Jevtić, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad -
institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Prof. dr Jegor Miladinović, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad -
institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Prof. dr Ana Marjanović Jeromela, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi
Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Dr Janko Červenski, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut
od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Dr Vojin Đukić, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od
nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Dr Vera Popović, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od
nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Dr Milka Brdar Jokanović, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad -
institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Dr Zoran Lugić, Institut za krmno bilje, Kruševac

Dr Jasmina Zdravković, Institut za krmno bilje, Kruševac

Prof. dr Nikola Ćurčić, PSS Institut Tamiš, Pančevo

Dr Svetlana Roljević Nikolić, PSS Institut Tamiš, Pančevo

Dr Mirela Matković Stojšin, PSS Institut Tamiš, Pančevo

Doc. dr Nenad Pavlović, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet,
Čačak

Prof. dr Milomirka Madić, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski
fakultet, Čačak

- Prof. dr Vladeta Stevović, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak
- Prof. dr Aleksandar Paunović, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak
- Dr Snežana Milošević, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Beograd
- Dr Miodrag Tolimir, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Nenad Delić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Snežana Mladenović Drinić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Vojka Babić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Dejan Dodig, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Vesna Kandić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Slađana Žilić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Tanja Petrović, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Violeta Anđelković, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Goran Todorović, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
- Dr Darko Jevremović, Institut za voćarstvo, Čačak
- Dr Marijana Pešaković, Institut za voćarstvo, Čačak
- Dr Rade Jovanović, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd
- Prof. dr Snežana Janković, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd
- Dr Nenad Trkulja, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Dobrivoj Poštić, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Ratibor Štrbanović, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
- Dr Vera Rajčić, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac
- Doc. dr Aleksandar Radović, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac
- Dr Jelena Maksimović, Institut za zemljište, Beograd
- Dr Milan Lukić, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd
- Dr Željana Prijić, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd
- Prof. dr Olivera Nikolić, Univerzitet Edukons, Fakultet ekološke poljoprivrede, Sremska Kamenica
- Prof. dr Slobodan Milenković, Univerzitet Edukons, Fakultet ekološke poljoprivrede, Sremska Kamenica

Prof. dr Gorica Cvijanović, Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac

Prof. dr Drago Cvijanović, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za hotelijerstvo i turizam, Vrnjačka Banja

Prof. dr Jonel Subić, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd

Prof. dr Gordana Dozet, Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola

Dr Kristina Luković, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac

Dr Vladimir Perišić, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac

Dr Kamenko Bratković, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac

Prof. dr Nenad Đurić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Veselinka Zečević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Slađan Adžić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Slađana Savić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Suzana Pavlović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Zdenka Girek, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Jelena Damnjanović Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Marina Dervišević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Dejan Cvikić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Radiša Đorđević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Milan Ugrinović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Ivana Živković, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

ORGANIZACIONI ODBOR

Prof. dr Nenad Đurić, predsednik

Dr Veselinka Zečević

Dr Slađana Savić

Dr Marina Dervišević

Dr Suzana Pavlović

Dr Zdenka Girek

Dr Milan Ugrinović

Dr Slađan Adžić

Dr Radiša Đorđević

Dr Dejan Cvikić

Dr Jelena Damnjanović

Dr Ivana Živković

Bojana Gavrilović, master inženjer poljoprivrede

Lela Belić, diplomirani hemičar

PREDGOVOR

Poslednjih godina je evidentan dinamičan razvoj u oblasti biotehnologije, naročito u oblasti genetike i oplemenjivanja. Poljoprivredna proizvodnja je postala posebno osetljiva zbog izraženih klimatskih promena koje su sve intenzivnije. Mnoge zemlje se suočavaju sa izazovom da u takvim uslovima održe produktivnost i stabilnost proizvodnje hrane. Na našim naučnicima je da iskoriste potencijale koje posedujemo i pronađu rešenja koja će uticati na napredak i poboljšanje kvaliteta života. U suprotnom, bićemo korisnici tuđe tehnologije, tuđih rešenja, tuđe pameti, od koje ćemo zavisiti i koju ćemo morati da platimo. Stoga je veoma važno održavanje naučno-stručnih skupova i konferencija, kako bi naučnici imali mogućnost razmene znanja i iskustva, što će nesumnjivo uticati na kreiranje novih ideja i pronalaženje načina za prevazilaženje posledica delovanja nepovoljnih faktora na razvoj poljoprivrede i biotehnologije.

Osnovni cilj naučno-stručnog skupa „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja” je upoznavanje šire naučne i stručne javnosti sa rezultatima najnovijih naučnih istraživanja iz oblasti biotehnologije, koja će imati veoma aktivnu ulogu u budućnosti. Razmena znanja je veoma važna za unapređenje nauke, kao i za uspostavljanje saradnje među institucijama, koja je osnova za napredak, razvoj i realizaciju zajedničkih projekata.

U zborniku naučno-stručnog skupa “Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja” štampana su 32 rada. Osim sa naučnog, Zbornik je veoma vredna publikacija i sa stručnog i informativnog stanovišta, pošto obuhvata multidisciplinarna istraživanja iz oblasti biotehnologije.

Zahvaljujemo se članovima Programskog i Organizacionog odbora naučnog skupa, svim institucijama i kolegama koji su direktno učestvovali ili na bilo koji način pomogli organizaciju ovog skupa.

Posebnu zahvalnost izražavamo Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, koje je finansijski podržalo održavanje naučno-stručnog skupa.

Smederevska Palanka,

03.11.2022.

Urednici
Dr Slađana Savić
Dr Marina Dervišević

SADRŽAJ

KAKO UBLAŽITI NEGATIVNI UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PROIZVODNJU POVRĆA? Zoran Ilić, Lidija Milenković	15
OPLEMENJIVANJE NA OTPORNOST PREMA PATOGENIMA PŠENICE - STANJE I PERSPEKTIVE Radivoje Jevtić, Vesna Župunski.....	50
MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE PERSPEKTIVNIH LINIJA PAPRIKE INSTITUTA ZA POVRTARSTVO Dejan Cvikić, Slađan Adžić, Zdenka Girek, Milan Ugrinović, Marina Dervišević, Ivana Živković.....	65
PRINOS PAPRIKE U ZAVISNOSTI OD PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA Gordana Dozet, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Nenad Đurić, Gorica Cvijanović, Snežana Jakšić, Dimitrije Dozet.....	73
BIOHEMIJSKA KARAKTERIZACIJA LISTOVA PARADAJZA U USLOVIMA VODNOG DEFICITA Slađana Savić, Marina Dervišević, Lela Belić, Milena Marjanović, Ivana Radović, Mirjana Jovović, Zorica Jovanović.....	81
PRISUSTVO I ZNAČAJ ŠTETOČINA PARADAJZA U SMEDEREVSKOJ PALANCI Marina Dervišević, Slađana Savić, Radiša Đorđević, Lela Belić, Dejan Cvikić, Bojana Gavrilović, Draga Graora.....	91
UTICAJ GENOTIPA NA BROJ MAHUNA PO BILJCI I PRINOS SEMENA PASULJA I BORANIJE Milan Ugrinović, Zdenka Girek, Suzana Pavlović, Đorđe Moravčević, Jelena Damnjanović, Lela Belić, Nenad Đurić.....	100
UTICAJ FITOPATOGENIH GLJIVA NA UKUPNU KLIJAVOST SEMENA PASULJA Ivana Živković, Jelena Damnjanović, Zdenka Girek, Slađan Adžić, Rade Stanisavljević, Ratibor Štrbanović, Dobrivoj Poštić.....	111
UTICAJ PRIMENE RAZLIČITIH MIKROBIOLOŠKIH PREPARATA NA MASU 1000 ZRNA I PRINOS PASULJA Gorica Cvijanović, Gordana Dozet, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Marija Bajagić, Nenad Đurić, Vesna Stepić.....	118
UTICAJ BIOFERTILIZATORA I SEZONE NA SADRŽAJ UKUPNIH SOLUBILNIH MATERIJA I KISELINA KOD SALATE Milica Stojanović, Ivana Radović, Milena Marjanović, Dragosav Mutavdžić, Đorđe Moravčević, Zorica Jovanović, Slađana Savić.....	129

EKONOMSKA OPRAVDANOST PROIZVODNJE SEMENA KUPUSA SORTIMENTA INSTITUTA ZA POVRTARSTVO Slađan Adžić, Nenad Pavlović, Zdenka Girek, Ivan Rakić, Ivana Živković, Milan Ugrinović, Nenad Đurić.....	140
MORFOLOŠKE I BIOHEMIJSKE KARAKTERISTIKE GENOTIPOVA PASTRNKA (<i>Pastinaca sativa</i> L.) Radiša Đorđević, Nenad Đurić, Olivera Đorđević Melnik, Tomislav Živanović, Slaven Prodanović, Jelena Damnjanović, Marina Dervišević.....	150
CELEROV SOK U TRENDU: ZA ZDRAVLJE - U ČAŠI, A ZA DETEKCIJU MUTACIJA - U TEST TUBI Slaven Prodanović, Radiša Đorđević, Tomislav Živanović.....	157
KVALITET SEMENA KRASTAVCA (<i>Cucumis sativus</i> L.) U VEZI SA PRISUSTVOM <i>Fusarium</i> spp. Jelena Damnjanović, Ivana Živković, Suzana Pavlović, Zdenka Girek, Milan Ugrinović, Radiša Đorđević, Lela Belić.....	165
ANALIZA MORFOLOŠKIH OSOBINA BILJAKA I OSOBINA PLODA KOD TIKVICE (<i>Cucurbita pepo</i> var. <i>cylindrica</i> L.) Zdenka Girek, Milan Ugrinović, Suzana Pavlović, Jelena Damnjanović, Lela Belić, Veselinka Zečević, Nenad Đurić.....	172
EFEKAT KALEMLJENJA NA ZDRAVSTVENO STANJE, PRINOS I KVALITET LUBENICE Lidija Milenković, Zoran Ilić, Ljubomir Šunić, Jasmina Trikoš, Dragana Lalević.....	182
PROIZVODNJA RASADA POVRĆA POD RAZLIČITIM SVETLOSNIH TRETANIMA Suzana Pavlović, Jelena Damnjanović, Zdenka Girek, Lela Belić, Milan Ugrinović.....	192
VARIJABILNOST BROJA I MASE ZRNA PO KLASU DURUM PŠENICE U ORGANSKOJ PROIZVODNJI Veselinka Zečević, Slobodan Milenković, Jelena Bošković, Mirela Matković Stojšin, Nenad Đurić, Kristina Luković, Danica Mićanović, Desimir Knežević.....	202
UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PROIZVODNJU PŠENICE Đorđe Glamočlija, Vera Popović, Mile Markoski, Snežana Janković, Jela Ikanović, Velimir Lončarević, Vladimir Strugar, Branislav Bačkonja.....	212

GENETSKI POTENCIJAL OZIME PŠENICE NA ZEMLJIŠTU TIP SMONICE Vera Rajčić, Dragan Terzić, Milan Biberdžić, Nenad Đurić, Violeta Babić, Vesna Perišić, Marijana Dugalić.....	224
PROCENA TOLERANTNOSTI RAZLIČITIH GENOTIPOVA PŠENICE NA STRES SALINITETA Mirela Matković Stojšin, Sofija Petrović, Borislav Banjac, Veselinka Zečević, Stanka Pešić, Predrag Brković, Desimir Knežević...	234
ANALIZA PRINOSA I KVALITETA ZRNA OZIMIHI SORTI PŠENICE Kristina Luković, Vladimir Perišić, Kamenko Bratković, Vladislava Maksimović, Danica Mićanović, Jelena Damnjanović, Veselinka Zečević.....	244
STABILNOST PRINOSA I KOMPONENTI RODNOSTI GENOTIPOVA OZIMOG DVOREDNOG JEČMA Kamenko Bratković, Kristina Luković, Vladimir Perišić, Jelena Maksimović, Vera Rajčić, Markola Saulić.....	254
SPECIFIČNOSTI PROIZVODNJE RAZLIČITIH KATEGORIJA SERTIFIKOVANOG SEMENA STRNIH ŽITA U REPUBLICI SRBIJI Vladimir Perišić, Vesna Perišić, Kristina Luković, Kamenko Bratković, Snežana Babić.....	264
PRINOS SUVIH STABALA MISKANTUSA U PROIZVODNIM USLOVIMA ISTOČNOG SREMA Nenad Đurić, Vladimir Stepić, Dobrivoj Poštić, Gorica Cvijanović, Vera Rajčić, Radiša Đorđević, Jasmina Baljagić.....	274
UTICAJ FOLIJARNE PRIHRANE NA VISINU BILJAKA SOJE Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Gordana Dozet, Gorica Cvijanović, Nenad Đurić, Vojin Cvijanović.....	284
POTAPANJE SEMENA – METOD ZA POVEĆANJE KLIJAVOSTI SEMENA SOJE Zlatica Mamlić, Vuk Đorđević, Vojin Đukić, Miloš Balać, Gordana Dozet, Marija Bajagić, Ana Uhlarik.....	293
UTICAJ VREMENA OSNOVNE OBRADNE I FOLIJARNE PRIHRANE NA PRINOS SOJE Marija Bajagić, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Gordana Dozet, Gorica Cvijanović, Jegor Miladinović, Predrag Randelović.....	305
EFIKASNOST NEKIH HERBICIDA U USEVU ŠEĆERNE REPE U PROIZVODNIM USLOVIMA 2020. I 2021. GODINE Maja Sudimac, Miloš Pavlović, Helena Majstorović, Stanka Pešić, Bojan Laloš.....	314

ANALIZA KVALITETA PLODA EKONOMSKI VAŽNIH SORTI KRUŠKE
VILIJAMOVKA I FETELOVA Ivana Radović, Aleksandar Radović, Milena
Marjanović, Zorica Jovanović, Slađana Savić.....**323**

UTICAJ BIOPREPARATA NA ENERGIJU KLIJANJA, UKUPNU
KLIJAVOST I ZAŠTITU SEMENA MIROĐIJE Vladimir Filipović, Željana
Prijić, Sara Mikić, Snežana Dimitrijević, Vladan Ugrenović, Vera Popović,
Tatjana Marković.....**332**

UTICAJ LOKALITETA NA SADRŽAJ MASNIH KISELINA U ULJU
SEMENA ŠAFRANIKE Nada Grahovac, Ana Marjanović Jeromela, Zvonimir
Sakač, Dragana Rajković, Željko Milovac, Olivera Đuragić, Danijela
Stojanović, Biljana Kiprovska.....**341**

KAKO UBLAŽITI NEGATIVNI UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PROIZVODNJU POVRĆA?

HOW TO MITIGATE THE NEGATIVE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON VEGETABLE PRODUCTION?

Zoran Ilić*¹, Lidija Milenković¹

¹*Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Lešak*

*Autor za korespondenciju: zoran.ilic63@gmail.com

Izvod

Povećane temperature, sunčevo zračenje, smanjena dostupnost vode za navodnjavanje i salinitet, su ograničavajući činioci u održavanju i povećanju produktivnosti povrća. U izmenjenim klimatskim uslovima često dolazi do umanjavanja prinosa i kvaliteta, a uz porast problema sa bolestima i štetočinama još više čine proizvodnju povrća nerentabilnom. Da bi se ublažio negativan uticaj klimatskih promena, potrebno je razviti adekvatne strategije prilagođavanja biljaka na novonastale uslove. Prednost bi trebalo dati razvoju proizvodnih sistema za poboljšanje efikasnosti korišćenja vode prilagođenih uslovima toplog i suvog vremena. Razvoj genotipova, tolerantnih na visoke temperature, salinitet i otpornost na izmenjenu klimu, uz nove biotehnologije, je neophodan da bi se odgovorilo na ove izazove. Stoga, cilj ovog rada je uvođenje novih ali i tradicionalnih tehnika, koje se jednostavno primenjuju i nisu previše skupe (senčenje biljaka, kalemljenje, malčiranje zemljišta i primena mikorize), da bi se ublažili negativni efekti klimatskih promena na proizvodnju povrća.

Ključne reči: klimatske promene, proizvodnja povrća, senčenje, kalemljenje, nastiranje, mikoriza

Abstract

Increasing temperatures, sun radiation, reduced water availability, and salinity will be the major limiting factors in sustaining and increasing vegetable productivity. Under changing climatic situations crop failures, shortage of yields, reduction in quality and increasing pest and disease problems are common and they render the vegetable production unprofitable. To mitigate the adverse impact of climatic change on productivity and quality of vegetable crops there is need to develop sound adaptation strategies. The emphasis should be on development of production systems for improved water use efficiency adoptable to the hot and dry condition. Development of genotypes tolerant to high temperature, salinity and climate proofing with new biotechnology are essentially required to meet these challenges. Therefore, the aim of this paper is to introduce new but also traditional techniques that are simple to apply and not too expensive (plant shading, grafting, soil mulching and mycorrhiza application) to mitigate the negative effects of climate change on vegetable production.

Keywords: climate changes, vegetable production, shading, grafting, mulching, mycorrhiza

Uvod

Svetska predviđanja su da se poljoprivredna proizvodnja mora povećati za 60% u odnosu na trenutnu, usled očekivanog rasta stanovništva, koje će do 2050. godine biti blizu 10 milijardi ljudi. Istovremeno, očekuje se da će klimatske promene smanjiti produktivnost useva i do 80% do kraja ovog veka (Martínez-Andújar i sar., 2020).

Povećanje proizvodnje i potrošnje povrća utiče na poboljšanje raznovrsnosti i kvaliteta ishrane, posebno tamo gde dominira visokoenergetska hrana koja je siromašna mikronutrijentima. Povrće je osetljivo na stresne uslove životne sredine, pa su visoke temperature i ograničena vlažnost zemljišta glavni uzroci niskih prinosa i lošijeg kvaliteta. Ovi novonastali uslovi usled globalnog zagrevanja u velikoj meri utiču na neke fiziološke i biohemijske procese kao što su smanjena fotosintetička aktivnost, izmenjen metabolizam i enzimska aktivnost,

smanjeno oprrašivanje i zametanje plodova, povreda tkiva toplotom (ožegotine) i sl.

Klimatske promene predstavljaju izmenu u svojstvima srednjih vrednosti različitih klimatskih parametara kao što su temperatura, padavine, relativna vlažnost, UV zračenje, sadržaj ugljen-dioksida i sastav gasova atmosfere tokom dužeg vremenskog perioda na širem geografskom području, bilo zbog prirodne varijabilnosti ili zbog ljudske aktivnosti. Veća učestalost ekstremnih vremenskih činilaca, kao što su pojačano zračenje, suša, pljuskovi i poplave, predstavljaju glavna ograničenja za proizvodnju povrća. Povrtarske vrste u bilo kojoj fazi rasta i razvoja su veoma osetljive na klimatske promene koje se manifestuju naglim porastom temperature, pojačanim zračenjem kao i neravnomernim rasporedom padavina.

Ekološki činioci se u poslednje vreme sve brže menjaju, što utiče na proizvodnju i kvalitet povrća. Smanjena produkcija povrća verovatno će biti prouzrokovana skraćenim vremenskim periodom proizvodnje, što će negativno uticati na rast i razvoj, posebno u uslovima toplotnog stresa i smanjene dostupnosti vode. Klimatske promene izazivaju dodatne neizvesnosti i rizike, ograničavajući sve više proizvodnju, što dovodi do povećanja cene povrća. Ove promene podstiču širenje patogena i evoluciju novih sojeva štetočina i gljivičnih, bakterijskih i virusnih oboljenja. Izazovi koji predstoje u godinama pred nama su održivost i konkurentnost, ostvarenje ciljne proizvodnje koja će zadovoljiti rastuće zahteve za povrćem i pored smanjenja površina obradivog zemljišta i nedostatka vode. U cilju unapređenja proizvodnje povrća potrebni su novi modeli uz posebne intervencije koje će biti specifične za pojedina područja i koje će zahtevati iskustvo ali i znanje uz primenu novih tehnika i tehnologija (Malhotra i Srivastva, 2014; 2015).

Ekološki činioci u izmenjenim klimatskim uslovima

Temperatura

Kolebanje srednjih dnevnih maksimalnih i minimalnih temperatura su posledice klimatskih promena koje negativno utiču na proizvodnju povrća, jer mnoge fiziološke, biohemijske i metaboličke aktivnosti biljaka zavise od temperature. Visoka temperatura negativno utiče na proizvodnju povrća izazivajući značajne promene na morfološkom,

fiziološkom, biohemijskom i molekularnom nivou što utiče na rast, razvoj i prinos povrća. Kod paradajza, na primer, neuspeh u zametanju plodova usled visokih temperatura je vrlo prisutan. Ovo uključuje opadanje pupoljaka, atipičan razvoj cvetova, manju proizvodnju polena, abortus ovule i lošu održivost, smanjenu dostupnost ugljenih hidrata i druge reproduktivne abnormalnosti (Thamburaj i Singh, 2011). Štaviše, visoka temperatura može prouzrokovati značajan gubitak u produktivnosti paradajza usled smanjenog zametanja, formiranja sitnijih i plodova lošijeg kvaliteta. Kod paprike, visoke temperature u fazi pre cvetanja ne utiču na vitalnost tučka ili prašnika, ali visoke temperature posle oprašivanja inhibiraju zametanje plodova, što ukazuje na to da je period oplodnje vrlo osetljiv na stres visokim temperaturama (Erickson i Markhart, 2012). Visoka temperatura uzrokuje opadanje cvetova, odbacivanje zametka, slabo zametanje plodova i njihovo opadanje ali utiče i na brži razvoj crvene boje i zrenje plodova čili-paprike (Arora i sar., 2010). Likopen je crveni pigment i glavni karotenoid u paradajzu. Sinteza likopena u plodu paradajza je uglavnom potpuno inhibirana pri temperaturi od 32 do 35°C ali ne i sinteza β -karotena. Pretpostavlja se da visoke temperature (35°C) inhibiraju akumulaciju likopena jer one stimulišu konverziju likopena u β -karoten. Na sadržaj likopena, pored temperature, utiče i kvalitet svetlosti (Ilić i sar., 2015).

Temperatura zemljišta direktno utiče na rast i razvoj biljaka jer se seme nakon setve, korenov sistem biljaka i mikroorganizmi nalaze u toj sredini. Takođe, temperatura utiče na usvajanje vode i mineralnih materija iz zemljišta. Klijanje semena krastavca i dinje u velikoj meri izostaje na 42°C, odnosno 45°C. Seme lubenice, tikvice, tikve i bundeve na temperaturi od 42°C takođe neće klijati (Kurtar, 2010). Topla i vlažna klima pojačava vegetativni rast i dovodi do slabije proizvodnje ženskih cvetova kod tikvica. Temperature oscilacije odlažu sazrevanje i smanjuju slast plodova dinje.

Svetlost

Za biljke je najznačajniji vidljivi deo spektra, tzv. fotosintetska aktivna radijacija, pri kojoj se normalno odvija fotosinteza kao osnovni životni proces biljaka. Kratkotalasno zračenje (npr. UV zračenje) raspoloživo većim energijama i ima veću biološku efikasnost. UV indeks se definiše kao fluks zračenja od 25 mW m⁻² otežan u odnosu na biološki

aktivan spektar. Prema tome, vrednosti od 1 UV indeksa odgovara vrednost od 25 mW m⁻² (Mijatovic i sar., 2002).

Efekti pojačanog UV-B zračenja na različite fiziološke procese biljaka se mogu podeliti u nekoliko vrsta (Prasad i sar., 2003). Oštećenja se sastoje od oštećenja DNK, razaranja proteina u biljnom tkivu i razaranja masnih kiselina. Štetni efekti UV-B zračenja na biljke uključuju uništavanje ćelijskih membrana i svih organela unutar ćelije, uključujući mitohondrije, hloroplaste i jedro. Oštećenja ćelijskih organela, s druge strane, utiču na metaboličke procese biljke kao što su fotosinteza, disanje, rast i reprodukcija, a neposredno utiču na prinos i kvalitet useva. UV-B zračenje dovodi do velikih morfoloških promena na biljkama. Na listovima koji su izloženi pojačanom UV-B zračenju u početku se razvijaju nepravilne hlorotične promene u strukturi tkiva (lezije). Uz nastavljeno izlaganje UV-B zračenju, hlorotične lezije se pretvaraju u smeđe nekrotične tačke pre nego što listovi uvenu. Može se reći da su reproduktivni organi većine biljaka veoma dobro zaštićeni. Čašični listići, latice i zidovi ovarijuma štite reproduktivne organe od UV-B zračenja. Stoga je polen u "opasnosti" kada pada na žig. Iz tog razloga su brzina rasta polenove cevi i klijanje polena pod uticajem UV-B zračenja, što može dovesti do smanjenja rasta polenove cevi za 10-25%. Pogođena je i plodnost kod osetljivih biljaka, što rezultira smanjenjem broja semena u njihovim plodovima. Međutim, zidovi dela karpela koji nose žig i plodnik mogu pružiti izvesnu zaštitu kada polenova cev prodre do žiga. Postoji nekoliko mehanizama oporavka i odbrane od UV zračenja koji menjaju optičke karakteristike listova ili drugih delova biljaka, ili koji deluju na biohemijsko-molekularnom nivou.

Suša

Očekuje se da će dostupnost vode biti veoma ograničena u uslovima globalnog zagrevanja, a prisustvo vodenog stresa će uticati na produktivnost useva. Suša je jedan od ograničavajućih činilaca koji najčešće dovodi do znatnih gubitaka u proizvodnji povrća (nekad i više od 50%, Sivakumar i sar., 2016), nanoseći ekonomsku štetu ali i umanjujući kvalitet povrća. Otpornost na sušu obuhvata kompleks kvantitativnih osobina kontrolisan mnogim genima. Ugrađivanje osobina vezanih za otpornost na sušu u visoko prinosnim genotipovima povrća je pravi izazov za selekcionere.

Stres nastao sušom zbog nedovoljne količine padavina ili nedostatka vlage u zemljištu može izazvati različite biohemijske, fiziološke i genetske promene u biljkama, što ozbiljno ograničava rast useva (Vadez i sar., 2012). Otpornost na sušu se može kategorisati kao konstitutivna (izražena u uslovima optimalnog zalivanja) ili odgovarajuća (izražena samo usled izrazitog deficita vode). Odgovarajuća svojstva otpornosti utiču na prinos pod težim uslovima vodenog stresa, dok konstitutivne osobine otpornosti mogu uticati na prinos pri niskom i srednjem stepenu suše. Ustanovljeno je da vodeni stres ograničava biljkama unos i premeštanje mineralnih hraniva zahvaljujući ograničenoj stopi transpiracije i smanjenom aktivnom transportu i propustljivosti membrana. Suša smanjuje rast biljaka zbog smanjenog ćelijskog potencijala vode i provodljivosti stoma, inhibirajući fotosintezu i poboljšavajući akumulaciju reaktivnih vrsta kiseonika (ROS), što sve umanjuje prinos. Biljke su razvile niz fizioloških i biohemijskih mehanizama da bi se izborile sa ovim uslovima. Na primer, koristeći podzemne vode one nakupljaju osmolite pod uticajem stresa izazvanog sušom, zatvaraju stome i tako smanjuju gubitak vode. Suša izaziva oksidativna oštećenja, što dovodi do formiranja i hiperprodukcije reaktivnih kiseoničnih vrsta (ROS). Antioksidativne komponente su u stanju da spreče proces oksidacije. Dakle, funkcija antioksidanata ili antioksidativnih sistema je u sprečavanju formiranja ili uklanjanju ROS - a pre nego što oštete vitalne komponente ćelija, odnosno u održavanju nivoa ROS na optimalnom nivou. U uslovima stresa kada je povećana proizvodnja ROS važnu ulogu ima raznolik i kooperativan enzimski i neenzimski antioksidativni sistem koji reguliše međućelijsku koncentraciju ROS i određuje redoks status ćelije.

Strategija da se smanje gubici prinosa u uslovima suše ide u pravcu efikasnijeg usvajanja vode od strane biljaka. Efikasnost usvajanja vode se definiše kao odnos intenziteta asimilacije CO₂ i intenziteta transpiracije ili odnos prinosa na osnovu usvojene vode.

Tokom vodenog stresa, biljke akumuliraju rastvorene materije da bi sprečile gubitak vode i uspostavile turgor u ćelijama. Ove rastvorene materije obuhvataju jone poput K⁺, Na⁺ ili organske rastvorene materije kao što su prolin, aminokiseline, rastvorljivi šećeri i poliamin. Poznato je da se kod biljaka prolin može akumulirati u značajnim količinama u odgovoru na deficit vode i druge abiotičke stresove. Primećeno je da biljke tolerantne na stres mogu akumulirati prolin u većim

koncentracijama nego biljke koje su osjetljive na stres (Slama i sar., 2008).

Suša negativno utiče na klijanje semena povrtarskih vrsta poput luka i bamije kao i na nicanje krtola krompira (Arora i sar., 2010). Može izazivati odbacivanje cvetova kod paradajza (Batt i sar., 2009). Primećeno je smanjenje prinosa paradajza za više od 50% zbog deficita vode tokom reproduktivne faze (Srinivasa Rao i Batt, 2012). Stres uslovljen nedostatkom vode u fazi cvetanja smanjuje količinu fotosintetskih asimilata koji su namenjeni cvetnim organima i na taj način može povećati stopu abscisije. Stres nastao sušom izaziva povećanje koncentracije rastvorenih materija u zemljištu, što dovodi do odavanja vode izazvanog osmozom. Povećan gubitak vode u biljnim ćelijama usporava neke fiziološke i biohemijske procese kao što su fotosinteza, disanje i sl., što uzrokuje smanjenje produktivnosti povrća (De la Peña i Hughes, 2007). Osim što inhibira intenzitet fotosinteze kroz smanjenu stomatalnu provodljivost (Yordanov i sar., 2013), suša izaziva i metabolička oštećenja (Dias i Brüggemann, 2010). Stres nastao nedostatkom vode utiče i na biohemijske procese na šta ukazuje smanjenje enzimatske aktivnosti saharoza fosfat sintaze (SPS) i invertaze, koje utiču na dostupnost i iskorišćenost saharoze. Smatra se da SPS igra glavnu ulogu u resintezi saharoze i održava acimilacioni tok ugljenika (Isopp i sar., 2008). Smanjena aktivnost invertaze može uticati na sposobnost korišćenja saharoze i rezultirati smanjenim rastom ovarijuma i smanjenom koncentracijom heksoza (Andersen i sar., 2012).

Salinitet

Klimatske promene, suša i ljudska aktivnost povećavaju zaslanjenost i smanjuju procenat obradivog zemljišta (Singh i sar., 2020). Gajenje povrća je povezano sa intenzivnim đubrenjem i navodnjavanjem, što utiče na povećanje sadržaja soli u zemljištu. Salinitet u zemljištu ili vodi je ozbiljna pretnja poljoprivredi; neke procene govore da površine sa ovim problemom čine oko 20% zemljišta koje se navodnjava. Povećana koncentracija soli u zemljištu ili različitim supstratima na kojima se povrće gaji, dovodi do različitih poremećaja u biljkama. Ovi stresni uslovi dovode do promena u morfologiji, fiziologiji i metabolizmu biljaka. Povećana zaslanjenost utiče na umanjeње rasta koje nastaje usled biohemijskih i fizioloških razloga, uključujući izmenjen jonski bilans,

vodni status, mineralnu ishranu, ponašanje stoma i fotosintetsku efikasnost. Akumulacija soli u zoni korenovog sistema izaziva poremećaj ćelijske jonske homeostaze usled inhibicije usvajanja makroelemenata. Zaslanjenost predstavlja i važan činilac u određivanju raspoloživosti mikroelemenata neophodnih za rast biljaka.

Salinitet je ozbiljan problem prekomerne zaslanjenosti zemljišta jer smanjuje produktivnost mnogih poljoprivrednih kultura, uključujući većinu povrtarskih vrsta, koje su posebno osetljive, tokom čitavog rasta i razvoja. Osetljivost biljaka na stres izazvan većim sadržajem soli značajno varira u zavisnosti od vrste, sorte, biljnog organa i faze razvoja, što takođe utiče na specifičnost u antioksidativnim strategijama odbrane (Maggio i sar., 2004). Korišćenje neadekvatne vode za navodnjavanje (većina raspoložive podzemne vode ima električnu provodljivost [EC] od oko 4 dS m⁻¹), koja se često primenjuje u proizvodnji povrća u plastenicima, zajedno sa prekomernom upotrebom đubriva, smatraju se osnovnim razlozima povećane koncentracije soli koja može negativno uticati na rast i prinos biljaka (Singh i sar., 2014). Nivoi EC različito utiču na prinos i kvalitet povrća (Soilemez i Pakiurek, 2017).

Visoka koncentracija Na⁺ i Cl⁻ toksično deluje na enzimatski i membranski sistem biljke (Nazarbeyg i sar., 2011). U uslovima stresa dolazi do smanjenja fluidnosti membrana zbog povećanja nivoa saturisanih zasićenih fosfolipida, kao i denaturacije ili agregacije proteina što vodi promeni propustljivosti i izlasku jona iz ćelije. Pri visokoj koncentraciji Na⁺ zamenjuje Ca²⁺ iz ćelijskog zida i plazmaleme dovodeći do promena u rastegljivosti zida i membranskoj propustljivosti, koja se detektuje kao izlaženje K⁺ iz ćelije (Stikić i Jovanović, 2015). Pri visokoj koncentraciji soli Na⁺, inhibira se H⁺/ATP-aza i menja se elektrohemijski gradijent i aktivnost antiporta Na⁺, što utiče na ukupan transport jona i održanje jonske homeostaze. Negativan efekat Na⁺ se ne ispoljava samo na ravnotežu koncentracije jona, nego i na ukupni mineralni status, jer kompeticijom sa K⁺ za aktivno mesto na transporteru on može da zameni K⁺ i da tako utiče na aktivnost mnogih enzima, kao i na biosintezu proteina za koje je K⁺ esencijalan (Koleška, 2017). Povećana zaslanjenost supstrata je u direktnoj korelaciji sa smanjenim usvajanjem vode što dovodi do niza poremećaja u metabolizmu i morfologiji biljaka. Usled smanjenog usvajanja vode dolazi do gubitka turgora u listovima, njihovog slabijeg rasta i samim time smanjenja fotosintetske površine. Sem toga, toksično nakupljanje jona Na⁺ i Cl⁻

dovodi do smanjenja sadržaja hlorofila i zatvaranja stoma, te ograničenja u proizvodnji fotoasimilata.

Luk je podložan slanom zemljištu, dok krastavac, patlidžan, paprika i paradajz su umereno osetljivi na zaslanjena zemljišta (De la Peña i Hughes, 2007). Povećana zaslanjenost zemljišta može imati različite efekte na rast i razvoj paradajza. Paradajz je klasifikovan kao „umereno osetljiv” na zaslanjenost supstrata, a smanjenje rasta počinje sa elektrolitičkom provodljivošću (EC) iznad 3dS m^{-1} . Osetljivost biljaka na stepen zaslanjenosti zavisi i od faze rasta. Istraživanjima je dokazano da je paradajz osetljiviji na veći salinitet ($8,7\text{ dS m}^{-1}$) u ranijim fazama razvoja nego u kasnijim (Olympios i sar., 2003). Povećavanjem koncentracije soli preko 3 dS m^{-1} u zoni korena dolazi do ograničenja u rastu ploda (Navarro i sar., 2006), a na veoma visokim nivoima saliniteta smanjuje se intenzitet fotosinteze, broj plodova po biljci (Cuartero i Fernandez-Muñoz, 1999), manja je veličina ploda, ukupan prinos, a dolazi i do truleži vrha ploda (Saito, 2006). Broj plodova po biljci je smanjen kada je nivo saliniteta u zoni korena 8 dS m^{-1} ili veći (Van Ieperen i sar., 1996; Olympios i sar., 2003). S druge strane, umereno povećana koncentracija soli u zemljištu može poboljšati kvalitet ploda s obzirom da dolazi do povećanja sadržaja karotenoida, šećera, organskih i aminokiselina koje doprinose njegovim boljim senzornim osobinama (Krauss i sar., 2006; Ali i Ismail, 2014).

Poplave

Poplave su još jedan važan abiotički stres jer izazivaju ozbiljne probleme za rast i prinos povrtarskih kultura, koje se generalno smatraju biljnim vrstama podložnim poplavama (Parent i sar., 2008). Plavljenje obično uzrokuje nedostatak kiseonika (O_2) koji nastaje zbog spore difuzije gasova u vodi i potrošnje O_2 od strane mikroorganizama i korena biljaka. Oštećenje povrća nastaje usled smanjenja kiseonika u zoni korena, što inhibira aerobne procese. Poplavljene biljke paradajza akumuliraju endogeni etilen koji nanosi štetu biljkama (Drew, 2009). Brz razvoj "epinastičkog" rasta listova (pojačan rast na gornjoj strani listova, koji dovodi do njihovog savijanja nadole) je karakterističan odgovor paradajza na uslove zasićenja vodom i uključena je uloga akumulacije etilena (Kawase, 2011).

Ozbiljnost simptoma izazvanih plavljenjem se povećava sa porastom temperature. Kod paradajza se nakon kratkog perioda poplava, praćenih visokim temperaturama, primećuje brzo uvenuće i odumiranje biljaka (Kuo i sar, 2014). Luk je takođe osetljiv na poplave a prinos se smanji od 30 do 40%. Odgovor biljaka na stresne uslove spoljne sredine zavisi od faze razvoja, dužine i intenziteta stresa (Kumar, 2017). Poplave utiču na fiziološke procese povrtarskih biljaka. Biljke na plavljenom zemljištu reaguju kroz smanjenu provodljivost stoma (Folzer, 2006), što prouzrokuje povećanje potencijala vode u listovima, uz značajno smanjenje brzine razmene ugljenika i povećanja unutrašnje koncentracije CO₂ (Liao i Lin, 2014). Na vegetativni i reproduktivni rast biljaka, poplave negativno utiču zbog štetnih uticaja na fiziološke funkcije (Gibbs i Greenway, 2008). Kod osetljivih useva, poplave izazivaju hlorozu listova i smanjuju rast izdanaka i korena, akumulaciju suve materije i ukupan prinos biljaka (Malik i sar, 2012). Poplave mogu olakšati širenje patogena koji se prenose vodom. Suša i toplotni talasi mogu da predodrede biljke na infekciju, a oluje mogu da pojačaju širenje spora koje se prenose vetrom (Pautasso i sar, 2012).

Reakcije štetočina i bolesti na klimatske promene

Klimatske promene utiču na ekologiju i biologiju štetnih insekata (Jat i Tetarwal, 2012). Povećana temperatura, kod nekih grupa insekata sa kratkim životnim ciklusom kao što su lisne vaši i moljci, povećava reproduktivnu moć uz raniji završetak životnog ciklusa. Dakle, oni mogu proizvesti više generacija godišnje od njihove uobičajene stope (FAO, 2009). Suprotno tome, nekim insektima je potrebno nekoliko godina da završe svoj životni ciklus. Neke vrste insekata koje borave u zemljištu tokom celog ili nekih faza životnog ciklusa imaju tendenciju da pate više od insekata prisutnih iznad površine zemljišta, jer zemljište obezbeđuje izolacioni medijum koji ublažava temperaturne promene više od vazduha (Bale i sar, 2010). Povećana temperatura izaziva migraciju nekih vrsta insekata ka višim geografskim širinama, dok u tropskom pojasu više temperature mogu negativno uticati na određene vrste štetočina. Insekti su posebno osetljivi na temperaturu jer su stenotermni (hladnokrvni). Rastuće temperature produžavaju sezonu razmnožavanja insekata i povećavaju stopu reprodukcije. Povećanje temperature u rasponu od 1°C do 5°C povećava preživljavanje insekata zbog niske zimske smrtnosti,

umnožavajući populaciju, što rezultira oštećenjem useva od strane insekata-štetočina.

Jedan od najčešćih problema u proizvodnji povrća je pojava bolesti prouzrokovanih patogenima (virusi, gljivice, bakterije i nematode) koji se nalaze u zemljištu. Patogeni u zemljištu dovode do najčešćih oštećenja na korenovom sistemu biljaka. Oštećenja korena dovode do manjeg formiranja lisne mase, tanjeg i slabijeg stabla, uvenuća listova, kasnijeg cvetanja, slabijeg kvaliteta plodova i kraće vegetacije. Kada simptomi budu vidljivi na nadzemnim delovima biljke, kao posledica oštećenja korena, često, proizvodnja plodova može biti dovedena u pitanje.

Promene u režimu temperature i padavina usled klimatskih promena mogu ubrzati rast, razvoj i patogenost infektivnih agenasa, kao i fiziologiju i otpornost biljke domaćina (Mboup i sar., 2012). Na severnim geografskim širinama, brojnost biljnih patogena će se povećati sa zagrevanjem, jer više temperature izazivaju brže cikluse bolesti kod patogena koji se prenose vazduhom i povećavaju njihov opstanak usled izostanka mraza (Boonekamp, 2012).

Ranija pojava i povećanje broja insekata-vektora virusnih obolenja usled porasta temperature tokom zime, rezultira povećanjem virusnih bolesti (Newton i sar., 2011). Smanjena mogućnost pojave mraza usled povećanja prosečnih minimalnih temperatura podrazumeva uklanjanje ograničavajućeg činioca za razvoj nekih patogena kao što je *Fusarium* (Pautasso i sar., 2012).

Metode u prilagođavanju povrtarskih biljaka klimatskim promenama

U cilju poboljšanja efikasnosti korišćenja vode i prilagođavanja biljaka toplijim i suvljim uslovima, za preporuku je korišćenje modifikovanih proizvodnih sistema. Akcenat se stavlja na pomeranje datuma setve ili sadnje u cilju borbe protiv sve prisutnijeg povećanja temperature i perioda nedostatka vode tokom sezone uzgoja povrća. Racionalna i adekvatna primena đubriva u cilju bolje dostupnosti hranljivih materija uz upotrebu dopunskih hraniva i navodnjavanje u kritičnim fazama rasta i razvoja useva predstavlja najvažnije agrotehničke mere (Malhotra, 2016).

Primena malčovanja biljnim ostacima ili upotreba plastičnih folija, pomaže očuvanju vlage u zemljištu. U nekim slučajevima prekomerna vlaga u zemljištu usled jake kiše postaje veliki problem i može se prevazići gajenjem useva na uzdignutim ležama. Sadnja povrća na

uzdignute gredice tokom kišne sezone povećaće prinos zbog poboljšane drenaže koja smanjuje anoksični stres (smanjen nivo kiseonika) na korenov sistem (Welbaum, 2015). Da bi se smanjili gubici u proizvodnji povrća tokom letnjih meseci, izazvanih stresnim uslovima kao što su sunčevo zračenje i temperatura, suša i zaslanjenost zemljišta, biljkama su potrebne dodatne tehnike poput kalemljenja, senčenja, malčovanja, primene mikorize i dr. (Milenković i sar., 2020).

Kalemljenjem ka toleranciji na stres spoljne sredine


Kalemljenje je postupak spajanja dva biljna dela (podloge i plemke) istih ili različitih biljnih vrsta, putem transplatacije i regeneracije tkiva, u kojem dobijena kombinacija biljnih delova ostvaruje fizičko jedinstvo i raste kao jedna biljka (Janick, 1986). Uz primenu odgovarajućih podloga, kalemljenje se kod povrtarskih vrsta koristi za modifikaciju korenovog sistema biljke radi povećanja tolerancije u cilju poboljšanja otpornosti na abiotske stresove. Kalemljenjem povrća se povećava rast i prinos putem boljeg usvajanja hraniva i vode usled intenzivnijeg i jače razvijenog korenovog sistema podloge. Razlog za primenu ove metode je u tolerantnosti kalemljenog povrća na različit abiotski stres izazvan visokim i niskim temperaturama, povećanim sadržajem soli, prisutvom štetnih materija i prouzrokovaca bolesti u zemljištu. Zbog ovih blagotvornih efekata kalemljenja, poslednjih godina je povećan uzgoj kalemljenih biljaka u kulturama poput paradajza, patlidžana i paprike i vrsta iz porodice tikava (lubenica, dinja, krastavac i bundeva).

Radi poboljšanja stabilnosti prinosa i zdravstvene bezbednosti povrća, kalemljenje ima za cilj da u novonastalim i izmenjenim uslovima životne sredine obezbedi visok prinos i dobar kvalitet povrća. Kalemljenje povrća je uspešno napredovalo tokom poslednjih 50 godina, posebno u poboljšanju vigora biljke i otpornosti na zemljišne patogene. Međutim, i dalje su znanja o fiziološkim i genetskim činiocima, koji određuju uzajamni odnos između podloge i plemke, dosta ograničena.

Otpornost kalemljenih biljaka na stres zavisi od činilaca kao što su vrsta, trajanje i intenzitet stresa, ali zavisi i od genotipa odnosno sorte, faze razvoja biljaka i njihove interakcije sa spoljnom sredinom.

Jedan od glavnih razloga primene kalemljenja u povrtarstvu je upravo prevazilaženje problema vezanih za zaslanjenost zemljišta i vode. Povećanje tolerantnosti povrća na zaslanjenost ima još veći uticaj,

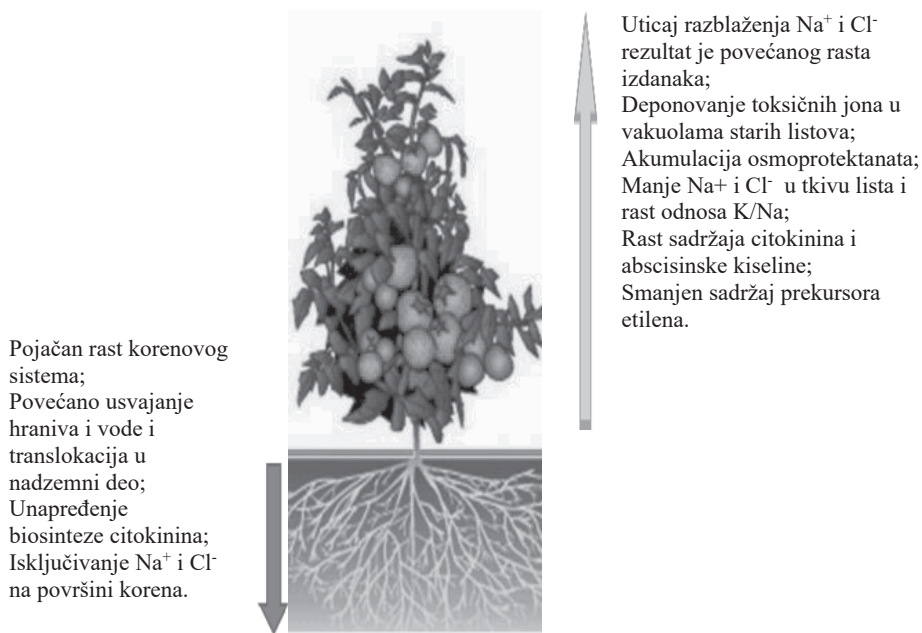
posebno u semi-aridnim područjima gde je problem saliniteta u zemljištu i vodi sve prisutniji. Ako se radi o gajenju paradajza u hidroponskim sistemima, biljke takođe mogu da dožive soni stres kada se voda reciklira tokom proizvodnje. Kalemljenje visoko prinasnih sorata povrća koje su osetljive na soni stres na otporne/tolerantne podloge predstavlja održivu strategiju za prevazilaženje ovog problema. Izbor sono-tolerantnih podloga, kroz skrining dostupnih komercijalnih i divljih srodnika paradajza u uslovima sonog stresa, je preduslov za uspešnost kalemljenja.

Nematode na paradajzu	Direktni uticaj	Indirektni uticaj
	<p>Kontrola bolesti; Rezistentnost na nematode; Tolerantnost na zaslanjenost; Tolerantnost na niske temperature; Tolerantnost na visoke temperature; Tolerantnost na zabarenost zemljišta; Poboľšano usvajanje vode; Poboľšana apsorpcija mineralnih materija; Povećana efikasnost primene đubriva.</p>	<p>Poboľšanje rasta izdanaka; Poboľšanje početnih faza rasta; Translokacija stimulatora rasta; Ekspresija pola; Hormonalna regulacija; Fiziološke promene i poremećaji; Translokacija i sastav organskih materija; Propagacija i transformacija; Prinos plodova i kvalitet; Ranostasnost; Kontrola veličine ploda; Produženo plodonošenje.</p>

Slika 1. Značaj kalemljenja povrća (Ilić i sar, 2020)

Pozitivna reakcija kalemljenja, uslovljena tolerantnim podlogama ili interakcijom plemka-podloga, na prinos i karakteristike ploda paradajza u uslovima sonog stresa se pripisuje nekim fiziološkim i biohemijskim promenama. Pretpostavlja se da su kalemljene biljke razvile razne mehanizme kako bi se izbegla fiziološka oštećenja izazvana prevelikim nakupljanjem štetnih jona u listovima, uključujući štetnost Cl^- , i/ili smanjenje usvajanja Cl^- u korenu, i/ili zamenu ukupnog K^+ sa ukupnim Na^+ u nadzemnim delovima. Sve navedeno ukazuje da je izbor podloge jedno od najvažnijih pitanja povećanja otpornosti biljaka na visoke koncentracije soli u zemljištu ili supstratu.

Kalemljenje je uglavnom zastupljeno kod biljaka iz familija Solanaceae i Cucurbitaceae, koje se obično uzgajaju u aridnim i semi-aridnim područjima, a karakterišu ih dugi periodi suše. Dubok korenov sistem pokazuje korisne uticaje na proizvodnju biljaka i opstanak usvajanjem rezervi vode iz dubljih slojeva zemljišta, što dovodi do veće tolerancije na sušu. Biljke često preusmeravaju asimilate od rasta izdanaka ka rastu korena u uslovima vodnog stresa, povećavajući izduživanje korena u dublje slojeve zemljišta. Snažan, obiman i dubok korenov sistem bundeve kao podloge je veliki doprinos na otpornost prema suši pri kalemljenju lubenice. Treba istaći značaj izbora kombinacija za kalemljenje koje su u stanju da razviju dubok i snažan korenov sistem i da povećaju odnos koren-stablo. Anatomske karakteristike korena (npr. veličina traheja i njihova gustina) i hidraulična provodljivost korena, takođe mogu odigrati ključnu ulogu u povećanju otpornosti na sušu kalemljenih biljaka (Hayyaw, 2019).



Slika 2. Uticaj kalemljenja na fiziološke procese u nadzemnim i podzemnim delovima biljaka u uslovima sonog stresa (Ilić i sar, 2020)

U poslednje vreme se postavlja niz pitanja kao: Da li smanjenje učestalosti pojave bolesti koje se obezbeđuje kalemljenjem može biti definisano uvek kao otpornost-rezistentnost? Da li kalemljene biljke postaju otporne odjednom? Ne postoji jednostavan odgovor na ova pitanja, zato što interakcija sa patogenom nije ograničena na jednu biljnu vrstu ili kombinaciju različitih vrsta podloge i plemke. Različiti činioci doprinose smanjenju razvoja bolesti. Prvi je priroda otpornosti-rezistentnosti podloge, koja može biti monogenska, kao što je rezistentnost podloga dinje i paradajza na *Fusarium spp.* (fuzariozno uvenuće) ili poligeneska, regulisana dijagnostičkim markerima (*Quantitative Trait Loci-QTLs*) u programima selekcije poput rezistencije bakterijskog uvenuća kod podloga paradajza.

Tabela 1. Uticaj kalemljenja i senčenja na prinose i kvalitet povrća (Ilić i sar, 2022)

	Plemka/ Podloga	Parametri kvaliteta	Literatura
Paradajz	Plemka Optima i Big beef kalemljene na podlogu 'Maxifort' (<i>Solanum lycopersicum</i> L. × <i>Solanum habrochaite</i> S. De Ruiter)	<p>Smanjenje sadržaja šećera povećalo je unos nekih mikroelemenata (Fe i Zn) i makroelemenata (Ca). U nekim slučajevima može se očekivati čvršća i manje elastična pokožica ploda paradajza zbog kalemljenja. Senčenje bisernom mrežom može uticati da plodovi budu manje čvrsti i sa većim sadržajem ukupnih kiselina, a posebno jabučne kiseline.</p> <p>Sadržaj askorbinske kiseline u paradajzu se povećava tokom skladištenja bez obzira na uslove uzgoja i sortu. Kalemljeni paradajz se odlikuje nižim sadržajem šećera, kako u vreme berbe tako i nakon čuvanja. Povećanje sukcinilne kiseline tokom čuvanja rezultira mogućom gorčinom, a može biti nešto izraženije kod plodova kalemljenih biljaka.</p> <p>Ukupan sadržaj fenola je smanjen u kalemljenim biljkama pod senčenjem kod obe sorte.</p> <p>Kalemljenje smanjuje sadržaj limunske kiseline u plodovima obe sorte. Istovremeno, senčenje je povećalo sadržaj limunske kiseline samo u plodovima kalemljenih biljaka.</p>	Ilić i sar., 2020.

<p>Paradajz</p>	<p>Optima i Big beef kalemljeni na podlogu 'Maxifort'</p> <p>'Paronset F1' kalemljen na He-Man podlogu u okviru sonog stresa</p> <p>'Piccolino', 'Classy' kalemljeni na dve podloge 'Brigeor', i 'Maxifort'</p>	<p>Ukupni sadržaj šećera je veći u plodovima nekalemljenih i senčenih biljaka. Sadržaj šećera i ukupnih organskih kiselina u plodovima paradajza sa kalemljenih biljaka povećan je pod mrežama za senčenje u odnosu na nesenčene kontrolne biljke, ali je smanjen u poređenju sa senčenom kontrolom kada se za navodnjavanje koristila voda umerene slanosti.</p> <p>Kalemljenje paradajza sorte 'Classy' na podlogu 'Brigeor' smanjilo je sadržaj karotenoida za 8%, što je rezultiralo smanjenjem tri isparljive supstance dobijene iz karotenoida (geranilaceton, -ciklocitral i -jonon).</p> <p>Titribilne kiseline su povećane i senčenjem (za 9%) i kalemljenjem (za 6%).</p> <p>Isparljive supstance dobijene iz lignina, kao što su metil salicilat i gvajakol, poboljšane su kalemljenjem obe sorte.</p> <p>Komponente ukusa (šećeri, kiseline i isparljive arome) u plodovima paradajza koji se uzgajaju u senčenim uslovima zavise od kombinacije podloge i plemke.</p> <p>Kalemljenje na 'Brigeor' i 'Maxifort' je povećalo koncentraciju titribilne kiseline i tri isparljive supstance, kalemljenje nije moglo da podigne smanjene koncentracije šećera, karotena i pet isparljivih materija u zasenjenim biljkama paradajza.</p>	<p>Milenkovic i sar., 2018.</p> <p>Šunić i sar., 2022. <i>in press</i></p> <p>Krumbein i Schwarz, 2013.</p>
<p>Paprika</p>	<p>'Herminio' F₁ kalemljen na podlogu Terrano</p>	<p>Kombinacija senčenja i kalemljenja na podlogu Terrano pruža dodatnu korist, smanjujući prinos nemarketiških plodova paprike za 50% u poređenju sa nekalemljenim biljkama.</p> <p>Upotreba kalemljenja je efikasnija mera od korišćenja mreža za senčenje u poboljšanju prinosa i smanjenju uticaja toplotnog stresa na poremećaj ožegotina od sunca u uslovima bez senčenja.</p>	<p>Lopez-Marin i sar., 2013</p>

Između ostalog, kalemljene biljke se jače suprostavljaju patogenima zbog boljeg usvajanja vode i hranljivih materija. Takođe, mogu imati

bolje razvijen korenov sistem koji bi mogao nadoknaditi gubitak aktivnog područja korena, a koji se dešava i kod nekalemljenih biljaka. Još jedan od mogućih mehanizama jeste i da kombinacija kalemljenja može prouzrokovati smenu populacija mikroorganizama u rizosferi podloge.

Čini se da ukupno smanjenje bolesti kod kalemljenih biljaka potiče od kombinacije direktne otpornosti podloge i indukovane otpornosti plemke obezbeđene od strane podloge. U budućim istraživanjima je važno napraviti razliku između uticaja procesa kalemljenja i interakcije podloga-plemka. Promene koje nastaju i kod podloge i kod plemke kalemljenih biljaka potrebno je da budu rasvetljene da bi se steklo potpuno razumevanje interakcije podloga-plemka i doprinos povezan za nastanak odbrambenog sistema. Iako se kontrola bolesti oslanja na napredak u genetici i selekciji, kalemljenje će sve više postati efikasan metod u upravljanju velikim brojem zemljišnih patogena, izazivača bolesti povrća.

Senčenje - zaštita biljaka od visokog zračenja i temperature

Fotoselektivne mreže u boji predstavljaju neophodnu zaštitu povrtarskih biljaka od prekomernog sunčevog zračenja i visokih temperatura tokom letnjih meseci, kako na otvorenom polju, tako i pri gajenju povrća u zaštićenom prostoru. Značaj mreža za senčenje se umanjuje u vreme oblačnih dana. Zato je najbolje mreže montirati horizontalno iznad biljaka, tako da budu pokretne, a ne fiksne, i da se mogu navlačiti ili uklanjati shodno vremenskim prilikama. Mreže se najčešće oslanjaju na laku konstrukciju ili se zatežu žicama i sajlama, što predstavlja najjednostavniji i najjeftiniji oblik zaštite za biljke, koji se lako postavlja i skida, mobilan je, jeftin i dugotrajan a naziva se mrežarnicima (*net-house, green-house*).

Mrežama se takođe prepokrivaju čitavi objekti ili se postavljaju iznad biljaka unutar samih plastenika. Mreže za senčenje u boji su se razvijale tokom protekle decenije u cilju propuštanja odabranog dela spektra sunčeve svetlosti, uz istovremeno podsticanje difuzne-rasejane svetlosti. U zavisnosti od boje i gustine prepleta (indeksa senčenja), mreže pružaju mešavinu prirodne, neizmenjene svetlosti, zajedno sa spektralno modifikovanom, rasutom svetlosti. Pored pružanja fizičke zaštite (grad, jaki vetrovi, peščane oluje, zaštita od štetočina iz vazduha, ptica, slepih miševa i insekata, koji mogu biti prenosioci virusnih obolenja), one su

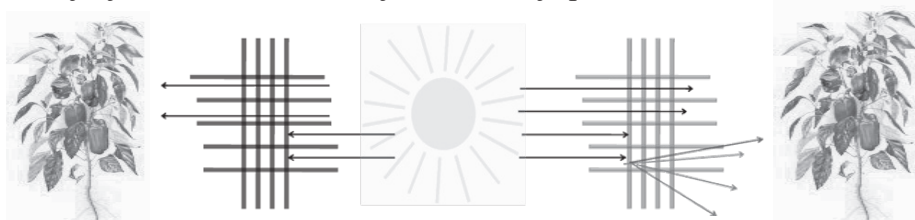
usmerene na optimizaciju poželjnog fiziološkog uticaja na biljke (Ilić i Fallik, 2017). Proces proizvodnje fotoselektivnih mreža je baziran na uvođenju različitih hromatskih aditiva kao i elemenata za disperziju i odbijanje svetlosti unutar materijala. Forma mreža je takva da selektivno propuštaju različite spektralne komponente sunčevog zračenja (UV zračenje, vidljivo i dugo) i/ ili direktno transformišu svetlost u difuznu-rasutu. Manipulacija spektralnim sastavom ima za cilj da direktno utiče na željeni fiziološki odgovor, dok difuzna svetlost poboljšava prodiranje svetlosti u unutrašnjost biljne mase.

Pored fizičke zaštite, mreže poboljšavaju klimatske uslove (temperatura, vlažnost, strujanje vazduha) i utiču na intenzitet i kvalitet svetlosti. Korist od mreža u boji uključuje produžetak vremena berbe, povećanje marketinškog prinosa i kvalitet plodova (veći sadržaj likopena kod paradajza). Mreže za senčenje smanjuju intenzitet svetlosti, ali takođe menjaju i njen kvalitet u različitoj meri, što utiče i na promenu drugih ekoloških uslova. Senčenje useva rezultira u brojnim promenama u mikroklimi ali i u aktivnosti biljaka. Ove promene mikroklimе se odnose na izmenu CO₂, asimilaciju, i time posredno i na rast i razvoj biljaka.

Uticaj na morfologiju (građu listova, broj stoma, dužinu internodija...) i fiziologiju (indeks lisne površine, oplodnju, dužinu plodonošenja, zrenje...) biljaka, primenom fotoselektivnih mreža u boji, posebno je izražen u uslovima zaštićenog prostora. Neke fiziološke ozlede plodova (ožegotine od sunca, pucanje pokožice plodova, prisustvo cvetnih ožiljaka uz deformacije ploda praćene razvojem bolesti) se javljaju kada je temperatura vazduha visoka tokom perioda zrenja. Fiziološki gledano, ozlede na biljkama i biljnim delovima usled visokih temperatura zavise od intenziteta i dužine izlaganja takvim temperaturama. Direktne povrede dovode do neuravnoteženosti metabolizma i nepoželjnih promena, a indirektnе povrede do inhibiranja sinteze pigmenata, nastanka ožegotina i ulegnuća-lezija na površini. Visoke temperature utiču na pojačan intenzitet transpiracije. To je direktan uticaj na difuziju vode i na povećanje stepena vodnog pritiska između produkata i okolne sredine.

Korist od mreža u boji kao sredstva u upravljanju kvalitetom svetlosti uključuje produžetak vremena berbe (ranije i kasnije sazrevanje) izmenu morfologije listova, građu i strukturu plodova, poboljšanje kvaliteta i povećanje prinosa i ukupnih agroekonomskih performansi povrtarskih vrsta.

Mreže za senčenje imaju mogućnost da modifikuju svetlost smanjenjem intenziteta zračenja uz stvaranje posebnih mikroklimatskih



Slika 3. Modifikovanje sunčevih zraka primenom fotoselektivnih mreža u boji

uslova. Naši podaci pokazuju da je tokom sunčanog dana u julu maksimalno sunčevo zračenje 889 Wm^{-2} . Rezultati iz Graf. 1 pokazuju smanjenje neto zračenja usled primene mreža u boji indeksa senke od 50%. U odnosu na kontrolu, sunčevo zračenje je značajno manje. Najveće smanjenje intenziteta zračenja zabeleženo je unutar plavih mreža (449 Wm^{-2}).

Upotrebom mreža u boji i modifikovanjem mikroklimе unutar ovih prostora mogu se postići dodatni korisni efekti u smislu dobijanja plodova boljih mehaničkih svojstava po pitanju strukture ploda (mezokarp, endokarp i egzokarp), debljeg perikarpa što plodovima obezbeđuje veću čvrstoću i bolju mogućnost za transport i duže čuvanje (Ilić et al., 2015; Ilić et al., 2017d).

Mreže u boji se mogu uspešno primeniti i u gajenju salate tokom letnjih meseci (Ilić et al., 2019; Mastilović et al., 2019). Za proizvođače je pravi izazov doneti odluku o gajenju salate tokom leta ako se zna da je zbog vremena cvetanja njena proizvodnja vezana za jesenju, zimsku i prolećnu sezonu. Formiranje sitnijih glavica, uvrtanje listova, rano formiranje cvetonosnih stabala i smanjeni prinosi su posledice gajenja salate u uslovima stresa pri visokoj temperaturi i svetlosti. Senčene biljke salate se aklimatizuju, stvarajući veće i tanje listove sa čak trostrukim povećanjem hlorofila. Sinteza i degradacija fotosintetskih pigmenta je povezana sa prilagođenošću biljaka na različito okruženje.

Sadržaj antioksidativnih komponenti (ukupni fenoli i flavonoidi) zavisi od genotipa salate kao i vremena i načina proizvodnje. Fenolna jedinjenja i flavonoidi su povezani sa antioksidativnim dejstvom u biološkim sistemima, uglavnom zbog redukciono-oksidacionih osobina, što može igrati važnu ulogu u apsorpciji i neutralizaciji slobodnih

radikala i razgradnji peroksida. Flavonoidi mogu poslužiti kao fotoprotektanti, te štititi fotosistem od viška energije i UV zračenja.

Tabela 2. Uticaj senčenja mrežama u boji na kvalitet povrća (Ilić i sar, 2022)

Mreže u boji	Specifičnost uticaja	Literatura
Mreže za senčenje	Poboljšanje ukupnog kvaliteta, isparljivih aroma i bioaktivnih jedinjenja u povrću i kulinarskom začinskom bilju pri berbi. Povećana količina antioksidansa i drugih bioaktivnih jedinjenja u lekovitim biljkama. Veći nivoi esencijalnog ulja matičnjaka, nane i slatkog bosiljka. Veća antioksidativna aktivnost timijana, majorana i origana. Smanjena osetljivost plodova povrća na gljivične infekcije u polju.	Sivakumar et al., 2018 Ilić et al. 2021 Ilić et al., 2022 Milenkovic et al., 2021 Goren et al., 2011
Biserne i žute mreže	Smanjenje virusnih bolesti koje se prenose štetočinama, kao i pojavu gljivičnih bolesti, i pre i posle berbe plodova slatke paprike.	Shahak, 2014
Crvene, biserne i žute	Značajno bolje očuvan kvalitet paprike nakon dužeg skladištenja, uglavnom smanjena pojava truljenja.	Goren et al., 2011
Biserne mreže	Veći sadržaj askorbinske kiseline pri berbi u aromatičnom bilju, korijanderu, majoranu i bosiljku. Povećan sadržaj karotenoida u listovima salate sorte Discoa. Povećan sadržaj ukupnih fenola i ukupnih flavonoida u listovima zelene salate.	Mashabela, et al., 2015 Ntsoane et al., 2016 Buthelezi et al., 2016 Ilić et al., 2019 Ilić Z., et al., 2017
Biserna i crvena mreža	Povećan sadržaj ukupnih fenola i flavonoida u zelenoj salati. Uočeno je da je povećan sadržaj vitamina C u ljutoj papričici.	Ilić et al., 2017 Duah et al., 2021
Crvena mreža	Značajno veća debljina ploda perikarpa je u plodovima paprika. Povećan sadržaj ukupnih fenola u cv. Discoa salata.	Ilić et al., 2017 Ilić et al., 2019
Plava mreža	Veći sadržaj ukupnog hlorofila u zelenoj salati. Veći sadržaj flavonoida u salati Discoa i Eglantine. Veći sadržaj eugenola i najveća antioksidativna aktivnost u bosiljku.	Ilić et al., 2017b Ilić et al., 2019 Milenkovic et al., 2019
Crna mreža	Veći sadržaj ukupnog hlorofila u listovima zelene salate. Povećan prinos, ukupni sadržaj rastvorljivih čvrstih materija, hlorofila, askorbinske kiseline, β-karotena i flavonoida.	Ilić et al., 2017b Ntsoane et al., 2016

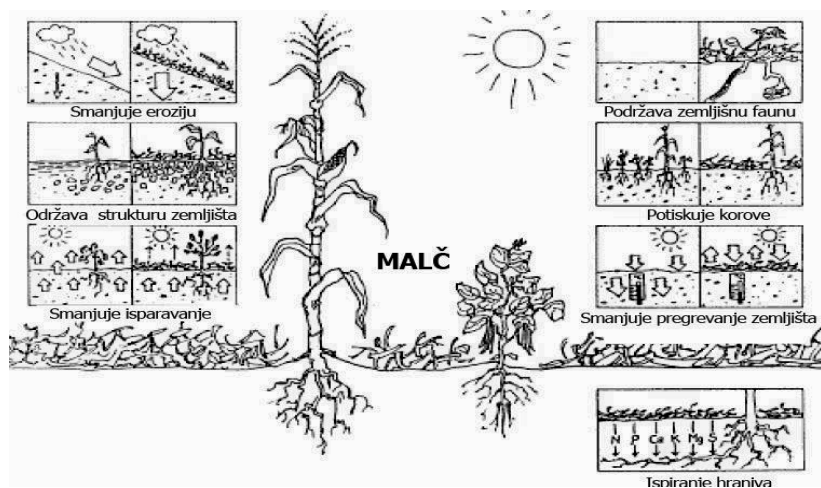
Stres izazvan visokim intenzitetom svetlosti je razlog zašto salata sa otvorenog polja, bez senčenja mrežama, ima visok sadržaj flavonoida

(Ilić i sar., 2017c). Povećan intenzitet zračenja (UV i fotosintetsko aktivno zračenje), visoke temperature i obilna dostupnost makroelemenata su činioci koji utiču na povećan sadržaj flavonoida u zelenoj salati.

Malčovanje

Malčovanje ima za cilj sprečavanje razvoja korova, poboljšanje vodnog i vazdušnog režima u zemljištu, povećanje organske materije zemljišta uz manja kolebanja temperature zemljišta, što omogućava i bolji rad mikroorganizama. Sve to povećava plodnost zemljišta i doprinosi boljem rastu i razvoju biljaka, ranijem sazrijevanju i većem prinosu. Listovi i plodovi povrća su čisti i manje zaprljani zemljom za razliku od nemalčiranog zemljišta. Na pokrivenom zemljištu smanjuje se broj zalivanja, ali zbog spoljnog zagrevanja zemljišta veća je opasnost od mraza. Zato se zemljište za biljke osjetljive na mraz pokriva, tek kad prestane opasnost od mraza (posle nicanja ili sadnje, odnosno pre nego što se koriste folije i agrotekstil). Malčovanjem se zemljište štiti od erozije izazvane vetrom i kišnim kapima, a veoma je značajno povećanje CO₂ u zoni biljaka. Za malčovanje se koriste različiti organski i sintetički materijali, najbolja je iseckana slama kojom se u sloju od oko 10 cm nastire zemljište. Usled rastresitosti slame (zbog vazduha kao izolatora) temperatura zemljišta ispod slame može biti i 5°C niža od temperature zemljišta bez slame. Slama zadržava vodu (oko 2,5 l/m²), te se količina vode za zalivanje mora podesiti prema ovome. Za nastiranje se koriste i svi zdravi biljni otpaci (trava, delovi povrća, lišće), strugotina, kompost, stajnjak, iver, morske alge, pesak, kamenje i dr. Veoma je korisno nastirati zemljište biljkama, koje imaju i efekat zaštite od štetočina ili bolesti. Tako je kopriva odličan pokrivač kod svih vrsta povrća, jer obogaćuje zemljište hranivima. Listovi gaveza koriste se u usevu paradajza kao dobar izvor kalijuma, a biljka buvač kao zaštita krompira i kupusnjača. Organski materijal za nastiranje stavlja se ili odmah po setvi (ako se redovi vide) ili sadnji, odnosno kada su uočljivi redovi biljaka, ali i posle ogrtanja kod vrsta gde je ova mera poželjna (krompir, vrežaste vrste). U toku vegetacije biljke se uobičajeno zalivaju, prihranjuju, a organski malč se postepeno razgrađuje u odlično đubrivo. Odličan malč je živi materijal biljke usejane između redova povrća. Pored poznatih mešanih useva povrća kao podusev može da se gaji facelija, grašak,

grahorica, deteline, repice, slačice (ujedno su i biofumiganti). Za malčovanje u povrtnjaku koristi se bela, tamna a najčešće crna folija koja se razgrađuje pod uticajem sunca, a u zemljištu podleže enzimatskoj razgradnji, ili agrotekstil. Korišćenjem UV apsorbujuće folije za nastiranje smanjuju se uslovi za nastanak sive truleži i fuzarioznog uvenuća. Crna malč folija sprečava razvoj korova, štedi vodu i omogućuje više CO₂ za biljku (kroz otvore uz biljku). Folija je debljine od 15 do 30 mikrona, a kada ima fabrički načinjene otvore (u zavisnosti od vrste na rastojanju 50 x 30, 60 x 40, 60 x 30 cm) debljina je 20 mikrona. Crno-bela folija dobro odbija sunčeve zrake tako da povrće može da uspeva i za vreme toplijih dana. Srebrno-braon folija dobre je provodljivosti, a srebrna boja (lice folije) doprinosi smanjenju napada lisnih vaši, bele mušice i crvenog pauka, jer reflektovana difuzna svetlost „zbunjuje” (repelentni uticaj) insekte (menja pravac leta). Crveno-braon folija primenjuje se kod paradajza i salate jer dobro reguliše temperaturu, a spektarski sastav difuzne svetlosti ubrzava zrenje (10-14 dana ranije), (Lazić, i sar., 2013).



Slika 4. Razlozi za primenu malča

Kako se prekomerne padavine malčiranjem amortizuju i ublažuju, gubitak đubriva usled ispiranja se smanjuje. Ovo je posebno primetno na peskovitim zemljištima, što omogućava proizvođačima da koriste veće količine đubriva, neposredno pred sadnju, u redove pored samih biljaka. Vos i Sumarni (1997) su ukazali na brži rast biljaka, rano plodonošenje,

smanjenu koncentraciju P i povećanu koncentraciju N u listovima i plodovima. Pirinčana slama povećava sadržaj K i smanjuje koncentraciju P u listovima paprike u odnosu na nemalčirano zemljište. Hundal i sar. (2000) su tokom proizvodnje paradajza uvideli da je koncentracija azota i fosfora i unos hranljivih materija bila značajno veća na malčiranim parcelama nego na nemalčiranim. Živi malč od grahorice koja živi u simbiozi sa bakterijama, koje fiksiraju azot, utiče na povećan sadržaj dostupnog azota stimulišući veći nivo proteina u kupusu (Vorthington, 2001). Malč štiti površinu zemljišta od nepovoljnih činilaca, smanjuje gubitak hranljivih materija i poboljšava uslove gajenja povrća (Kolota i Adamczewska-Sovinska, 2004). Biljke koje rastu na zemljištu pod malčom pokazuju značajno veće ukupno usvajanje azota, fosfora i kalijuma nego na nemalčiranom (Muhammad i sar., 2009).

Pružajući fizičku barijeru, malčovanje smanjuje klijanje semena korova i rast klijanaca, držeći ih pod kontrolom (Vander Zaag i sar., 1986). Rastresiti materijali kao što su slama, kora i kompostirani komunalni zeleni otpad mogu obezbediti efikasnu kontrolu korova (Mervin i sar., 1995). Piljevina je sredstvo za poboljšanje strukture zemljišta i suzbijanje korova jer čuva vlagu u zemljištu, smanjuje spiranje i povećava infiltraciju i smanjuje isparavanje vode (Waterer, 2000). Organski malč ne samo da čuva vlagu, već i povećava sadržaj hranljivih materija za biljke u zemljištu i poboljšava fizička, hemijska i biološka svojstva zemljišta nakon razlaganja, povećavajući prinos useva. Zemljište ispod malča ostaje rastresito, rahlo i dovodi do pogodnih uslova za rast i razvoj korenovog sistema (Dilip Kumar i sar., 1990).

Toth i sar. (2008), u svojim istraživanjima koriste slamu i kukuruzovinu, napominjući da su ostaci prerađivačke industrije iz poljoprivredne proizvodnje materijali na koje se može računati u malčiranju povrća. Organski malč koji se razgrađuje u zemljištu, smanjuje troškove proizvodnje i koristan je za okolnu sredinu, za razliku od malča sintetičkog porekla. Utvrđeno je da se primenom malča od slame i trave značajno povećava pristupačnost P i K u zemljištu. Učinak malčiranja na prinos u velikoj meri zavisi od klimatskih činioca, kao i biljne vrste koja se gaji. Tako su Radics i Bognar (2004), tokom dvogodišnjeg ispitivanja, koristili osam vrsta malča. U sušnoj godini prinos paradajza je ujednačen pri malčiranju papirom, plastičnom folijom i slamom, dok je u kišnoj godini papirnati malč dao najbolje rezultate. Yordanova i Nikolov (2017) sugerišu da slama reflektuje svetlost što

doprinosi hlađenju zemljišta, uz preporuku da se koristi u periodu letnjih meseci, dok u ranim prolećnim mesecima usporava rast i razvoj biljaka. U agroekološkim uslovima centralnog Kosova (Gračanica), pri malčiranju slamom prinos salate (2,80 kg/m²) značajno opada u odnosu na prinos dobijen pri malčiranju crnom (3,81 kg/m²) i belo/crnim folijom (3,76 kg/m²) (Kovačević i sar., 2020). Malčiranje kompostom (315,8 g), crnom (286,6 g) i belo/crnim folijom (282,5 g) utiče na formiranje biljaka ujednačene mase, kod sorte 'Bataille', sa značajnom do vrlo značajnom razlikom u odnosu na masu biljaka malčiranih slamom i u kontroli.

Uticao malčiranja na tržišni prinos salate sorte 'Mafalda' i 'Bataille', u našim istraživanjima, sagledan je kroz pojavu fizioloških poremećaja: ožegotine spoljnih listova - *Tip burn*, obezbojenje nervature - *Rib discoloration* i teksturu listova. Plasman salate zavisi od vremena potrebnog za postizanje tehnološke zrelosti. Kod sorte 'Mafalda', ožegotine spoljnih listova su se javile samo kod biljaka malčiranih belo/crnim folijom, što ukazuje na njenu otpornost prema ovom fiziološkom oštećenju i čini je pogodnom za proizvodnju u uslovima zastiranja. Obezbojenje nervature lista nije zabeleženo ni u jednom tretmanu kao ni u kontroli. Biljke su puteraste (maslenke) do nežno-puteraste konzistencije lista i privlačne obojenosti, što je bitno za potrošače. Izuzetak su biljke u kontroli i malčirane slamom, koje se odlikuju grubom, vlaknastom konzistencijom i bleđom bojom. Ujednačena tehnološka zrelost je postignuta primenom komposta (35-36 dana). Kod malča slamom, zbog velikog prisustva korova i slabijeg prijema rasada, tehnološka zrelost se postiže za 4-6 dana kasnije u poređenju sa ostalim tretmanima.

Povrtari se često odlučuju za primenu crnog polietilenskog malča koji suzbija korove i pruža pogodnosti kroz bolje korišćenje vode, viši prinos, bolji kvalitet i ranostasnost zahvaljujući porastu temperature zemljišta itd. Polietilenski malč je prihvatljiv zbog povoljne cene i mogućnosti mehanizovanog zastiranja uz istovremeno postavljanje sistema za navodnjavanje.

Plastični malč (PM) pruža niz prednosti, uključujući povećanu temperaturu zemljišta, očuvanje vlage, smanjenu brojnost korova i štetočina, poboljšanu efikasnost upotrebe đubriva, veći prinos i bolji kvalitet povrća. Dugotrajna upotreba PM-a može izazvati ozbiljne neočekivane probleme u životnoj sredini, na primer, kroz akumulaciju

plastičnih ostataka, stvaranje mikroplastike i štetne efekte na organizme u zemljištu, usvajanje mikroplastike od strane biljaka i naknadnim ulaskom u lanac ishrane. Ova pitanja negativno utiču na primenu PM, odnosno bezbednost hrane, zdravlje zemljišta i stvaranje održivih poljoprivrednih sistema.

Umesto plastičnog malča u upotrebi su i neki biorazgradivi materijali. Biorazgradivi plastični malč (BPM) nudi potencijalno rešenje za eliminisanje otpada iz polietilenskog malča. Međutim, BPM nije u potpunosti testiran u pogledu njihovog ekološkog učinka u poređenju sa konvencionalnim malčem na bazi polietilena.

Primena mikorize

Mikoriza predstavlja odnos u koji stupaju biljke i gljive uz obostranu dobit. One čine “*most*” između zemljišta i biljke (Jamiolkowska i sar., 2017). Ovo simbiotsko udruživanje između gljiva i korena biljaka je široko prisutno u spontanoj prirodi i može da obezbedi velike koristi za biljku domaćina. Arbuskularne mikorizne (AM) gljive uspostavljaju simbiotske odnose s korenom kod oko 80% biljnih vrsta. Biljke preko gljiva dobijaju više hranljivih materija i vlage, čime je omogućen brži i kvalitetniji rast i razvoj, a gljive preko biljaka dobijaju supstance nastale fotosintetskim procesom, uključujući šećere. Prednosti mikorize su zdraviji i gušći korenov sistem biljke, veći prinos, smanjena potreba za navodnjavanjem i đubrenjem, veća otpornost na sušu, te smanjena potreba za zaštitom od bolesti. Mikoriza utiče na bolju strukturu zemljišta što omogućuje: bolju infiltraciju vode u zemljište, veću propustljivost za vazduh, veću mikrobiološku aktivnost, bolju optornost na stvaranje pokorice i bolju otpornost na sabijanje zemljišta.

Većina povrtarskih biljaka su potencijalne biljke domaćini za AM gljive, jer simbioza pogoduje rastu i razvoju povrća. Da bi njihova upotreba bila uspešna i ekonomski opravdana, potrebno je da veće količine kvalitetnog AM inokuluma budu lako dostupne, da se koriste različiti tipovi inokulacije, da doziranje AM bude u tačno predviđenim fazama, te da se odaberu povrtarske vrste koje su najpogodnije za udruživanje sa AM.

Mikorize su obligatni simbionti, što znači da ne mogu završiti svoj životni ciklus bez povezivanja sa biljkom-domaćinom, jer na taj način gljiva obezbeđuje biljku ugljenim hidratima u procesu fotosinteze. Gljive

između ostalog, deluju kao produžetak korenove strukture biljke, kako bi se mogle usvojiti ograničene ili slabo dostupne hranjive materije iz zemljišta. Tako, gljive usvajaju fosfor u obliku fosfata, asimilacijom iz zemljišta, te ga akumuliraju u svojoj miceliji i dovode do biljke. Na isti način arbuskularne gljive mogu apsorbirati i preneti druge hranjive materije biljci, uključujući vodu i mineralne materije kao što su cink, bakar i dr. Hife su veoma tanke što im omogućuje grananje duboko u zemljištu u svim pravcima, te lako dolaze do hranljivih materija koje su korenu biljaka nedostupne. Ova simbioza utiče na većinu fizioloških procesa u biljci, koje pod nepovoljnim uslovima mogu imati snažniji rast i razvoj od ne-mikoriziranih biljaka (Kapoulas i sar., 2019).

Biljke bivaju kolonizovane mikorizama putem raznih tipova inokulacija sporama koje se nalaze u zemljištu ili delovima korena, koje su ranije kolonizovane arbuskularne gljivice. Mnoge ektomikorizne gljive se mogu uzgajati rutinski, u čistoj kulturi. Ne mogu postojati saprofitski u prirodi bez udruženja sa biljkom-domaćinom, spore ili otporne hife mogu preživeti duži period u zemljištu bez biljke domaćina, ali gljive ne mogu rasti nezavisno od svog domaćina kao saprofiti. Štaviše, ove gljive stimulišu lučenje biljnih hormona, povećavaju intenzitet fotosinteze i toleranciju biljaka na abiotičke i biotičke činioce stresa, uključujući teške metale, sušu, biološku kontrolu korena od patogena i zaslanjenost zemljišta. Lokalni ili prirodni inokulumi arbuskularnih gljivica, predstavljaju gljive izolovane iz zemljišta iste oblasti ili iz šireg regiona koji deli zajedničke uslove životne sredine i poljoprivredne prakse, jer kao autohtone mogu biti bolje prilagođene lokalnom zemljištu i uslovima okoline i biti konkurentne endemičnim arbuskularnim zajednicama gljivica. Pošto mikorizne gljivice nisu zastupljene pravilno u zemljištu, uzima se uvek veći broj uzoraka. Većina mikoriznih gljiva se nalaze u površinskom sloju zemljišta, do 10 cm dubine, tako da se ne uzimaju uzorci iz dubljih slojeva.

Tehnologija primene mikorize se sve više koristi u proizvodnji povrća, a industrijska proizvodnja mikorize se naglo razvija. Stoga, na tržištu već postoje komercijalni proizvodi inokulacije kao što *Simbivit*, *MicorootTM* i dr. Visoko prisutvo fosfora se obično javlja pri intenzivnom gajenju povrća i teži da potisne mikoriznu simbiozu. Mikoriza se ne može oformiti ako je prisutno previše fosfora u supstratu ili zemljištu. U tim uslovima smanjuje se propustljivost membrana korena što ograničava izlučivanje i usporava rast arbuskularne mikorizne infekcije i intenzitet

usvajanja. Rezultati studije Kapoulas i sar. (2019) ukazuju da visoka koncentracija fosfora (P) u zemljištu kombinovana sa stresnim uslovima, poput saliniteta zemljišta, može da poboljša efikasnost simbioze arbuskularnih gljivica *Rhizophagus intraradices* (ranije nazivana *Glomus intraradices*). Važan klimatski činilac koji može uticati na obim mikorizne kolonizacije je temperatura. Temperatura vazduha u plasteniku gde su izvođena naša istraživanja dostižu 42°C tokom leta. Svakako, uticaj temperature na nivo i obim kolonizacije je kompleksan i može varirati kako kod gljiva tako i kod biljaka. Vreme primene inokulacije AM je od posebnog značaja (Al-Karaki i sar., 2017). Inokulacija se može obaviti u različitim fazama rasta i razvoja rasada, ali i u momentu sadnje na stalno mesto (plastenik, otvoreno polje). Biljke kojima je AM dodat prilikom pikanja brže se razvijaju stvarajući jači korenov sistem te se brže oporavljaju od stresa nastalog prilikom rasađivanja biljaka na stalno mesto u bašti. Mikorizne gljive luče supstance koje imaju izrazito mikrobicidno delovanje, te na taj način suzbijaju razvoj bolesti korena. Inokulacija mikorizom je u stanju da održi stabilnost membrane i rast biljaka kod paprike koje trpe stres povećanim nivoom soli u zemljišnom supstratu, što se može dovesti u vezu sa ishranom fosforom. Inokulacija rasada paprike mikoriznim gljivama ima pojačan pozitivan uticaj u pogledu smanjenja uticaja zaslanjenosti. Biljke paprika, inokulisane mikorizom, pokazuju povećan sadržaj hlorofila i veći sadržaj N, P, Fe i Zn u listovima u poređenju sa neinokulisanim biljkama. Korisni mikrobi i njihovo kombinovano inokulisanje (*AMF* + *Pseudomonas* + *Trichoderma*) imaju različitu moć u stvaranju enzima odbrane i pozitivno utiču na prinos paprike u poljskim uslovima.

Tabela 3. Prinos i parametri prinosa paprike sa mikorizom i bez mikorize (Kapoulas i sar., 2019).

Sorta	Prinos (kg/biljci)		Broj plodova/biljci		Rani prinos (kg/biljci)	
	Raiko	Arlequin	Raiko	Arlequin	Raiko	Arlequin
NM*(Kontrola)	1,65b	1,21a	19,2b	17,7a	0,36a	0,22a
M** u fazi rasada	1,88b	1,07a	22,5b	15,8a	0,33a	0,22a
M** u vreme sadnje	2,71a	1,25a	31,2a	18,1a	0,37a	0,25a

*NM- nemikorizirane biljke

**M- biljke sa mikorizom

Inokulacija AM direktno na polju, u toku rasađivanja, je najčešći metod primene. Veći prinos plodova paprike se ostvaruje kada se inokulisanje AM vrši u vreme rasađivanja biljaka na stalno mesto. Rasad

paprike “Raiko” inokulisan u momentu sadnje u plasteniku ostvario je veći prinos (2,71 kg /biljci) nego biljke inokulisane u fazi rasada (1,88 kg) ili neinokulisane biljke (1,65 kg). Kod sorte “Arlekuin” u svim tretmanima ostvaren je sličan prinos plodova po biljci. Broj plodova pri inokuliciji biljaka u vreme sadnje u plasteniku su značajno viši ($31,2 \pm 0,7$) kod sorte Raiko nego kod inokuliranih biljaka u fazi rasada ($22,5 \pm 1,8$) i neinokuliranih, kontrolnih biljaka ($19,2 \pm 1,5$). Korisni mikrobiološki inokulanti, kao što su AM, predstavljaju dobru strategiju za povrtare. Međutim, rezultati mogu varirati u zavisnosti od AM gljiva, sorte povrća, i primenjene agrotehnike. Rezultati naše studije (Kapoulas i sar., 2019) pokazuju da visoka koncentracija fosfora u zemljištu kombinovana sa stresom, poput saliniteta zemljišta, može da poboljša efikasnost mikorizne simbioze kod različitih sorata paprike.

Literatura

- Ali, H., Ismail, G. (2014). Tomato fruit quality as influenced by salinity and nitric oxide. *Turkish Journal of Biology*. 38: 122-129.
- Al-Karaki, G.N. (2017). Effects of mycorrhizal fungi inoculation on green epper yield and mineral uptake under irrigation with saline water. *Advances in Plants and Agriculture Research*. 6(5): 00231.
- Andersen, M.N., Asch, F., Wu, Y., Jensen, C.R., Næsted, H., et al. (2012). Soluble invertase expression is an early target of drought stress during the critical, abortion-sensitive phase of young ovary development in maize. *Plant Physiology*. 130: 591-604.
- Arora, S.K., Partap, P.S., Pandita, M.L., Jalal, I. (2010). Production problems and their possible remedies in vegetable crops. *Indian Horticulture*. 32: 2-8.
- Ayyogari, K., Sidhya, P., Pandit, M.K. (2014). Impact of climate change on vegetable cultivation-a review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 7: 145.
- Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., et al. (2010). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8: 1-16.
- Bhatt, R.M., Rao, N.K.S., Upreti, K.K., Lakshmi, M.J. (2009). Hormonal activity in tomato flowers in relation to their abscission under water stress. *Indian Journal of Horticulture*. 66: 492-495.
- Boonekamp, P.M. (2012). Are plant diseases too much ignored in the climate change debate?. *European Journal of Plant Pathology*. 133: 291-294.

- Cuartero, J., Fernandez-Munaoz, R. (1999). Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*. 78: 83-125.
- Dilip, Kumar G., Sachin, S. S., Rajesh, Kumar. (1990). Importance of mulch in crop production. *Indian Journal of Soil Conservation*, 18: 20-26.
- De la Peña, R., Hughes, J. (2007). Improving vegetable productivity in a variable and changing climate. *Journal of SAT Agricultural Research* 4: 1-22.
- Dias, M.C., Brüggemann, W. (2010). Limitations of photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* under drought stress: gas exchange, chlorophyll fluorescence and Calvin cycle enzymes. *Photosynthetica*. 48: 96-102.
- Drew, M.C. (2009). Plant responses to anaerobic conditions in soil and solution culture. *Current Advances of Plant Science*. 36: 1-14.
- Erickson, A.N., Markhart, A.H. (2012). Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant Cell and Environment*. 25: 123-130.
- FAO (2009). Global agriculture towards 2050 Issues Brief. High level expert forum. Rome, pp: 12-13.
- Folzer, H., Dat, J.F., Capelli, N., Rieffel, D., Badot, P.M. (2006). Response of sessile oak seedlings (*Quercus petraea*) to flooding: an integrated study. *Tree physiology*. 26: 759-766.
- Gibbs, J, Greenway, H. (2008). Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. *Functional Plant Biology*. 30: 1-47.
- Goren, A., Alkalia-Tuvia, S., Perzelan, Y., Aharon, Z., Fallik, E. (2011). Photosensitive shade nets reduce postharvest decay development in pepper fruits. *Advances in Horticultural Science*. 25: 26-31.
- Hayyawi, W.A., Al-Juthery, Fadil G.A., Al-Swedi, Rand A.H.G., Al-Tae, Duraid K.A., AL-Taey.(2019). Grafting of vegetable crops improve diseases control, salt and drought stress tolerance and nutrients, water use efficiency (Article Review). *International Journal of Botany Studies*. 4 (3): 108-114.
- Hundal, I. S., Sandhu, K. S., Doljeet, Singh., Sandhu, M. S. (2000). Effect of different types of mulching and herbicidal treatments on nutrient uptake in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Haryana Journal of Horticulture Science*. 29: 242-244.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L., Cvetković, D., Fallik, E. (2015). Effect of coloured shade-nets on plant leaf parameters and tomato fruit quality. *Journal of Science Food and Agriculture*. 95: 2660–2667.
- Ilić, S.Z., Fallik, E. (2017). Light quality manipulation improve vegetables quality at harvest and 236 postharvest: A review. *Environmental and Experimental Botany*. 139: 79-90.

-
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L., Fallik, E. (2017). Effect of shading by colour nets on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under plastic tunnels and open field. *Zemdirbyste-Agriculture* 104: 53–62.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Dimitrijević, A., Stanojević, L., Cvetković, D., Mastilović, J., Kevrešan, Ž. (2017). Effect of coloured shade-nets on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during summer production. *Scientia Horticulturae*. 226: 389–397.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L.J., Barać, S., Kevrešan, Ž., Mastilović, J., Cvetković, D., Stanojević, L.J. (2019). Bioactive constituents of red and green lettuce grown under colour shade nets. *Emirates Journal for Food and Agriculture*. 31: 937-944.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Fallik, E., Šunić, L., Jakšić, A., Bajić, A., Kevrešan, Ž., Mastilović, J. (2020). Grafting and shading the - influence on postharvest tomato quality. *Agriculture*. 10: 181.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L.J., Tmušić, N., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Stanojević, L.J., Danilović, B., Stanojević, J. (2021). Efficiency of basil essential oil antimicrobial agents under different shading treatments and harvest times. *Agronomy*. MDPI 11: 1574.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Tmušić, N., Stanojević, L.J., Stanojević, J., Cvetković, D. (2022). Essential oils content, composition and antioxidant activity of lemon balm, mint and sweet basil from Serbia. *LWT-Food Science and Technology*. 153: 112210.
- Isopp, H., Frehner, M., Long, S.P., Nösberger, J. (2008). Sucrose-phosphate synthase responds differently to source-sink relations and to photosynthetic rates: *Lolium perenne* L. growing at elevated CO₂ in the field. *Plant, Cell and Environment*. 23: 597-607.
- Jamiołkowska, A., Księżniak, A., Hetman, B., Kopacki, M., Skwaryło-Bednarska, B., Gałązka, A., Thanoon, A.H. (2017). Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with plants and soil microflora. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 16: 89-95.
- Janick, J. (1986). *Horticultural Science*, 4th edn. W.H. Freeman & Co., New York.
- Jat, M.K., Tatarwal, A.S. (2012). Effect of changing climate on the insect pest population National Seminar on Sustainable Agriculture and Food Security: Challenges in Changing Climate.
- Kapoulas, N, Ilić, Z S., Koukounaras, A., Ipsilantis, I. (2019). Application of arbuscular mycorrhizal inoculum in greenhouse soil with manure induced salinity for organic pepper production. *Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 18(1): 129-139.

- Kawase, M. (2011). Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging. *HortScience*. 16: 30-34.
- Koleška, I. (2017). Morfo-fiziološke osobine paradajza u uslovima povećanog saliniteta. Doktorska Disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Kolota, E., Adamczewska-Sowińska, K. (2004). The effects of living mulches on yield, over wintering and biological value of leek. *Acta Horticulture*. 638: 209- 214.
- Kovačević, D., Milenković, L., Lalević, D., Šunić, Lj., Ilić, Z. (2020). Utjecaj malčiranja na kontrolu korova i agronomska svojstva salate. *Glasilo Future 3 (5-6)*: 01–15.
- Krauss, S., Schnitzler, W., Grassmann, J., Woltike, M. (2006). The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit characteristics of tomato. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54: 441-448.
- Krumbein, A., Schwarz, D. (2013). Grafting: A possibility to enhance health-promoting and flavour compounds in tomato fruits of shaded plants? *Scientia Horticulturae*. 149: 97-107.
- Kuo, D.G., Tsay, J.S., Chen, B.W., Lin, P.Y. (2014). Screening for flooding tolerance in the genus *Lycopersicon*. *HortScience*. 17: 76-78.
- Kumar, S.N. (2017). Climate Change and its Impacts on Food and Nutritional Security in India. *Agriculture under Climate Change: Threats, Strategies and Policies*. 1: 48.
- Kurtar, E.S. (2010). Modelling the effect of temperature on seed germination in some cucurbits. *African Journal of Biotechnology*. 9: 9.
- Lazić, B., Ilić, Z., Đurovka, M. (2013). *Organska proizvodnja povrća*. Univerzitet Educons, Novi Sad
- Liao, C.T., Lin, C.H. (2014). Effect of flooding stress on photosynthetic activities of *Momordicacharantia*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 32: 479-485.
- López-Marín, J., González, A., Pérez-Alfocea, F., EgeaGilabert, C, Fernández, J.A. (2013). Grafting is an efficient alternative to shading screens to alleviate thermal stress in greenhouse-grown sweet pepper. *Scientia Horticulturae*. 149: 39-46.
- Martínez-Andújar, C., Albacete, A., Perez-Alfoceaa, F. (2020). Rootstocks for increasing yield stability and sustainability in vegetable crops. *Acta Horticulturae*. 1273: 449-470.
- Malhotra, S.K., Srivastva, A.K. (2014). Climate smart horticulture for addressing food, nutritional security and climate challenges. In: Srivastava AK (ed) *ShodhChintan Scientific articles*, ASM Foundation, New Delhi, pp: 83-97.

- Malhotra, S.K., Srivastava, A.K. (2015). Fertiliser Requirement of Indian Horticulture. *Indian Journal of Fertilisers*. 11: 16-25.
- Maggio, A., De Pascale, S., Angelino, G., Ruggiero, C., Barbieri, G. (2004). Physiological response of tomato to saline irrigation in long-term salinized soils. *European Journal of Agronomy*. 21: 149-159.
- Malik, A.I., Colmer, T.D., Lambers, H., Setter, T.L., Schortemeyer, M. (2012). Short-term waterlogging has long-term effects on the growth and physiology of wheat. *New Phytologist*. 153: 225-236.
- Malhotra, S.K. (2016). Recent advances in seed spices research-a review. *Annals of Plant and Soil Research*. 18: 300-308.
- Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Jakšić, A., Milovanović, I., Stanković, M., Trajković, R., Milenković, L., Ilić, S.Z. (2019). Influence of shading on postharvest lettuce quality: differences 329 between exposed and internal leaves. *Zemdirbyste-Agriculture*. 106 (1): 65-72.
- Mashabela, M.N., Selahle, K.M., Soundy, P., Crosby, K.M., Sivakumar, D. (2015). Bioactive compounds and fruit quality of green sweet pepper grown under different colored shade netting during postharvest storage. *Journal of Food Science*. 80: H2612–H2618.
- Mboup, M., Bahri, B., Leconte, M., Vallavieille Pope, D., Kaltz, O., et al. (2012). Genetic structure and local adaptation of European wheat yellow rust populations: the role of temperature-specific adaptation. *Evolutionary applications*. 5: 341-352.
- Merwin, I. A., Rosenberger, D. A., Engle, C. A., Rist, D. L., Fargione, M. (1995). Comparing mulches, herbicides and cultivation as orchard groundcover management systems. *HortTechnology*, 5: 151-158.
- Milenković, L., Mastilović, J., Kevrešan, Z., Jakšić, A., Gledić A., Šunić, Lj., Stanojević, Lj., Ilić, S.Z. (2018). Tomato fruit yield and quality as affected by grafting and shading. *Journal of Food Science and Nutrition*. 4, 042.
- Milenković, L., Stanojević, J., Cvetković, D., Stanojević, L., Lalević, D., Šunić, L., Fallik, E., Ilić, S.Z. (2019). New technology in basil production with high essential oil yield and quality. *Industrial Crops and Product*. 140: 111718.
- Milenković, L., Mastilović, J., Kevrešan, Z., Bajić, A., Gledić, A., Stanojević, L., Cvetković, D., Šunić, Lj., Ilić, S.Z. (2020). Effect of shading and grafting on yield and quality of tomato. *Journal of Science Food and Agriculture*. 100: 623-633.
- Mijatović, Z., Čonkić, Lj., Miljković, S. (2002). UV zračenje, izvori, osobine, efekti i zaštita. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Muhammad, A.P., Muhammad, I., Khuram, S., Anwar UL-Hassan. (2009). Effect of mulch on soil physical properties and NPK concentration in Maize

- (*Zea mays*) shoots under two tillage system. *International Journal of Agriculture & Biology*. 11: 120-124.
- Nazarbeygi, E., Yazdi, H. L., Naseri, R., Soleimani, R. (2011). The effects of different levels of salinity on proline and A-, B-chlorophylls in canola. *Amer-Euras J Agric. Environ. Sci*. 10: 70-74.
- Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*. 96(1): 66-73.
- Newton, A.C., Johnson, S.N., Gregory. P.J. (2011). Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. *Euphytica*. 179: 3-18.
- Ntsoane, L.M., Soundy, P., Jifon, J., Sivakumar, D. (2016). Variety-specific responses of lettuce grown under the different-coloured shade nets on phytochemical quality after postharvest storage. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*. 91: 520-528.
- Olympios, C. M., Karapanos, I. C., Lionoudakis, K., Apidianakis, I. (2003). The growth, yield and quality of greenhouse tomatoes in relation to salinity applied at different stages of plant growth. *Acta Horticulturae*. 313-320.
- Parent, C., Capelli, N., Berger, A., Crèvecoeur, M., Dat, J.F. (2008). An overview of plant responses to soil waterlogging. *Plant Stress*. 2: 20-27.
- Pautasso, M., Doring, T.F., Garbelotto, M., Pellis, L., Jeger, M.J. (2012). Impacts of climate change on plant diseases-opinions and trends. *European Journal of Plant Pathology*. 133: 295-313.
- Prasad, P.W., Kakani, V.G., Reddy, K.R. (2003). Plants and the environment: ozone depletion. In: *Encyclopedia of applied plant sciences*, pp 749-756.
- Radics, L., Bognar, E.S. (2004). Comparison of different mulching methods for weed control in organic green bean and tomato *Acta Horticulturae*. 639: 189-196.
- Saito, T., Fukuda, N., Nishimura, S. (2006). Effects of salinity treatment duration and planting density on size and sugar content of hydroponically grown tomato fruits. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*. 75: 392-398.
- Sivakumar, R., Nandhitha, G.K., Boominathan, P. (2016). Impact of Drought on Growth Characters and Yield of Contrasting Tomato Genotypes. *Madras Agricultural Journal*. 103: 78-82.
- Sivakumar, D., Jifon, J., Soundy, P. (2018). Spectral quality of photo-selective shade nettings improves antioxidants and overall quality in selected fresh produce after postharvest storage. *Food Revier International*. 34: 290-307.
- Singh, H., Kumar, P., Kumar, A., Kyriacou, C., Colla, G., Roupheal, Y. (2020). Grafting tomato as a tool to improve salt tolerance. *Agronomy*. 10(2): 263.

- Shahak, Y. (2014). Photosensitive netting: An overview of the concept, research and development and practical implementation in agriculture. *Acta Horticulturae*. 1015: 155-162.
- Singh, D. (2014). Effect of Organic manures and biofertilizers on growth, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). M. Sc. Thesis, College of Agriculture, Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya, Jabalpur.
- Slama, I., Ghnaya, T., Savouré, A. (2008). Combined effects of long-term salinity and soil drying on growth, water relations, nutrient status and proline accumulation of *Sesuvium portulacastrum*. *C R Biology*. 331: 442-451.
- Srinivasa Rao, N.K., Bhatt, R.M. (2012). Responses of tomato to moisture stress: Plant water balance and yield. *Plant Physiology and Biochemistry*, New Delhi. 19: 36-36.
- Soylemez, S., Pakyurek, A.Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*. 15(3): 759-770.
- Stikić, R., Jovanović, Z. (2015). *Fiziologija biljaka*, Izd. Naučna KMD, str. 441. ISBN 978-86-6021-088-5
- Šunić, L.J., Ilić, Z.S., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Kovač, R., Bajić, A., Beković, D., Barać, S., Milenković, L. (2022). Effect of shading on fruit quality of grafted tomato plants grown under salinity stress. *in press*.
- Thamburaj, S., Singh, N. (2011). *Textbook of vegetables, tubercrops and spices*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.
- Toth, N., Fabek, S., Herak Čustić, M., Žutić, I., Borošić, J. (2008). Organic soil mulching impacts on lettuce agronomic traits, *Cereal Research Communication*. 36: 395-398.
- Vadez, V., Berger, J.D., Warkentin, T., Asseng, S., Ratnakumar, P., et al. (2012). Adaptation of grain legumes to climate change: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32: 31-44.
- Van Ieperen, W. (1996). Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. *Journal of Horticultural Science*. 71(1): 99-111.
- Vander, Zaag., Demagante, A., Acasi, R., Domingo, A., Hagerman, H. (1986). Response of solanum potatoes to mulching during different seasons in an isohyperthermic environment in the Philippines. *Tropical Agriculture (Trinidad)*. 63: 229-239.
- Vos, J.G.M., Sumarni, N. (1997). Effects of mulch on crop performance and prediction. *Journal of Horticultural Science*. 72: 415-424.
- Waterer, D. R. (2000). Effect of soil mulches and herbicides on production economics of warm-season vegetable crops in a cool climate. *HortTechnology*. 10: 154-159.

- Welbaum, G.E. (2015). Vegetable production and practices. CABI, p: 476.
- Yordanov, I., Velikova, V., Tsonev, T. (2013). Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. *Photosynthetica*. 38: 171-186.
- Yordanova, M., Nikolov A. (2017). Influence of plant density and mulching on weed infestation in lettuce (*Lactuca sativa* var. romana Hort.) *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary*. 10: 71-76.

OPLEMENJIVANJE NA OTPORNOST PREMA PATOGENIMA PŠENICE - STANJE I PERSPEKTIVE

BREEDING FOR RESISTANCE TO WHEAT PATHOGENS - STATUS AND PERSPECTIVES

Radivoje Jevtić^{1*}, Vesna Župunski¹

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo - institut od nacionalnog značaja za
Republiku Srbiju, Novi Sad*

**Autor za korespondenciju: radivoje.jevtic@ifvcns.ns.ac.rs*

Izvod

Proizvodnja strnih žita postala je izazov modernog društva imajući u vidu porast stanovništva i nepovoljne uticaje klimatskih promena. Intezivna primena hemijskih sredstava u biljnoj proizvodnji omogućila je sa jedne strane porast prinosa, ali je dovela i do narušavanja ne samo kvaliteta zemljišta, vode i vazduha već i prirodne ravnoteže između biljaka i patogena. To je dovelo do pojave sve češćih promena u strukturi populacija patogena, menjanja prevalentnih vrsta i rasa patogena, ali i do narušavanja mehanizama odbrane biljaka usled kompleksnosti delovanja abiotičkih i biotičkih faktora stresa. Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO) Ujedinjenih nacija definisala je integralnu zaštitu bilja (IZB) kao specifičnu strategiju u suzbijanja štetnih organizama na najekonomičniji, kao i ekološki i društveno prihvatljiv način. S obzirom da je IZB fleksibilan sistem koji koristi lokalne resurse u kontroli pojave patogena, bolje poznavanje kompleksnosti odnosa biljke domaćina i patogena postaje imperativ savremene zaštite bilja.

Ključne reči: strna žita, obligatni patogeni, fuzarioza klasa pšenice, klimatske promene, integralna zaštita

Abstract

The production of small grains has become a challenge taking into account the increment of global population and the adverse effects of climate change. The intensive plant production enabled cultivation of higher yielding cultivars but it also led to environmental degradation, and the disruption of the natural balance between plants and pathogens. Changes in structure of pathogen populations, variability in predominant pathogens in one growing area, and alterations of plant defence responses due to the complexity of combined effects of abiotic and biotic stressors, arised as major obsticules in pathogen control and crop protection. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has defined integrated pest management (IPM) as a specific strategy in controlling harmful organisms by using the most economical as well as ecologically and socially acceptable way. Given that IPM is a flexible system that uses local resources for pathogen control, better understanding of the complexity of factors affecting the plant-pathogen interaction has become imperative for modern plant protection.

Key words: small grains, obligate pathogens, Fusarium head blight, climate change, integrated pest management

Uvod

Načini proizvodnje pšenice kao najznačajnije ratarske kulture menjali su se kroz vekove. Razvoj novih tehnologija doprineo je sve većem iskorišćenju genetskih potencijala ove biljne vrste ali i do narušavanja prirodne sredine i ravnoteže između biljaka i patogena. Cilj oplemenjivačkih programa uvek je bio fokusiran na stvaranje visko prinosnih i kvalitetnih sorti pšenice sa visokim nivoom otpornosti prema prevalentnim patogenima. Međutim, ove ciljeve je teško ostvariti u jednom genotipu, s obzirom da su prinos i komponente prinosa samo delimično korelisani ili nisu korelisani uopšte (Laidig et al., 2017; Mladenov et al., 2011).

Intenziviranje proizvodnje pšenice uz primenu hemijskih sredstava kao i klimatske promene, podstakli su i promene u genetičkoj strukturi populacija patogena, nastanak novih rasa kao i menjanje prevalentnih vrsta u jednom proizvodnom području (Juroszek and von Tiedemann,

2013). Razvoj saobraćaja i inteziviranje trgovine dodatno su otežali praćenje i kontrolu patogena usled mogućnosti širenja na područja u kojima nisu bili zastupljeni. Iako svaka zemlja ima regulativu za kontrolu uvoza robe, patogeni imaju mogućnost širenja vazdušnim strujama i vetrom čime se podstiče njihova pojava u epidemijским razmerama.

Danas je glavni imperativ integralne zaštite bilja zaštita životne sredine i smanjena primena fungicida. Heeb i sar. (2019) su promovisali strategiju "climate-smart pest management" za efikasnu kontrolu štetnih organizama, ali su takođe istakli da je predviđanje pojave štetnih organizama u epidemijским razmerama, na lokalnom nivou i u kratkom vremenskom roku malo verovatno ili gotovo nemoguće. Pandey i sar. (2017) su ukazali da promene temperaturnih režima, suša i promena saliniteta mogu uticati na interakciju biljke i patogena kroz narušene mehanizme odbrane biljaka. Znajući da komponente signalne mreže abiotičkog i biotičkog stresa mogu imati antagonističko delovanje ili jedna mreža može imati prioritet nad drugom (Glazebrook, 2005; Kissoudis et al., 2014; Yasuda et al., 2008), istraživanja reakcije biljaka na kombinovani abiotički i biotički stres dobijaju na sve većem značaju. Sa tim u vezi, cilj ovog rada je da izdvoji neke od osnovnih izazova praćenja i kontrole obligatnih patogena i prouzrokovaca fuzarioze klasa pšenice i da ukaže na mogućnosti daljih tokova istraživanja kako bi se obezbedila što efikasnija i po životnu sredinu bezbednija proizvodnja strnih žita u budućnosti.

Obligatni patogeni pšenice - promene u prostoru i vremenu

Obligatne patogene pšenice čine pepelnica (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) i tri vrste prouzrokovaca rđa: *Puccinia triticina* (prouzrokovac lisne rđe), *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (prouzrokovac žute rđe) i *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (prouzrokovac stabljične rđe) (Jevtić et al., 2017). Gubici prinosa lisnom rđom mogu doseći 50% (Herrera-Foessel et al., 2006), dok su se gubici prinosa izazvani žutom rđom na teritoriji Srbije kretali i do 60% (Jevtić et al., 2020). Zavisno od sorte i rase, stabljična rđa može da dovede i do potpunog gubitka prinosa, kao što je i bio slučaj 2013. kod etiopijske sorte Digalu (Olivera et al., 2015). Gubici prinosa izazvani pepelnicom mogu doseći 45% (Conner et al., 2003). Obe grupe patogena se mogu naći istovremeno na istom proizvodnom području ili biljci domaćinu ali dominaciju jednog nad drugim definiše

niz fakotra kao što su: klimatski faktori koji uslovljavaju razvojni ciklus patogena, interakcija patogena, nivo osetljivosti biljke domaćina, ali i faktori koji utiču na interakciju biljke domaćina i patogena.

Na globalnom planu, pojava rđa u epidemijskim razmerama je uvek predstavljala pretnju što je i podstaklo formiranje Borlagove Globalne inicijative za rđe (BGRI, eng. Borlaug Global Rust Initiative) i Globalnog referentnog centra za rđe (GRRC, eng. Global Rust Reference Center). Osnovni zadatak ove inicijative je bio intenziviranje međunarodne saradnje u borbi protiv prouzrokovaca rđa. U svetu su zabeležene epidemije stabljične i žute rđe u različitim periodima XX i XXI veka. Na području Ugande 1999. godine došlo je do pojave nove rase TTKSK (Ug99) sa kombinovanom virulentnošću prema više gena za otpornost što je izazvalo pojavu stabljične rđe u epidemijskim razmerama na tom prostoru (Pretorius et al., 2000). Do danas je opisano 8 varijanti *P. graminis* f. sp. *tritici* koje pripadaju grupi Ug99 (Singh et al., 2015). Epidemijska pojava stabljične rđe zabeležena je ponovo 2016. godine kada je nova rasa TTTTF zahvatila hiljade hektara na području Sicilije. Promene u strukturi populacija prouzrokovaca žute rđe takođe su pravile probleme u proizvodnji pšenice kako na području Severne Amerike 2000. godine, tako i u Evropi 2011. godine kada su se pojavile rase „Warrior” i „Kranich” poreklom iz Azije. Obe rase odlikovale su se većom agresivnošću i nizom drugačijih svojstava od dominantnih rasa prouzrokovaca žute rđe na evropskom kontinentu.

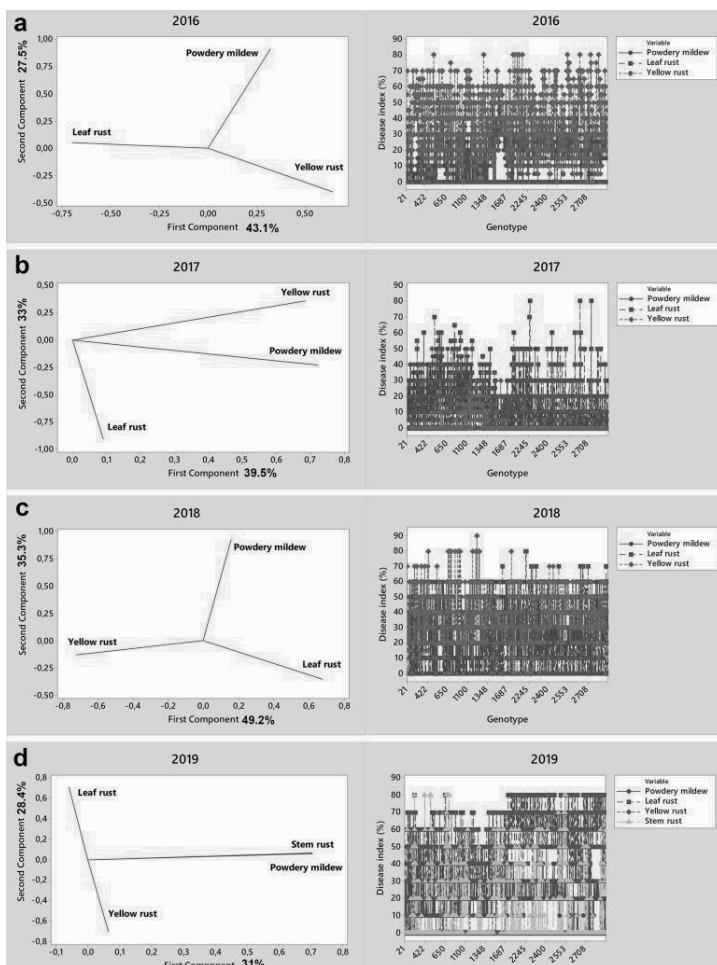
U Srbiji, žuta rđa je bila sporadično prisutna 1997. godine u genetskoj kolekciji na Rimskim šančevima (Jevtić et al., 1997), da bi 2007. godine Jevtić i Jasnić ponovo upozorili na opasnost od jače pojave žute rđe, koja se i desila 2014. usled pojave rase Ratnik „Warrior” (Jevtić et al., 2017). Pojava žute rđe u Srbiji u većim razmerama bila je uslovljena ekstremnim fluktuacijama klimatskih faktora koji su izlazili iz okvira desetogodišnjih proseka. U 2014. godini srednje temperature u januaru i februaru nadmašile su desetogodišnje proseke, a zabeležene su i obilne padavine u martu i aprilu koje su takođe bile iznad prosečnih (Jevtić et al., 2017).

Ekstremno variranje klimatskih faktora dovelo je i do jače pojave stabljične rđe u genetskoj kolekciji na Rimskim šančevima proizvodne 2018/2019, iako je gotovo potpuno nestala sa teritorije Srbije nakon 1960. godine uvođenjem ranih sorti pšenice u proizvodnju (Jevtić et al., 2020). Upozorenje za moguću ponovnu pojavu stabljične rđe u Srbiji ukazao je Jevtić 2017. kada je na pojedinačnim genotipovima iz jarog roka setve

utvrđeno prisustvo rase TTTTF (Jevtić et al., 2020). Proizvodne 2018/2019, suša u vreme setve, koja je nastavljena u vreme nicanja i rasta dovela je do kašnjenja fenofaze izduživanja u stablo (vlatanja), što je bio predulsov da se stabiljčna rđa pojavi na 35% genotipova gentske kolekcije na Rimskim šančevima (Jevtić et al., 2020).

Uticaj klimatskih faktora na broj generacija pepelnice a time i na broj infekcionih ciklusa je velik. Pogodni uslovi za pojavu pepelnice podrazumevaju temperature od 15 do 22°C i visoku vlažnost od 85 do 100% sa povremenom pojavom hladnih talasa. Povoljni temperaturni uslovi za klijanje konidija obuhvataju širok raspon od 1 do 30°C, bez prisustva vode, dok se infekcija ostvaruje na temperaturama od 5 do 30°C. Pepelnica u toku jedne sezone može da ostvari 15-18 generacija uključujući i period od žetve do ponovne setve kada zaražava samonikle biljke tzv. "zeleni most" (Jevtić et al., 2012).

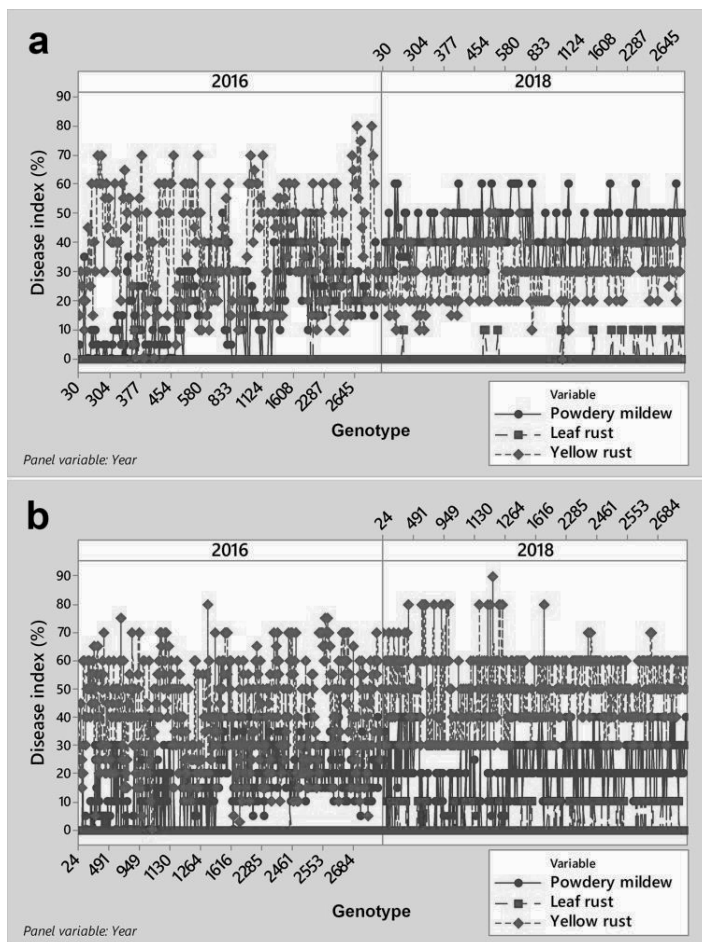
Pojava pepelnice i rđa pšenice u istom proizvodnom području definisana je statusom ekvilibrijuma, što znači da će pojava jednog patogena biti praćena manjom pojavom drugog. Međutim, faktori koji utiču na predominaciju pepelnice nad rđom ili obrnuto uključuju ne samo interakciju samih patogena već i interakciju biljke domaćina i patogena. Ovi odnosi su dodatno složeni imajući u vidu da kompleksno delovanje komponenata signalnih mreža abiotičkog i biotičkog stresa kod biljke domaćina mogu delovati antagonistički ili pospešiti odbranu na više stresnih faktora. Na kompleksnu prirodu faktora koji definišu pojavu obligatnih patogena ukazano je višegodišnjim praćenjem ekonomski značajnih patogena pšenice od strane fitopatološke laboratorije Odeljenja za strna žita, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, na lokalitetu Rimski šančevi u „rasadniku bolesti“ koji uključuje oko 3000 genotipova pšenice. Studija koja je obuhvatila podatke od 2016. do 2019. ukazala je da se faktori koji favorizuju predominaciju jedne vrste rđe nad drugom, kao i faktori koji definišu odnos rđa i pepelnice, menjaju na godišnjem nivou (Jevtić et al., 2020) (Slika 1).



Slika 1. Odnos obligatnih patogena na 1389 genotipova ozime pšenice na lokalitetu Rimski šančevi od 2016. do 2019. godine (Jevtić et al., 2020)

Takođe je ukazano da se značaj uticaja interakcije biljke domaćina i patogena ne sme potceniti, kao i da reakcija biljaka na abiotički stres može uticati na infekciju obligatnim patogenima. To je posebno bilo izraženo u reakciji osetljivih genotipova na žutu rđu, kada su 2016. godine svi genotipovi bili zaraženi, dok je 2018. godine došlo do zaraze samo jedne grupe genotipova, i pored toga što je 2018. godina bila povoljna za pojavu žute rđe. Kod druge grupe osetljivih genotipova u

2018. godini pepelnica je bila predominantna (Jevtić et al., 2020) (Slika 2).



Slika 2. Odnos pepelnice i žute rđe na 740 osjetljivih genotipova ozime pšenice u 2016. i 2018. godini. (a) Set genotipova gde je pepelnica bila predominantna u odnosu na žutu rđu 2018. (b) Set genotipova kod kojih je žuta rđa bila predominantna u odnosu na pepelnicu 2018. Kod oba seta genotipova žuta rđa je bila predominantna 2016. (Jevtić et al., 2020)

Imajući u vidu da klimatske promene utiču na pojavu, distribuciju i predominantnost patogena direktno (uskraćujući ili obezbeđujući pogodne uslove za ostvarenje infekcije i razvoj bolesti), ali i indirektno

preko uticaja na: 1) interakciju patogena koji zauzimaju istu ekološku nišu, ili 2) odnos biljke domaćina i patogena, razvijanje novih sistema praćenja i analiza strukture populacije patogena je od suštinskog značaja za njihovu uspešnu kontrolu. Primena novih tehnologija sekvencioniranja DNK i RNK patogena kao što je platforma (MinION) čiji je zastupnik Oxford Nanopore Technologies omogućila je praćenje rasnog sastava prouzrokovaca rđa direktno u polju iz biljnog tkiva, što je opet preduslov za razvijanje blagovremene i efikasne strategije u kontroli ovih patogena.

Istovremeno, molekularne tehnike sekvencioniranja iRNK biljke domaćina i analize SNP (single nucleotide polymorphism) markera, daju mogućnost da se u perspektivi istraži povezanost genotipa prouzrokovča rđa i pedigrea biljke domaćina kako bi se utvrdilo da li je pad otpornosti prethodno otporne biljke domaćina zaista posledica pojave novih virulentnijih rasa ili nekog drugog faktora. Primenom novih tehnologija biće moguće značajno skratiti proceduru praćenja populacija patogena i karakterizacije sorti i linija strnih žita. To znači da će biti moguće preskočiti pojedine faze analiza koje su po tradicionalnim protokolima bile vremenski zahtevne i koje su uključivale: umnožavanje patogena, testiranje virulentnosti kao i utvrđivanje identiteta biljke domaćina DUS testovima, razdvajanjem proteina gelovima, ili drugim laboratorijski zahtevnim tehnikama (Hubbard et al., 2015). Osavremenjivanje pristupa praćenja populacija pepelnice, kako aseksualne tako i seksualne generacije, uvođenjem novih koeficijenata za analizu sličnosti populacija i razvijanjem novih matematičkih modela prostorne raspodele daće mogućnost za bolje razumevanje faktora koji utiču na promene strukture populacije pepelnice, i njenih odnosa sa biljkom domaćina (Kosman and Leonard, 2007).

I pored toga što su u osnovi poznata dva osnovna tipa otpornosti biljke domaćina prema patogenima (horizontalna i vertikalna), ne sme se izgubiti iz vida i uticaj klimatskih elemenata na efikasnost delovanja mehanizama otpornosti. Naime, utvrđeno je da otpornost biljke na određene abiotičke stresove (visoke temperature, suša) može da podstakne, ali i da inhibira funkcionisanje različitih mehanizama otpornosti prema patogenima. Utvrđeno je da otpornost na visoke temperature može da inhibira sintezu R-proteina (koji obezbeđuju vertikalnu otpornost), ali je isto tako utvrđeno da se ekstremnim fluktuacijama temperatura može podstaći ili inhibirati horizontalni tip otpornosti.

Izazovi kontrole fuzarioze klasa u savremenoj proizvodnji pšenice

Fuzarioza klasa pšenice pripada grupi ekonomski značajnih oboljenja koje dovodi do gubitaka prinosa i do 70 % (Zhang et al., 2012). Štetnost fuzarioze klasa se ogleda i u smanjenju kvaliteta zrna pšenice kao i produkciji mikotoksina koji nepovoljno utiču na zdravlje ljudi i životinja. Prouzrokovajući fuzarioze klasa pšenice čine toksigene vrste roda *Fusarium*: *F. culmorum*, *F. cerealis*, *F. poae*, *F. langsethiae*, *F. sporotrichioides*, *F. graminearum* kompleks vrsta i *F. tricinctum* kompleks vrsta, kao i netoksigeni *Microdochium nivale* i *M. majus* (Pasquali et al., 2016).

Imajući u vidu da se patogena svojstva različitih *Fusarium* vrsta pa čak i različitih hemotipskih grupa u okviru jedne vrste razlikuju (Beyer et al., 2007; Cowger and Arrellano, 2010; He et al., 2019; Lee Jungkwan et al., 2009), praćenje distribucije *Fusarium* vrsta i hemotipskih grupa jedan je od preduslova za ostvarenje efikasne kontrole ovih patogena. Način obrade zemljišta (redukovan ili konvencionalan), klimatski faktori koji utiču na životni ciklus patogena i stepen otpornosti biljke domaćina su obično smatrani najuticajnijim faktorima na pojavu fuzarioze klasa i akumulaciju mikotoksina (Blandino et al., 2017; Shah et al., 2018). Oni su uključivani i u sisteme progonoze pojave fuzarioze klasa pšenice, kao što su: DONCast (Schaafsma and Hooker, 2007), FusaProg (Musa et al., 2007), i Qualimètre® (Froment et al., 2011). Međutim, negativan uticaj klimatskih promena na proizvodnju pšenice, nedostatak visoke korelacije između prinosa i komponenata prinosa i poligena priroda otpornosti prema fuzariozi klasa otežavaju kako oplemenjivanje na otpornost prema ovim patogenima, tako predviđanje šteta koje oni mogu da izazovu (Buerstmayr et al., 2009; Laidig et al., 2017; Mladenov et al., 2011). Do danas je opisano pet tipova otpornosti prema fuzariozi klasa i to su: otpornost na inicijalnu infekciju (Tip I), otpornost na širenje u okviru klasa (Tip II), otpornost na mikotoksine (Tip III), otpornost na infekciju zrna (Tip IV) i tolerantnost (Tip V) (Mesterházy et al., 1999).

Otežavajući faktor u praćenju pojave fuzarioze klasa je i sama činjenica da se struktura populacije i prevalentnost *Fusarium* vrsta može promeniti na jednom proizvodnom području usled uticaja selekcionog pritiska klimatskih promena, genetičke strukture sorti i sredstava za zaštitu bilja. Do 2000. godine dominantna vrsta u Engleskoj, Holandiji,

Norveškoj, Finskoj, severnoj Nemačkoj i severnoj Poljskoj bila je *F. culmorum*, da bi nakon 2000. godine prevalentna vrsta bila *F. graminearum* (Yli-Mattila, 2010; Yli-Mattila et al., 2013). Rasprostranjenost hemotipskih grupa takođe nije ujednačena u različitim delovima Evrope. U centralnoj i južnoj Evropi dominira 15ADON, dok je na severu uobičajenija 3ADON hemotipska grupa (Yli-Mattila et al., 2013).

Karakterizacija biljke domaćina na otpornost/osetljivost prema fuzariozi klasa je kompleksna imajući u vidu da postoji više parametara koji se moraju pratiti kako bi se što preciznije okarakterisao odgovor biljke na infekciju. Parametri ocene fuzarioze klasa su: indeks oboljenja (FHB index - Fusarium head blight index) koji uključuje zastupljenost obolelih biljaka po jedinici površine (incidence) i intenzitet infekcije pojedinačnih biljaka (severity); prisustvo fuzarioznih zrna (FDK – fusarium damaged kernels); i akumulacija mikotoksina (Gilbert and Woods, 2006). Kolb i Boze (2003) su uveli ISK indeks (Incidence, Severity, Kernel damage) koji podrazumeva različito učešće parametara ocene fuzarioze klasa u jednom indeksu. Odnos incidence : severity : FDK u okviru ISK je 30% : 30% : 40%. Pored ISK Kolb i Boze (2003) su uveli DISK indeks koji uključuje i učešće akumulacije mikotoksina u sledećem odnosu: incidence (20 %) : severity (20 %) : FDK (30 %) : DON (30 %). U Kanadi je DISK modifikovan sa ISD indeksom koji isključuje uticaj FDK, a povećava uticaj akumulacije mikotoksina sa učešćem od 60% u indeksu (He et al., 2019). Iako bi bilo praktično da se reakcija biljke domaćina na infekciju fuzariozom klasa izražava samo jednim brojem, Wegulo et al. (2011) i Jevtić et al. (2021) su ukazali da se korelacija indeksa oboljenja (FHB) i FDK razlikuje kod umereno otpornih i osetljivih sorti, kao i da je veća kod umereno otpornih. Ova pojava mogla bi imati za posledicu potcenjivanje ili precenjivanje učešća pojedinih parametara ocene fuzarioze klasa u ukupnoj oceni reakcije genotipova na infekciju *Fusarium* vrstama (Jevtić et al., 2021).

Pored pomenutih, postoje i druga pitanja koja otežavaju uspešno praćenje i kontrolu prouzrokovala fuzarioze klasa pšenice. Ova pitanja proističu iz: 1) nekonzistentnosti odnosa između gubitaka prinosa i parametara za ocenu nivoa zaraze fuzariozom klasa (Wegulo et al., 2011; Willyerd et al., 2012); 2) nedostataka korelacije između akumulacije mikotoksina i nivoa zaraze zrna usled čega i dejstvo fungicida u suzbijanju patogena i smanjenju akumulacije mikotoksina može biti

neujednačeno (Cowger and Arrellano, 2010; Mesterházy, 2002); 3) neujednačenosti efekata načina obrade zemljišta na pojavu *Fusarium* vrsta jer je utvrđeno da zaoravanje podstiče kontrolu jednih (*F. graminearum*) dok pospešuje pojavu drugih vrsta (*F. poe*) (Vogelgsang et al., 2019) i 4) neefikasnosti preparata da u potpunosti kontrolišu pojavu fuzarioze klasa (Wegulo, 2012).

Zaključak

S obzirom da su savremeni uslovi proizvodnje strnih žita suočeni sa neprestanim promenama u populacijama ekonomski značajnih patogena, kao i da se reakcije biljaka na kombinovani abiotički i biotički stres ne mogu predvideti samo na osnovu praćenja efekta individualnih stresora, ovaj rad je ukazao da ni jedna pojedinačna mera zaštite nije dovoljno efikasna u sprečavanju pojave i širenja ekonomski značajnih patogena. Osim toga, ukazano je i da više pažnje treba posvetiti istraživanjima kompleksnosti delovanja faktora abiotičkog i biotičkog stresa na reakciju biljke domaćina, kako bi se sa većom pouzdanošću mogli predvideti ne samo uslovi za pojavu patogena već i razviti efikasni mehanizmi integralne zaštite koji će obezbediti održivu proizvodnju strnih žita u budućnosti.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan kao rezultat Projekta 451-03-68/2022-14/200032 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Beyer, M., Klix, M.B., Verreet, J.A. (2007). Estimating mycotoxin contents of *Fusarium* - damaged winter wheat kernels. *International Journal of Food Microbiology* 119(3): 153–158.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.007>
- Blandino, M., Scarpino, V., Sulyok, M., Krska, R., Reyneri, A. (2017). Effect of agronomic programmes with different susceptibility to deoxynivalenol risk

- on emerging contamination in winter wheat. *European Journal of Agronomy* 85: 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.01.001>
- Buerstmayr, H., Ban, T., Anderson, J. A. (2009). QTL mapping and marker-assisted selection for Fusarium head blight resistance in wheat: A review. *Plant Breeding* 128(1): 1–26. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2008.01550.x>
- Conner, R. L., Kuzyk, A. D., Su, H. (2003). Impact of powdery mildew on the yield of soft white spring wheat cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 83(4): 725–728. <https://doi.org/10.4141/P03-043>
- Cowger, C., Arrellano, C. (2010). Plump Kernels with High Deoxynivalenol Linked to Late Gibberella zeae Infection and Marginal Disease Conditions in Winter Wheat. *Phytopathology* 100(7): 719–728. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-7-0719>
- Froment, A., Gautier, P., Nussbaumer, A., Griffiths, A. (2011). Forecast of mycotoxins levels in soft wheat, durum wheat and maize before harvesting with Qualimètre®. *Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit* 6(2): 277–281. <https://doi.org/10.1007/s00003-010-0655-2>
- Gilbert, J., Woods, S. (2006). Strategies and considerations for multi-location FHB screening nurseries.
- Glazebrook, J. (2005). Contrasting Mechanisms of Defense Against Biotrophic and Necrotrophic Pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 43(1): 205–227. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.040204.135923>
- He, X., Dreisigacker, S., Singh, R. P., Singh, P. K. (2019). Genetics for low correlation between Fusarium head blight disease and deoxynivalenol (DON) content in a bread wheat mapping population. *Theoretical and Applied Genetics* 132(8): 2401–2411. <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03362-9>
- Heeb, L., Jenner, E., Cock, M. J. W. (2019). Climate-smart pest management: Building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *Journal of Pest Science* 92(3): 951–969. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01083-y>
- Herrera-Foessel, S. A., Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Crossa, J., Yuen, J., Djurle, A. (2006). Effect of leaf rust on grain yield and yield traits of durum wheats with race-specific and slow-rusting resistance to leaf rust. *Plant Disease* 90(8):1065–1072. <https://doi.org/10.1094/PD-90-1065>
- Hubbard, A. et al. (2015). Field pathogenomics reveals the emergence of a diverse wheat yellow rust population. *Genome Biology*, 16(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s13059-015-0590-8>
- Jevtić, R., Maširević, S., Vajgand, D. (2012). The impact of climate change on diseases and pests of small grains and sunflowers in the Vojvodina region (Serbia). In D. Mihajlović (Ed.) *Essays on fundamental and applied environmental topics* (pp. 277-305). Nova Science Publishers, Inc.

- Jevtić, R., Jerković, Z., Denčić, S., Stojanović, S. (1997). Pojava žute rđe (*Puccinia striiformis*) na pšenici u 1997. Godini. *Biljni Lekar* 4: 455–458.
- Jevtić, R., Skenderović, N., Župunski, V., Lalošević, M., Orbović, B., Maširević, S., Bagi, F. (2021). Association between yield loss and Fusarium head blight traits in resistant and susceptible winter wheat cultivars. *Journal of Plant Diseases and Protection* 128(4): 1013–1022.
<https://doi.org/10.1007/s41348-021-00486-3>
- Jevtić, R., Župunski, V., Lalošević, M., Jocković, B., Orbović, B., Ilin, S. (2020). Diversity in susceptibility reactions of winter wheat genotypes to obligate pathogens under fluctuating climatic conditions. *Scientific Reports* 10(1): 19608. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76693-z>
- Jevtić, R., Župunski, V., Lalošević, M., Župunski, L. (2017). Predicting potential winter wheat yield losses caused by multiple disease systems and climatic conditions. *Crop Protection* 99: 17–25.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.005>
- Juroszek, P., von Tiedemann, A. (2013). Climate change and potential future risks through wheat diseases: A review. *European Journal of Plant Pathology* 136(1): 21–33. <https://doi.org/10.1007/s10658-012-0144-9>
- Kissoudis, C., van de Wiel, C., Visser, R. G. F., van der Linden, G. (2014). Enhancing crop resilience to combined abiotic and biotic stress through the dissection of physiological and molecular crosstalk. *Frontiers in Plant Science* 5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00207>
- Kolb, F. L., Boze, L. K. (2003). An alternative to the FHB index: incidence, severity, kernel rating (ISK) index. Description of proceedings of the National Fusarium Head Blight Forum (p. 259). Michigan State University, Bloomington MN
- Kosman, E., Leonard, K. J. (2007). Conceptual analysis of methods applied to assessment of diversity within and distance between populations with asexual or mixed mode of reproduction. *New Phytologist* 174(3): 683–696.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02031.x>
- Laidig, F., Piepho, H.-P., Rentel, D., Drobek, T., Meyer, U., Huesken, A. (2017). Breeding progress, environmental variation and correlation of winter wheat yield and quality traits in German official variety trials and on-farm during 1983–2014. *Theoretical and Applied Genetics* 130(1): 223–245.
<https://doi.org/10.1007/s00122-016-2810-3>
- Lee Jungkwan, Chang In-Young, Kim Hun, Yun Sung-Hwan, Leslie John F., Lee Yin-Won. (2009). Genetic diversity and fitness of *Fusarium graminearum* populations from rice in Korea. *Applied and Environmental Microbiology* 75(10): 3289–3295. <https://doi.org/10.1128/AEM.02287-08>

- Mesterházy, Á. (2002). Role of Deoxynivalenol in Aggressiveness of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* and in Resistance to *Fusarium* Head Blight. *European Journal of Plant Pathology* 108(7): 675–684.
<https://doi.org/10.1023/A:1020631114063>
- Mesterházy, Á., Bartók, T., Mirocha, C. G., & Komoróczy, R. (1999). Nature of wheat resistance to *Fusarium* head blight and the role of deoxynivalenol for breeding. *Plant Breeding* 118(2): 97–110.
<https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.1999.118002097.x>
- Mladenov, N., Hristov, N., Kondic-Spika, A., Djuric, V., Jevtic, R., Mladenov, V. (2011). Breeding progress in grain yield of winter wheat cultivars grown at different nitrogen levels in semiarid conditions. *Breeding Science* 61(3): 260–268. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.61.260>
- Musa, T., Hecker, A., Vogelgsang, S., Forrer, H. R. (2007). Forecasting of *Fusarium* head blight and deoxynivalenol content in winter wheat with FusaProg*. *EPP0 Bulletin*, 37(2), 283–289.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2007.01122.x>
- Olivera, P., et al. (2015). Phenotypic and genotypic characterization of race TKTTF of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* that caused a wheat stem rust epidemic in southern Ethiopia in 2013–14. *Phytopathology* 105(7): 917–928.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO-11-14-0302-FI>
- Pandey, P., Irulappan, V., Bagavathiannan, M. V., Senthil-Kumar, M. (2017). Impact of combined abiotic and biotic stresses on plant growth and avenues for crop improvement by exploiting physio-morphological traits. *Frontiers in Plant Science* 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00537>
- Pasquali, M. et al. (2016). A European database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* trichothecene genotypes. *Frontiers in Microbiology* 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00406>
- Pretorius, Z. A., Singh, R. P., Wagoire, W. W., Payne, T. S. (2000). Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. *Plant Disease* 84(2): 203–203.
<https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.2.203B>
- Schaafsma, A. W., Hooker, D. C. (2007). Climatic models to predict occurrence of *Fusarium* toxins in wheat and maize. *International Journal of Food Microbiology* 119(1): 116–125.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.006>
- Shah, L., Ali, A., Yahya, M., Zhu, Y., Wang, S., Si, H., Rahman, H., Ma, C. (2018). Integrated control of *Fusarium* head blight and deoxynivalenol mycotoxin in wheat. *Plant Pathology* 67(3): 532–548.
<https://doi.org/10.1111/ppa.12785>

- Singh, R. P. et al. (2015). Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: Continued threat to food security and prospects of genetic control. *Phytopathology* 105(7): 872–884.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-15-0030-FI>
- Vogelgsang, S. et al. (2019). An eight-year survey of wheat shows distinctive effects of cropping factors on different *Fusarium* species and associated mycotoxins. *European Journal of Agronomy* 105: 62–77.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.01.002>
- Wegulo, S. N. (2012). Factors Influencing Deoxynivalenol Accumulation in Small Grain Cereals. *Toxins* 4(11). <https://doi.org/10.3390/toxins4111157>
- Wegulo, S. N., Bockus, W. W., Nopsa, J. H., De Wolf, E. D., Eskridge, K. M., Peiris, K. H. S., Dowell, F. E. (2011). Effects of integrating cultivar resistance and fungicide application on *Fusarium* head blight and deoxynivalenol in winter wheat. *Plant Disease* 95(5): 554–560.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-07-10-0495>
- Willyerd, K. T. et al. (2012). Efficacy and stability of integrating fungicide and cultivar resistance to manage *Fusarium* head blight and deoxynivalenol in wheat. *Plant Disease* 96(7): 957–967.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-09-11-0763>
- Yasuda, M. et al. (2008). Antagonistic interaction between systemic acquired resistance and the abscisic acid-mediated abiotic stress response in *Arabidopsis*. *The Plant Cell* 20(6): 1678–1692.
<https://doi.org/10.1105/tpc.107.054296>
- Yli-Mattila, T. (2010). Ecology and evolution of toxigenic *Fusarium* species in cereals in northern Europe and Asia. *Journal of Plant Pathology* 92(1): 7–18. Jstor.
- Yli-Mattila, T., Rämö, S., Hietaniemi, V., Hussien, T., Carlobos-Lopez, A. L., Cumagun, C. J. R. (2013). Molecular quantification and genetic diversity of toxigenic *Fusarium* species in Northern Europe as compared to those in Southern Europe. *Microorganisms* 1(1): 162–174.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms1010162>
- Zhang, H., Van der Lee, T., Waalwijk, C., Chen, W., Xu, J., Xu, J., Zhang, Y., Feng, J. (2012). Population analysis of the *Fusarium graminearum* species complex from wheat in China shows a shift to more aggressive isolates. *PLOS ONE* 7(2): e31722. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031722>

MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE PERSPEKTIVNIH LINIJA PAPRIKE INSTITUTA ZA POVRTARSTVO

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PERSPECTIVE LINES OF PEPPER OF THE INSTITUTE FOR VEGETABLE CROPS

Dejan Cvikić^{1*}, Slađan Adžić¹, Zdenka Girek¹, Milan Ugrinović¹, Marina
Dervišević¹, Ivana Živković¹

¹Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

*Autor za korespondenciju: dcvikic@institut-palanka.rs

Izvod

Velika divergentnost genotipova u okviru gajene vrste *Capsicum annuum* L. omogućava neiscrpn proces selekcije u kreiranju novih hibrida, sorti i linija. U Srbiji postoji mnogo sorti paprike stvorenih za različite namene, ali mali broj je stvoren procesom selekcije. Cilj našeg rada je bio da se prikažu ekonomski najznačajnije morfološke osobine nekih perspektivnih linija Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci. Od posmatranih 5 genotipova izdvojio se genotip LPK-10/1 kod kojeg su utvrđene najveće, statistički značajno različite, vrednosti u odnosu na ostala 4 genotipa. Takođe, genotip LPK-05 se izdvojio visokim vrednostima za masu ploda, debljinu perikarpa i sadržaj suve materije. Ispitivani genotipovi su uključeni u dalji proces selekcije u cilju stvaranja novih sorti i linija paprike pedigre metodom selekcije.

Ključne reči: paprika, genotip, selekcija, pedigre metod, Institut za povrtarstvo

Abstract

The great divergence of genotypes within the cultivated species *Capsicum annuum* L. enables an inexhaustible process of selection in the

creation of new hybrids, varieties, and lines. In Serbia, there are many pepper varieties created for different uses, but a small number have been created through a process of selection. The goal of our work was to show the most economically significant morphological traits of some perspective lines of the Institute for vegetable crops in Smederevska Palanka. Of the observed 5 genotypes, the genotype LPK-10/1 was singled out, with the highest, statistically significantly different values compared to the other 4 genotypes. Also, genotype LPK-05 was singled out with high values for fruit mass, pericarp thickness, and dry matter content. The tested genotypes were included in the further selection process in order to create new varieties and pepper lines by the pedigree selection method.

Key words: pepper, genotype, selection, pedigree method, Institute for vegetable crops

Uvod

Paprika (*Capsicum annuum* L.) je jedna od ekonomski najvažnijih povrtarskih vrsta koja se u svetu gaji na oko 2,1 milion ha i čija je ukupna proizvodnja u 2020. godini bila 3.6136.996 t (FAO, 2022). Prema podacima koje prikuplja Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO) u svetu su u poslednjih 5 godina povećane i površine na kojima se gaji paprika i ukupna proizvodnja paprike. U Srbiji je taj trend obrnut, pa je tako površina na kojoj se gaji paprika u odnosu na 2016. godinu u 2020. godini bila umanjena za 41% dok je ukupna proizvodnja smanjena za 53% (FAO, 2022). Razloge treba tražiti u povećanju troškova proizvodnje, nedostatku radne snage, malom tržišnom cenom plodova paprike i sl.

Smatra se da je paprika jedna od prvih domestifikovanih biljnih vrsta na severnoj hemisferi (Perry et al., 2007). Jedna je od najraznovrsnijih povrtarskih vrsta, a koristi se pre svega u prehrambenoj, ali i u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. U prehrambenoj industriji se koristi u različitim oblicima – pečena, ukišeljena, kuvana, u svežem stanju (cela i seckana), u prahu, u obliku sosa (Nadeem et al., 2011). Divergentnost oblika i boje ploda, veličine ploda, sadržaj kapsaicina, sadržaj suve materije pruža veliki prostor selekcionerima u kreiranju novih i drugačijih sorti i hibrida paprike. U oplemenjivačkim programima

selekcioni se najčešće fokusiraju na sledeće osobine: kvalitet ploda, otpornost na ekonomski značajne bolesti, ranostasnost, prinos, tolerantnost na abiotički stres, morfologija biljaka (Crosby, 2008).

Zahtevi tržišta (kako samih proizvođača, tako i potrošača) za plodovima paprike su sve veći, bilo da se upotrebljavaju u svežem ili prerađenom stanju. Iz tog razloga neophodno je da proces selekcije paprike bude kontinuiran. Kroz različite metode procesa selekcije cilj je stvoriti hibride, kao i sorte različitih tipova i namene (Victor et al, 2012; Basay, 2016; Lee et al., 2018; Tudor et al., 2019; Vazquez-Espinosa et al., 2020). U Institutu za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci do danas je stvoreno preko 40 različitih sorti paprike koje su našle široku primenu u proizvodnoj praksi kako u našoj zemlji, tako i u inostranstvu (Cvikić i sar., 2011).

U poslednjih 10-tak godina, razvojem prerađivačkih kapaciteta, akcenat se sve više stavlja na stvaranju plodova paprike namenjenih za industrijsku preradu, intenzivno crvene boje, debelog perikarpa, visokog sadržaja suve materije u tipu kapije (Todorova, 2007). Iz tog razloga smo pristupili ispitivanju perspektivnih genotipova paprike u tipu kapije, da bi sagledali njihove osnovne morfološke osobine. Nakon izvršene evaluacije, kao i sagledavanjem dobijenih rezultata, osnovni cilj ovih istraživanja je bio stvaranje nove linije u tom tipu, bilo da se radi o dobijanju budućih sorata ili hibrida paprike.

Takođe, naša izučavanja imala su za cilj da se postavi komparativni ogled na otvorenom polju, gde bi se utvrdile razlike između samih ispitivanih genotipova, kao i razlike u odnosu na postojeće sorte u ovom tipu.

Materijal i metode rada

Kao materijal u ovom radu korišćeno je pet genotipova paprike u tipu kapije: LPK-01, LPK-02/1, LPK-03/3, LPK-05 i LPK-10, deo kolekcije Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci. Ogled je izveden na oglednom polju, po slučajnom blok sistemu u pet ponavljanja sa po 20 biljaka po ponavljanju. U toku vegetacije primenjene su redovne agrotehničke mere nege (navodnjavanje, đubrenje sa prihranjivanjem, kao i zaštita od biljnih bolesti i štetočina).

Ranostasnost je određena brojem dana od nicanja do pojave prvog cveta, a tehnološka i biološka zrelost je takođe izražena brojem dana od nicanja. Berba je obavljena u punoj biološkoj zrelosti plodova (svi ubrani plodovi su bili crvene boje). Dužina ploda, širina ploda, kao i osobine samih plodova (prosečna masa ploda i debljina perikarpa) utvrđena je prosečnim vrednostima na uzorcima od 30 plodova. Sadržaj suve materije određen je sušenjem plodova na 105°C u trajanju od četiri sata. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni analizom varijanse i testirani LSD testom (Fisher, 1935).

Rezultati i diskusija

Rezultati fenoloških posmatranja za pet navedenih genotipova paprike prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Fenološka posmatranja (broj dana)

Genotip	Setva-nicanje	Nicanje-cvetanje	Nicanje-tehnološka zrelost	Nicanje-biološka zrelost
1. LPK-01	13	77	126	135
2. LPK-02/1	12	68	105	123
3. LPK-03/3	13	70	106	126
4. LPK-05	12	80	135	145
5. LPK-10/1	13	78	130	138

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da su svi genotipovi imali ujednačeno nicanje, tj. nikli su sa razlikom od jednog dana. Što se tiče ranostasnosti možemo videti da je najranija linija LPK-02/1, sledi je LPK-03/3, a najkasnijeg stasavanja je novoprijavljena sorta LPK-05. Takođe, treba napomenuti da svi ispitivani genotipovi imaju duži period vegetacije obzirom da se radi o tipu paprike za industrijsku preradu. Inače do sličnih rezultata za osobinu ranostasnosti u svojim istraživanjima došli su (Bogevska et al., 2017; Cvikić i sar., 2021).

Iako svih pet genotipova pripadaju tipu kapije i različitog su dužine vegetacionog perioda, linija LPK-10/1 ima različite osobine ploda koje joj daju prednost u odnosu na ostale, a to se jasno može videti u Tabeli 2.

Naročito je to izraženo kod osobina masa ploda, debljina perikarpa i sadržaj suve materije. Inače to svakako i jesu najvažnije agronomске osobine kada su u pitanju paprike za industrijsku preradu (Nascimento et al., 2014).

Na osnovu dužine ploda možemo utvrditi da najkraći plod ima linija LPK-05, a da linija LPK-10/1 ima najduži plod. Signifikantna vrednost za osobinu širina ploda, takođe je utvrđena kod linije LPK-10/1, čiji su plodovi u samoj osnovi dosta širi u odnosu na ostale ispitivane genotipove (Tabela 2).

Takođe, kod ispitivane linije paprike LPK-10/1 utvrđena je signifikantna vrednost i za osobinu masa ploda, što je jako bitno za ostvareni ukupni prinos. Signifikantne vrednosti je ostvarila i za osobinu debljina perikarpa, na šta industrijska prerada povrća stavlja poseban akcenat (Shaw and Gantliffe, 2002). Treba napomenuti da i ispitivana linija LPK-05 ima signifikantne vrednosti za ispitivane osobine debljina perikarpa i sadržaj suve materije.

Tabela 2. Karakteristike ploda paprike

Genotip	Dužina ploda (cm)	Širina ploda (cm)	Masa ploda (g)	Debljina perikarpa (mm)	Sadržaj suve materije (%)
1. LPK-01	16,1*	3.3	116,1	4.1	10.2
2. LPK-02/1	14,2	4,0	113,0	4.1	9,5
3. LPK-03/3	14,7	3.7	105.0	4.0	9,4
4. LPK-05	12,6	4,7	137,2*	4,4	11,2*
5. LPK-10/1	17,1**	5,1*	154,3**	4,8*	12,3*
lsd _{0,05}	0,38	0,09	3,21	0,05	0,41
lsd _{0,01}	0,53	0,21	5,33	0,09	0,56

Sadržaj suve materije ja jako važna osobina ploda kod paprike, naročito kod industrijske prerade, prilikom dobijanja raznovrsnih proizvoda od paprike. Plodovi paprike sa većim sadržajem suve materije se mogu i duže skladištiti, jer kod takvih plodova dolazi do manjeg opadanja kvaliteta ploda u smislu gubitka mase ploda (Lama et al., 2020). Kod ispitivane linije LPK-10/1 utvrđena je najviša vrednost za ovu

osobinu, te je čini veoma pogodnom za pravljenje raznovrsnih proizvoda u industrijskoj preradi povrća (ajvar, filet, pindur i dr.). Treba napomenuti da i linija LPK-05 ima visok sadržaj suve materije, sto je takođe čini pogodnom za industrijsku preradu.

Zaključak

Ispitivane linije paprike na osnovu morfoloških karakteristika pokazale su svoje prednosti, kao i nedostatke u pogledu zahteva prerađivačke industrije. Linije LPK-10/1 i LPK-5 su na osnovu ostvarenih rezultata svakako nešto gde će se nastaviti proces selekcije u cilju stvaranja novih hibrida i sorti paprike namenjenih za industrijsku preradu. Naravno, pri tome treba imati u vidu da će se ogled ponoviti i sledeće godine, kako bi bili sigurni u verodostojnost ostvarenih rezultata.

Svakako, ne treba izostaviti ni ostale tri ispitivane linije, jer su pokazale visoku uniformnost kako samih biljaka, tako i plodova. Najvažnije je nastaviti kontinuirani proces selekcije, kako bi stvorili što veći broj sorata paprike za različite namene i potrebe kako proizvođača, tako i samih potrošača.

Zahvalnica

Ovaj ogled je realizovan uz finansijsku pomoć i podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200216).

Literatura

- Basay, S. (2016). F1 hybrid bell pepper breeding. *Recent Researches in Interdisciplinary Sciences*, St. Kliment Ohridski University press, Sofia, Bulgaria, pp. 746-752
- Bogevska, Z., Popsimonova, G., Agic, R., Davitkovska, M. (2017). Comparative trials on kapija type pepper cultivars. – *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, JAFES, 71(2): 15-22.
- Crosby, K.M. (2008). Pepper. In *Vegetables II*, Springer, New York, NY, pp. 221-248.

- Cvikić, D., Muhović, A., Pavlović, N., Đorđević, R., Adžić, S., Pavlović, S., Girek, Z. (2021). LPK-10 nova sorta paprike (*Capsicum annuum* L.) Instituta za povrtarstvo. Zbornik radova I nacionalnog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem "Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja", Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021, pp. 93-98.
- Cvikić, D., Pavlović, N., Zdravković, M., Zdravković, J., Adžić, S., Pavlović, R. (2011). Contemporary approach of breeding elongated pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. – *Acta Agruculturae Serbica*, 15(32): 91-95.
- FAO (*Food and Agriculture Organization*) (2022). FAOSTAT Statistics Database. Dostupno na <https://www.fao.org/faostat/en/>
- Fisher R.A. (1935). The design of experiments. Oliver and Boyd, London, pp. 251.
- Lama, K., Alkalai-Tuvia, S., Chalupowicz, D., Fallik, E. (2020). Extended storage of yellow pepper fruits at suboptimal temperatures may alter their physical and nutritional quality. – *Agronomy*, 10(8): 1109. doi: 10.3390/agronomy10081109
- Lee, W.M., Yang, E.Y., Cho, M.C., Chae, S.Y., Choi, H.S. (2018). Breeding of Korean red pepper variety 'Jeockyoung' with high carotenoid content. – *Korean Society of Breeding Science*, 50(3): 302-306. doi: 10.9787/KJBS.2018.50.3.302
- Nadeem, M., Anjum, F. M., Khan, M. R., Saeed, M., Riaz, A. (2011). Antioxidant potential of bell pepper (*Capsicum annuum* L.)-A review. – *Pakistan Journal of Food Science*, 21(1-4): 45-51.
- Nascimento, M.F., Bruckner, C.H., Finger, F.L., do Nascimento, N.F., do Rêgo, E.R., Do Rego, M.M. (2014). Combining ability for yield and fruit quality in the pepper *Capsicum annuum*. – *Genetics and Molecular Research*, 13(2): 3237-3249. doi: 10.4238/2014.April.29.2
- 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.
- Shaw, N.L., Gantliffe, D J. (2002). Brightly colored pepper cultivars for greenhouse production in Florida. – *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 115: 236-241.
- Todorova, V. (2007): Fruit characterization and influence of variation factors in pepper kapiya type varieties and breeding lines (*Capsicum annuum* L.). – *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13: 309-315.
- Tudor, E.B., Vinătoru, C., Mușat, B., Bratu, C., Dobre, O.L., Drăghici, E.M. (2019). Expressiveness of the main characteristics in 'Decebal', a long pepper variety. – *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, 63(1): 2286-1580.

- Vazquez-Espinosa, M., Fayos, O., V González-de-Peredo, A., Espada-Bellido, E., Ferreira-González, M., Palma, M., ... Barbero, G. (2020). Content of Capsaicinoids and Capsiate in “Filius” Pepper Varieties as Affected by Ripening. – *Plants*, 9(9): 1222. doi: 10.3390/plants9091222
- Victor, A.S., Sokona, D., Theresa, E., Abdou, T., Sanjeet, K., Paul, A.G. (2012). Tools and approaches for vegetable cultivar and technology transfer in West Africa: A case study of new hot pepper variety dissemination in Mali. – *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 4(15): 410-416. doi: 10.5897/JAERD12.006

PRINOS PAPRIKE U ZAVISNOSTI OD PRIMENE VODENIH EKSTRAKATA

PEPPER YIELD DEPENDING ON THE APPLICATION OF AQUEOUS EXTRACTS

Gordana Dozet^{1*}, Vojin Đukić², Zlatica Mamlić², Nenad Đurić³, Gorica
Cvijanović⁴, Snežana Jakšić², Dimitrije Dozet⁵

¹*Megatrend univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola*

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

³*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

⁴*Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac*

⁵*Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad*

*Autor za korespondenciju: dozetg@gmail.com

Izvod

Eksperimentalni ogled sa paprikom bio je postavljen u plasteniku tokom 2021. godine sa sledećim tretmanima: vodeni ekstrakti od korena maslačka, kore banane i preparata Nutri Fos-K koji su primenjeni folijarno. U razvoju održivih poljoprivrednih sistema nastoji se da se smanji upotreba sintetičkih mineralnih đubriva kako bi se dobila zdravstveno bezbedna hrana proizvedena po organskim principima. Postignut je zadovoljavajući broj plodova i prinos paprike u primeni vodenih ekstrakata od korena maslačka i bananine kore. Najbolji rezultati su postignuti sa primenom tečnog sintetičkog đubriva Nutri Fos-K, jer sadrži visoku koncentraciju fosfora i kalijuma. Međutim, primena nedozvoljenih preparata u organskoj proizvodnji negativno utiče na životnu sredinu i poskupljuje proizvodnju. Primena vodenih ekstrakata od biljaka koje se nalaze na gazdinstvu i od biljnih otpadaka ne utiče na poskupljenje proizvodnje. Preporuka je nastaviti sa istraživanjem u pravcu primene vodenih ekstrakata.

Ključne reči: broj plodova, folijarno đubrenje, paprika, prinos

Abstract

An experiment with peppers was set in a greenhouse during the year 2021 and it included the following treatments: aqueous dandelion root and banana peel extracts and Nutri Fos-K preparation which were applied foliarly. In sustainable agricultural systems' development, there are efforts to decrease synthetic mineral fertilizer use to obtain healthy food produced by organic cultivation principles. A satisfactory pepper fruit number and yield were achieved by applying aqueous dandelion root and banana peel extracts. The best results were achieved by applying liquid synthetic fertilizer Nutri Fos-K, because it contains high phosphorus and potassium concentrations. However, the use of prohibited preparations in organic production negatively affects the environment and rises production costs. Applying aqueous extracts of farmstead plants and plant residue does not affect production cost increase. The suggestion is to continue research in the direction of aqueous extract application.

Key words: number of fruits, foliar fertilization, pepper, yield

Uvod

Paprika (*Capsicum annuum* L.) je jedna od najznačajnijih povrtarskih kultura u svetu i kod nas. U svetskim okvirima jedna je od važnijih povrtarskih vrsta i gaji se na oko dva miliona hektara (FAOSTAT, 2022).

Tabela 1. Površine (ha) i prinosi (kg ha⁻¹) paprike u Svetu, Evropi i Republici Srbiji

Godina	Svet		Evropa		Srbija	
	Površina	Prinos	Površina	Prinos	Površina	Prinos
2016	1.913.487	17.600	113.077	28.200	16.977	13.400
2017	1.948.488	18.000	113.062	29.000	17.386	11.400
2018	1.986.279	18.000	103.072	32.100	12.016	11.200
2019	1.963.087	18.300	102.997	33.900	10.097	11.700
2020	2.069.990	17.400	102.432	35.000	9.974	10.700

Danas u svetu postoji veliki broj sorti ove povrtarske vrste čiji se plodovi koriste za različite namene, iako se najčešće konzumira kao sveže povrće.

Površine pod paprikom su poslednjih nekoliko godina (2016-2020) u svetu u porastu, dok prinosi variraju i zavise od godine (Tab. 1). U Evropi je zabeleženo smanjenje površina pod paprikom od 113.077 ha u 2016. godini na 102.432 ha u 2020. godini. Prinosi u Evropi su u stalnom porastu i to od 28.200 kg ha⁻¹ u 2016. do 35.000 kg ha⁻¹ u 2020. godini. U Srbiji je zabeležen pad površina pod usevom paprike od 16.977 ha u 2016. na 10.700 ha u 2020. godini. Takođe su i prinosi u opadanju, pa je tako u 2016. bio prosečan prinos 13.400 kg ha⁻¹, dok je u 2020. godini bio 10.700 kg ha⁻¹.

Sve veća je popularizacija upotrebe zdravstveno bezbedne hrane koja je proizvedena metodama organske tehnologije gajenja. Povrće koje dolazi iz sistema organske poljoprivrede, u kojima proizvođači primenjuju dozvoljena sredstva u organskoj proizvodnji, uključujući i biljne ekstrakte pripremljene na sopstvenom gazdinstvu je posebno cenjeno od strane potrošača (Zaccardelli et al., 2018). Vodeni ekstrakti biljnog materijala sve se više koriste u proizvodnji biljaka, cvečarstvu, ratarstvu i povrtarstvu. Prednost primene biljnih ekstrakata je u njihovom lakom i jeftinom spravljanju na gazdinstvu. Sadrže hraniva u vidu makro i mikro elemenata i fiziološki aktivne materije koje utiču na rast i razvoj biljaka (Đukić i sar., 2021). U savremenoj poljoprivredi se teži povećanju prinosa i kvaliteta plodova, a sa smanjenjem upotrebe hemijskih pesticida i upotrebe veštačkih đubriva. Upotreba organskih preparata, pre svega vodenih ekstrakata određenih biljaka, utiče na opštu plodnost zemljišta, kontrolu biljnih bolesti i biostimulaciju kod gajenih biljaka sa uticajem na povećanje prinosa (Ingham, 1999; Pane et al., 2013; Shaheen et al., 2013; Scotti et al., 2016).

Cilj istraživanja bio je da se utvrdi uticaj vodenih ekstrakata korena maslačka i kore banane, kao i primena tečnog đubriva Nutri Fos-K na broj plodova i prinos paprike gajene u zaštićenom prostoru-plasteniku.

Materijal i metode rada

Za sprovođenje eksperimentalnog ogleada u plasteniku upotrebljen je hibrid paprike F1 Bobita koja se ubraja u tip babure sa krupnim plodovima i izrazito debelim mesom ploda koji je težine 140-180 g. Za tretmane je pripremljen vodeni ekstrakt korena maslačka i kore banane. Pripremljeni su tako što su koren maslačka (0,5 kg) i kora banane (0,5 kg)

usitnjeni i potopljeni svaki sa 5 litara kišnice. Ostavljeni su da odstoje tri nedelje sa povremenim mešanjem. Posle toga proceđeni su i razređeni sa vodom neposredno pre primene u razmeri 1:10. Maslačak je fabrika minerala. Sadrži dobre količine gvožđa, kalcijuma, fosfora, magnezijuma, bakra tako da njegovo kompostiranje ima mnogo smisla. Maslačak sadrži velike količine silicijum dioksida, koji biljke koriste za izgradnju jakih ćelijskih zidova, i kalijum koji skladišti u svom korenu. Vraćajući sve ove hranljive materije u zemljište ili folijarno putem lista utiče da biljke budu “jače” i produktivnije (<http://permaculture.rs/najbolje-biljke-za-kompostiranje>). Kora banane, upotrebljena kao organska prihrana je od velikog značaja za rast i razviće biljaka, jer sadrži mnogo sastojaka koji čine da biljka bude zdrava. U kori banane se nalazi fosfor koji utiče na cvetove tretiranih biljkaka, dok kalijum biljkama pomaže u razvoju i rastu, a kalcijum ih čini jačim. Takođe je primenjen i preparat Nutri Fos-K koji sadrži 15% fosfora i 10% kalcijuma. Primenjen je u količini 1 lha⁻¹.

Ogled je sproveden u toku 2021. godine u plateniku sa kontrolisanim uslovima u četiri ponavljanja. Proizveden je rasad sa pikiranjem, a u prvoj polovini aprila biljke su rasađene i gajene na crnoj malč foliji u trakama. Primenjeno je navodnjavanje sistemom kap po kap i to 35 lm⁻² vode. U toku najtoplijih dana postavljena je mreža preko platenika za senčenje radi zaštite paprike od pojavljivanja ožegotina. Obrada zemljišta je bila standardna za zaštićen prostor uz primenu poluzgorelog goveđeg stajnjaka u količini od 15 kg/m². Primenjene su 3 varijante folijarnog đubriva i kontrola. U kontroli nisu primenjivani nikakvi tretmani, dok je u početku cvetanja i početku formiranja plodova folijarno primenjen vodeni ekstrakt korena maslačka, kore od banane i preparat Nutri Fos-K. U tehnološkoj zrelosti je sukcesivno urađeno 5 berbi, a ukupan broj plodova i masa plodova iskazana je po m² na osnovu matematičkog zbira iz svih pet berbi.

Rezultati i diskusija

Posmatranjem prosečnog broja plodova paprike svih varijanti (uključujući i kontrolu) bilo je 289,2 ploda i to je bilo više u odnosu na kontrolu za 14,99%, dok je prosek primenjenih tretmana bio 301,7 plodova što je za 19,97% odstupanje od kontrolne varijante (Tab. 2).

Najveći broj plodova postignut je primenom Nutri Fos-K (319,3), dok je najmanji broj bio u kontroli (251,5).

Tabela 2. Broj plodova paprike

Tretmani	Broj plodova	Odstupanja (%)	Rang
1. Kontrola	251,5	100,00	4
2. Vodeni ekstrakt maslačka	292,6	16,34	3
3. Nutri Fos-K	319,3	26,95	1
4. Vodeni ekstrakt bananine kore	293,3	16,62	2
Prosek 1-4	289.2	14,99	
Prosek 2-4	301,7	19,97	

U poređenju folijarnih primena vodenih ekstrakata korena maslačka i kore banane nije bilo značajnih razlika (292,6 i 293,3), jer je svega 0,24% manji broj plodova bio kod tretmana sa vodenim ekstraktom korena maslačka u odnosu na tretman sa vodenim ekstraktom kore od banane. Odstupanja sa primenom vodenog ekstrakta korena maslačka bilo je 16,34% i sa primenom vodenog ekstrakta kore od banane bilo je 16,62% u poređenju sa kontrolom, jer je u tim tretmanima izbrojan veći broj plodova u poređenju sa kontrolom. Folijarnom primenom đubriva Nutri Fos-K postignut je veći broj plodova za 9,12% u odnosu na tretman sa vodenim ekstraktom korena maslačka i za 8,86% u poređenju sa primenom vodenog ekstrakta kore od banane.

Tabela 3. Prinos paprike (kg/m²)

Tretmani	Masa plodova	Odstupanja (%)	Rang
1. Kontrola	32,5	100,00	4
2. Vodeni ekstrakt maslačka	36,3	11,69	3
3. Nutri Fos-K	54,5	67,69	1
4. Vodeni ekstrakt bananine kore	52,3	60,92	2
Prosek 1-4	289.2	43,9	
Prosek 2-4	301,7	47,7	

Prinos paprike je bio ukupno u proseku 43,9 kg/m², dok je prosek prinosa iz tretmana iznosio 47,7 kg/m² (Tab. 3). Odstupanje ukupnog proseka u odnosu na kontrolu je 35,07%, dok je odstupanje proseka

primenjenih tretmana 46,07% u poređenju sa kontrolom. Najviši prinos ostvaren je sa primenom folijarnog đubriva Nutri Fos-K (54,5 kg/m²), a najniži u kontroli (32,5 kg/m²). Primenom vodenog ekstrakta korena maslačka postignut je viši prinos paprike za 11,69%, a sa primenom vodenog ekstrakta kore od banane za čak 60,92% u odnosu na kontrolu. Poređenjem dobijenih rezultata prinosa između tretmana utvrđeno je da je primenom vodenog ekstrakta korena maslačka zabeležen niži prinos u odnosu na primenu đubriva Nutri Fos-K za 33,39%, a primenom vodenog ekstrakta kore od banane niži prinos za 4,04% u poređenju sa Nutri Fos-K. Folijarnim tretmanom sa vodenim ekstraktom od kore banane postignut je viši prinos za 44,08% u odnosu na izmeren prinos kod varijante sa tretmanom vodenog ekstrakta od korena maslačka. Pozitivne rezultate u primeni različitih vodenih ekstrakata i biljnog komposta pokazuju istraživanja kod bamije (Siddiqui et al., 2008), kod jagode (Hargreaves et al., 2009), kod paradajza (Radin and Varman, 2011), kod zelene salate i kelerabe (Panne et al., 2014), kod stočnog graška (Hegazi and Algharib, 2014), kao i kod soje i kukuruza šećerca (Kim et al., 2015). U istraživanju Đukić i sar. (2021) vodeni ekstrakt banane povećao je prinos soje za 14,35% u odnosu na kontrolu, dok je vodeni ekstrakt koprive i gaveza povećao prinos soje za 10,15% u odnosu na kontrolu.

Posmatrajući broj plodova i masu plodova po jedinici površine, na osnovu podatka ranga u tabeli 2 i 3 ustanovljena je pozitivna korelacija između broja plodova i prinosa.

Zaključak

Upotreba vodenih ekstrakata od korena maslačka i kore od banane uticala je na povećanje broja plodova i prinos kod paprike. Najveći broj plodova i prinos ostvaren je primenom preparata Nutri Fos-K. Viši prinos ostvaren je primenom vodenog ekstrakta od kore banane, nego sa primenom vodenog ekstrakta korena maslačka.

U organskoj tehnologiji gajenja prednost se daje biljnim preparatima – vodenim ekstraktima koji se lako i bez dodatnih ulaganja pripremaju na gazdinstvu.

Utvrđena je pozitivna korelacija između broja plodova i prinosa paprike.

Preporuka je nastaviti sa istraživanjem u pravcu primene vodenih ekstrakata.

Zahvalnica

Realizacija ovog istraživanja finansirana je sredstvima Republike Srbije, a na osnovu Odluke Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja o finansiranju naučnih istraživanja u 2022. godini, broj: 451-03-68/2022-14 od 17.01.2022.

Literatura

- Dukić, V., Miladinović, J., Mamlić, Z., Dozet, G., Cvijanović, G., Kandelinskaja, Olga, Miljaković, D. (2021). Uticaj vodenog ekstrakta banana i koprive sa gavezom na prinos soje. Zbornik radova nacionalno naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem: Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, 15.12.2021, 285-292.
- FAOSTAT (2022). Pristupljeno: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> 13.09.2022.
- Hargreaves, J.,C., Sina, A. M, Warman, P.R. (2009). Are compost teas an effective nutrient amendment in the cultivation of strawberries? Soil and plant tissue effects. – Journal Science Food Agricultural, 89(3): 390-397. doi: 10.1002/jsfa.3456
- Hegazi, A.Z., Algharib, A.M. (2014). Ultizing compost tea as a nutrient amendment in open field cowpea seed productions System. – Jornal Buo.. Env. Sci., 5:318-328. <https://permaculture.rs/najbolje-biljke-za-kompostiranje/> (14.09.2022.)
- Ingham, E.R. (1999). What is compost tea? Part1. BioCycle, 40: 74-75.
- Kim, M.J., Shim. C.K., Kim, Y.K., Hong, S.J., Park, J.H., Han, E.J., Kim, J.H.,Kim, S.C. (2015). Effect of aerated compost tea on the growth promotion of lettuce, soybean, and sweet corn in organic cultivation. – Plant Pathology Journal, 31(3): 259-268. doi: [10.5423/PPJ.OA.02.2015.0024](https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.02.2015.0024)
- Pane, C., Palese, A.M., Celano, G., Zaccardelli, M. (2014). Effects of compost tea treatments on productivity of lettuce and kohlrabi systems under organic

- cropping management. – Italian Journal. of Agronomy, 9(3): 153-160. doi: [10.4081/ija.2014.596](https://doi.org/10.4081/ija.2014.596)
- Pane, C., Piccolo, A., Spaccini, R., Celano, G., Vilecco, D., Zaccardelli, M. (2013). Agricultural waste-based composts exhibiting suppressivity to diseases caused by the phytopathogenic soil-borne fungi *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia minor*. – Applied Soil Ecology, 65: 43-51. doi: [10.1016/j.apsoil.2013.01.002](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.01.002)
- Radin, A.M., Warman, P.R. (2011). Effect of municipal solid waste compost and compost tea as fertility amendments on growth and tissue element concentration in container-grown tomato. – Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42(11): 1349-1362. doi: [10.1080/00103624.2011.571742](https://doi.org/10.1080/00103624.2011.571742)
- Scotti, R., Pane, C., Spaccini, R., Palese, A.M., Piccolo, A., Celano, G., Zaccardelli, M. (2016). On-farm compost: a useful tool to improve soil quality under intensive farming systems. – Applied Soil Ecology, 107:13-23. doi: [10.1016/j.apsoil.2016.05.004](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.05.004)
- Shaheen, A.M., Rizk, F.A., Sawan, O.M., Bakry, M.O. (2013). Sustaining the quality and quantity of onion productivity throughout complementarity treatments between compost tea and amino acids. – Middle East Journal of Agriculture Research, 2(4): 108-115. doi: [10.36632/mejar/2021.10.4.73](https://doi.org/10.36632/mejar/2021.10.4.73)
- Siddiqui, Y., Meon, S., Ismail, R., Rahmani, M., Ali, A. (2008). Bio-efficiency of compost extracts on the wet rot incidence, morphological and physiological growth of okra (*Abelmoschus esculentus* [(L.) Moench]). Scientia Horticulturae, 117(1): 9-14. doi: [10.1016/j.scienta.2022.111483](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111483)
- Zaccardelli, M., Pane, C., Vilecco, D., Palese, M.A., Celano, G. (2018). Compost tea spraying increases yield performance of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in greenhouse under organic farming system. – Italian Journal of Agronomy, 13 (3): 229-234. doi: [10.4081/ija.2018.991](https://doi.org/10.4081/ija.2018.991)

**BIOHEMIJSKA KARAKTERIZACIJA LISTOVA PARADAJZA U
USLOVIMA VODNOG DEFICITA**

**BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF TOMATO LEAVES
IN CONDITIONS OF WATER DEFICIT**

Slađana Savić^{1*}, Marina Dervišević¹, Lela Belić¹, Milena Marjanović², Ivana Radović², Mirjana Jovović³, Zorica Jovanović²

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

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

³*Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Istočno Sarajevo,
Republika Srpska, BiH*

**Autor za korespondenciju: ssavic@institut-palanka.rs*

Izvod

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita uticaj vodnog deficita na sadržaj prolina i hlorofila, lipidnu peroksidaciju i na vegetativni rast biljaka u listovima dve linije paradajza (M7 i R83). Biljke paradajza su gajene u stakleniku i primenjivana su tri vodna režima (100, 70 i 50% poljskog kapaciteta). Naši rezultati su pokazali da je prosečan sadržaj prolina bio veći u listovima izloženim vodnom deficitu kod obe linije, pri čemu je kod linije R83 razlika ranije registrovana i bila je veća kod tretmana vodnog deficita 50% poljskog kapaciteta. Nije nađena razlika u lipidnoj peroksidaciji između tretmana kod linije M7, dok je kod linije R83 ona bila povećana kod tretmana vodnog deficita od 50% poljskog kapaciteta. Sadržaj hlorofila je bio sličan između tretmana kod ispitivanih linija. Redukcija rastenja u uslovima suše bila je izraženija kod linije M7. Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da linija R83 ima potencijalno bolji odgovor na sušu.

Ključne reči: paradajz, vodni deficit, prolin, lipidna peroksidacija, hlorofil

Abstract

The aim of this investigation was to evaluate the effects of water deficit on proline and chlorophyll content, lipid peroxidation and plant vegetative growth in the leaves of two tomato lines (M7 and R83). Tomato plants were grown in a glasshouse and three water regimes were applied (100, 70 and 50% field capacity). Our results showed that the average proline content was higher in the leaves exposed to water deficit of both lines, whereas in the line R83 this difference was registered earlier and was higher in the treatment the 50% field capacity treatment. No difference in lipid peroxidation was found between treatments of the line M7, while lipid peroxidation was increased in the 50% field capacity treatment of the line R83. Chlorophyll content was similar between treatments in the tested lines. Growth reduction in drought conditions was more pronounced in the line M7. Based on the obtained results, we can conclude that the line R83 has a potentially better response to drought.

Key words: tomato, water deficit, proline, lipid peroxidation, chlorophyll

Uvod

Paradajz (*Solanum lycopersicum* L.) pripada porodici Solanaceae i veoma je važna povrtarska kultura. Može da se gaji na širokom spektru tipova zemljišta pod uslovom da je zemljište dobro drenirano i aerisano (Ankush and Sharma, 2017). Suša je jedan od najizraženijih stresnih faktora koji ograničava rast biljaka i značajno utiču na proizvodnju useva u svetu. Pod uticajem globalnih klimatskih promena, suša se sve češće javlja, a većini zemalja i regiona preči u različitom stepenu (Fullana-Pericás et al., 2018). Nedostatak vode utiče na metabolizam biljaka uzrokujući značajne promene u njihovoj morfologiji, fiziologiji i biohemiji (Torres-Ruiz et al., 2015). Krajnji efekat nedostatka vode ogleda se u redukciji rastenja gajenih biljaka i smanjenju prinosa (Wahb-Allah et al., 2011). Stoga postoji potreba za intenzivnim istraživanjima mehanizama prilagođavanja useva na stres suše. Redukciji rastenja prethode određene biohemijske promene u biljkama. Pod uticajem stresa dolazi do akumulacije reaktivnih formi kiseonika (ROS) koje dovode do lipidne peroksidacije i promena u strukturi ćelijske membrane i gubitka

njene selektivnosti. Stoga povećan nivo lipidne peroksidacije predstavlja indikator osetljivosti biljaka na stres (Cakmak and Horst, 1991; Yuan et al., 2016). Biljke kao odgovor na sušu stvaraju i akumuliraju različite ćelijske osmolite, uključujući prolin, koji reguliše osmotsku i redoks ravnotežu i doprinosi toleranciji biljaka na nedostatak vode (Khan et al., 2015). Takođe, prolin ima i veoma značajnu ulogu tokom delovanja stresa i u stabilizaciji subćelijskih struktura i kao deo antioksidativnog odbrambenog sistema biljaka (Liang et al., 2013). Efekat suše na fotosintetsku aktivnost dovodi do pojave oksidativnog stresa koji utiče na sadržaj hlorofila i posredno na rastenje biljaka. Za razliku od prolina i lipidne peroksidacije, sadržaj hlorofila u listovima se smanjuje u uslovima suše, a smanjenje zavisi od stepena intenziteta stresa (Al Hassan et al., 2015; Sivakumar and Srividhya, 2016) i to uglavnom zbog prisustva aktivnih vrsta kiseonika koje uzrokuju oštećenje hloroplasta (Mohavesh, 2016). U uslovima suše na rast, razvoj i produktivnost biljaka paradajza utiču različiti faktori kao što su: intenzitet i vreme trajanja vodnog deficita, fenološka faza biljke, genotip, itd. (Bray, 1997; Davies et al., 2000; Marjanović et al., 2012). Cilj ovog istraživanja je bio da se prouči uticaj različitog intenziteta vodnog deficita na sadržaj prolina, lipidnu peroksidaciju i sadržaj hlorofila u listovima dve linije paradajza (M7 i R83), kao i na rastenje biljaka.

Materijal i metode rada

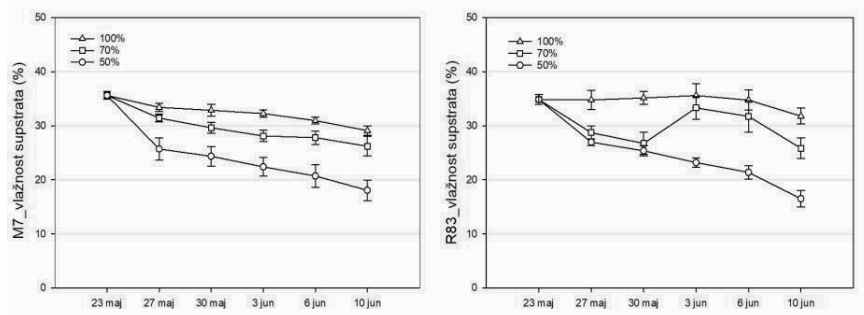
Eksperiment je sproveden u stakleniku Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka 2022. godine. Seme dve linije paradajza (R83 i M7) posejano je u kontejnere od stiropora krajem marta meseca. Biljke su posle 45 dana od setve rasadene u plastične saksije (prečnika 12 cm). U ogledu je korišćen supstrat Domoflor Mix. Sa tretmanima je započeto posle ukorenjavanja biljaka. Primenjena su tri tretmana zalivanja na osnovu poljskog vodnog kapaciteta (100% - optimalan sadržaj vode, vodni deficit - 70% i 50%). Sadržaj vode u supstratu meren je teta probom (ML2X - Delta-T Device, Cambridge, UK) dva puta nedeljno. Takođe, istom dinamikom je određivan sadržaj hlorofila u listovima sa meračem hlorofila (Biobase CM-B - Biobase Biodustry (Shandong) Co., Ltd, China) i uzimani su uzorci listova za određivanje sadržaja prolina i lipidnu peroksidaciju. Sadržaj prolina je određivan po metodi Bates et al.

(1973), dok je lipidna peroksidacija merena preko sadržaja malondialdehida (MDA) i određivana po metodi Heath-a and Packer-a (1968). Na kraju ogleda izmerena je: visina biljaka, broj listova i masa svežih biljaka.

Za analizu parametara rastjenja biljaka korišćen je statistički program SigmaPlot (verzija 14.5), jednofaktorska analiza varijanse sa Tuckey's testom za post hoc poređenje na nivou značajnosti manjim od 0.05.

Rezultati i diskusija

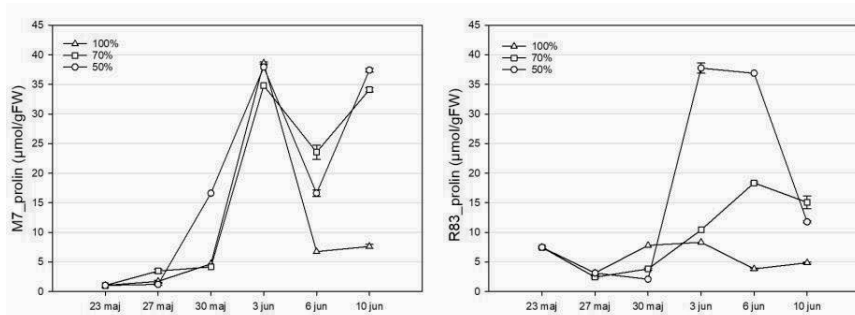
Na grafikonu 1 prikazan je sadržaj vode u supstratu koji se menjao u zavisnosti od primenjenih tretmana. Optimalan sadržaj vode bio je kod tretmana 100% poljskog kapaciteta i iznosio je oko 36%, sa manjim oscilacijama. Deficit vode je bio u tretmanima 70% poljskog kapaciteta (sadržaj vode se kretao oko 30%) i 50% poljskog kapaciteta, gde je sadržaj vode drastičnije opadao tokom eksperimenta da bi na kraju dostigao vrednosti ispod 20%.



Grafikon 1. Sadržaj vode u supstratu

Na grafikonu 2 prikazan je uticaj vodnog deficita na sadržaj prolina u listovima ispitivanih linija paradajza. Kod linije M7 u prve dve nedelje sadržaj prolina u listovima bio je sličan kod svih tretmana, dok se poslednje nedelje značajno povećao kod tretmana vodnog deficita (70% i 50% poljskog kapaciteta) u odnosu na optimalan sadržaj vode. Najveći sadržaj prolina registrovan je kod biljaka izloženih deficitu vode od 50% poljskog kapaciteta gde je utvrđen i najmanji sadržaj vode u supstratu. Kod linije R83 sadržaj prolina u listovima u uslovima optimalnog snabdevanja vodom tokom celog eksperimentalnog perioda održavao se

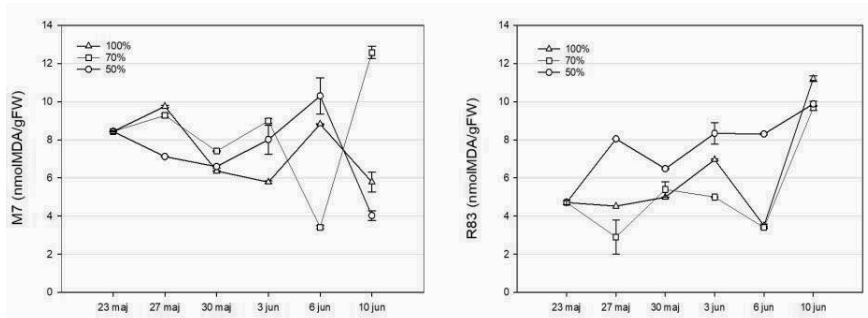
na niskom nivou, dok je pri vodnom deficitu zabeležen njegov rast. Kod obe linije sličan porast sadržaja prolina bio je kod tretmana vodnog deficita od 70% poljskog kapaciteta, dok je mnogo veći njegov sadržaj bio kod tretmana vodnog deficita od 50% poljskog kapaciteta kod linije R83 u odnosu na liniju M7. Značajno je i da je sadržaj prolina kod oba tretmana vodnog deficita kod linije R83 počeo da raste polovinom druge nedelje, par dana ranije u odnosu na liniju M7.



Grafikon 2. Uticaj vodnog deficita na sadržaj prolina u listovima ispitivanih linija paradajza

Akumulacija prolina javlja se u biljkama kao odgovor na različite stresne faktore. Njegova uloga u osmotskom prilagođavanju, stabilizaciji enzima i proteina i sprečavanju oštećenja membrana uzrokovanih povećanim nivoima ROS potvrđena je u različitim studijama efekata suše kod paradajza (Patane et al., 2016; Landi et al., 2017). Povećan sadržaj prolina u listovima paradajza koji je konstatovan u našem eksperimentu je u saglasnosti sa literaturnim podacima za paradajz u uslovima suše (Khan et al., 2015). Na grafikonu 3 prikazan je uticaj vodnog deficita na lipidnu peroksidaciju, odnosno sadržaj MDA kao indikatora oksidativnog stresa u listovima ispitivanih linija paradajza. Iz prikazanih rezultata se vidi da su vrednosti MDA varirale tokom eksperimentalnog perioda kod svih tretmana. Ova variranja bi se mogla objasniti delovanjem pored vodnog deficita i visokih temperatura na biljke gajene u stakleniku. Kod linije R83 vrednosti MDA su bile značajno veće kod tretmana 50% poljskog kapaciteta u odnosu na tretmane 100% i 70% poljskog kapaciteta, izuzimajući poslednju tačku, dok kod linije M7 nije utvrđena značajna razlika između tretmana.

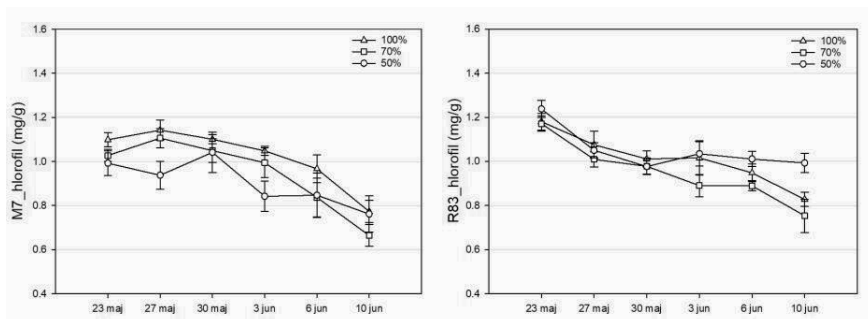
Genotipske razlike u sadržaju MDA u našem eksperimentu utvrđene su i u drugim istraživanjima. Yuan et al. (2016) u svojim istraživanjima su dobili povećanje aktivnosti lipidne peroksidacije u uslovima vodnog deficita kod paradajza kako se sadržaj vode u supstratu smanjivao.



Grafikon 3. Uticaj vodnog deficita na sadržaj MDA u listovima ispitivanih linija paradajza

Ispitivanja genotipova paradajza različite osetljivosti na sušu su takođe ukazala na razlike u sadržaju MDA u uslovima stresa, koje su se reflektovale na redukciju rastenja tih biljaka (Kusvuran and Dasgan, 2017).

Na grafikonu 4 prikazan je uticaj vodnog deficita na sadržaj hlorofila u listovima ispitivanih linija paradajza.



Grafikon 4. Uticaj vodnog deficita na sadržaj hlorofila u listovima ispitivanih linija paradajza

Na sadržaj hlorofila u listovima veći uticaj je imao genotip u odnosu na tretman. U listovima linije paradajza M7 utvrđen je manji sadržaj hlorofila na početku ogleda, prosečno za sva tri tretmana oko 1 mg g⁻¹

mase svežeg biljnog materijala, u odnosu na sadržaj hlorofila u listovima linije paradajza R83 gde je iznosio oko $1,2 \text{ mg g}^{-1}$ mase svežih listova. Na kraju ogleda kod svih tretmana obe ispitivane linije paradajza sadržaj hlorofila je bio manji u odnosu na početak ($0,8$ i $0,9 \text{ mg g}^{-1}$ mase svežih listova), verovatno zato što su biljke paradajza gajene u polukontrolisanim uslovima gde su na sadržaj hlorofila pored vodnog deficita uticali i drugi parametri kao što su temperatura (Janssen et al., 1992; Salem et al., 2022) i starost biljaka (Mauromicale et al., 2006). Literaturni podaci pokazuju da kod paradajza u uslovima dugotrajne umerene suše dolazi do opadanja sadržaja hlorofila, dok primena kratkotrajnog, jakog stresa ne dovodi do promene (Al Hassan et al., 2015). Istraživanja na drugim biljnim kulturama su pokazala da su biljke izložene stresu suše imale značajno smanjenje sadržaja hlorofila u listovima (El-Aty Ibrahim et al., 2022). U našem istraživanju to nije bio slučaj, verovatno zbog dužine i intenziteta izlaganja biljaka vodnom deficitu.

U tabeli 1 prikazan je uticaj vodnog deficita na rastenje biljaka (visinu, broj listova i masu svežih izdanaka), a u tabeli 2 rezultati ANOVA testa o uticaju tretmana i genotipa na posmatrane parametre rastenja.

Tabela 1. Uticaj vodnog deficita na rastenje biljaka (visinu, broj listova i masu svežih izdanaka)

Tretman	Visina biljaka (cm)		Broj listova		Masa svežih izdanaka (g)	
	R83	M7	R83	M7	R83	M7
100% PVK	36,9	26,9	10,4	9	33,3	27,2
70% PVK	36,6	23,7	10,6	7,8	25,2	25,3
50% PVK	35,4	23,4	11,2	7,4	23,3	20,3

Tabela 2. Rezultati ANOVA testa

Poređenje	Visina biljaka (cm)	Broj listova	Masa svežih izdanaka (g)
R83 100% sa M7 100%	***	nz	nz
R83 70% sa M7 70%	***	**	nz
R83 50% sa M7 50%	***	***	nz
M7 100% sa M7 50%	nz	*	nz
R83 100% sa R83 50%	nz	nz	*

*nz - efekat nije statistički značajan, * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$.*

Stepen vodnog deficita je značajno uticao na redukciju rastenja biljaka, na broj listova kod linije M7 i masu svežih izdanaka kod linije

R83. Genotip je takođe imao značajan uticaj na rasteenje, pre svega na visinu biljaka i broj listova. Do sličnih rezultata došlo je više autora (Pervez et al., 2009; Khan et al., 2015) koji su ukazali na karakteristične genotipske razlike u reakciji na stres suše.

Zaključak

Naši rezultati su pokazali da je sadržaj vode u supstratu imao značajan uticaj na ispitivane parametre, kao i genotip. Sadržaj prolina bio je veći u listovima obe linije paradajza izloženih vodnom deficitu (tretmani 70% i 50% poljskog kapaciteta) i ta razlika se pre ispoljila kod linije R83. Nije bilo razlike u lipidnoj peroksidaciji između tretmana kod linije M7, dok je kod linije R83 bila značajno veća kod tretmana 50% poljskog kapaciteta u odnosu na kontrolu i deficit vode od 70% poljskog kapaciteta. Na sadržaj hlorofila u listovima ispitivanih linija paradajza vodni deficit nije imao uticaja, dok je genotip imao značajnog uticaja. Vodni deficit je uticao na rasteenje biljaka kod obe ispitivane linije paradajza, pri čemu je redukcija rasteenja bila izraženija kod linije M7 u odnosu na liniju R83. To nam ukazuje da su ispitivane linije ispoljile razlike u fiziološkom i biohemijskom odgovoru na vodni deficit. S obzirom na akumulaciju prolina, kao i na reakciju rasteenja biljaka kod linije R83 u uslovima suše, može se zaključiti da ona ima potencijalno bolji adaptivni odgovor u odnosu na liniju M7.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Broj ugovora: 451-03-68/2022-14/200216 i 451-03-68/2022-14/200116).

Literatura

Al Hassan, M., Martinez Fuertes, M., Ramos Sanchez, F.J., Vicente, O., Boscaiu, M. (2015). Effects of Salt and Water Stress on Plant Growth and on

- Accumulation of Osmolytes and Antioxidant Compounds in Cherry Tomato. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 43(1): 1-1.
- Ankush, D., Sharma, S.K. (2017). Yield, quality, nutrient and water use efficiency of tomato as affected by different fertigation rates through drip irrigation system. *Indian Journal of Agricultural Research* 51(5): 478-482.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
- Bray, E.A. (1997). Plant responses to water deficit. *Trends Plant Sci.* 2: 48-54.
- Cakmak, I., Horst, W.J. (1991). Effect of aluminium on lipid peroxidation superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). *Plant Physiology* 83: 463-468.
- Davies, W.J., Bacon, M.A., Thompson, D.S., Sobeigh, W., Rodriguez, L.G. (2000). Regulation of leaf and fruit growth in plants in drying soil: exploitation of the plant's chemical signalling system and hydraulic architecture to increase the efficiency of water use in agriculture. *Journal of Experimental Botany* 51: 1617-1626.
- El-Aty Ibrahim, A., Abd El Mageed, T., Abohamid, Y., Abdallah, H., El-Saadony, M., AbuQamar, S., El-Tarabily, K., Abdou, N. (2022). Exogenously Applied Proline Enhances Morph-Physiological Responses and Yield of Drought-Stressed Maize Plants Grown Under Different Irrigation Systems. *Frontiers in Plant Science* 13: 897027.
- Fullana-Pericás, M., Ponce, J., Conesa, M.A. Juan, Ribas-Carbó, A. M., Galmés, J. (2018). Changes in yield, growth and photosynthesis in a drought-adapted Mediterranean tomato landrace (*Solanum lycopersicum* 'Ramellet') when grafted onto commercial rootstocks and *solanum pimpinellifolium*. *Scientia Horticulturae* 233: 70-77.
- Heath, R.L., Packer, L. (1968). Photoperoxidation in Isolated Chloroplasts: I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125: 189-198.
- Landi, S., Lillo, A., Nurcato, R., Grillo, S., Esposito, S. (2017). In-field study on traditional Italian tomato landraces: The constitutive activation of the ROS scavenging machinery reduces effects of drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry* 118: 150-160.
- Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S.K., Becker, D.F. (2013). Proline mechanisms of stress survival. *Antioxidants & Redox Signaling* 19: 998-1011.
- Janssen, L.H.J., Wams, H.E., van Hassel, P.R. (1992). Temperature Dependence of Chlorophyll Fluorescence Induction and Photosynthesis in Tomato as Affected by Temperature and Light Conditions During Growth. *Journal of Plant Physiology* 139(5):549-554.

- Khan, S.H., Khan, A., Litaf, U., Shah, A.S., Khan, M.A., Bilal, M., Ali, M.U. (2015). Effect of Drought Stress on Tomato cv. Bombino. *Journal of Food Processing & Technology* 6: 465.
- Kusvuran, S., Dasgan, H.Y. (2017). Drought induced physiological and biochemical responses in *Solanum lycopersicum* genotypes differing to tolerance. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 16(6): 19-27.
- Marjanović, M., Stikić, R., Vucelić-Radović, B., Savić, S., Jovanović, Z., Bertin, N., Faurobert, M. (2012). Growth and proteomic analysis of tomato fruit under partial root-zone drying. *OMICS A Journal of Integrative Biology* 16 (6): 343-356.
- Mauromicale, G., Ierna, A., Marchese, M. (2006). Chlorophyll fluorescence and chlorophyll content in field-grown potato as affected by nitrogen supply, genotype, and plant age. *Photosynthetica* 44(1): 76-82.
- Mohaewsh, O. (2016). Utilizing deficit irrigation to enhance growth performance and water- use efficiency of eggplant in arid environments. *Journal of Agricultural Science and Technology* 18: 265-276.
- Patane, C., Scordia, D., Testa, G., Cosentino, S.L. (2016). Physiological screening for drought tolerance in Mediterranean long-storage tomato. *Plant Science* 249: 25-34.
- Pervez, M.A., Ayub, C.M., Khan, H.A., Shahid, M.A., Ashraf, I. (2009). Effect of drought stress on growth, yield and seed quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 46(3): 174-178.
- Salem, J.B., Smiti, S. A., Petřivalský, M. (2022). Effects of high growth-medium temperature under controlled conditions on characteristics of tomato leaves. *Biologia Plantarum* 66: 132-145.
- Sivakumar, R. i Srividhya, S. (2016). Impact of drought on flowering, yield and quality parameters in diverse genotypes of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) *Advances in Horticultural Science* 30(1): 3-11.
- Torres-Ruiz, J.M., Diaz-Espejo, A., Perez-Martin, A., Hernandez-Santana, V. (2015). Role of hydraulic and chemical signals in leaves, stems and roots in the stomatal behaviour of olive trees under water stress and recovery conditions. *Tree Physiology* 35: 415-424.
- Yuan, X.K., Yang, Z.Q., Li, Y.X., Liu, Q., Han, W. (2016). Effects of different levels of water stress on leaf photosynthetic characteristics and antioxidant enzyme activities of greenhouse tomato. *Photosynthetica* 54: 28-39.
- Wahb-Allah, M.A., Alsadon, A.A., Ibrahim, A A. (2011). Drought Tolerance of Several Tomato Genotypes Under Greenhouse Conditions. *World Applied Sciences Journal* 15 (7): 933-940.

PRISUSTVO I ZNAČAJ ŠTETOČINA PARADAJZA U SMEDEREVSKOJ PALANCI

PRESENCE AND IMPORTANCE OF TOMATO PESTS IN SMEDEREVSKA PALANKA

Marina Dervišević^{1*}, Slađana Savić¹, Radiša Đorđević¹, Lela Belić¹,
Dejan Cvikić¹, Bojana Gavrilović¹, Draga Graora²

¹Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun

*Autor za korespondenciju: mdervisevic@institut-palanka.rs

Izvod

Proučavanja štetnih vrsta insekata na paradajzu (*Solanum lycopersicum* L.), na oglednim i proizvodnim parcelama Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci, obavljena su korišćenjem standardnih entomoloških metoda i pribora. Na paradajzu, na posmatranim površinama, u zaštićenom prostoru i na otvorenom polju, registrovane su četiri vrste insekata: duvanova sovica (*Helicoverpa armigera* Hübner), moljac paradajza (*Tuta absoluta* Meyrick), kalifornijski cvetni trips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) i zelena povrtna stenica (*Nezara viridula* (L.)). Veća oštećenja izazvale su *H. armigera* i *T. absoluta*, čije su larve nanele štetu hraneći se i na vegetativnim i na generativnim organima paradajza, dok su *F. occidentalis* i *N. viridula* bile manje zastupljene ne nanoseći veća oštećenja.

Ključne reči: paradajz, *H. armigera*, *T. absoluta*, *F. occidentalis*, *N. viridula*

Abstract

Studies of harmful insect species on tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) in the experimental and production fields of the Institute for Vegetable Crops in Smederevska Palanka were carried out using standard entomological methods and equipment. Four species of insects were registered on tomatoes, on the observed fields, in the greenhouses and in the open field: the tobacco bollworm (*Helicoverpa armigera* Hübner), the tomato leafminer (*Tuta absoluta* Meyrick), the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) and the Southern green stink bug (*Nezara viridula* (L.)). Highest damage was caused by *H. armigera* and *T. absoluta*, whose larvae caused damage by feeding on both vegetative and generative organs of tomato, while *F. occidentalis* and *N. viridula* were less abundant and did not cause more damage.

Key words: tomato, *H. armigera*, *T. absoluta*, *F. occidentalis*, *N. viridula*

Uvod

Paradajz (*Solanum lycopersicum* L.) jedna je od najvažnijih i ekonomski najznačajnijih povrtarskih kultura. Prehrambeni značaj paradajza ogleda se u visokom sadržaju hranljivih materija, vitamina i minerala, koji su važni za dobro izbalansiranu ishranu ljudi. Takođe, paradajz ima izuzetno važnu ulogu u poljoprivrednoj proizvodnji i prometu povrća. Proizvodnju paradajza može ugroziti niz biotičkih i abiotičkih faktora (Yebooue et al., 2002; Soro et al., 2008). Među svim poznatim faktorima, insekti imaju poseban značaj i predstavljaju ograničavajući faktor u uspešnom uzgoju paradajza, jer svojom ishranom značajno mogu smanjiti prinos, ali i kvalitet plodova (Oerke, 2006; Ashok Kumar et al., 2009). Paradajz je podložniji napadu insekata od ostalih povrtarskih kultura, uglavnom zbog mekše strukture plodova, a gubici prinosa zavise od intenziteta napada insekata i mogu da iznose 15% a u nekim slučajevima i 95% (Doumbouya et al., 2010; Sajjad et al., 2011; N'Guessan et al., 2012). Paradajz napada veći broj štetočina, među kojima su najznačajniji moljac paradajza, sovice, lisne vaši, bela leptirasta vaš, tripsi i drugi.

Cilj ovog rada bio je da se utvrdi prisustvo štetnih insekata na paradajzu na oglednim i proizvodnim parcelama Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci, kao i njihova uloga i značaj u proizvodnji tokom 2022. godine.

Materijal i metode rada

Proučavanje štetočina paradajza obavljeno je od aprila do septembra 2022. godine na proizvodnim i oglednim parcelama Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci. Linije paradajza M7 i R83 su u zaštićenom prostoru gajene u po 30 saksija, dok je proizvodnja industrijskog paradajza SP – 109 na otvorenom polju zasnovana na oko 0,8 ha. Prisustvo insekata i simptomi oštećenja na biljkama, utvrđivani su vizuelnim pregledom biljaka i metodom uzorkovanja napadnutog biljnog materijala. Larveni stadijumi insekata su sakupljeni iz prirode zajedno sa infestiranim biljnim materijalom i potom pojedinačno gajeni do imaga u Petri posudama ili teglama.

Rezultati i diskusija

Tokom ovih istraživanja u usevu paradajza, registrovane su četiri vrste insekata: duvanova sovica, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae); moljac paradajza, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae); kalifornijski cvetni trips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) i zelena povrtna stenica, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). Duvanova sovica i moljac paradajza su bili više zastupljeni na otvorenom polju nego u zaštićenom prostoru, kalifornijski cvetni trips registrovan je samo u zaštićenom prostoru, dok je zelena povrtna stenica zabeležena samo na otvorenom polju.

***Helicoverpa armigera* – duvanova sovica.** Vrsta je registrovana na paradajzu u zaštićenom prostoru i na otvorenom polju. Prve, pojedinačne jedinke pamukove sovice registrovane su krajem maja u zaštićenom prostoru (staklare i plastenici), dok je na otvorenom polju *H. armigera* bila više zastupljena tokom letnjih meseci. Na otvorenom polju, polaganje jaja je zabeleženo tokom jula i avgusta, uglavnom na vršnim

listovima paradajza i na mladim, tek zametnutim plodovima. Tek ispiljene gusenice, hrane se lišćem, skeletirajući ga a potom prelaze na cvetne pupoljke i cvetove (Sl. 1). Starije larve se ubušuju u plod paradajza, hrane se mezokarpom koji razaraju i prljaju ekskrementima (Sl. 2). U jednom plodu uglavnom se razvijala po jedna, ređe dve gusenice. Tokom perioda istraživanja, *H. armigera* u zaštićenom prostoru nije prouzrokovala značajne simptome oštećenja, dok je na otvorenom polju bila štetnija, imajući u vidu da je zabeležena i na vegetativnim i na generativnim organima paradajza. Gusenice *H. armigera* su osim na paradajzu, pojedinačno zabeležene i na plodovima paprike u zaštićenom prostoru. Značaj ove vrste zabeležili su i drugi autori, navodeći njenu štetnost na brojnim kako ratarskim, tako i povrtarskim kulturama širom Srbije (Sekulić i sar., 2004; Vajgand, 2022).

***Tuta absoluta* – moljac paradajza.** Vrsta je registrovana na paradajzu u zaštićenom prostoru i na otvorenom polju. U zaštićenom prostoru, moljac paradajza primećen je samo na pojedinačnim biljkama (u ogledu) tokom juna meseca. Veća brojnost ove štetočine primećena je tokom jula i avgusta na otvorenom polju (Sl. 3.). Osim na paradajzu, *T. absoluta* uočena je i na korovskim biljkama iz familije Solanaceae (*Solanum nigrum* L. i *Datura stramonium* L.). Larve nanose štete na biljkama, od faze rasada pa sve do plodonošenja. Nakon piljenja, larve se ubušuju najpre u listove, formirajući mine nepravilnog oblika, koje mogu zahvatiti ceo list (Sl. 4.). U slučaju jačeg napada dolazi do nekroze i propadanja celih biljaka. Kasnije, tokom vegetacije, larve se ubušuju u zelene i zrele plodove, hrane se mezokarpom i razaraju unutrašnjost ploda. U jednom plodu, zabeleženo je i po 4-5 larvi *T. absoluta* (Sl. 5.). Veća štetnost *T. absoluta* zabeležena je u fazi plodonošenja paradajza, kada zbog karence nije bilo moguće primeniti insekticide. *T. absoluta* je u Srbiji prvi put registrovana 2010. godine, i od tada je redovno prisutna, naročito u regionima gde se paradajz intenzivno gaji (Toševski et al., 2011). Za suzbijanje ove vrste važno je primeniti skup adekvatnih mera borbe, od kojih su agrotehničke mere, upotreba feromonskih klopki, insekticida i proizvoda na bazi biljnih ekstrakata, pokazali zadovoljavajuće rezultate (Cocco et al., 2012; Hanafy and El-Sayed, 2013). Osim toga, upotrebom prirodnih neprijatelja poput predatora *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Heteroptera: Miridae) i parazitoidne ose *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Himenoptera: Trichogrammatidae), smanjena je brojnost

populacija *T. absoluta*, kako u plastenicima tako i na otvorenom polju (Abbes et al., 2012).

***Frankliniella occidentalis* – kalifornijski cvetni trips.** Tokom aprila na paradajzu gajenom u stakleniku, zabeležene su prve pojedinačne jedinke kalifornijskog cvetnog tripsa. Ova vrsta je široki polifag i može naneti značajna oštećenja na velikom broju biljnih vrsta, uključujući brojne povrtarske i ukrasne biljke. Larve i imaga se hrane isisavanjem sokova na listovima, pupoljcima, cvetovima i plodovima, a na mestima ishrane dolazi do formiranja sitnih, beličastih pega. Osim direktnih šteta koje nanosi ishranom, kalifornijski cvetni trips posebno je značajan kao prenosilac virusa, kada dovodi do velikih ekonomskih gubitaka (Rugman-Jones et al., 2010; Jović et al., 2012). Skriveni način života, visok potencijal razmnožavanja i veliki broj generacija koje ova vrsta formira u zaštićenom prostoru, omogućavaju joj stalno prisustvo na biljkama. Tako je tokom istraživanja vrsta bila redovno prisutna u stakleniku ali u maloj brojnosti i bez većih simptoma oštećenja. U cilju suzbijanja *F. occidentalis* primenjuju se integralne mere borbe koje uključuju sprečavanje pojave tripsa (uklanjanje biljnih ostataka i korova), praćenje pojave tripsa upotrebom plavih lepljivih klopki, kao i korišćenje adekvatnih hemijskih mera suzbijanja (Drobnjaković et al., 2017).

***Nezara viridula* – zelena povrtna stenica.** Vrsta je registrovana na otvorenom polju na pojedinačnim plodovima paradajza. Oštećenja su primećena tokom jula i avgusta. Larve i odrasle jedinke su zabeležene kako na zelenim, tako i na zrelim plodovima (Sl. 6.). Na mestima ishrane je dolazilo do diskoloracije (uočljive žute mrlje na pokožici), a plodovi su zaostajali u porastu, bili su kržljavi i neukusni. Primećeno je da su larve i odrasle jedinke *N. viridula* bile najviše aktivne sredinom dana, kada je temperatura bila visoka. Osim na paradajzu, prisustvo vrste zabeleženo je i na susednim parcelama na kojima se gajila soja i pasulj, što ukazuje na preferenciju *N. viridula* ka mahunarkama. S obzirom na veliku polifagnošću i sve veću brojnost ove vrste, od mera borbe preporučuju se praćenje brojnosti i redovne mere zaštite naročito na povrtarskim i ratarskim kulturama, u cilju sprečavanja većih šteta. Insekticidi se obično primenjuju u fenofazi cvetanja ili formiranja plodova, a obzirom na to da ova štetočina napada i plodove pred berbu, primenu insekticida treba uskladiti sa berbom, odnosno ispoštovati karenju preparata (Kereši et al, 2012; Kereši et al., 2019).



Sl. 1. Gusenica *H. armigera* na listu paradajza



Sl. 2. Gusenica *H. armigera* u plodu paradajza



Sl. 3. Adulti *T. absoluta*



Sl. 4. *T. absoluta* - mine na listu paradajza



Sl. 5. Gusenica *T. absoluta* u plodu paradajza



Sl. 6. Larve *N. viridula* na plodovima paradajza

Zaključak

U usevu paradajza su u periodu od aprila do septembra 2022. godine utvrđene četiri vrste insekata: *Helicoverpa armigera*, *Tuta absoluta*, *Frankliniella occidentalis* i *Nezara viridula*. Najveće štete prouzrokuju *H. armigera* i *T. absoluta*. Larve ovih vrsta oštećuju plod paradajza, što se direktno odražava na smanjenje upotrebne i tržišne vrednosti ploda. Kalifornijski cvetni trips, *F. occidentalis*, zabeležen je tokom cele vegetacije u zaštićenom prostoru u maloj brojnosti pa simptomi oštećenja nisu bili vidljivi. Zelena povrtna stenica, *N. viridula*, je registrovana na otvorenom polju, tokom letnjih meseci, gde je prouzrokovala diskoloraciju i kržljivost pojedinačnih plodova. S obzirom da je paradajz u toku proizvodnje izložen napadu mnogih štetočina, u cilju njihovog suzbijanja preporučuje se upotreba integralnih mera borbe kako bi se sprečila pojava i povećanje brojnosti insekata i ispoljavanje značajnih šteta.

Zahvalnica

Istraživanja prikazana u ovom radu finansirana su sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovorom o realizaciji i finansiranju NIO u 2022. godini broj 451-03-68/2022-14/200216.

Literatura

- Abbes, A., Harbi, A., Chermiti, B. (2012). The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 42 (2): 226–233. doi: 10.1111/epp.2559
- Ashok Kumar, C. T., Shivaraju, C. (2009). Bioefficacy of newer insecticide molecules against tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) . Journal of Agricultural Science 22: 288 – 289.
- Cocco, A., Deliperi, S., Derio, G. (2013). Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. Journal of Applied Entomology 137 (1–2): 16–28.

- Doumbouya, M., Koné, D., Fondio, L., Soro, S., Yatty, J. K., Aïdara, D. (2010). Caractérisation pathogénique de *Sclerotium rolfsii* Saccardo (Corticaceae) sur 3 variétés de tomates et effet du milieu de culture sur le potentiel infectieux du champignon. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4(4): 1294-1309.
- Drobnjaković, T., Prijović, M., Perić, P. (2017): Štetne artropode paradajza i paprike. *Biljni lekar* 45(6), 723–743.
- Hanafy, H. E. M., El-Sayed, W. (2013). Efficacy of bio-and chemical insecticides in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and *Helicoverpa armigera* (Hubner) infesting tomato plants. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 7 (2): 943-948.
- Jović, J., Mitrović, M., Cvrković, T., Krstić, O., Toševski, I. (2012). Occurrence and molecular identification of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in Serbia. *Book of proceedings of the International Symposium on Current Trends in Plant Protection, Belgrade, Republic of Serbia, 25–28 September 2012*, pp. 520-525.
- Kereši, T., Sekulić, R., Protić, Lj., Milovac, Ž. (2012). Pojava stenice *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae) u Srbiji. *Biljni lekar* 4: 296-303.
- Kereši, T., Konjević, A., Popović, A. (2019): Posebna entomologija 2. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- N'Guessan, C. A., Abo, K., Fondio, L., Chiroleu, F., Lebeau, A., Poussier, S., Wicker, E. Koné D. (2012). So near and yet so far: The specific case of *Ralstonia solanacearum* populations from Côte d'Ivoire in Africa. *Bacteriology* 102(8): 733-740.
- Orke, E. C. (2006). Centenary review: Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144: 31-43.
- Rugman-Jones, P. F., Hoddle, M. S., Stouthamer, R. (2010): Nuclear - mitochondrial barcoding exposes the global pest western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) as two sympatric cryptic species in its native California. *Journal of Economic Entomology* 103(3): 877-886. doi: 10.1603/EC09300
- Sajjad, M., Ashfaq, M., Suhail, A., Akhtar, S. (2011). Screening of tomato genotypes for resistance to tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 48: 49 – 52 .
- Sekulić, R., Kereši, T., Maširević, S., Vajgand, D., Forgić, G., Radojčić, S. (2004). Pojava i štetnost pamukove sovice (*Helicoverpa armigera* Hbn.) u Vojvodini tokom 2003. godine. *Zbornik radova, sveska 40. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad*, pp, 189-202.
- Soro, S., Doumbouya, M., Koné, D., Kouadio Y. J. (2008). Potentiel infectieux des sols de cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous abri et

- incidence de l'âge de repiquage sur la vigueur des plants vis-à-vis de *Pythium* sp. à Songon-Dabou en Côte d'Ivoire. *Tropicultura* 26(3): 173-178.
- Toševski, I, Jović, J., Mitrović, M., Cvrković, T., Krstić, O., Krnjajić, S. (2011). *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae): a new pest of tomato in Serbia. *Pesticides and Phytomedicine* 26(3): 197–204. doi: 10.2298/PIF1103197T
- Vajgand, D. (2022). Analiza pojave sovica *Helicoverpa armigera* Hbn. i *Autographa gamma* L. tokom 2019., 2020. i 2021. godine u Bačkoj (Srbija). *Biljni lekar* 50(1): 29-39. doi: 10.5937/BiljLek2201029V
- Yeboue, N. L., Foua, Bi, K., Kehe, M. (2002). Inventaire de l'entomofaune associé à la culture du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) en zone forestière de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine (AISA)* 14(3): 165-181.

**UTICAJ GENOTIPA NA BROJ MAHUNA PO BILJCI I PRINOS
SEMENA PASULJA I BORANIJE**

**IMPACT OF GENOTYPE ON THE NUMBER OF PODS AND
THE SEED YIELD OF COMMON AND GREEN BEANS**

Milan Ugrinović^{1*}, Zdenka Girek¹, Suzana Pavlović¹, Đorđe Moravčević²,
Jelena Damnjanović¹, Lela Belić¹, Nenad Đurić¹

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

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

**Autor za korespondenciju: milan.ugrinovic@gmail.com*

Izvod

Pasulj i boranija pripadaju istoj botaničkoj vrsti (*Phaseolus vulgaris* L.). Pasulj se gaji zbog fiziološki zrelog semena a boranija zbog mahuna, koje su u tehnološkoj zrelosti još nedozreli plodovi. S druge strane, nema razlike u tehnologiji gajenja semenskih useva pasulja i boranija. U radu je proučavan uticaj sorte na broj mahuna po biljci i prinos semena po jedinici površine šest sorti pasulja i boranija. Proučavane sorte bile su Galeb, Palanački zlatnožuti (PZŽ), Biser, Šumadinka, Darina i Palanačka rana. Najveći prosečan broj mahuna po biljci (8,7) i najveći prinos semena po jedinici površine (1190,83 kg ha⁻¹) zabeležen je kod sorte Biser. Najmanji prosečan broj mahuna po biljci (0,74) i najniži prinos (150,73 kg ha⁻¹) zabeležen je kod sorte PZŽ. Među sortama koje se u ishrani koriste kao boranija, po broju mahuna i prinosu po jedinici površine izdvaja se sorta Palanačka rana sa 7,03 mahuna po biljci i 1005,5 kg ha⁻¹.

Ključne reči: sorta, pasulj, boranija, seme

Abstract

Botanically the same species (*Phaseolus vulgaris* L.), common bean and green bean have different use. Common bean varieties are used as a mature seeds and green bean varieties as an immature pods. When it comes to seed production technology, there is not any differences between common bean and green bean seed production. In this work, the effects of different *Phaseolus vulgaris* L. varieties on number of pods per plant and seed yield per hectare were examined. Examined varieties were: Galeb, Palanački zlatnožuti (PZZ), Biser, Šumadinka, Darina and Palanačka rana. The highest average number of pods per plant, 8.7 and the highest seed yield 1190.83 kg/ha, was recorded for Biser variety. The lowest average number of pods per plant (0.74) and the lowest yield of 150.73 kg/ha was recorded for PZZ variety. Among the green bean varieties the highest number of pods (7.03) and yield (1005.5 kg/ha) were performed with variety Palanačka rana.

Key words: variety, common bean, green bean, seed

Uvod

Pasulj i boranija su sa agronomskog stanovišta cenjeni usevi mahunarki koji pripadaju istoj botaničkoj vrsti (*Phaseolus vulgaris* L.). Pasulj se gaji zbog fiziološki zrelog semena a boranija zbog mahuna, koje su u tehnološkoj zrelosti, fiziološki, još nedozreli plodovi. Tako se genotipovi pasulja značajnije razlikuju po obliku, veličini i boji semena, a genotipovi boranije po obliku, boji i veličini mahuna. U odnosu na pasulj, seme boranije, najčešće se teže raskuvava, ali su mahune sočnije i sa manjim sadržajem sklerenhimskih ćelija i mehaničkih tkiva. Kako kod pasulja tako i kod boranije postoje čučave forme determinantnog porasta (var. *nanus*) i tzv. pritkaši koji su indeterminantnog porasta (var. *vulgaris*). Ranije su kod nas u proizvodnji bile zastupljenije forme indeterminantnog porasta koje su najčešće gajene u združenom usevu sa kukuruzom ili na manjim površinama u čistom usevu uz prtku. U poslednjih nekoliko decenija dominiraju genotipovi determinantnog porasta koji se gaje u čistom usevu jer je u takvim uslovima relativno lako mehanizovano sprovesti sve neophodne agrotehničke mere,

uključujući i kontrolu korova primenom herbicida (Glamočlija, 2004; Lešić et al., 2004; Savić et al., 2021; Ugrinović et al., 2021).

Od trenutka širenja izvan centara porekla pa do današnjih dana, pasulj se ubraja među najznačajnije gajene vrste kako u Evropi tako i na drugim kontinentima. Zbog nutritivne vrednosti, naročito kao značajan izvor proteina, pasulj je od neprocenjive vrednosti u zemljama sa manjim bruto društvenim proizvodom (Ugrinović et al., 2021). Osim toga, sa agronomskog stanovišta, pasulj se uz ostale leguminoze nalazi u grupi onih biljnih vrsta koje imaju sposobnost azotofiksacije posredstvom simbiotskih bakterija koje se nastanjuju u korenskim kvržicama. Slično je i kod boranije, uprkos kraćem vegetacionom periodu. Pristupni mikroorganizmi i njihova aktivnost u rizosferi obezbeđuje bolju rastvorljivost pojedinih makroelemenata i veću produktivnost združenih useva kada se u njima nalazi i boranija (Ugrinović et al., 2014; Dinić et al., 2014; Ugrinović et al., 2020).

Kada je reč o semenskim usevima pasulja i boranija, nema razlike u tehnologiji gajenja. Boranije gajene kao semenski usevi ubiraju se u fazi fiziološke zrelosti semena (kao i semenski i merkantilni usevi pasulja), kada su mahune suve i počinju da pucaju. Cilj proizvodnje semenskih useva pasulja i boranija je produkcija što veće količine semena koje po kvalitetu zadovoljava minimalne uslove klijavosti (70%), vlage, mase 1000 semena i zdravstvene ispravnosti (Pravilnik o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja 47/1987 sa dopunama).

S obzirom na to da je korenov sistem kod pasulja i boranija slabo razvijen i ne prodire duboko u zemljište, kao i na druge morfološke osobine, vrsta *Phaseolus vulgaris* je vrlo osetljiva na zemljišnu sušu (Savić et al., 2014; Pandurović et al., 2019).

Kritičan period za useve pasulja (i boranija) je period cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja semena. U slučaju kada se u ovom periodu pojave visoke temperature, naročito udružene sa zemljišnom i vazdušnom sušom ili vetrom, uvećava se verovatnoća odbacivanja cvetova i tek formiranih mahuna (Dozet et al., 2019).

Kao rezultat klimatskih promena, u protekle dve decenije sve učestalije se pojavljuju visoke letnje temperature koje su najčešće udružene sa smanjenom vlažnošću vazduha (Pörtner et al., 2022). To je verovatno i jedan od razloga smanjenja površina pod usevima pasulja u našoj zemlji. Kako navode Ugrinović et al. (2021), u protekle dve decenije beleži se smanjenje površina na kojima se seje pasulj i smanjenje

ukupne proizvodnje, uprkos prinosima koji su po pravilu (808 - 1294 kg ha^{-1}), iznad svetskog proseka. S druge strane, u svetu se pasulj svake godine seje na više od 30 miliona hektara sa trendom porasta zasejanih površina u poslednjoj deceniji.

Materijal i metode rada

Poljski mikroogled, postavljen je na Oglednom polju Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka, lociranom u neposrednoj blizini Smederevske Palanke (102 m nadmorske visine, 44°22' severne geografske širine, 20°47' istočne geografske dužine). S obzirom na neposrednu blizinu dve reke (Kubršnice i Jasenice) i njihovo ušće, zemljište zastupljeno na oglednom polju nastalo je njihovim izraženim delovanjem, nanošenjem finih čestica koje su isprane sa Rudnika i okolnih uzvišenja i ubraja se u aluvijalne smonice bez sadržaja kalcijum karbonata (Tabela 1). Određivanje parametara obuhvaćenih osnovnom agrohemijском analizom, obavljeno je u Hemijskoj laboratoriji Instituta za zemljište (Topčider, Beograd), u skladu sa Hemijskim metodama ispitivanja zemljišta (Bogdanović et al., 1966). Ekstrakcija lakopristupačnog fosfora i kalijuma iz uzorka zemljišta obavljena je uz pomoć laktat-jona tj. po AL metodi (Egner et al., 1960).

Tabela 1. Rezultati osnovne agrohemijske analize uzorka zemljišta sa Oglednog polja Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka

pH (KCl)	CaCO₃ (%)	Humus (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
6,7	0	2,45	0,16	385,5	322,0

Prosečne vrednosti temperature i padavina za ogledni period kao i višegodišnji proseci navedenih parametara prikupljeni su sa sajta RHMZS Republike Srbije za Meteorološku stanicu Smederevska Palanka (Smederevska Palanka; 121m nadmorske visine, 44°22' severne geografske širine, 20°57' istočne geografske dužine).

Na delu parcele Oglednog polja namenjenom mikroogledima, na kojoj je predusev bila pšenica, u kasnu jesen 2021. godine, obavljeno je duboko oranje. Dopunska obrada zemljišta izvršena je krajem zime a predsetvena priprema zemljišta u drugoj dekadi aprila 2022. godine. Neposredno

nakon toga, obavljena je setva tako što je na rastojanju od 70 cm, u redove, ručno posejan određeni broj semena kako bi se postigla optimalna gustina useva. Elementarne parcele su bile površine 7,1 m². Ogled je postavljen u tri ponavljanja. Proučavane sorte pasulja i boranije predstavljale su tretmane jednofaktorskog ogleda. U poljski ogled bile su uključene sorte pasulja i boranija Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka koje se nalaze na Listi registrovanih sorti poljoprivrednog bilja Republike Srbije (MPŠV 2022). To su sorte pasulja: Biser, Galeb i Palanački zlatnožuti (PZZ), Panonski Tetovac (PT) i Panonski Gradištanac (PG) i sorte boranije: Šumadinka, Darina i Palanačka rana.

Posle setve a pre nicanja, u skladu sa priloženim uputstvom, primenjen je komercijalni herbicid na bazi a.m. pendimetalin. Posle nicanja useva, uz dopunsku kontrolu korova koja je obavljena ručno, vršeno je i proređivanje useva na planirani broj biljaka po jedinici površine (285000 biljaka ha⁻¹). U tom periodu, zbog kratkotrajnih ali obilnih pljuskova zemljište je bilo dosta sabijeno. Razbijanje pokorice obavljeno je motikama i ručno. Kontrola korova je obavljana u još dva navrata uz upotrebu motike. Dodatno zalivanje obavljeno je u dva navrata, zbog ekstremno visokih temperatura, neposredno pred fazu cvetanja i u toku faze cvetanja. U kasnijem periodu, obavljena je zaštita komercijalnim insekticidima na bazi aktivnih materija hlorantraniliprol i lambda-cihalotrin prema uputstvu priloženom uz preparate (Koragen i Grom).

Ubiranje plodova (mahuna) obavljeno je ručno, kao i izdvajanje semena iz mahuna. Prosečan broj mahuna po biljci, na uzorcima od 20 biljaka je određen brojanjem. Prinosa po jedinici površine određen je prikupljanjem semena sa elementarne parcele (bez rubnih redova i dodavanjem količine semena izdvojene pri ubiranju mahuna) i preračunavanjem na površinu od 1 ha. Sorte PG i PT, zbog prinosa koji je bio ispod norme setve za navedene sorte, nisu uvrštene u statističku obradu podataka. Na osnovu prikupljenih podataka, sprovedena je jednofaktorska ANOVA uz pomoć Excel 2003 (MS Office). Za poredenje srednjih vrednosti korišćen je Dankanov test.

Rezultati i diskusija

Blizina reka i elementi reljefa koji sa svih strana nadvisuju Ogledno polje Instituta uzrokuju temperaturnu inverziju. Kao rezultat, česte su

pojave nižih zimskih i prolećnih, a viših letnjih temperatura u odnosu na one koje su zabeležene u obližnjoj meteorološkoj stanici i prikazane u Tabeli 2. (RHMZRS, 2022).

Tabela 2. Prosečne mesečne temperature T ($^{\circ}\text{C}$) i padavine P (mm) za vegetacioni period pasulja i višegodišnji proseci parametara zabeleženih u meteorološkoj stanici Smederevska Palanka (RHMZRS, 2022)

Mesec	III	IV	V	VI	VII	VIII	prosek/ Σ
T ₂₀₂₂	5,1	11,2	18,5	22,2	23,8	23,2	17,33
T ₁₉₆₁₋₉₀	6,3	11,5	16,3	19,3	20,9	20,4	15,78
T ₁₉₈₁₋₂₀₁₀	6,5	11,8	17,0	20,1	22,0	21,6	16,5
P ₂₀₂₂	13,9	75,4	62,4	120,9	79,3	99,3	451,2
P ₁₉₆₁₋₉₀	46,9	50,0	69,9	91,0	58,9	46,6	363,3
P ₁₉₈₁₋₂₀₁₀	43,6	50,1	54,3	78,7	60,5	58,9	346,1

U 2022. godini, nakon zime sa ispodprosečnim količinama padavinama, usledio je i sušan period početkom proleća. Imajući u vidu činjenicu da je to vrsta sa najkrupnijim semenom među povrtarskim vrstama, ima značajne potrebe u pogledu optimalne vlage zemljišta. Kako ovo nije bio slučaj u periodu setve, klijanje i nicanje su bili neujednačeni i otežani. Ubrzo je usledio period intenzivnih padavina što je takođe uticalo nepovoljno na klijance i tek iznikle biljke. Pojava pokorice je dodatno otežavala klijanje i nicanje. U nastavku sezone, zabeležene su padavine iznad višegodišnjih proseka ali su i temperature bile značajno veće, naročito u toku kritičnog perioda (cvetanje, formiranje mahuna i nalivanja semena). Kako navode Dozet et al. (2019), u slučaju pojave visoke temperature u ovom periodu, naročito udružene sa zemljišnom i vazdušnom sušom ili vetrom, uvećava se verovatnoća odbacivanja cvetova i tek formiranih mahuna. Prosečne mesečne temperature u toku vegetacionog perioda bile su 2 do 3 $^{\circ}\text{C}$ veće u odnosu na prosečne višegodišnje. To je nepovoljno delovalo na broj mahuna po biljci i prinose pasulja i boranija a naročito su bile pogođene krupnosemene sorte, prvenstveno PZŽ (za sorte PG i PT – nisu prikazani rezultati).

U prikazanom istraživanju, sorte pasulja i boranija, obuhvaćene ogledom, pokazale su značajno variranje praćenih osobina (Tabela 3).

Tabela 3. Sredine kvadrata (MS) ANOVE za broj mahuna po biljci i prinos po jedinici površine semenskih useva pasulja i boranija

Izvor varijacije	s.s.	Broj mahuna po biljci	Prinos po ha
Tretman	5	24,392**	388262,276**
Greška	12	0,0382	2055,178

s.s. - stepeni slobode

*, ** - značajno različito, pri nivou značajnosti 0,05 i 0,01.

Prosečan broj mahuna po biljci je varirao sa statističkom značajnošću, u rasponu od 0,74 do 8,7 (Tabela 4). Najveći prosečan broj mahuna po biljci (8,7) zabeležen je kod sitnosemene sorte Biser. Najmanji prosečan broj mahuna po biljci (0,74) zabeležen je kod sorte PZŽ. Broj mahuna po biljci je u značajnoj zavisnosti od veličine semena i forme (čučavci i pritkaši) tj. sorte, ali isto tako i od agroekoloških uslova. Prema istraživanjima Lešić et al. (1984), kod sorte Biser je u različitim proizvodnim godinama i na različitim lokalitetima zabeleženo variranje broja mahuna po biljci od 12,9 do 2,0. Isti autori su kod krupnosemenih sorti ustanovili još manji broj mahuna u uslovima ekstremne suše, što je u skladu i sa našim rezultatima kod krupnosemene sorte PZŽ.

Tabela 4. Prosečan broj mahuna po biljci i prosečan prinos po jedinici površine (kg ha⁻¹) za proučavane sorte pasulja i boranija

Genotip	Broj mahuna/bilj.	Prinos (kg ha ⁻¹)
Galeb	4,42 ^c	847,67 ^c
PZŽ	0,74 ^f	150,73 ^f
Biser	8,70 ^a	1190,83 ^a
Šumadinka	3,08 ^c	615,17 ^c
Darina	3,78 ^d	721,47 ^d
Palanačka rana	7,03 ^b	1005,50 ^b

a, b, c, d, e, f - vrednosti obeležene različitim slovima u okviru kolone, značajno se razlikuju po Dankanovom testu (0,05).

Prosečni prinosi semena pasulja i boranija po jedinici površine takođe su značajno varirali. Najveći prinos semena po jedinici površine, 1190,83 kg ha⁻¹, zabeležen je kod sorte Biser, a najmanji prosečan prinos od 150,73 kg ha⁻¹, zabeležen je kod sorte PZŽ. Među sortama koje se u ishrani koriste kao boranija, po prinosu po jedinici površine izdvojila se

sorta Palanačka rana sa prosečnim prinosom od 1005,5 kg ha⁻¹. Navedeni prinosi su značajno niži od genetičkog potencijala proučavanih sorti (Miladinović et al. 1997). Prema prethodnim istraživanjima pomenutih autora, realizovanih na istom lokalitetu, prosečni prinosi za proučavane sorte su značajno veći. U svojim istraživanjima, koja su obuhvatila višegodišnje sortne oglede na više lokaliteta, Lešić et al. (1984) su postigli maksimalne prinose semena pasulja sorte Biser od 2430 kg ha⁻¹ pri povoljnim agroekološkim uslovima. Ipak, isti autori za pomenutu sortu navode i prinos od 330 kg ha⁻¹ na lokalitetu sa nepovoljnim agroekološkim uslovima i u izrazito sušnoj godini, što je u saglasnosti i sa našim rezultatima. Broj mahuna, veličina semena i prinos su u korelacionom odnosu (Karasu and Öz, 2010; Savić, 2019.). Neka istraživanja sugerišu i povezanost veličine semena sa tolerantnošću na sušu i toplotni stres (Phiri, 2015).

Zaključak

Na osnovu naših saznanja i rezultata prikazanog oglada, prinos semena pasulja i boranija značajno zavisi od sorte/genotipa. Po svoj prilici, sitnosemene sorte pasulja i boranije bolje podnose nepovoljne uslove spoljašnje sredine, pre svega toplotni stres i sušu, dok su suprotno njima krupnosemene sorte (PZZ i Šumadinka) znatno osetljivije. Kao sorta koja ima potencijal za gajenje u nepovoljnim uslovima spoljašnje sredine izdvaja se pasulj Biser. Kako bi se nadomestili problemi izazvani klimatskim promenama, trebalo bi posebno prilagoditi agrotehničke mere za gajenje semenskih useva pasulja i boranije. Kao potencijalna alternativa prilagođavanju agrotehničkih mera novonastalim uslovima, potrebno je raditi i na novim pravcima selekcije. Pre svega u pravcu selekcije novih čučavih sorti pasulja i boranije. Kao krajnja alternativa u budućnosti, ostaje i mogućnost zamene pasulja u plodoredu drugim vrstama koje su tolerantnije na sušu i toplotu (Sočivo, Vigna) ili vrstama koje zahvaljujući vegetacionom periodu, koji se prostire u hladnijem delu godine (Bob, Grašak), uspevaju da izbegnu najtopliji deo godine.

Zahvalnica

Ovo istraživanje ostvareno je zahvaljujući finansijskoj podršci Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj granta: 451-03-68/2022-14/200216). Posebnu zahvalnost dugujemo koleginicama i kolegama u Institutu za povrtarstvo Smederevska Palanka koji su svojim radom i zalaganjem doprineli realizaciji ovog istraživanja i prezentovanju rezultata.

Literatura

- Bogdanović, M. i sar. (1966). Hemijske metode ispitivanja zemljišta-Priručnik za ispitivanje zemljišta. Beograd-Novi Sad: Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta/JDPZ.
- Dinić, Z., Ugrinović, M., Bosnić, P., Mijatović, M., Zdravković, J., Miladinović, M., & Jošić, D. (2014). Solubilization of inorganic phosphate by endophytic *Pseudomonas* sp. from French bean nodules. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 51(2), 100-105. DOI: 10.5937/ratpov51-6222
- Dozet, G., Abuatwarat, S., Jakšić, S., Đukić, V., Đurić, N., Vasić, M., & Ugrinović, M. (2019). Morfološke osobine pasulja gajenog po organskim principima. *Zbornik radova. 1: XXIV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak*, 15-16. mart 2019. godine, 75-80.
- Egner, H., Riehm, H., Domingo, W. R. (1960). Investigations on the chemical soil analysis as a basis for assessing the soil nutrient status. II: Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler*, 26, 199-215.
- Glamočlija, Đ. (2004). Posebno ratarstvo: Žita i zrnene mahunarke, Draganić.
- Karasu, A., Öz, M. (2010). A study on coefficient analysis and association between agronomical characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.).
- Lešić, R., Borošić, J., Buturac I., Čustić, M., Poljak M., Romić, D. (2004). *Povrtarstvo. Zrinski d.d., Čakovec*, 1- 656.
- Lešić, R. et al. (1984). Istraživanja i selekcioniranje visokorodnih sorti i plantažnog graha koji može uspijevati u ekološkim uvjetima brdsko-planinskog područja. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 46(5), 543-569.
- Lista priznatih sorti poljoprivrednog bilja Republike Srbije – Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva I vodoprivrede Srbije, Odsek za priznavanje sorti <http://www.sorte.minpolj.gov.rs/sites/default/files/Registar%20priznatih%20sorti%2015.07.2022.pdf>, Pristupljeno 22.09.2022.

- Miladinović, Ž., Damjanović, M., Brkić, S., Marković, Ž., Stevanović, D., Sretenović-Rajičić, T., Mijatović M., Zdravković J., Zdravković M., Zečević B., Obradović A., Ivanović M., Todorović, V. (1997). Gajenje povrća. Centar za povrtarstvo, Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd, 1-486.
- Pandurović, Ž., Popović, V., Đurić, N., Radović, G., Mladenović Glamočlija, M., Maslovarić, M., Miloradović, Z. (2019). Proizvodnja pasulja u promenljivim vremenskim uslovima. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 25(1-2), 181-192.
- Phiri, N. (2015). Genetic analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for tolerance to drought and heat stress in Zambia (Doctoral dissertation).
- Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., Fischlin, A. (2022). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. IPCC Sixth Assessment Report.
- Pravilnik o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja: 47/1987-1153, 60/1987-1453, 55/1988-1481, 81/1989-2005, CPJ 16/1992-205, 8/1993-194, 21/1993-418, 30/1994-376, 43/1996-2, 10/98-2, 15/2001-43, 58/2002-4, PC 23/2009-25, 64/2010-6, 72/2010-12, 34/2013-67, PISRS, <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/slsfrj/drugidrzavniorганиorganizacije/pravilnik/1987/47/1/reg>, Pristupljeno: 21.09.2022.
- Savić, A., G. Petrović, M. Milošević, Z. Nikolić, A. Stojanović, J. Gvozdanović-Varga, V. Todorović, M. Vasić (2014). Morpho-chemical characterization of dry and snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces collected on Fruška Gora. *Genetika*, 46(1)301-313. DOI: 10.2298/GENSR1401301S.
- Савић, А. (2019). Генотипска и фенотипска процена колекције пасуља (*Phaseolus vulgaris* L.). Универзитет у Новом Саду.
- Savić, A., Đurović, S., Stevanović, S., Ugrinović, M. (2021). Weed control in bean and green bean crops, *Biljni lekar*, 49(6), 804-814, DOI: 10.5937/BiljLek2106804S
- Ugrinović, M., Zečević, B., Girek, Z., Pavlović, S., Krga, I., Damjanović, J., Brdar-Jokanović, M. (2020). Beetroot and radish root yield in organic double-cropping production system. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 57(3), 93-98. DOI: 10.5937/ratpov57-26906
- Ugrinović, M., Mijatović, M., Zdravković, J., Girek, Z., Kuzmanović, Đ., Rasulić, N., & Jošić, D. (2014). Intercropped red beet and radish with green bean affected microbial communities and nodulation by indigenous rhizobia. *Agricultural and Food Science*, 23(3), 173-185. DOI: 10.23986/afsci.41385
- Ugrinović, M., Girek, Z., Pavlović, S., Adžić, S., Cvikić, D., Moravčević, Đ., Muhović, A. (2021). Dry bean production in the first decades of the 21st century: Republic of Serbia, In Book of Abstracts XII International Scientific

Agriculture Symposium" AGROSYM 2021", East Sarajevo: Faculty of
Agriculture, Jahorina, October 07-10, 452-452.

**UTICAJ FITOPATOGENIH GLJIVA NA UKUPNU KLIJAVOST
SEMENA PASULJA**

**THE INFLUENCE OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI ON TOTAL
GERMINATION OF BEAN SEEDS**

Ivana Živković^{1*}, Jelena Damnjanović¹, Zdenka Girek¹, Slađan Adžić¹, Rade Stanisavljević¹, Ratibor Štrbanović², Dobrivoj Poštić²

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

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

**Autor za korespondenciju: ivanazivkovic25@gmail.com*

Izvod

Pasulj (*Phaseolus vulgaris* L.) je važna mahunarka koja se uzgaja širom sveta zbog nutritivnog sastava (visokog sadržaja proteina, minerala i vitamina). Kvalitet semena Panonskog gradištanca i Panonskog tetovca testiran je u trogodišnjem periodu (2019-2021). Ukupna klijavost kod Panonskog tetovca iznosila je 73% (2019), dok je narednih posmatranih godina značajno opala 69% (2020) i 59% (2021). Kod Panonskog gradištanca primećena je značajno bolja klijavost. Prve posmatrane godine iznosila je 80% (2019). Ukupna klijavost tokom 2020-2021. godine bila je u značajnom padu (75%), a između tih godina nije bilo statistički značajne razlike. Najmanji procenat fitopatogenih gljiva detektovan je kod Panonskog gradištanca koji je imao najmanji procenat fitopatogenih gljiva. Može se zaključiti da fitopatogene gljive značajno utiču na ukupnu klijavost semena pasulja.

Ključne reči: kvalitet, fitopatogeni, seme

Abstract

Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important legume cultivated worldwide for its nutritional composition (high content of proteins,

minerals and vitamins). The quality of the seeds of Panonski gradištanc and Panonski tetovac was tested in a three-year period (2019-2021). The total germination in Panonski tetovac was 73% (2019), while in the following observed years it significantly decreased to 69% (2020) and 59% (2021). Significantly better germination was observed in Panonski gradištanc. In the first observed year, it was 80% (2019). Total germination during 2020-2021 was in a significant decline (75%), and there were no statistically significant differences between those years. The lowest percentage of phytopathogenic fungi was detected in the Panonski tetovac, which had the lowest percentage of phytopathogenic fungi. It can be concluded that phytopathogenic fungi significantly affect the overall germination of bean seeds.

Key words: quality, phytopathogens, seed

Uvod

Pasulj (*Phaseolus vulgaris* L.) je jedna od najčešće gajenih povrtnarskih biljnih vrsta. Pasulj zbog bogatog nutritivnog sastava spada u najpopularnije mahunarke širom sveta, sadrži visok procenat proteina, minerala i vitamina (Broughton et al., 2003; Gepts et al., 2008). Svetska proizvodnja pasulja dostigla je 27.5 miliona tona u 2020 (FAO, 2020). Na proizvodnju pasulja često utiču različiti faktori, kao što su vremenski uslovi, tip zemljišta i različite bolesti. Pasulj je biljna vrsta koja je često osetljiva na brojne patogene, uključujući fitopatogene gljive, bakterije i viruse. Do danas je registrovano oko 200 bolesti koje su uzročnici značajnih ekonomskih gubitaka u prinosu pasulja. Fitopatogene gljive, koje se prenose putem semena, predstavljaju značajan problem u semenskoj proizvodnji jer smanjuju klijavost, kvalitet semena, a kasnije rast i prinos (Assefa et al., 2019). Fitopatogene gljive se mogu preneti prijanjanjem na omotač semena ili prodiranjem u njega, što se smatra glavnim mehanizmom i načinom prenosa (Vizgarra et al., 2011).

Seme pasulja je najčešće kontaminirano sa *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* i *Rhizoctonia solani*, a često su prisutne i druge fitopatogene gljive (Naseri, 2008, Vizgarra et al., 2011). Kako je proizvodnja zdravog semena jedan od glavnih ciljeva Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka, cilj ovog

rada je bio ispitivanje uticaja fitopatogenih gljiva na ukupnu klijavost semena sorti pasulja.

Materijal i metode rada

Ispitivanje ukupne klijavosti kao glavnog parametra kvaliteta vršeno je u laboratoriji Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka, u periodu 2019 – 2021. godine. Osnovni materijal za ispitivanje je seme dve sorte pasulja: Panonski gradištanac i Panonski tetovac. Testiranje parametara kvaliteta semena vršeno je u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja (1987), koji je u skladu sa ISTA (International Seed Testing Association, 2020).

Standardnim laboratorijskim metodama vršeno je testiranje semena iz magacinskih prostora. Tokom trogodišnjeg perioda praćeni su sledeći parametri kvaliteta: ukupna klijavost, energija klijanja, vlaga i zdravstvena ispravnost. Ispitivanje energije i klijavosti semena vršeno je u petri šoljama, veličina uzorka je 100 semena u četiri ponavljanja, metodom na filter papiru. Inkubacija uzoraka je obavljena u toku 4-8 dana u termostatu na 25°C, nakon čega su očitani rezultati.

Pod energijom klijanja podrazumeva se broj normalnih klijanaca u odnosu na ukupan broj klijanaca. Parametar kvaliteta koji se odnosi na klijavost podrazumeva procenat normalno proklijalog semena u odnosu na ukupan broj semena.

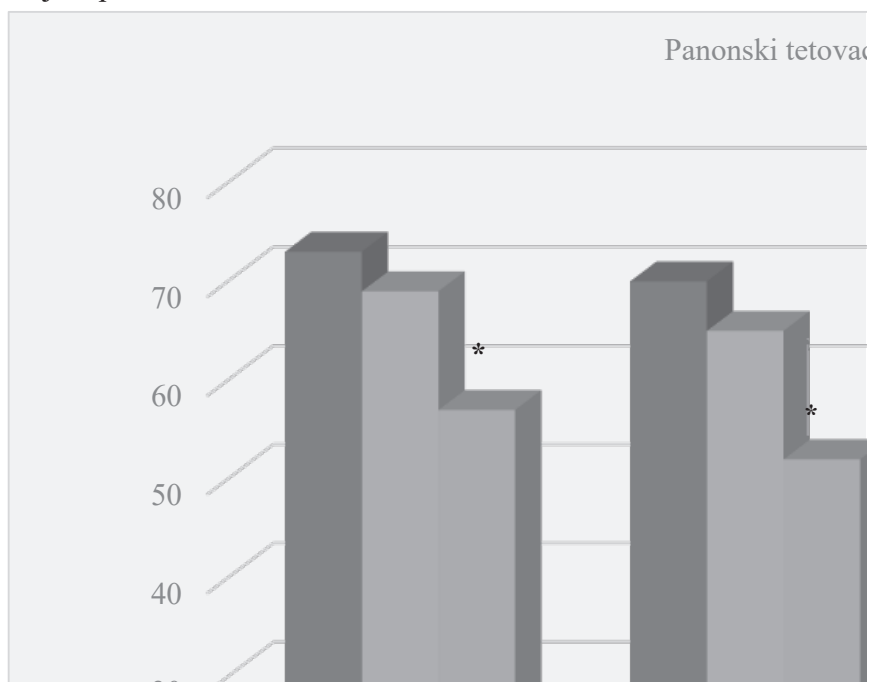
Zdravstveno stanje semena Panonskog gradištanca i Panonskog tetovca je ispitivano na dve fitopatogene gljive *Alternaria* spp. i *Fusarium* spp., metodom na filter papiru, na 25°C nakon inkubacije od sedam dana. Statistička analiza podataka je urađena u SPSS programu (verzija 23, IBM, SAD). Uzorci su analizirani primenom ANOVA One-Way i F testom, statistička značajnost određena je na nivou $p < 0,05$.

Rezultati i diskusija

U periodu od 2019. do 2021. godine praćene su promene parametra kvaliteta dve sorte pasulja i analizirane su na statistički značajnom nivou $p < 0,05$. U posmatranom periodu kod sorte Panonski tetovac (Grfikon 1a)

došlo je do statistički značajne razlike u ukupnoj klijavosti (2019-2021). Najveća klijavost zabeležena je u prvoj godini ispitivanja (2019) i iznosila je 73%, dok je u periodu 2020-2021. godine primećen značajan pad u klijavosti ($p<0,01$). Ukupna klijavost (2020) iznosila je 69%, a 2021. godine 59% ($p<0,05$) (Grafikon 1a). Kod sorte Panonski gradištanac najveća klijavost (80%) zabeležena je 2019. godine, dok je klijavost tokom 2020. godine bila u značajnom padu (75%), a između 2019. i 2021. godine nije primećena značajna razlika (Grafikon 1b). Utvrđena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) u ukupnoj klijavosti između posmatranih sorti: 75-80% (Panonski gradištanac) i 57-73% (Panonski tetovac), grafikoni 1a i 1b.

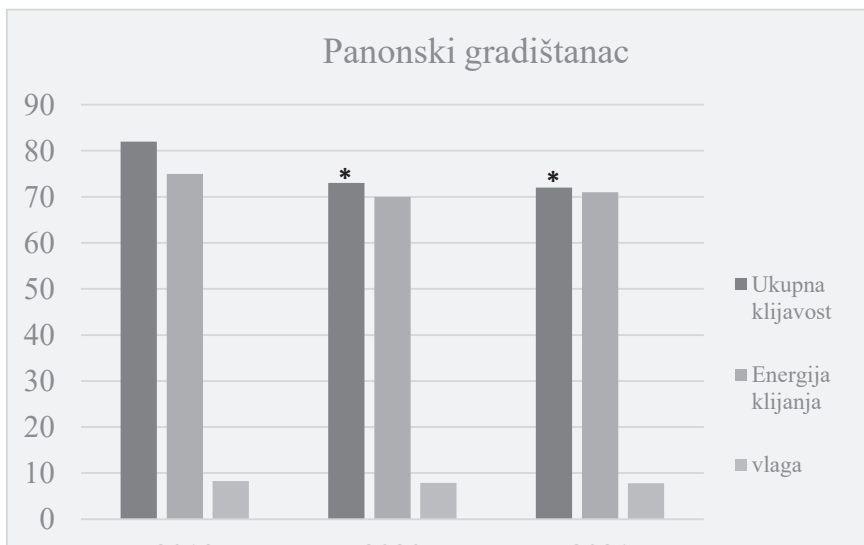
Fusarium spp. je detektovan u najvećem procentu kod sorti Panonski gradištanac i Panonski tetovac poslednje posmatrane godine (Tabela 1). Kod Panonskog tetovca *Alternaria* spp. zabeležena je 4% (2019), a u najmanjem procenatu 2021, samo 1%.



Grafikon 1a. Parametri kvaliteta sorte pasulja Panonski tetovac

Ustanovljena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) u detekciji fitopatogenih gljiva kod Panonskog gradištanca u periodu 2019-2021,

odnosno primećen je pad u energiji i ukupnoj klijavosti poslednje posmatrane godine. Kod sorte Panonski tetovac, fitopatogene gljive (*Fusarium* spp. i *Alternaria* spp.) detektovane su u rasponu 3-5%. Na osnovu detekcije fitopatogenih gljiva, može se zaključiti da su uticale na ukupnu klijavost. Velike svetske kompanije, koje se bave semenskom proizvodnjom, vrše kontrolu zdravstvenog stanja koja podrazumeva testiranje 10 000 - 30 000 semena u partiji. Razvoj infekcije je ubrzan pri optimalnoj temperaturi 24-30°C, sa relativnom vlažnošću 100% do 24h (Igiehon et al., 2019). Naseri and Mousavi (2015) su ispitivali međusobne odnose razvoja truleži korena, populacije izolovane iz semena, korena i zemlje, kao i uticaj na ukupnu klijavost i prinos pasulja. Dobijeni podaci ukazuju na prisutnost fitopatogenih gljiva kao što su *R. solani*, *F. oxysporum* i *F. solani* i njihov uticaj na ukupnu klijavost. Najmanja ukupna klijavost dobijena je poslednje posmatrane godine, gde je u oba uzorka pasulja detektovan maksimalano dozvoljen procenat prisutnosti *Fusarium* spp.



Grafikon 1b. Parametri kvaliteta sorte Panonski gradištanac

Takođe, mnoge studije ukazuju na pozitivno dejstvo *Rhizobia* na zaštitu semena pasulja i pozitivan rast i prinos (Asadi et al., 2005; Yadegari et al., 2008; Igiehon et al., 2019). Jedan od glavnih puteva kome se sve više

okreće poljoprivreda je primena biopreparata u zaštiti semena (Thongtip et al., 2022).

Tabela 1. Detekcija fitopatogenih gljiva na semenu dve sorte pasulja metodom na filter papiru

Sorte	Godina					
	2019.	2020.	2021.	2019.	2020.	2021.
	<i>Alternaria</i> spp. (%)			<i>Fusarium</i> spp. (%)		
Panonski tetovac	4	2	1	2	3	5
Panonski gradištanac	3	4	5	3	4	5

Mnoga istraživanja ukazuju na značaj *Trichoderma* koja utiče na ukupnu klijavost mnogih povrtarskih vrsta. Takođe, inhibitorna aktivnost *Trichoderma* na *Fusarium* spp. u značajnoj meri može da utiče na zaštitu semena u toku skladištenja (Chen et al., 2018).

Zaključak

Prisustvo fitopatogenih gljiva izvan zakonskog maksimuma je dovoljno da izazove zarazu tipa epidemije na polju. Iz navedenih razloga zdravstvenom stanju semena se mora posvetiti posebna pažnja kako bi se izbeglo širenje zaraze i kako bi se sačuvala vitalnost biljaka.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br.: 451-03-68/2022-14/200216.

Literatura

- Asadi, R.H., Afshari, M., Khavazi, K., Nourgholipour, F., Otadi, A. (2005). Effects of common bean nodulating rhizobia native to Iranian soils on the yield and quality of bean. *Iranian Journal of Soil and Water Sciences* 19: 215-225.
- Assefa, T., Assibi Mahama, A., Brown, A. V., Cannon, E. K. S., Rubyogo, J. C., Rao, I. M., et al. (2019). A review of breeding objectives, genomic resources, and marker-assisted methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Molecular Breeding* 39, 1–23.
- Broughton, W., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., Vanderleyden, J. (2003). Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil* 252(1): 55-128.
- Chen, S., Yu, H., Zhou, X., & Wu, F. (2018). Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedling Rhizosphere *Trichoderma* and *Fusarium* spp. Communities Altered by Vanillic Acid. *Frontiers In Microbiology* 9.
- FAO (2022). *FAO statistical programme of work 2022. FAO Stat. Program. Work 2022.* <https://www.fao.org/statistics/es/>
- Gepts, P., Aragão, F., Barros, E., Blair, M., Brondani, R., Broughton, W. et al. (2008). Genomics of *Phaseolus* Beans, a Major Source of Dietary Protein and Micronutrients in the Tropics. *Genomics Of Tropical Crop Plants*. 113-143
- Igiehon, N.O., Babalola, O.O. & Aremu, B.R., 2019. Genomic insights into plant growth promoting rhizobia capable of enhancing soybean germination under drought stress. *BMC Microbiology* 19(1).
- Naseri B, Mousavi SS. (2008). Root rot pathogens in field soil, roots and seeds in relation to common bean (*Phaseolus vulgaris*), disease and seed production. *International Journal of Pest Management*, 61: 60–67.
- Thongtip, A. et al., 2022. Promotion of seed germination and early plant growth by KNO₃ and light spectra in ocimum tenuiflorum using a plant factory. *Scientific Reports* 12(1).
- Vizgarra, O. N., Espeche, M. C., and Ploper, L. D. (2011). Evaluación de nuevos materiales de poroto negro con resistencia a la mancha angular. *Agroindustrial Science* 32: 29–31.
- Yadegari, M. et al., 2008. Evaluation of bean (*phaseolus vulgaris*) seeds inoculation with *Rhizobium Phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11(15): 1935-1939.

**UTICAJ PRIMENE RAZLIČITIH MIKROBIOLOŠKIH
PREPARATA NA MASU 1000 ZRNA I PRINOS PASULJA**

**THE INFLUENCE OF THE APPLICATION OF DIFFERENT
MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE WEIGHT OF
1000 GRAINS AND THE YIELD OF BEANS**

Gorica Cvijanović ^{1*}, Gordana Dozet ², Vojin Đukić ³, Zlatica Mamlić ³, Marija Bajagić ⁵, Nenad Đurić ⁴, Vesna Stepić²

¹Univerzitet Kragujevac, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac

²Univerzitet Megatrend Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

⁴Univerzitet Bijeljina, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, Republika Srpska, BiH

⁵Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

*Autor za korespondenciju: cvijagor@yahoo.com

Izvod

Primena različitih mikrobioloških preparata sve više je prisutna u poljoprivrednoj proizvodnji, jer utiču na stabilniju proizvodnju i zaštitu životne sredine. U radu je analiziran uticaj mikrobioloških preparata i to: preparat sa efektivnim mikroorganizmima i preparat sa sporama gljive *Trichoderme atroviride* na masu 1000 zrna i visinu prinosa zrna pasulja. Oba preparata u ogledu su značajno uticali na ispitivane osobine kod dve sorte pasulja Zlatko i Maksa. Efektivni mikroorganizmi, primenjeni u zemljištu i folijarno u toku vegetacije, uticali su da je masa 1000 zrna bila veća za 16,94%, a primena efektivnih mikroorganizama samo u zemljište je povećala prinos zrna pasulja za 46,02% u odnosu na kontrolu. Primena preparata sa *Tr. atroviride* je za 17,13% povećala masu 1000 zrna, a prinos za 56,58 %.

Ključne reči: masa 1000 zrna, prinos, pasulj, mikrobiološki preparati

Abstract

The application of various microbiological preparations is increasingly present in agricultural production, because they affect more stable production and environmental protection. The paper analyzed the influence of microbiological preparations, namely: a preparation with effective microorganisms and a preparation with spores of the fungus *Trichoderma atroviride* on the weight of 1000 seeds and the grain yield of bean. Both preparations in the experiment had a significant effect on the tested properties of two varieties of beans, Zlatko and Maksa. Effective microorganisms applied to the soil and foliar during the growing season had the effect that the weight of 1000 grains was greater by 16.94%, and the application of effective microorganisms only to the soil increased the bean grain yield by 46.02 % compared to the control. Application of preparations with *Tr. atroviride* increased the mass of 1000 grains by 17.13 %, and the yield by 56.58 %.

Key words: mass of 1000 grains, yield, beans, microbiological preparations

Uvod

Održiva poljoprivredna proizvodnja predstavlja zlatnu kariku za razvoj savremene civilizacije, gde su sadašnjost i budućnost uslovljene odnosom prema proizvodnji hrane. Potrebe za smanjenjem brojnih problema koji su prouzrokovani sadašnjom konvencionalnom poljoprivredom dovele su do razvoja održivih pravaca.

Učestalo se u literaturi navodi da organski proizvedeno povrće i voće ima bolje nutritivne osobine. Worthington (2001) ukazuje da je sadržaj vitamina C, gvožđa, magnezijuma i fosfora veći, a sadržaj nitrata manji u povrću iz organske proizvodnje. Kastori i Petrović, (2003) ukazuju da se sadržaj nitrata u povrću mora smanjiti, jer od ukupnog unosa nitrata u organizam čoveka oko 90% potiče iz povrća. Sve mere koje se primenjuju u održivim sistemima proizvodnje su usmerene na očuvanje biodiverziteta i elemenata životne sredine. U tom cilju je doneto niz zakonskih mera, kao što je nitratna direktiva (Council Directive 1991/676/EEC) kojom je ograničena primena azota do 170 kg ha⁻¹.

Jedna od alternativnih mera u održivim sistemima je uvođenje različitih grupa mikroorganizama u dopunsku ishranu i preventivnu zaštitu biljaka. Danas su komercijalizovane grupe bakterija kao što su rizobakterije koje pospešuju zdravlje biljaka i utiču na povećanje biljne produkcije (PHPR, Plant Health Promoting Rhizobacteria) ili bakterije koje pospešuju nodulaciju (NPR, Nodule Promoting Rhizobacteria). Poslednjih nekoliko godina sve je veća primena multipnih inokulata sa efektivnim mikroorganizmima koji produkuju antifungalna i antibakterijska jedinjenja, materije rastenja i siderofore. Prednost primene ovakvih inokulata je to što mogu da se primene u zemljište pred setvu, na seme i folijarnim aplikacijama u toku svih fenofaza razvoja biljaka. Unošenjem u zemljište velikih grupa mikroorganizama podstiče se rast i biohemijska aktivnost autohtone mikrobne populacije (Cvijanović i sar. 2021), što je značajno za održavanje plodnosti zemljišta. Takođe, produkcijom bioaktivnih supstanci podstiče se deoba ćelija i korena. Istraživanja (Higa, 2001) su pokazala da primenom direktno na biljku mogu se poboljšati fiziološki parametri kao što su fotosinteza, koja rezultira većim prinosima useva, što je ključni faktor u organskoj poljoprivredi. U tom smislu korišćenje benefitnih grupa mikroorganizama ima značajnu ulogu u razvoju održivih sistema biljne proizvodnje (Shoebitz et al. 2009). U biokontroli razornih patogena dobre rezultate su pokazale gljive roda *Trichoderma* spp.

Trichoderma vrste su uobičajene gljive koje se nalaze u zemljištu gde neki sojevi imaju sposobnost da uspostave korisne odnose sa biljkama-mikoriza (Druzhinina et al., 2011). Postoji niz istraživanja u kojima je utvrđen direktan uticaj *Trichoderma* spp. na rast biljaka (Reino et al., 2008). Neke vrste gljiva roda *Trichoderma* sintetišu negativne promotere rasta biljaka kao što je viridiol, snažno herbicidno jedinjenje, koje je efikasno za kontrolu korova (Héreau et al., 2005).

Pasulj se gaji radi semena, bogatog belančevinama i pretežno se upotrebljava za ishranu ljudi. Pored semena, za ishranu se koriste i mlade mahune (boranija). U zemljama u razvoju, pasulj je veoma važan u ishrani kao prilično jeftin izvor proteina u ishrani (Tagoe et al., 2010). Uloga pasulja za stočnu hranu i izvor elemenata za ishranu životinja su druge prednosti pasulja (Bello et al., 2018; Tatanah et al., 2019). Pasulj ima sposobnost nodulacije sa rizobakterijama azotofiksatorima pri čemu se fiksira 25 do 120 kg N ha⁻¹, što redukuje upotrebu drugih đubriva, te je

za đubrenje pasulja preporučljivo koristiti NPK đubriva, formulacije namenjene leguminozama 10:30:20 ili 8:16:24.

Iako je pasulj tradicionalna hrana, u našoj zemlji proizvodnja je relativno mala, pa se potrebe za pasuljem zadovoljavaju delom iz domaće proizvodnje, a delom iz međunarodne trgovine. Tokom 2019. godine, po podacima FAO (<http://www.fao.org/faostat>), u Srbiju je uvezeno 12.218 tona pasulja, dok su izvezene 72 tone. Po podacima Republičkog zavoda za statistiku (<https://www.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/poljoprivreda-sumarstvo-i-ribarstvo/biljna-proizvodnja/>), u 2020. godine u Srbiji se pasulj gajio na nešto više od 9 hiljada hektara, sa veoma malim prosečnim prinosom od 1,1 t ha⁻¹. Poslednjih godina, uočljiv je trend smanjenja površina pod mahunarkama.

Cilj rada je da se utvrdi uticaj primene mikrobiološkog preparata sa efektivnim mikroorganizmima (komercijalni naziv EM Aktiv) i preparata sa gljivom *Trichoderma atroviride* (komercijalni naziv Tifi) na masu 1000 zrna i visinu prinosa različitih genotipova pasulja.

Materijal i metode rada

Ogled je postavljen na zemljištu tipa černozem na ekonomiji srednje Poljoprivredne škole u Bačkoj Topoli u 2019. godini na parceli ukupne površine 22 x 25 metara. Unutrašnja parcela je 20 x 23 m, sastoji se od četiri ponavljanja po 10 parcelica. Površina osnovne parcelice je 10 m².

U tehnologiji proizvodnje korišćena su dva mikrobiološka preparata. Jedan je EM Aktiv tečan preparat, koji predstavlja smešu preko 80 različitih vrsta mikroorganizama. Drugi je praškast preparat, u kome se nalaze spore gljive *Trichoderma atroviride*.

Faktor A: Na ogledu su posejane dve sorte pasulja Maksa i Zlatko. Obe sorte su iz selekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Predusev je bio zasad krompira. Seme je pred setvu inokulisano mikrobiološkim preparatom Nitragin za pasulj sa efektivnim sojevima bakterija (*Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*).

Faktor B: Tretmani: 1. kontrola (bez tretmana); 2. EM aktiv je unet u zemljište 10 dana pred setvu u količini od 30 l ha⁻¹ razblažen sa vodom u odnosu 1:10; 3. *Trichoderma atroviride* tretman zemljišta sa 180 g preparata rastvorenog u 4 l vode; 4. EM aktiv tretman zemljišta + folijarni tretman biljaka u fenofazi 3-4 lista i početkom cvetanja. Za folijarni

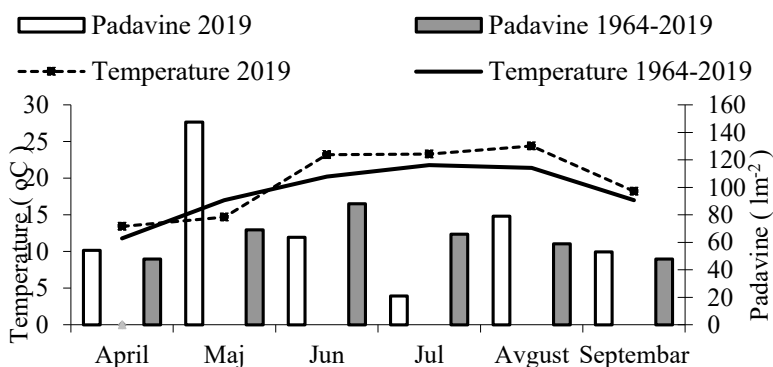
tretman korišćena je količina EM Aktiva 3%; 5. *Trichoderma atroviride* tretman semena 1 g sa 50 ml vode.

Na kraju vegetacije određena je masa 1000 zrna i visina prinosa.

Dobijeni rezultati su statistički obrađeni primenom računarskog softvera STATISTICA V12.6. koji je poslužio i za analizu varijanse (ANOVA). Dobijeni rezultati su testirani testom najmanje značajne razlike LSD na nivou 5% i 1%.

Rezultati i diskusija

Agroekološki uslovi - Pasulj je biljka toplog i umereno toplog podneblja, sa dosta velikim potrebama u toploti. Optimalna temperatura za porast biljaka do formiranja generativnih organa je u rasponu od 18-23°C. Granične temperature za formiranje cvetova i cvetanje su 15-35°C. Što se tiče potreba za vodom, može se reći da pasulj nema velike zahteve ali u periodu formiranja generativnih organa ne trpi sušu. Agroekološki uslovi u godini istraživanja prikazani su na grafikonu 1.



Grafikon 1. Agrometeorološki uslovi u vegetaciji pasulja

Prosečna temperatura za period vegetacije pasulja bila je 19,5°C, što je za 1,3°C više u odnosu na višegodišnji prosek. Ipak se može reći da je prosečna temperatura u toku vegetacije pasulja bila u okviru optimalnih temperatura. U 2019. godini zabeleženo je 418,6 lm⁻² padavina.

Posmatrajući količinu padavina po mesecima, uočava se da su aprilske ($54,1 \text{ lm}^{-2}$) i majske padavine ($147,6 \text{ lm}^{-2}$) bile iznad višegodišnjih vrednosti. U periodu kada se formiraju generativni organi biljaka zabeleženo je manje padavina u odnosu na višegodišnji prosek. U junu je palo $63,7 \text{ lm}^{-2}$ kiše, a u julu $21,0 \text{ lm}^{-2}$ što je bilo manje od višegodišnjih vrednosti za ove mesece. U avgustu ($79,1 \text{ lm}^{-2}$) i septembru ($53,1 \text{ lm}^{-2}$) zabeleženo je više padavina u odnosu na višegodišnje vrednosti. Može se reći da je u fenofazama razvoja generativnih organa pasulja zabeležen deficit vode.

Zemljišni uslovi - Prema sadržaju humusa zemljište je slabo humusno (2,36 %), alkalne reakcije, a udeo kalcijum karbonata je iznosio 11,74 %. Što se tiče obezbeđenosti u lakopristupačnom fosforu i kalijumu, može se reći da je zemljište visoko obezbeđeno u ovim elementima (Tabela 1).

Tabela 1. Osnovne agrohemijske osobine zemljišta

pH		CaCO ₃	Humus	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
KCl	H ₂ O	%	%	%	mg/100g zemljišta	
7,79	8,63	11,74	2,36	0,134	38,25	39,4

Masa 1000 zrna je važna komponenta prinosa kod svih gajenih zrnenih useva. Na masu 1000 zrna mogu da utiču agroekološki uslovi (Dozet, 2006). Neki autori, u ogledu rađenom sa sojom, navode da vreme osnovne obrade može značajno uticati na masu 1000 zrna (Đukić i sar., 2018; Bajagić, 2021). Prema Cvijanović (2017) na masu 1000 zrna soje, gajene u organskoj proizvodnji, značajan uticaj imale su količine organskog đubriva i broj folijarnih tretmana sa efektivnim mikroorganizmima.

Prosečna masa 1000 zrna bila je 487,6 g (Tabela 2). Sorta Zlatko (faktor A) imala je prosečnu masu 1000 zrna 475,4 g, dok je sorta Maksa imala za 5,15% veću masu 1000 zrna, ali bez statističke značajnosti. Svi tretmani (faktor B) su u odnosu na kontrolu statistički visoko značajno uticali na povećanje mase 1000 zrna, dok između tretmana nije utvrđena statistički značajna razlika. Povećanje mase 1000 zrna u proseku bilo je 15,51% u odnosu na kontrolu. Najveći uticaj imao je tretman 3 koji je u proseku za 17,13% povećao masu 1000 zrna.

Tretman sa efektivnim mikroorganizmima koji je unet u zemljište i folijarno takođe je u visokom procentu uticao na masu 1000 zrna

(16,94%). Kako list po anatomskoj građi ima mnogobrojne stome, prilikom tretmana preko lista mladih biljaka, mikroorganizmi su sposobni da uđu u lisno tkivo pri čemu štite biljke od uzročnika bolesti i pomažu uklanjanju posledica fizioloških poremećaja u biljkama, što utiče na sintezu organske materije. Značaj primene mikoriznih gljiva roda *Trichoderma* spp. utvrdili su Zhang et al. (2019) u proizvodnji lucerke. Autori su utvrdili da unošenje aktivnog soja *Tr. harzianum* T-63 je dovelo do značajnog povećanja suve mase izdanaka biljaka i korena lucerke i raspoloživih hranljivih materija u zemljištu (N, P, K), u poređenju sa kontrolom. Autori su, takođe, utvrdili da je došlo do promene u sastavu mikrobne zajednice u rizosferi.

Tabela 2. Uticaj primene različitih mikrobioloških preparata na masu 1000 zrna pasulja (g)

Tretmani (B)	Sorte (A)		Prosek (B)	Prosek (%)
	Zlatko	Maksa		
1. Kontrola	408,7	459,0	433,8	100
2. EM Aktiv u zemljištu	494,2	503,0	498,6	14,93
3. Tifi tretman zemljišta	494,2	522,0	508,1	17,13
4. EM Aktiv u zemlj.+folijarno	497,9	516,8	507,3	16,94
5. Tifi tretman semena	482,1	498,8	490,4	13,04
Prosek A	475,4	499,9	487,6	
Prosek 2-5	492,1	540,1	501,1	
Odstupanje kontrola =100 (%)	20,41	11,14	15,51	
LSD	A	B*	A x B	B x A*
5 %	67,10	52,86	74,76	80,64
1 %	123,15	71,63	101,31	110,00

Prinos u mnogome zavisi od genotipa. Prosečan prinos zrna pasulja bio je 2220,0 kg ha⁻¹ (Tabela 3). U ovom istraživanju zabeležene su statistički vrlo značajne razlike u prinosu zrna između ispitivanih sorti, jer je sorta Maksa imala za 48,76% viši prinos u odnosu na sortu Zlatko (faktor A). Kod sorte Zlatko povećanje prinos zrna bilo je za 41,98% u odnosu na kontrolu, dok je kod sorte Maksa prinos povećan za 19,65%. Da postoje razlike u prinosu između sorti pasulja, gajenih po ekološkim principima, zaključuju u svojim istraživanjima Dozet i sar. (2015) i Cvijanović i sar. (2016). U proseku tretmani (faktor B) su statistički

visoko značajno uticali na visinu prinosa. Prosečan prinos po svim tretmanima bio je 2043,8 kg ha⁻¹. Tretmani su u odnosu na kontrolu povećali prinos za 37,14%. Najveće povećanje prinosa zrna, u proseku za oba genotipa, imao je tretman 3 (56,58%). Brojne studije su pokazale da različite mikorizne gljive mogu povećati zdravlje i prinos biljaka (Rouphael et al., 2015). Gljive svojim hifama pomažu u ishrani biljaka tako što apsorbuju i prenose mineralne hranljive materije koje su izvan zona rizosfere biljke i izazivaju promene u sekundarnom metabolizmu, što dovodi do poboljšanih nutricionih osobina. Pored toga, gljive utiču na ravnotežu fitohormona biljaka domaćina, čime podstiču razvoj biljaka i toleranciju na stresove u zemljištu i životnoj sredini (Rouphael et al., 2015). U interakciji A x B varijante 3 i 4 imale su statistički visoko značajne razlike u visini prinosa zrna. Kod varijante 2 i kontrole nije utvrđena statistički značajna razlika, a kod varijante 4 razlika u visini prinosa zrna bila je značajna.

Tabela 3. Uticaj primene različitih mikrobioloških preparata na prinos zrna pasulja (kg ha⁻¹)

	Tretmani (B)	Sorte (A)		Prosek (B)	Prosek (%)
		Zlatko	Maksa		
1.	Kontrola	1251,3	1730,0	1490,6	100
2.	EM Aktiv u zemljištu	2023,5	2329,8	2176,6	46,02
3.	Tifi tertman zemljišta	1814,8	2853,5	2334,1	56,58
4.	EM Aktiv u zemlj.+folijarno	1724,5	2514,3	2119,4	42,18
5.	Tifi tretman semena	1543,8	2652,3	2098,0	40,74
Prosek A		1624,0	2415,9	2043,8	
Prosek 2-5		1776,6	2587,4	2182,0	
Odstupanje kontrola=100 (%)		41,98	19,65	46,38	
	LSD	A**	B**	A x B	B x A**
	5 %	427,20	439,00	620,80	619,20
	1 %	784,00	594,00	841,30	838,00

Zaključak

Na osnovu rezultata može se zaključiti da se primenom različitih mikrobioloških preparata može značajno uticati na masu 1000 zrna i visinu prinosa. Primenjeni preparati su imali veći uticaj kod sorte Maksa.

Najbolje rezultate pokazali su tretmani gde je *Tr. atroviride* uneta u zemljište i gde su efektivni mikroorganizmi uneti u zemljište i folijarno primenjeni. U nepredvidim agrometeorološkim uslovima, primena mikrobioloških preparata obezbeđuje sigurniju proizvodnju. Dalja istraživanja treba usmeriti u iznalaženju kompatibilnih tretmana sa genotipovima pasulja.

Zahvalnica

Rezultati su deo istraživanja po projektu 451-03-68/2022-14/200378, koja finansira Ministarstvo prosvete nauke i tehnološkog razvoja.

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
- Bello, S. K., Yusuf, A. A., Cargele, M. (2018). Performance of cowpea as influenced by native strain of rhizobia, lime and phosphorus in Samaru, Nigeria. *Symbiosis*, 75(3):167-176. doi:10.1007/s13199-017-0528-x.10.
- 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.
- Cvijanović, G., Dozet, G., Marinković, J., Miljaković, D., Stepić V, Bajagić M., Đurić 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, 15 Decembar 2021, str. 107-115.*
- Cvijanović, M., Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V., Vasić, M., Popović, V., Jakšić, S. (2016). Yield of Bean (*Phaseolus vulgaris*) in ecological production according to environment conservation. VI Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes - *Acta Horticulturae* (29 September – 2 October 2014), 1142(4): 25-30.
- Dozet G. (2006). Prinos i kvalitet soje u zavisnosti od međurednog razmaka i grupezrenja u uslovima navodnjavanja. Magistarska teza. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.

- Dozet G., Cvijanovic G., Vasic M., Djuric N., Jaksic S., Djukic V. (2015). Effect of microbial fertilizer application on yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in organic production system. Proceedings, XXIII International Conference "Ecological Truth", Kopaonik, Serbia, 17-20 June 2015, pp. 105-107.
- Druzhinina, I. S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B. A., Kenerley, C. M., Monte, E., et al. (2011). *Trichoderma*: the genomics of opportunistic success. Nat. Rev. Microbiol. 9: 896–896. doi: 10.1038/nrmicro2689
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Marinković, J., Cvijanović, G., Tatić M. (2018). Uticaj vremena osnovne obrade zemljišta na masu 1000 zrna soje, Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 24(1-2): 93-99.
- Héraux, F. M. G., Hallett, S. G., Ragothama, K. G., Weller, S. C. (2005). Composted Chicken Manure as a medium for the production and delivery of *Trichoderma virens* for weed control. HortScience 40: 1394–1397.
- 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.
- Kastori, R., Petrović, N. (2003). Nitrati u povrću-fiziološki, ekološki i agrotehnički aspekti. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Nanganoa, L.T., Njukeng, J.N., Ngosong, C., Atache, S.K.E., Yinda, G.S, Ebonlo, J.N., Ngong, J.N., Ngome, F.A. (2019). Short-Term benefits of grain legume fallow systems on soil fertility and farmers livelihood in the humid forest zone of Cameroon. International Journal of Sustainable Agricultural Research, 6(4):213–223. <https://doi.org/10.18488/journal.70.2019.64.213.223>
- Reino, J. L., Guerrero, R. F., Hernández-Galán, R., Collado, I. G. (2008). Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. Phytochem. Rev. 7, 89–123. doi: 10.1007/s11101-006-9032-2
- Rouphael, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M., et al. (2015). Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. Sci. Hortic. 196. 91–108. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.002
- Shoebitz, M., Ribaud, C. M., Pardo, M. A., Cantore, M. L., Ciampi, L., Cura, J.A. (2009). Plant growth promoting properties of a strain of *Enterobacter ludwigii* isolated from *Lolium perenne* rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 41: 1768-1774.
- Tagoe, S.O., Horiuchi, T., Matsui, T. (2010). Effects of carbonized chicken manure on the growth, nodulation, yield, nitrogen and phosphorus contents of four grain legumes. Journal of Plant Nutrition, 33(5): 684-700. doi: 10.1080/01904160903575915.

- Worthington, V. (2001). Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *The Journal of Alternative, Complementary Medicine*, 7 (2): 161-173.
- Zhang, F., Xixi Xu, X., Yunqian 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 BIOFERTILIZATORA I SEZONE NA SADRŽAJ UKUPNIH SOLUBILNIH MATERIJA I KISELINA KOD SALATE

INFLUENCE OF BIOFERTILISERS AND SEASON ON THE TOTAL SOLUBLE SOLIDS AND ORGANIC ACIDS IN LETTUCE

Milica Stojanović^{1*}, Ivana Radović², Milena Marjanović², Dragosav Mutavdžić³, Đorđe Moravčević², Zorica Jovanović², Slađana Savić⁴

¹*Megatrend univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola*

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

³*Univerzitet u Beogradu, Institut za multidisciplinarna istraživanja*

⁴*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

*Autor za korespondenciju: mima1384@hotmail.com

Izvod

Salata (*Lactuca sativa* L.) je jednogodišnja biljka, sa umerenim zahtevima prema faktorima spoljašnje sredine, kratkim vegetacionim periodom i mogućnošću gajenja tokom cele godine. Ogledi sa šest genotipova salate ('Kiribati', 'Murai', 'Aquino', 'Gaugin', 'Aleppo', 'Carmesi') bili su postavljeni u kompaniji Iceberg Salat Centar. Biljke su gajene u plasteniku, bez dodatnog grejanja, tokom tri uzastopne sezone (jesen, zima i proleće), primenom mikrobioloških đubriva (EM Aktiv, Vital Tricho i njihova kombinacija). Cilj ovog istraživanja je bio da se utvrdi uticaj genotipa, mikrobioloških đubriva i sezone na sadržaj ukupno rastvorljivih materija i organskih kiselina. Najveću vrednost ukupno rastvorljivih materija i organskih kiselina ostvarila je crvena sorta 'Murai' u zimskom ogledu primenom đubriva Vital Tricho i EM Aktiv redom. Primena đubriva uglavnom nije uticala na vrednosti ukupno rastvorljivih materija i organskih kiselina, gde je tokom svih sezona sadržaj ostao stabilan. Istraživanje je pokazalo da su glavni faktori uticali na posmatrane parametre, sa izraženim uticajem genotipa.

Ključne reči: salata, mikrobiološka đubriva, sezona, ukupno rastvorljive materije, ukupne organske kiseline

Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an annual plant, with moderate requirements to environmental factors, short vegetation period and the possibility to cultivate throughout whole year. Trials with six lettuce cultivars ('Kiribati', 'Murai', 'Aquino', 'Gaugin', 'Aleppo', 'Carmesi') were set up in the company Iceberg Salat Centar. The plants were grown in a greenhouse, without additional heating, during three consecutive seasons (autumn, winter and spring), using microbiological fertilisers (EM Aktiv, Vital Tricho and their combination). The aim of this study was to determine the influence of genotype, microbiological fertilisers and season on the content of total soluble solids and organic acids. The highest value of total soluble solids and organic acids showed red cultivar 'Murai' in the winter trial using fertilisers Vital Tricho and EM Aktiv, respectively. Application of fertilisers generally did not affect the values of total soluble solids and organic acids, whereas the content remained stable during all seasons. The research showed that the main factors influenced tested parameters, with a great impact of the genotype.

Key words: lettuce, microbiological fertilisers, season, total soluble solids, titrable acidity

Uvod

Salata je jednogodišnja vrsta iz grupe lisnatog povrća koja pripada familiji Asteraceae i koja se u uslovima umereno kontinentalne klime može gajiti tokom cele godine. Bogata je korisnim nutrijentima značajnim u ljudskoj ishrani (vlakna, minerali, vitamini, fenolna i druga antioksidativna jedinjenja). Jedan od važnih parametara za koji su zainteresovani potrošači, oplemenjivači i proizvođači je ukus povrća (Tamaki i sar., 1995). Ukus salate je rezultat delovanja sadržaja šećera, organskih kiselina, fenolnih jedinjenja, kao i prisustva seskviterpenskih laktona, gde gorkom ukusu doprinose organske kiseline, fenolna jedinjenja, seskviterpenski laktoni, a slatkom glukoza, fruktoza, saharoza, vlakna (Mello i sar., 2003; Menezes i sar., 2005; Seo i sar., 2009). Od organskih kiselina u salati se nalaze: jabučna, limunska, fumarna, glutaminska, tartarna, kininska, α -ketoglutarna, jantarna, šikimska i malonska kiselina, pri čemu je koncentracija jabučne kiseline bila znatno

veća u odnosu na druge organske kiseline (López i sar., 2014). Kiseli ukus potiče od organskih kiselina (Deza, 2013). Organske kiseline imaju važnu ulogu u percepciji ukusa tako što imaju sposobnost da modifikuju ukus šećera, gde se kod salate glukoza i fruktoza nalaze u gotovo istoj koncentraciji (López i sar., 2014). Generalno posmatrano, sadržaj rastvorljivih materija kod salate uglavnom ne ukazuje na kvalitet već je više vezan za karakterizaciju ukusa-prijatan i sladak (Varoquaux i sar., 1996; Vargas-Arcila i sar., 2017).

Efektivni mikroorganizmi predstavljaju grupu odabranih, kompatibilnih mikroorganizama koji se mogu naći u prirodnim staništima: mlečne i fotosintetske bakterije, kvasci, gljive, aktinomicete (Higa i Parr, 1994). Oni proizvode različite metabolite (hormone, organske kiseline, vitamine, enzime) koji mogu da stimulišu rast, razvoj i produktivnost biljaka, sa glavnom ulogom da povećavaju dostupnost i mobilnost hraniva, pozitivno utiču na strukturu zemljišta i plodnost, smanjuju štetan efekat prekomerne upotrebe sintetičkih đubriva i pesticida, kao i štetno dejstvo različitih biljnih patogena (Babalola, 2010). Sličan efekat pokazuju i vrste gljiva iz roda *Trichoderma* spp.

Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi uticaj genotipa, mikrobioloških đubriva i sezone na sadržaj ukupno rastvorljivih materija i organskih kiselina kod salate.

Materijal i metode rada

Ogledi sa salatom uključili su šest sorti semenske kuće Rijk Zwaan koje pripadaju tri različita tipa: hrastov list (zelena 'Kiribati', crvena 'Murai'-*L. sativa* var. *crispa*), lollo (zelena 'Aleppo', crvena 'Carmesi'-*L. sativa* var. *crispa*) i multi-leaf puterica-Salanova® (zelena 'Aquino', crvena 'Gaugin'-*L. sativa* var. *capitata*). Rasad salate proizveden je u tresetnim kockama veličine 4 cm u kontrolisanim uslovima u stakleniku kompanije Grow Rasad, Irig, Republika Srbija.

U oglecima su korišćena dva različita mikrobiološka đubriva EM Aktiv i Vital Tricho. EM Aktiv (EMA; Candor, Em tehnologija, Hrvatska) je tečna formulacija koja sadrži organsku materiju koju proizvode različiti korisni mikroorganizmi koji su izolovani sa prirodnih staništa. Vital Tricho (VT; Candor, Em tehnologija, Hrvatska) je

praškasta formulacija koja sadrži spore gljiva *Trichoderma asperellum* i *Trichoderma viride* (5×10^6 CFU/ml).

Sve sorte salate su gajene tokom tri uzastopne sezone: jesen, zima i proleće (oktobar 2016. godine-jun 2017. godine) u kompaniji Iceberg Salat Centar, Surčin, Republika Srbija. Svi ogledi sprovedeni su na zemljištu tipa ritska crnica u plasteniku površine 256 m², bez dodatnog grejanja.

Ogledi su postavljeni u slučajnom blok sistemu i primenjena su četiri tretmana (kontrola-bez đubrenja (C), EM Aktiv (EMA), Vital Tricho (VT) i kombinacija đubriva (EMA+VT)) sa po tri ponavljanja. Mikrobiološka đubriva su primenjena u zemljište i folijarno tokom vegetacije. Pre početka oglada izvršena je priprema i tretiranje zemljišta sa mikrobiološkim đubrivima (150 ml/10 l EMA, 21 g/10 l VT i kombinacija EMA+VT 150 ml+21 g/10 l). Nakon toga postavljena je crna malč folija i izvršena je sadnja biljaka. Folijarni tretman primenjen je četiri puta u toku vegetacije (30 ml/6 l EMA, 12 g/6 l VT i kombinacija EMA+VT 30 ml + 12 g/6 l).

Prilikom gajenja biljaka primenjene su standardne agrotehničke mere u gajenju salate u plasticima. Berba je obavljena ručno kada su biljke dostigle tehnološku zrelost, tržišnu veličinu i kvalitet. Temperatura i relativna vlažnost vazduha mereni su tokom 24 časa pomoću uređaja RC-4HC Data Logger. U Tabeli 1 su prikazane srednje mesečne temperature vazduha i relativna vlažnost vazduha sa minimalnim i maksimalnim temperaturama u toku sva tri oglada.

Sadržaj ukupnih rastvorljivih materija određen je pomoću refraktometra (Brix/Specific Gravity Refractometer w/ATC, Vee Gee Scientific, SAD), a sadržaj organskih kiselina metodom Garner i sar. (2003). Vrednosti ukupnih rastvorljivih materija-šećera izraženi su u jedinicama (°Brix), koja je jednaka % rastvorljivih materija u uzorku, odnosno g/100 g sveže mase uzorka, dok su organske kiseline izražene u % jabučne kiseline.

Za testiranje uticaja genotipa, tretmana i sezone korišćena je trofaktorska analiza varijanse sa Tuckey's testom za post hoc poređenje na nivou značajnosti $\alpha=0,05$. Pirsonova korelacija je korišćena za testiranje moguće korelacije između ispitivanih parametara. Za statističku obradu podataka korišćeni su programi SPSS Statistics (Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp) i Microsoft Office Excel 2007.

Tabela 1. Klimatski uslovi tokom tri ogleđa

	Srednja temperatura (°C)	Srednja relativna vlažnost vazduha (%)	Minimalna temperatura (°C)	Maksimalna temperatura (°C)
Oktobar 2016	12,4	85,4	1,2	26,2
Novembar 2016	8,0	87,7	-6,2	26,1
Decembar 2016	2,3	89,3	-7,9	26,4
Januar 2017	-1,7	85,2	-16,6	20,8
Februar 2017	6,5	82,0	-9,8	38,0
Mart 2017	13,4	78,4	-2,1	38,8
April 2017	15,8	67,5	3,1	34,6
Maj 2017	21,1	74,5	5,0	40,4
Jun 2017	26,0	70,1	15,9	40,3

Rezultati i diskusija

1. Ukupne rastvorljive (solubilne) materije

Rezultati ukupnih rastvorljivih materija u listovima salate prikazani su u Tabeli 2. Sadržaj ukupnih rastvorljivih materija kretao se od 4,5-7,1 °Brix u jesen, 6,1-7,3 °Brix u zimu i 4,3-6,6 °Brix u proleće. Harrill (1998) ukazuje na komercijalni standard koji se primenjuje u industriji hrane za određivanje ukusa, u kome se salata na osnovu jedinica °Brix posmatra kao siromašna (4), srednja (6), dobra (8) i odlična (10). Na osnovu ostvarenih vrednosti ukupnih rastvorljivih materija u ispitivanim ogledima sorte salate se svrstavaju između siromašnih i srednjih.

U sprovedenom istraživanju najveći sadržaj rastvorljivih materija ostvaren je kod crvene sorte ‘Murai’ u zimu primenom đubriva VT. Sadržaj rastvorljivih materija kod ispitivanih genotipova salate je veći ili u donjim granicama u poređenju sa literaturnim podacima (Ozgen i Sekerci, 2011; Vargas-Arcila i sar., 2017). Rezultati Ozgen i Sekerci (2011) pokazali su tendenciju većih vrednosti ukupnih rastvorljivih materija kod zelene u odnosu na crvene sorte salate. U našim ogledima zelene sorte su pratile ovu tendenciju, sa izuzetkom crvene sorte ‘Carmesi’ koja je u odnosu na zeleni varijetet pokazivala više vrednosti °Brix.

Generalno, primena mikrobioloških đubriva nije imala uticaja na značajno povećanje ili smanjenje sadržaja ukupnih rastvorljivih materija

u listovima salate. Primena đubriva EMA kod sorte 'Aquino' u proleće doprinela je značajnom povećanju sadržaja ukupnih rastvorljivih materija za 13%, dok je primena VT kod sorte 'Aleppo' u istom ogledu doprinela značajnom smanjenju ukupnih rastvorljivih materija za 22%, što može biti uticaj pre svega genotipa na ovaj parametar (Tabela 2).

Tabela 2. Uticaj genotipa, mikrobioloških đubriva i sezone na sadržaj ukupnih rastvorljivih materija u listovima salate (°Brix)

SEZONA	SORTA	TRETMAN			
		C	EMA	VT	EMA+VT
Jesen	Kiribati	7,1±0,4 bAx	6,3±0,2 bAx	6,2±0,2 bAx	6,2±0,4 aAx
	Murai	6,9±0,4 bAx	5,9±0,2 bAx	6,1±0,7 bAx	5,9±0,2 aAx
	Aquino	6,9±0,2 bAy	6,5±0,4 bAx	6,9±0,4 bAx	6,7±0,2 aAx
	Gaugin	4,8±0,2 aAx	4,5±0,5 aAx	4,5±0,0 aAx	5,4±0,3 aAx
	Aleppo	6,4±0,5 bAx	6,8±0,1 bAz	6,3±0,1 bAy	6,5±0,3 aAy
	Carmesi	6,1±0,0 abAx	6,6±0,2 bAx	6,4±0,1 bAx	6,7±0,4 aAx
Zima	Kiribati	6,8±0,2 aAx	6,7±0,4 aAx	7,1±0,3 aAx	6,7±0,2 aAx
	Murai	6,8±0,3 aAx	7,0±0,5 aAx	7,3±0,6 aAx	6,9±0,2 aAx
	Aquino	6,3±0,4 aAxy	6,3±0,4 aAx	6,2±0,4 aAx	6,1±1,1 aAx
	Gaugin	6,2±0,6 aAx	6,7±0,2 aAy	6,7±0,2 aAy	6,5±0,6 aAx
	Aleppo	6,3±0,4 aAx	6,1±0,1 aAy	7,1±0,1 aAy	6,5±0,2 aAy
	Carmesi	6,6±0,8 aAx	6,9±0,2 aAx	7,1±0,2 aAx	6,6±0,8 aAx
Proleće	Kiribati	6,5±0,3 aAx	6,5±0,4 aAx	6,2±0,0 bcAx	6,4±0,2 bAx
	Murai	6,1±0,5 aAx	6,1±0,2 aAx	5,1±0,1 abAx	5,8±0,5 abAx
	Aquino	5,3±0,1 aAx	6,0±0,3 aBx	5,8±0,2 bcABx	5,3±0,1 abABx
	Gaugin	5,8±0,3 aAx	5,5±0,3 aAxy	5,7±0,4 bcAy	5,4±0,2 abAx
	Aleppo	5,5±0,2 aBx	5,3±0,2 aABx	4,3±0,3 aAx	4,9±0,1 aABx
	Carmesi	6,4±0,1 aAx	6,2±0,1 aAx	6,6±0,3 cAx	6,3±0,3 bAx

Podaci predstavljaju srednje vrednosti (n=3) ±standardna greška. Vrednosti pored kojih se nalazi isto slovo nisu statistički značajne na nivou 0,05% prema Tuckey's testu. Oznake a, b, c - razlike između genotipa; A, B - razlike između tretmana; x, y, z - razlike između sezona

U literaturi postoje različiti rezultati ukupnih rastvorljivih materija sa aspekta gajenja salate i drugih kultura u organskim i konvencionalnim sistemima, kao i primenom biofertilizatora. Da Silva i sar. (2011) zabeležili su najveći sadržaj rastvorljivih materija u konvencionalnom sistemu gajenja, u odnosu na hidropone, dok između konvencionalnog i organskog sistema gajenja nije bilo značajne razlike. Primenom povećanih doza azota (120 kg/ha) i inokulacijom sa sojem *Pseudomonas* sp. DSM 25356 pokazan je povećan sadržaj °Brix u odnosu na

neinokulirane biljke, dok pri istoj dozi azota nije bilo razlike u odnosu na dva soja *Azospirillum brasilense* (Consentino i sar., 2022).

Uticaj sezone na sadržaj ukupnih rastvorljivih materija nije imao značajan efekat na sorte i tretmane, osim kod sorti ‘Gaugin’ (EMA, VT), ‘Aquino’ (kontrola) i ‘Aleppo’ (EMA, VT, EMA+VT), gde je najveći sadržaj ostvaren u zimskom ogledu, s tim da na sadržaj ukupno rastvorljivih materija pre svega utiče genotip u odnosu na primenjena đubriva i sezonu. Veći sadržaj rastvorljivih materija koji je ostvaren kod pojedinih sorti u zimskom ogledu može biti posledica efekta niskih temperatura i akumulacije osmolita kao što su šećeri.

2. Ukupne organske kiseline

Rezultati ukupnih organskih kiselina u listovima salate prikazani su u Tabeli 3. Sadržaj ukupnih organskih kiselina kretao se od 0,013-0,021% u jesen, 0,013-0,023% u zimu i 0,013-0,020% u proleće. Crvene sorte su imale veći sadržaj, sa najvećom vrednošću kod sorte ‘Murai’ u zimu, primenom EMA đubriva. Slično našim istraživanjima, Vargas-Arcila i sar. (2017) zabeležili su značajan uticaj genotipa, kao i interakciju genotipa i sredine na vrednosti ukupnih organskih kiselina.

Primena kombinacije đubriva EMA+VT kod sorte ‘Aquino’ tokom zime doprinela je značajnom smanjenju sadržaja ukupnih organskih kiselina za 35%. Rezultati šest ispitivanih genotipova salate ukazuju da primena mikrobioloških đubriva nije imala uticaja na značajno povećanje i smanjenje sadržaja kiselina, te je njihova koncentracija ostala manje više stabilna, sagledavajući i uticaj sezone. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa Moura i sar. (2016) koji su pokazali da nije utvrđena značajna razlika u povećanju ukupne koncentracije organskih kiselina tokom vegetacije. U literaturi postoje i podaci gde je folijarnom primenom đubriva sa *Spirulina platensis*-Spirufert u koncentraciji 3% došlo do značajnog povećanja koncentracije kiselina, dok su ostali tretmani bili jednaki kontroli tj. bez primene đubriva (Oliveira i sar., 2017).

Uticaj sezone na sadržaj ukupnih organskih kiselina nije imao značajan efekat na sorte i tretmane, osim kod sorte ‘Murai’ (EMA+VT). Na osnovu sprovedenih istraživanja izračunat je odnos između ukupno rastvorljivih materija i organskih kiselina (eng. taste index), koji predstavlja ravnotežu između šećera i kiselina (Paull, 1999).

Tabela 3. Uticaj genotipa, mikrobioloških đubriva i sezone na sadržaj ukupnih organskih kiselina u listovima salate (% jabučne kiseline eq)

SEZONA	SORTA	TRETMAN			
		C	EMA	VT	EMA+VT
Jesen	Kiribati	0,018±0,002 abAx	0,016±0 aAx	0,016±0,003 aAx	0,016±0 aAx
	Murai	0,018±0,002 abAx	0,020±0,002 aAx	0,014±0,002 aAx	0,014±0,002 aAx
	Aquino	0,016±0 abAx	0,018±0,002 aAx	0,014±0,004 aAx	0,014±0,002 aAx
	Gaugin	0,021±0,001 bAx	0,016±0 aAx	0,018±0,004 aAx	0,020±0,004 aAx
	Aleppo	0,020±0,002 bAx	0,018±0,002 aAx	0,020±0,002 aAx	0,018±0,002 aAx
	Carmesi	0,013±0,002 aAx	0,016±0,003 aAx	0,016±0 aAx	0,016±0,003 aAx
	Kiribati	0,018±0,002 aAx	0,016±0 aAx	0,018±0,002 aAx	0,016±0 abAx
Zima	Murai	0,020±0,005 aAx	0,023±0,002 aAx	0,020±0,002 aAx	0,021±0 bAy
	Aquino	0,020±0,002 aBx	0,016±0 aABx	0,018±0,002 aABx	0,013±0,002 aAx
	Gaugin	0,018±0,004 aAx	0,018±0,002 aAx	0,020±0,002 aAx	0,016±0 abAx
	Aleppo	0,016±0,003 aAx	0,016±0,003 aAx	0,018±0,002 aAx	0,014±0,002 aAx
	Carmesi	0,016±0,003 aAx	0,018±0,004 aAx	0,016±0 aAx	0,013±0,002 aAx
	Kiribati	0,014±0,002 aAx	0,014±0,004 aAx	0,016±0 aAx	0,013±0,002 aAx
	Murai	0,016±0 aAx	0,018±0,002 aAx	0,020±0,002 aAx	0,016±0 aAx
Proleće	Aquino	0,018±0,002 aAx	0,018±0,002 aAx	0,018±0,002 aAx	0,013±0,002 aAx
	Gaugin	0,018±0,002 aAx	0,020±0,002 aAx	0,016±0,003 aAx	0,014±0,002 aAx
	Aleppo	0,013±0,002 aAx	0,016±0 aAx	0,013±0,002 aAx	0,014±0,002 aAx
	Carmesi	0,013±0,002 aAx	0,016±0 aAx	0,013±0,002 aAx	0,016±0 aAx

Podaci predstavljaju srednje vrednosti (n=3) ±standardna greška. Vrednosti pored kojih se nalazi isto slovo nisu statistički značajne na nivou 0,05% prema Tuckey's testu. Oznake a, b - razlike između genotipa; A, B - razlike između tretmana; x, y - razlike između sezone

Povećana vrednost odnosa ova dva parametra ukazuje na povrće blagog ukusa, dok niže vrednosti na kiseli ukus (Mattedi i sar., 2011). Literaturni podaci kod salate pokazuju da se odnos povećavao dostižući najveće vrednosti na kraju vegetacionog perioda - 48,20% (Moura i sar., 2016). Ovo istraživanje je pokazalo kako je ukus salate tokom vegetacije postao blag i manje kiseo, što bi moglo biti bolje prihvaćeno od strane potrošača, koji preferiraju salatu blago-slatkog ukusa (Mello i sar., 2003). Na osnovu sprovedenog istraživanja sa šest genotipova salate, odnos između ova dva parametra se kretao do 34,99% ('Aquino', VT, jesen), pa je sa aspekta ukusa berba salate obavljena pravovremeno. Ovakva praksa, sa praćenjem ova dva parametra i njihovog odnosa, bi pomogla proizvođačima, da ukoliko je moguće biljke ostavljaju duže na polju, a na taj način povećaju kvalitativna svojstva salate. Utvrđena je veoma slaba

pozitivna korelacija između ukupno rastvorljivih materija i organskih kiselina ($r= 0,17^*$), za razliku od jake negativne korelacije između taste index-a i organskih kiselina ($r= -0,83^{**}$), što ukazuje da sa povećanjem sadržaja kiselina dolazi do pogoršavanja percepcije prijatnog i slatkog ukusa, gde on postaje sve više kiseo.

Zaključak

Najveću vrednost ukupno rastvorljivih materija i organskih kiselina pokazala je crvena sorta ‘Murai’ u zimskom ogledu primenom đubriva VT i EMA, redom. Svi ispitivani genotipovi salate svrstavaju se u red siromašnih i srednjih sa aspekta ocene ukusa. Primena đubriva uglavnom nije uticala na vrednosti oba posmatrana parametra, jer je tokom svih sezona sadržaj ostao stabilan. Najveću vrednost odnosa ukupnih rastvorljivih materija i organskih kiselina (eng. taste index) ostvarila je zelena sorta ‘Aquino’ u jesen primenom đubriva VT, koja se istakla po blagom i prijatnom ukusu.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju kompaniji Iceberg Salat Centar na tehničkoj podršci prilikom izvođenja ogleda. Ovo istraživanje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Broj ugovora: 451-03-68/2022-14/200053; 451-03-68/2022-14/200216 i 451-03-68/2022-14/200116).

Literatura

- Babalola, O. O. (2010). Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnology Letters*, 32: 1559-1570. doi: 10.1007/s10529-010-0347-0
- Consentino, B.B., Aprile, S., Roupael, Y., Ntatsi, G., De Pasquale, C., Iapichino, G., Alibrandi, P., Sabatino, L. (2022). Application of PGPB combined with variable N doses affects growth, yield-related traits, N-Fertilizer efficiency and nutritional status of lettuce grown under controlled condition. *Agronomy*, 12(2): 236. doi: 10.3390/agronomy12020236

- da Silva, E.M.N., Ferreira, R.L.F., Araújo, Neto, S.E.D., Tavella, L.B., Solino, A.J. (2011). Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. *Horticultura brasileira*, 29: 242-245. doi: 10.1590/S0102-05362011000200019
- Deza, K. (2013). Factors important for the shelf-life of minimally processed lettuce [PhD thesis]. [Copenhagen, Denmark]: University of Copenhagen.
- Garner, D., Crisosto, C.H., Wiley, P., Crisosto, G.M. (2003). Measurement of pH and titratable acidity. <http://fruitandnuteducation.ucdavis.edu/files/162035.pdf>
- Harrill, R. (1998). Using a refractometer to test the quality of fruits and vegetables-P. PUBLISHING, Éd.
- Higa, T., Parr, J. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center Atami, Japan.
- López, A., Javier, G.A., Fenoll, J., Hellín, P., Flores, P. (2014). Chemical composition and antioxidant capacity of lettuce: Comparative study of regular-sized (Romaine) and baby-sized (Little Gem and Mini Romaine) types. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1): 39-48. doi: 10.1016/j.jfca.2013.10.001
- Mattedi, A.P., Guimarães, M.D.A., Silva, D.J.H.D., Caliman, F.R.B., Marim, B.G. (2011). Qualidade dos frutos de genótipos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. *Revista Ceres*, 58(4): 525-530. doi: 10.1590/S0034-737X2011000400018
- Mello, J.C., Dietrich, R., Meinert, E.M., Teixeira, E., Amante, E.R. (2003). Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. *Food Science and Technology*, 23(3): 418-426. doi: 10.1590/S0101-20612003000300022
- Menezes, E., Fernandes, É.C., Sabaa-Srur, A.U. (2005). Folhas de alface lisa (*Lactuca sativa*) minimamente processadas armazenadas em atmosfera modificada: análises físicas, químicas e físico-químicas. *Food Science and Technology*, 25: 60-62. doi: 10.1590/S0101-20612005000100010
- Moura, L.D., Carlos, L.D., Oliveir, K.G., Martins, L.M., Silva, E.C. (2016). Physicochemical characteristics of purple lettuce harvested at different ages. *Revista Caatinga*, 29: 489-495. doi: 10.1590/1983-21252016v29n227rc
- Oliveira, D.S., Rocha, R.H.C., da Silva, Nóbrega J., Dias, G.A., de LIMA, J.F., Guedes, W.A. (2017). Post-harvest quality of lettuce cv. Elba in relation to *Spirulina platensis* foliar applications. *Científica*, 45(2): 162-168. doi: 10.15361/1984-5529.2017v45n2p162-168

- Ozgen, S., Sekerci, S. (2011). Effect of leaf position on the distribution of phytochemicals and antioxidant capacity among green and red lettuce cultivars. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9: 801-809. doi: 10.5424/sjar/20110903-472-10
- Paull, R. (1999). Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest biology and technology*, 15(3): 263-277. doi: 10.1016/S0925-5214(98)00090-8
- Seo, M.W., Yang, D.S., Kays, S.J., Lee, G.P., Park, K.W. (2009). Sesquiterpene lactones and bitterness in Korean leaf lettuce cultivars. *HortScience*, 44(2): 246-249. doi: 10.21273/HORTSCI.44.2.246
- Tamaki, H., Robinson, R.W., Anderson, J.L., Stoewsand, G.S. (1995). Sesquiterpene lactones in virus-resistant lettuce. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(1): 6-8. doi: 10.1021/jf00049a002
- Vargas-Arcila, M., Cartagena-Valenzuela, J.R., Franco, G., Correa-Londoño, G.A., Quintero-Vásquez, L.M., Gaviria-Montoya, C.A. (2017). Changes in the physico-chemical properties of four lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties during storage. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2): 257-273. doi: 10.21930/rcta.vol18_num2_art:632
- Varoquaux, P., Mazollier, J., Albagnac, G. (1996). The influence of raw material characteristics on the storage life of fresh-cut butterhead lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 9(2): 127-139. doi: 10.1016/S0925-5214(96)00042-7

EKONOMSKA OPRAVDANOST PROIZVODNJE SEMENA KUPUSA SORTIMENTA INSTITUTA ZA POVRTARSTVO

ECONOMIC JUSTIFICATION OF CABBAGE SEED PRODUCTION VARIETIES OF THE INSTITUTE FOR VEGETABLE CROPS

Sladjan Adžić^{1*}, Nenad Pavlović², Zdenka Girek¹, Ivan Rakić¹, Ivana Živković¹,
Milan Ugrinović¹, Nenad Đurić¹

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

²*Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak*

**Autor za korespondenciju: sladjan.adzic@gmail.com*

Izvod

Institut za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci ostvaruje značajan deo prihoda od prodaje semena kupusa svojih priznatih sorti na domaćem i inostranom tržištu. Najprodavanija i najpopularnija sorta je Srpski melež - 4, dok je novopriznata sorta Zahar SP sa povećanim sadržajem šećera, priznata na sotnoj listi EU i tek se pozicionira na domaćem i inostranom tržištu. Radi izrade kalkulacije proizvodnje semena kupusa korišćen je podatak prosečnog prinosa semena kupusa od 2010-2020. godine. Prosečan prinos semena kupusa po hektaru iznosio je 519,7 kg tokom 11 posmatranih sezona. Prosečan koeficijent varijacije prinosa semena iznosio je 0,54. Visok koeficijent varijacije prinosa semena usovljen je agroekološkim uslovima u sezoni a najviše intenzitetom i trajanjem negativnih temperatura tokom perioda prezimljavanja. Proizvodnja semena kupusa se pokazala rentabilnom jer se ostvaruje prosečna dobit po hektaru u visini od 2495.55 €.

Ključne reči: seme kupusa, prinos semena po hektaru, rentabilnost proizvodnje.

Abstract

Institute for Vegetable Crops from Smederevska Palanka generates a significant part of its income from the sale of cabbage seeds of its acknowledged varieties on the domestic and foreign markets. The best-selling and most popular variety is the Srpski melez - 4, while the newly acknowledged Zahar SP variety with increased sugar content, listed on the EU variety list, is only just positioning itself on the domestic and foreign markets. In order to calculate the production of cabbage seeds, the average yield of cabbage seeds from 2010-2020 years was used. The average yield of cabbage seeds per hectare was 519.7 kg during the 11 observed seasons. The average coefficient of variation of seed yield was 0.54. The high coefficient of variation of the seed yield is due to the agroecological conditions in the season, and mostly to the intensity and duration of negative temperatures during the wintering period. Cabbage seed production has proven to be profitable as the average profit per hectare is €2495.55.

Key words: cabbage seeds, seed yield per hectare, profitability of production

Uvod

Kupus (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) je dvogodišnja biljna vrsta. U prvoj godini obrazuje glavicu koja se sastoji od etioliranog lišća sa ovojnim listovima koji imaju pigment. U drugoj godini biljka prelazi u reproduktivni stadijum, cveta i plodonosi i obrazuje seme u ljuskama koji predstavlja plod u botaničkom smislu (Adžić i sar., 2021).

Prosečna proizvodna površina kupusa u Srbiji kreće se oko 20.840 ha (FAOSTAT, 2021). Na značajnim površinama, pogotovu baštama i manjim parcelama gaji se sortiment Instituta za povrtarstvo iz razloga pogodnih morfoloških i biohemijskih osobina za spravljanje tradicionalnog kiselog kupusa.

Na ostalim površinama gaje se inostrani hibridi kupusa namenjeni intenzivnom načinu proizvodnje kao i domaća konkurentna ponuda Futoškog kupusa i slobodne sorte Srpski melez.

Selekcioneri Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka kreirali su nekoliko sorti srednje kasnog i kasnog kupusa: Srpski melez - 4 i Srpski melez - 10 (Ivanović i sar., 1975), Rubin (Kandić i sar., 1982.), Triumf (Sretenović i sar., 2004) i Zahar SP (Adžić i sar., 2020).

Selekcija ovih sorti vršena je po metodi odabira iz populacije stranooplođnog bilja kupusa glavičara - Srpski melez (sin.: Žarkovac, Šarlija, Melez), poznate po svom biodiverzitetu i genetičkoj varijabilnosti. Proces selekcije jedne sorte kupusa klasičnim metodama selekcije traje od 16-18 godina.

Proizvodnja semena kod kupusa moguća je na dva načina. Prvi način je proizvodnja semena iz izvodnica ili glavica (tipično za proces selekcije), dok je drugi način proizvodnja semena iz procesa vernalizacije (Adžić et al., 2013; Červenski, 2010).

Drugi način je pre svega sa manjim rizikom, tehnološki jednostavniji i ekonomski isplativiji za kooperanta, tako da se proizvodnja semena u našim uslovima isključivo obavlja iskorišćavanjem procesa vernalizacije tipičnog za uljanu repicu.

Kupus se seje u rokovima indentičnih rokovima za gajenje uljane repice. Biljka u stadijumu rozete ulazi u proces prezimljavanja, ne obrazuje glavicu i u proleće direktno iz rozete prorastaju cvetonošna stabla. Polovinom jula meseca biljka sazreva i obavlja se žetva (Adžić i sar., 2020).

Tokom svake proizvodne sezone u kooperaciji Instituta ugovara se i realizuje proizvodnja semena kupusa. Zadatak agroekonomske nauke podrazumeva proučavanje mogućnosti iskorišćavanja ograničenih resursa, koji su proizvođaču na raspolaganju, u svrhu ostvarivanja zarade uz istovremeno i očuvanje tih resursa.

Potencijal resursa ima svoj limit koji nužno ograničava profit, pogotovu treba obratiti pažnju na plodored koji u slučaju ove proizvodnje iziskuje sedmogodišnju plodosmenu.

Zadatak svakog agroekonomiste je u pronalaženju najboljeg načina upotrebe raspoloživih resursa. Što se tiče poljoprivrede, ona je proizvodna delatnost i njena glavna funkcija je stvaranje nove vrednosti (Karić, 2002), a u slučaju ovog tipa proizvodnje - sertifikovane semenske robe kupusa glavičara.

Pod pojmom kalkulacija, u ekonomskoj nauci i poljoprivrednoj praksi, podrazumeva se postupak utvrđivanja prihoda, troškova proizvodnje, dobiti, tzv. apsolutnih pokazatelja proizvodnje.

Kalkulacijom se mogu izračunavati cena koštanja, nabavna, prodajna i druge cene (Ranogajec, 2009).

Ovaj rad ima zadatak da predstavi prosečne troškove, prihode, cenu koštanja i dobit (€), rentabilnost i ekonomičnost u procesu proizvodnje semena kupusa Instituta za povrtarstvo, koji se navodnjava tifonom, a na osnovu prosečnog prinosa semena koji je ostvaren kroz 11 proizvodnih sezona u ugovorenoj proizvodnji (kooperaciji) na različitim lokalitetima u R. Srbiji.

Materijal i metode rada

U 11 proizvodnih sezona (2010-2020) vršena je proizvodnja semena kupusa i to u najvećoj meri sorte kupusa glavičara: Srpski Melez 4, u manjoj meri Srpskog meleza 10, Rubina, Ditmara i Zahara SP. Sve sorte osim Ditmara, koji je sorta sa srednje ranim tipom sazrevanja (90-100 dana od setve), su kasne i srednje kasne sorte (120-135 dana od setve). Proizvodnja semena vršena je po tipu iskorišćavanja procesa vernalizacije (Adžić, 2015). Setva za proizvodnju rasada vršena je u periodu od 5-25 avgusta, a rasađivanje je vršeno između 5-20 oktobra.

Žetva je vršena kombajnom polovinom jula meseca. Vegetaciona gustina na polju iznosila je 60.000 biljaka po ha. Lokaliteti proizvodnje su bili: Smederevska Palanka (Kusadak, Pridovorice, Glibovac), Velika Plana (Staro Selo, Miloševac, Lozovik, Radovanje), Bečej, Požarevac (Kisiljevo), Kragujevac (Desimirovac), Kula (Sivac).

Podaci o prinosu semena su internog karaktera. Proizvodna površina kretala se od 3 do 7 ha. Uticaj varijabilnosti klimatskih elemenata u 11 sezona na prinos semena opravdava postupak za utvrđivanje prosečne vrednosti prinosa semena (kg ha^{-1}) kupusa koji je iskorišćen za prosečnu kalkulaciju ovog tipa proizvodnje.

Ekonomska analiza zasnovana je na metodi kalkulacije rashoda, prihoda, cene koštanja i dobiti, kao i kalkulacije osnovnih ekonomskih pokazatelja uspešnosti proizvodnje semena (rentabilnosti i ekonomičnosti) (Ranogajec, 2009; Adžić i sar., 2010; Karić, 2002).

Cene u kalkulaciji obračunavane su u evrima po kursu NBS na dan 19.9.2022.

Rezultati i diskusija

1. *Prinosi semena kupusa 2010-2020*

Prinos semena kupusa tokom 11 sezona prikazan je u tabela 1 i bio je varijabilan. Jedan od glavnih faktora varijabilnosti su ekološki faktori, pre svega intenzitet i trajanje negativnih zimskih temperatura.

Pored klimatoloških faktora na ovu osobinu ispitivan je i potvrđen statistički značajan uticaj i genotipa, vremena setve rasada, vegetativne mase ili broja listova u rozeti u kojoj genotip prezimljava (Adžić, 2015). Veoma bitnu ulogu za ostvarivanje prinosa semena ima i obezbeđenost zemljišta makro i mikroelementima i vodom.

Prosečni prinos tokom posmatranih sezona iznosi 519,7 kg ha⁻¹, dok je najviši prinos ostvaren tokom 2013. godine i iznosio je 753.4 kg ha⁻¹. Januar i februar 2013. okarakterisani su prema podacima RHMZS kao veoma topli i topli u odnosu na višegodišnji prosek sa prosečnim odstupanjem od više od 3°C za područje Srbije u odnosu na prosečnu temperaturu.

Iznad prosečne godine po prinosu semena bile su: 2013., 2018. i 2020., kada je ekonomska isplativost proizvodnje bila najviša. Ispod prosečne godine sa oko 300 kg ha⁻¹ prinosa semena bile su 2010., 2012. i 2016., sa oko 400 kg ha⁻¹ bila je 2015., a sa oko 500 kg ha⁻¹ bila je 2017. godina. Prosečni kefcijent varijacije iznosio je 0,54.

Visok koeficijent varijacije ukazuje na mogući povećani rizik u proizvodnji, koji se može amortizovati poštovanjem akcionog plana i tehnologije gajenja ove vrste, pogotovu proizvodnje kvalitetnog rasada. Prema kalkulaciji proizvodnje semena kupusa prikazanoj u tabela 2, neophodno je proizvesti 400 kg semena da bi se ostvarila dobit od 1000 €, to znači da je prema ovoj kalkulaciji od 11 posmatranih sezona u 8 sezona ostvorena dobit (grafikon 1).

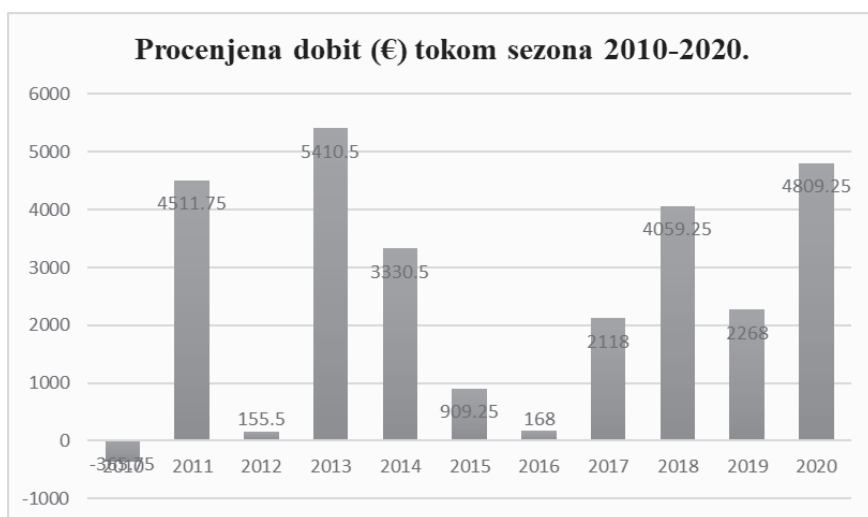
2. *Kalkulacija proizvodnje semena kupusa izvedena na osnovu desetogodišnjeg proseka prinosa semena*

Kalkulacija semenske proizvodnje kupusa (tabela 2) vršena je na osnovu jedanaestogodišnjeg proseka prinosa semena koji je ostvaren u proizvodnji Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci. Prikazana je struktura: troškova rada, troškova materijala, nepredviđenih troškova.

Izračunata je cena koštanja, a prema proizvođačkoj ili otkupnoj ugovorenoj ceni semena kupusa i vrednost proizvodnje. Razlika između vrednosti proizvodnje i troškova proizvodnje predstavlja dobit.

Tabela 1. Prinos semena kupusa (kg ha^{-1}) tokom 11 sezona (2010-2020)

R.br.	Godina	Prinos kg ha^{-1}	Cv
1.	2010.	291,3	0,61
2.	2011.	681,5	0,77
3.	2012.	333,0	0,38
4.	2013.	753,4	0,60
5.	2014.	587,0	0,50
6.	2015.	393,3	0,44
7.	2016.	334,0	0,71
8.	2017.	490,0	0,48
9.	2018.	645,3	0,41
10.	2019.	502,0	0,56
11.	2020.	705,3	0,36
12.		\bar{x} 519,7	\bar{x} 0,54



Grafikon 1. Procenjena dobit (€ ha^{-1}) tokom proizvodnih sezona 2010-2020.

Tabela 2. Kalkulacija semenske proizvodnje kupusa glavičara na otvorenom polju po 1 ha

TROŠKOVI RADA				
radna operacija	sredstvo	br. radnih dana	troškovi (€)	
1	priprema mesta za proizvodnju rasada	ručno	1	35
2	setva	ručno	2	58,33
3	nega rasada	ručno	6	175
4	transport i rasturanje stajnjaka	laki traktor	1	78,33
5	zaoravanje strništa	srednji traktor	1	64,16
6	startno đubrenje	laki traktor	1	19,5
7	tretiranje herbicidom	laki traktor	1	23,66
8	predsetvena priprema zemljišta	laki traktor	1	61,33
9	markiranje redova	laki traktor	1	19,5
10	raznošenje rasada	l. tr., 6 radnika	1	166,67
11	sadnja	l. tr., 6 radnika	1	166,67
12	popunjavanje praznih mesta	ručno, 3 radnika	1	83,33
13	međuredna kultivacija (2x)	laki traktor	2	83,33
14	prihranjivanje (2x)	laki traktor	2	83,33
15	zalivanje (6x)	tifon	6	436,33
16	zaštita od patogena i št. (7x)	laki traktor	7	185,83
17	žetva	kombajn	1	130
18	klasiranje i pakovanje u pp. vreće	ručno	2	66,66
		ukupno		1936,96
TROŠKOVI MATERIJALA				
	količina		cena (€)	
1	stajnjak	20 t	250	
2	mineralna đubriva			
	<i>NPK</i>	800 kg	733	
	<i>KAN</i>	400 kg	360	
3	seme	300 gr	5	
4	pesticidi		291,67	

5	ambalaža	<i>p.p. vreće, gajbe..</i>	66,67
6	gorivo	**	
		укупно	1706.34
OSTALI TROŠKOVI			364,00€
	PRINOS SEMENA (10. god. pros.)	519.7 kg	
	PROIZVOĐAČKA – OTKUPNA CENA		12,50 €/kg
	CENA KOŠTANJA		7,71 €/kg
	VREDNOST PROIZVODNJE		6,496.25 €
	TROŠKOVI PROIZVODNJE		4,007.30 €
	DOBIT		2,495.70 €

*napomena: 1) troškovi aprobacija idu na teret nosioca semenske proizvodnje;
2) troškovi amortizacija nisu prikazani;
3) **utrošak goriva ukalkulisan sa troškom rada u radnoj operaciji:
4-11;15-18.*

Tehnološki proces proizvodnje semena kupusa podrazumevao je navodnjavanje tifonom i predviđeno je 6 navodnjavanja 2 puta u jesen i 4 puta tokom proleća i leta. U sušnim sezonama je neophodan i veći broj navodnjavanja. Navodnjavanje kupusa vrši se do zabarivanja, jer kupus ima visoke potrebe za vodom, do 80% pvk. Kritični periodi za vodu su: neposredno po rasađivanju, kraj februara i početak marta kada se inicira nastavak vegetativne faze, u periodu prorastanja cvetonosnog stabla kao i nalivanju semena. Žetvu smo u kalkulaciji predvideli mašinski-kombajnom. Preporuke struke su da žetva treba da se obalja višefazno, ručno, jer se na takav način postiže veći prinos i bolji kvalitet semena. Nedostatak ovakvog tehnološkog procesa žetve su visoki troškovi rada.

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 subvencionisanoj ceni. Cena sata rada radnika obračunata je 3 €/h.

U ostale troškove predvideli smo cenu premije osiguranja useva kao i troškove kateringa kao i nepredviđene troškove.

Cena koštanja prema kalkulaciji iznosi 7,71 €/kg proizvedenog doradenog semena koje zadovoljava kvalitet koji je propisan zakonom. Otkupna cena Instituta iznosi 12,5 €/kg. Pri prosečnom prinosu semena

od 519,7 kg ha⁻¹ dobit iznosi 2495.7 €/kg. Posmatrajući prinose po sezonama možemo zaključiti da zarada u pojedinim sezonama može ići i preko 5000 € ha⁻¹, dok se u tri sezone poslovalo u gubitku ili granici likvidnosti bez značajne dobiti (grafikon 1).

Prema Ranogajec (2009) ekonomičnost proizvodnje predstavlja izraz učinaka potrošnje svih elemenata proizvodnje i izražava se koeficijentom ekonomičnosti (Ep). Koeficijent može biti jednak, manji ili veći od 1. Ekonomičnost proizvodnje se izračunava tako da se vrednost proizvodnje podeli ukupnim troškovima. U našim istraživanjima koeficijent ekonomičnosti ima vrednost 1,62. Pošto je vrednost Ep veća od jedinice, može se zaključiti da je proizvodnja bila ekonomična u jedanaestogodišnjem proseku.

Rentabilnost je izraz efekta uložениh sredstava ili kapitala u određenu proizvodnju. Izražava se stopom rentabilnosti, to jest u postotku. Rentabilnost proizvodnje (Rp) predstavlja uspešnost proizvodnje i pri tome pokazuje koliko se na 100 novčanih jedinica ukupnih prihoda ostvaruje dobit. Računa se kao odnos između ostvarene dobiti i ukupnih prihoda puta 100 (Ranogajec, 2009). Rp u našim istraživanjima ima vrednost 38,41%, što znači da je proizvodnja bila rentabilna u proseku i da je na svakih 100 evra prihoda ostvaren dobit od 38,41 €.

Zaključak

Dobit u proizvodnji semena kupusa ostvaruje se pri povoljnim agroekološkim uslovima. U sezonama kada se događa temperaturni stes od ključnog značaja za ostvarenje zarade jeste poštovanje procesa tehnologije gajenja.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je sprovedeno uz podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj ugovora: 451-03-68/2022-14/200216).

Literatura

- Adžić, S., Pavlović, S., Zdravković, J. (2010). Economic justification for vegetable seed concept of sustainable organic production. *Economics of Agriculture*, 57(2): 20-24.
- Adžić, S., Girek, Z., Pavlović, N., Zdravković, J., Cvikić, D., Pavlović, S. (2013). Vernalization and seed yield of late head cabbage in different phases of rosette development by applying GA3 in vivo. *Acta Horticulturae* 1005: 369-374.
- Adžić, S. (2015). Regulacija ekspresije gena cvetanja primenom vernalizacije kod kupusa (*Brassica oleracea var capitata* L.). Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Adžić, S., Girek, Z., Pavlović, S., Zečević, B., Damnjanović, J., Cvikić, D., Ugrinović, M. (2020). Influence of different environmental conditions and gibberellic acid treatment on flowering time of divergent genotypes of cabbage (*Brassica oleracea var. capitata* L.) and their F1 hybrids. *Genetika* 52(3), 1263-1279.
- Adžić, S., Pavlović, N., Milačić, Lj., Girek, Z., Pavlović, S., Ugrinović, M., Damnjanović, J. (2021). Korelacioni odnos osobina komponenti prinosa u reproduktivnoj fazi kod kupusa. *Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja - Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*, 15. decembar, Zbornik radova, 129-136.
- Červenski, J. (2010). Gajenje kupusa. Monografija. ISBN: 978-86-80417-24-0. FAOSTAT, 2021, database. <http://fao.org/faostat>. Accessed 27.10.2021
- Karić, M. (2002). Kalkulacije u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. ISBN: 953-6331-21-7.
- Ranogajec, Lj. (2009). Računovodstvo u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. ISBN: 978-953-6331-71-0.

**MORFOLOŠKE I BIOHEMIJSKE KARAKTERISTIKE
GENOTIPOVA PASTRNKA (*Pastinaca sativa* L.)**

**MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS
OF PARSLEY (*Pastinaca sativa* L.) GENOTYPES**

Radiša Đorđević^{1*}, Nenad Đurić¹, Olivera Đorđević Melnik³, Tomislav Živanović², Slaven Prodanović², Jelena Damjanović¹, Marina Dervišević¹

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

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

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

*Autor za korespondenciju: rasa.djordjevic@gmail.com

Izvod

Pastrnak (*Pastinaca sativa* L.) je aromatična biljna vrsta koja zbog svojih kvalitativnih osobina široku primenu nalazi u ljudskoj ishrani, kao i u medicinske svrhe. U radu su prikazani rezultati trogodišnjih ispitivanja (2011-2014.) četiri genotipa pastrnka selekcionisanih u Institutu za povrtarstvo Smederevska Palanka. Analizirane su sledeće morfološke osobine: prosečna masa korena, prosečna dužina, prečnik vrata i prečnik sredine korena. Hemijskom analizom određena je suva materija, ukupni minerali, ukupni šećeri i sadržaj vode. Ispitivane osobine odabranih genotipova poređene su sa standardnom sortom Podravski srednje dugi.

Ključne reči: pastrnak, selekcija, genotip, morfološke karakteristike, biohemijske karakteristike.

Abstract

Parsnip (*Pastinaca sativa* L.) is an aromatic plant species that, due to its qualitative properties, is widely used in human nutrition, as well as for medicinal purposes. The paper presents the results of three-year research (2011–2014) of four parsnip genotypes selected at the Institute for

vegetable crops Smederevska Palanka. The following morphological characteristics were analyzed: average root mass, average length, diameter of the neck and diameter of the middle of the root. Dry matter, total minerals, total sugar and water content were determined by chemical analysis. The tested properties of the selected genotypes were compared with the standard Podravski medium-long variety.

Key words: parsnip, selection, genotype, parsley, morphological characteristics, biochemical characteristics

Uvod

Pastrnak (*Pastinaca sativa* L.) je aromatična biljna vrsta koja pripada porodici štitarica (Apiaceae). Gaji se radi zadebljalog korena koji se u ljudskoj ishrani primenjuje kao začim pri spravljanju hrane, a upotrebu nalazi i kao lekovito bilje u medicinske svrhe jer smanjuje krvni pritisak, utiče na pravilan rad bubrega, a poboljšava i apetit. Ima visok sadržaj suve materije (18-25%), od kojih oko 12% ugljenih hidrata, bogat je škrobom i šećerom, i eteričnim uljem prijatnog mirisa (Ladygina et al., 1970; Lazić et al., 1993; Kenari et al., 2021). Osim toga, pastrnak sadrži i visok nivo kalcijuma, kalijuma, mangana, magnezijuma, fosfora, cinka i gvožđa, a bogat je i folatima (vitamin B9 ili folna kiselina), što ga čini veoma hranljivom i lekovitom biljkom (Augustin and Butnariu, 2022). U ishrani se može koristiti u svežem stanju ili kuvan, a obzirom na visok sadržaj minerala, naročito kalijuma koji utiče na varenje i ubrzano izbacivanje tečnosti iz organizma, pastrnak ima i terapeutsku primenu kao diuretik (Grnčarov and Petkov, 1978; Matejić et al., 2014).

Rad na selekciji pastrnka je značajan deo delatnosti Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka, pa su tako iz hibridnih populacija individualnom selekcijom izdvojene četiri perspektivne linije koje su korišćene u istraživanju. Cilj rada bio je da se ispituju morfološke i kvalitativne osobine ovih linija u odnosu na standard - Podravski srednje dugi pastrnak.

Materijal i metode rada

Ispitivanja su obavljena od 2011-2014. godine na oglednom polju Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka, na zemljištu tipa aluvijalne smonice. Setva svih ispitivanih genotipova za sve godine ispitivanja je obavljena u drugoj dekadi marta na rastojanju 40 x 10cm i na dubini od 2cm. Nega biljaka je obavljena ručno. Linije LPP-1 i LPP-4 nastale su pedigree metodom iz hibridne populacije dobijene ukrštanjem sorti Panonski dugi x Andovera, a linije LPP-2 i LPP-3 ukrštanjem sorti Student x Dugi beli.

Linije su ispitivane u komparativnom ogledu sa standardom Podravski srednje dugi. Na osnovu analize odabranih tržišnih korenova 30 komada po godini za ispitivani genotip dobijeni su podaci o osobini korena: prosečna masa (g), prosečna dužina korena (cm), prečnik vrata korena (cm) i prečnik sredine korena (cm). Analizom kvaliteta korena utvrđena je suva materija klasičnom metodom sušenja na 105°C. Ukupni šećeri su utvrđeni po Bertrandu (Kolusheva and Marinova, 2011), a ukupni minerali klasičnom metodom spaljivanja i žarenja šest sati na 600°C. Dobijeni podaci statistički su obrađeni analizom varijanse i testirani LSD testom (Hadživuković, 1991).

Rezultati i diskusija

Rezultati trogodišnje analize morfoloških i kvalitativnih osobina korena četiri linije pastrnka, prikazani su u Tabelama 1. i 2.

Analizom morfoloških osobina korena pastrnka utvrđeno je da je prosečna masa korena (g) veća kod svih ispitivanih linija u odnosu na standard, i iznosila je od 107.0 g kod linije LPP-4 do 121.3 g kod linije LPP-1, dok je prosečna masa korena kod standarda iznosila 99.7 g.

Upoređujući dužinu korena sa prečnikom vrata korena i sredine utvrđen je oblik korena ispitivanih linija. Linija LPP-1 imala je prosečnu dužinu korena za tri godine ispitivanja 25cm, sa prečnikom vrata korena 6.63 cm i prečnikom sredine korena 3.4 cm tako da ova linija pripada tipu dugog korena, kao i linije LPP-2 i LPP-4. Linija LPP-3 pripada grupi

poludugih korenova sa najvećom prosečnom masom od 129.7 g i dužinom od 18.1 cm, dok je prečnik vrata korena 8.3 cm, a prečnik sredine 4.96 cm (Tabela 1).

Tabela 1. Analiza morfoloških osobina korena pastrnka

Genotip	Godina	Prosečna masa (g)	Prosečna dužina korena (cm)	Prečnik vrata korena (cm)	Prečnik sredine korena (cm)
LPP-1	2012	125	24.7	6.8	3.5
	2013	118	26.2	6.4	3.3
	2014	121	24.1	6.7	3.4
	prosek	121.3	25	6.63	3.4
LPP-2	2012	113	21.3	6.3	3.1
	2013	118	22.5	5.9	3
	2014	120	25.2	6.7	3.3
	prosek	117	23	6.3	3.13
LPP-3	2012	123	19.2	7.8	4.8
	2013	130	18.3	8.4	5.1
	2014	136	16.8	8.6	5
	prosek	129.7	18.1	8.3	4.96
LPP-4	2012	115	23.7	6.4	4.1
	2013	105	25.8	6.1	3.8
	2014	101	21.2	6.8	3.9
	prosek	107	23.6	6.43	3.93
Podravski srednje dugi	2012	98	20.4	6.7	3.2
	2013	91	21.7	6.1	3
	2014	110	19.8	5.9	2.8
	prosek	99.7	20.6	6.23	3
LSD	0.05	14.123	2.866	0.798	0.299
	0.01	21.311	4.213	1.032	0.607

Analizom kvaliteta korena pastrnka utvrđeno je da linija LPP-1 ima najveći sadržaj suve materije, odnosno 26.2% prosečno za sve tri godine ispitivanja, a ujedno je imala i najviši sadržaj minerala (0.949 mg%). Ostale tri linije LPP-2, LPP-3 i LPP-4 imale su približno slične vrednosti

za sadržaj suve materije koji se kretao od 23.9% kod LPP-3 do 24.6% kod LPP-4. Sadržaj minerala ispitivanih linija iznosio je prosečno 0,907mg% kod LPP-4, zatim 0,869mg% kod LPP-3, dok je linija LPP-2 imala najmanji sadržaj minerala, i to 0.849mg%. Sadržaj ukupnih minerala kretao se kod svih ispitivanih genotipova u granicama koje su utvrdili i Cain et al. (2010).

Tabela 2. Analiza kvaliteta korena pastrnka

Genotip	Godina	Suva materija (%)	Minerali (mg%)	Ukp.šećeri (%)	Voda (%)
LPP-1	2012	25.7	0.959	12.41	74.3
	2013	26.8	0.947	12.03	73.2
	2014	26.1	0.941	12.38	73.9
	prosek	26.2	0.949	12.54	73.8
LPP-2	2012	24.6	0.841	10.2	75.3
	2013	24.3	0.81	9.7	75.7
	2014	23.2	0.897	11.3	76.8
	prosek	24	0.849	10.4	75.9
LPP-3	2012	23.5	0.88	10.32	76.5
	2013	24.1	0.891	10.87	75.9
	2014	24.2	0.838	11.13	75.8
	prosek	23.9	0.869	10.77	76.1
LPP-4	2012	24.7	0.943	11.02	75.3
	2013	25.3	0.901	11.63	74.7
	2014	23.9	0.879	12.01	75.3
	prosek	24.6	0.907	11.55	75.2
Podravski srednje dugi	2012	23.1	0.848	9.43	76.8
	2013	24.2	0.838	9.14	75.9
	2014	23.5	0.832	9.57	76.5
	prosek	23.7	0.839	9.35	76.4
LSD	0.05	1.005	0.059	0.864	1.022
	0.01	1.638	0.119	1.322	1.701

Najveći sadržaj ukupnih šećera zabeležen je kod linije LPP-1, i iznosio je prosečno 12.54%. Linija LPP-4 imala je takođe visok sadržaj ukupnih

šećera (11.55%), dok su linije LPP-2 i LPP-3 sadržale približno isti prosečan sadržaj šećera za sve ispitivane godine (10.4-10.77%). Slične podatke za sadržaj ukupnih šećera navode i drugi autori (Zidorn et al., 2005; Castro et al., 2012).

Na osnovu dobijenih vrednosti za ispitivanu osobinu - prosečna suva materija korena, može se uočiti da su dobijene vrednosti kod ispitivanih linija veće u odnosu na standard - Podravski srednje dugi. Popović (1989) i Lazić et al. (1993) navode niže vrednosti u svojim istraživanjima za ispitivanu osobinu.

Sadržaj ukupnih minerala kretao se kod svih ispitivanih linija u granicama koje su utvrđene i u ranijim istraživanjima (Grnčarov and Petkov, 1978; El-Ramady et al., 2022). Najveća vrednost za ukupne šećere utvrđena je kod linije LPP-1 (12.54%), što je saglasno sa ranijim istraživanjima (Pavlek, 1979; Popović, 1989).

Zaključak

Rezultati trogodišnjih ispitivanja ukazuju da ispitivane linije LPP-1, LPP-2, LPP-3 i LPP-4 imaju znatno bolje kako morfološke, tako i kvalitativne osobine korena u odnosu na standardnu sortu Podravski srednje dugi. Vrednosti za prosečnu masu korena, dužinu korena, kao i prečnik u vratu i sredini korena za ispitivane linije, više su u odnosu na standard. Poredeći ispitivane linije između sebe, linija LPP-1 ima najbolje rezultate za ispitivane osobine kvaliteta u odnosu na preostale tri linije.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br.: 451-03-68/2022-14/200216.

Literatura

Augustin IF, Butnariu M. (2022). A review about *Pastinaca sativa* L. ssp. *sylvestris* [Mill.] secondary metabolite diversity and inducibility. Journal of

- Applied Biotechnology and Bioengineering 9(1): 5–6. doi: 10.15406/jabb.2022.09.00277
- Cain, N.; Darbyshire, S. J.; Francis, A.; Nurse, R. E.; Simard, Marie-Josée (2010). "The biology of Canadian weeds. 144. *Pastinaca sativa* L.". Canadian Journal of Plant Science 90 (2): 217–240.
- Castro, A., Bergenståhl, B., Tornberg, E. (2012). Parsnip (*Pastinaca sativa* L.): dietary fibre composition and physicochemical characterization of its homogenized suspensions. Food Research International Journal 48(2): 598-608.
- El-Ramady, H., Hajdú, P., Törös, G., Badgar, K., Llanaj, X., Kiss, A., Abdalla, N., Omara, A. E. D., Elsakhawy, T., Elbasiouny, H., Elbehiry, F., Amer, M., El-Mahrouk, M. E., Prokisch, J. (2022). Plant Nutrition for Human Health: A Pictorial Review on Plant Bioactive Compounds for Sustainable Agriculture. Sustainability, 14, 8329: 1-45. doi: 10.3390/su14148329
- Grnčarov V., Petkov D. (1978): Pastrnak, hrana i lek. Gradinarstvo, 9, Sofija.
- Hadživuković S. (1991): Statistički metodi (drugo prošireno izdanje). Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Kenari, H. M., Kordafshari, G., Moghimi, M., Eghbalian, F., Taher Khani, D. (2021). Review of Pharmacological Properties and Chemical Constituents of *Pastinaca sativa*. Journal of Pharmacopuncture 24(1): 14-23. doi: 10.3831/KPI.2021.24.1.14
- Kolusheva, T., Marinova, A. (2011). Fast complexometric method for analysis of reducing sugars obtained during starch hydrolysis. Journal of Chemical Technology and Metallurgy 46: 75-80.
- Ladygina, E. Ya., Makarova, V. A., Ignateva, N. S. (2007). Morphological and anatomical description of the fruits of *Pastinaca sativa* and the localization of furocoumarins in them. Farmatsiya (Moscow) 19: 29-35.
- Lazić B., Đurovska, M., Marković, V. (1993): Povrtarstvo. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Matejić, J.S., Džamić, A.M., Mihajilov-Krstev, T., Randelović, V.N., Krivošej, Ž.Đ., Marin, P.D. (2014). Antimicrobial potential of essential oil from *Pastinaca sativa* L. Biologica Nyssana 5(1): 31-35.
- Pavlek P. (1979): Specijalno povrčarstvo. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Popović M. (1989): Povrtarstvo. Nolit. Beograd.
- Zidorn, C., Jöhrer, K., Ganzera, M., Schubert, B., Sigmund, E. M., Mader, J., Greil, R., Ellmerer, E. P., Stuppner, H. (2005). Polyacetylenes from the Umbelliferae vegetables carrot, celery, fennel, parsley, raphanus, and parsnip and their cytotoxic activities. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(7): 2518-2523.

CELEROV SOK U TRENDU: ZA ZDRAVLJE - U ČAŠI, A ZA DETEKCIJU MUTACIJA - U TEST TUBI

CELERY JUICE IN TREND: FOR HEALTH - IN A GLASS, AND FOR MUTATION DETECTION - IN A TEST TUBE

Slaven Prodanović^{1*}, Radiša Đorđević², Tomislav Živanović¹

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun

²Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

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

Izvod

U formi preglednog rada razmatrana je primena celerovog soka u dve različite oblasti: jedna se odnosi na očuvanje zdravlje, a druga na detekciju mutacija. Prikazan je sastav celerovog soka i ukazano na ulogu pojedinačnih komponenti u zaštiti i popravci zdravlja. Takođe je opisan efekat enzima CEL I iz ekstrakta celerovog soka u istraživanjima iz mutacione genetike. Hipotetisano je da CEL I ima potencijalni zdravstveni doprinos, mada za sada nema takvih naučnih rezultata.

Glavne reči: celer, vitamini, zdravlje, nukleaza, TILLING

Abstract

In the form of a review paper, the application of celery juice in two different areas was discussed: one related to preserving health, and the other to detection of mutations. The composition of celery juice is shown and the role of individual components in protecting and improving health is indicated. Also, the effect of the enzyme CEL I from celery juice extract in research on mutational genetics is described. It has been hypothesized that CEL I have a potential health contribution, although there are no such scientific results so far.

Keywords: celery, vitamins, health, nuclease, TILLING

Uvod

Različite osobine povrća su predmet istraživanja, uključujući produktivne osobine kao što je prinos (Damnjanovic et al., 2002), morfološke osobine kao što je debljina perikarpa (Zečević et al., 2005), fiziološke osobine kao što su vernalizacija (Adzic et al., 2013) i ispoljavanje pola (Stankovic i Prodanovic, 2002; Girek et al., 2013). U poslednje vreme, oplemenjivači pridaju veliku pažnju molekularnoj determinaciji genotipova povrća (Cvikić et al., 2005). Međutim, sastav hranljivih materija u povrću je oduvek bio u fokusu oplemenjivača jer od hranljivog sastava zavisi ukus i način korišćenja povrća. U brojnim naučnim radovima nalaze se podaci o sadržaju hranljivih materija za različite sorte i eksperimentalne genotipove kod povrtarskih vrsta, kao što je slučaj za paradajz (Zdravković et al., 2016), crni luk (Pavlović et al., 2007), peršun (Đorđević et al., 2011) i druge vrste.

Za članke u komercijalnim časopisima, novinari često koriste dobijene vrednosti sadržaja hranljivih materija kako bi pripisali povrću određene efekte na zdravlje. Ovo se pre svega odnosi na prisustvo vitamina u povrću, na primer, visok sadržaj vitamina A povezuje se sa zaštitom očiju od noćnog slepila, podrškom telu za rast i razvoj, proizvodnjom i aktivnostima belih krvnih zrnaca i slično. Takođe se obraća pažnja na sadržaj mineralnih materija. Na primer, ako povrće sadrži znatne količine mangana, smatra se da to pomaže telu u formiranju kostiju i prevenciji od osteoporoze, a takođe u metabolizmu masti, ugljenih hidrata, apsorpciji kalcijuma i regulaciji šećera u krvi. Većina ljudi danas identifikuje ishranu povrćem i unos hranljivih materija iz povrća u organizam sa očuvanjem i unapređenjem zdravlja. U tom pogledu posebno često navođena vrsta je celer.

Celerov sok i zdravlje

Prema podacima FoodData Central U.S. Department of agriculture (<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html>) celer u 100 g sadrži 95,42 g vode, 2,97 g ugljenih hidrata, 0,69 g proteina, 0,17 g lipida i 0,75 g pepela (minerala). Njegova energetska vrednost je izuzetno mala, samo 14 kcal/100 g. U odnosu na druge biljne vrste, celer je odličan izvor antioksidanasa (flavona) (28.5 mg/100 g) i vitamina: retinola (A), riboflavina (B2), pantotenske kiseline (B5), piridoksina (B6), folata (B9),

askorbinske kiseline (C) i vitamina K. Takođe je bogat po sadržaju kalijuma (260 mg/100 g), kalcijuma (40 mg/100 g), fosfora (24 mg/100 g), magnezijuma (11 mg/100g) i mangana (0,103 mg/100 g).

U nedeljnicima i na različitim web sajtovima ističe se da celer, zbog navedenih karakteristika, s obzirom da ima malo kalorija i mnogo hranljivih materija, treba koristi svež i hrskav kao sredstvo za hidrataciju organizma. U poslednje vreme, celerov sok postaje popularni napitak za koji se smatra da doprinosi dobrom zdravstvenom stanju i da ima lekovita dejstva. Lista navedenih lekovitosti celerovog soka je dugačka. Na sajtu “eklinika.telegraf.rs/ishrana/45493-zasto-je-dobar-celer-sok-od-celera” u prvi plan je stavljeno očuvanje imuniteta, zdravlje kože i očiju, dok se na sajtu “rs.n1info.com/zdravlje/celer-niskokaloricno-povrce-znacajno-zadobro-zdravlje/” naglašava ključna uloga celera za pravilno zgrušavanje krvi i izgradnju kostiju. Takođe se može naći u člancima da celer reguliše probleme sa crevima, povećava sitost i odlaže povratak gladi.

Ukratko, opšte rasprostranjeno mišljenje javnosti je da celer dobro utiče na skoro sve funkcije organizma, ali da li ima naučnih istraživanja o uticaju celera i celerovog soka na zdravlje i šta ona pokazuju? Odgovor je da se takva istraživanja obavljaju i da ona potvrđuju da celer zaista pospešuje ne samo održavanje zdravlja, nego i rešava mnoge zdravstvene probleme. Tako, publikovani naučni rezultati pokazuju da celer doprinosi redukciji zapaljenja pluća (Nasri et al., 2009), jačanju bubrega (Stiani et al., 2019) i jetre (Tala'a et al., 2020), podržavanju funkcije srca i optimizaciji krvnog pritiska (Illes, 2021).

Posebno zanimljivi su naučni radovi u vezi dejstva celerovog soka na genetički materijal. U tom kontekstu, izdvaja se: unapređenje procesa spermatogeneze i reprodukcije (Modaresi et al., 2012; Hardani et al., 2015) i usporavanje kognitivnih funkcija (pamćenje, mišljenje, zapažanje) koje su u vezi sa starenjem (Chonpathompikunlert et al., 2018; Abu-Taweel, 2020). Starenje je proces koji se objašnjava različitim uzrocima, ali jedna od najprihvaćenijih teorija koja obrazlaže starenje je teorija oštećenja DNK: “DNA damage theory of aging” (Best, 2009; Freitas & de Magalhães, 2011; Ou & Schumacher, 2018). Oštećenja DNK se povezuju i sa kancerom (Hoeijmakers, 2009), a odnose se kako na nuklearnu, tako i na mitohondrijalnu DNK.

Celerov sok ima antioksidativna svojstva za uklanjanje slobodnih radikala (Kooti & Daraei, 2017). Tome doprinosi visok sadržaj flavona i flavonoida, ali i drugih komponenata kao što su kofeinska kiselina, p-

kumarinska kiselina, ferulinska kiselina, apigenin, luteolin, tanin, saponin i kempferol. Zbog njihovog prisustva, celer u ishrani pomaže prevenciji hroničnih bolesti i u borbi protiv raka.

Posebnu analizu zaslužuju enzimi u celerovom soku. Zastupljeno je nekoliko enzima sa dobrim efektom na zdravlje, koji se nalaze i kod drugih vrsta povrća (Kolarovic et al., 2009). Takvi enzimi su, na primer, manitol dehidrogenaza, peroksidaza i katalaza. Pozitivna uloga peroksidaze ogleda se u tome što štiti ćeliju razlažući perokside, dok katalaza ima za supstrat štetni vodonik peroksid koga razlaže na vodu i kiseonik.

Upotreba celerovog soka za detekciju mutacija

Za istraživače, a pre svega molekularne biologe i oplemenjivače biljaka, celerov sok i jedna njegova enzimaska karakteristika imaju sasvim drugi značaj i primenu. Njima ekstrakt celerovog soka CJE (celery juice extract) služi za detekciju mutacija, o čemu će biti navedeno nekoliko ključnih podataka u nastavku.

Postoje različiti protokoli o pripremi / izolaciji ekstrakta celerovog soka, ali svi polaze od unosa celera u laboratoriju i njegovog ceđenja. Najčešće se koristi protokol koji su opisali Till et al. (2004) kojim se dobija čista celerova ss-nukleaza, poznata pod nazivom CEL I. Celerov ekstrakt, odnosno CEL I ima jedinstveno svojstvo da prepoznaje nepodudarnosti u sparivanju baza DNK i da vrši presecanje jednostrukih lanaca na mestu mutacije. Till et al. (2004) su opisali da je CEL I bila u stanju da specifično razdvoji sve nepodudarnosti pojedinačnih parova baza kod *Arabidopsis thaliana*. Ovo je omogućilo potpuno novi pristup u detekciji mutacija, razvijeno je nekoliko tehnika od kojih je najpoznatija ona pod nazivom TILLING. Očitavanje dužine fragmenata obavlja se na gelu.

Otkrivanje nepoznatih mutacija je važno u istraživanju i medicini. Endonukleaza CEL I iz celera je uspostavljena kao korisno sredstvo u projektima visoke pouzdanosti.

Nukleaze ss-tipa koriste se za laboratorijska ispitivanja jednolančanih regiona DNK i RNK, kao i za uklanjanje jednolančanih regiona iz dsDNK (Desai & Shankar, 2003). CEL I efikasno seče DNK pri supstitucijama jedne baze i petlji (Yang et al., 2000). Tehnike detekcije mutacija zasnovanih na CEL I su pouzdane i relativno jednostavne

(Kulinski et al., 2000). Tilling metoda i njene modifikacije zasnovane na CEL I doprineli su unapređenju oplemenjivanja biljaka (Kim et al., 2006; Caldwell et al., 2006), ali takođe i genetičkim proučavanjima na drozofili (Winkler et al., 2005), ribama (Wienholds et al., 2003) i miševima (Greber et al., 2005). Ekstakt celerovog soka našao je praktičnu primenu u laboratorijama koje se bave detekcijom mutacionih bolesti (Wada et al., 2006).

Zaključak

Jedinstveni enzim CEL I iz celerovog soka preseca DNK na mestu mutacija. To znači da se DNK molekuli sa “greškom”, razlažu na fragmente pod dejstvom celera. Ovo dejstvo CEL I je proučavano *in vitro*, u test tubama sa DNK različitih organizama i široko upotrebljavano za detekciju mutacija, ali nije poznato da li ima pozitivan ili negativan uticaj *in vivo*. Jedna od hipoteza bi bila da korišćenje celerovog soka u ishrani doprinosi eliminaciji oštećenih ćelija kroz fragmentaciju njihovih DNK. Pijenjem celerovog soka, preko intrećelularnog transporta, unosi se CEL I u različite ćelije organizma, što može predstavljati “čišćenje tela”, o čemu se dosta navodi u popularnim člancima. Međutim, za sada su korišćenje celerovog soka u čaši i u test tubi dva razdvojena koloseka. Nauka još nije dovela u vezu prisustvo CEL I enzima u celerovom soku sa njegovim pozitivnim uticajem na zdravlje.

Literatura

- Abu-Taweel G.M. (2020): Celery ameliorating against neurobehavioral and neurochemical disorders of perinatal lipopolysaccharides exposure In Mice Offspring. Journal of King Saud University – Science, 32(2): 1764-1771.
- Adzic S., Girek Z., Pavlovic N., Zdravkovic J., Cvikic D., Pavlovic S., Prodanovic S. (2013): Vernalization and seed yield of late head cabbage in different phases of rosette development by applying GA(3) *in vivo*. VI International symposium on brassicas and XVIII crucifer genetics workshop, 1005, 369-374.
- Best, B.P. (2009): Nuclear DNA damage as a direct cause of aging. Rejuvenation Research. 12(3): 199–208.

- Cadet J., Ravanat J.L., TavernaPorro M., Menoni H., Angelov D. (2012): Oxidatively generated complex DNA damage: tandem and clustered lesions. *Cancer Lett.* 2012; 327:5–15.
- Caldwell D.G., McCallum N., Shaw P., Muehlbauer G.J., Marshall D.F., Waugh R. (2004): A structured mutant population for forward and reverse genetics in Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant J.*, 40(1): 143-150.
- Chonpathompikunlert P., Boonruamkaew P., Sukketsiri W., Hutamekalin P., Sroyraya M. (2018): The antioxidant and neurochemical activity of *Apium graveolens* L. and its ameliorative effect on MPTP-induced Parkinson-like symptoms in mice. *BMC Complement Altern Med.* 18(1):103-108.
- Cvikić D., Zečević B., Pavlović N., Zdravković M., Đorđević R. (2005): Značaj i primena marker gena u proizvodnji F1 hibrida paprike (*Capsicum annum* L.). *Arhiv za poljoprivredne nauke* 66, 236, 35-40.
- Damnjanovic J., Zecevic B., Stevanovic D., Prodanovic S. (2002): Inheritance of yield components in diallel crossing of divergent genotypes (*Solanum melongena* L.). *Proceedings of the second Balkan symposium on vegetables and potatoes*, 579, 197-201.
- Desai NA, Shankar V (2003): Single-strand-specific nucleases. *FEMS Microbiol Rev.*, 26(5).
- Đorđević R., Zečević B., Damnjanović J., Đorđević M., Đorđević O. (2011): Morfološke i hemijske analize lokalnih populacija peršuna. IV Simpozijum sekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije, Kladovo, 2-6 Oktobar, Zbornik abstrakata, 74.
- Freitas A.A., de Magalhães J.P. (2011): A review and appraisal of the DNA damage theory of ageing. *Mutation Research*, 728(1–2): 12–22.
- Girek Z., Prodanovic S., Zdravkovic J., Zivanovic T., Ugrinovic M., Zdravkovic M. (2013): The effect of growth regulators on sex expression in melon (*Cucumis melo* L.). *Crop breeding and applied biotechnology*, 13(3): 165-171.
- Greber B, Tandara H, Lehrach H, Himmelbauer H: Comparison of PCR based mutation detection methods and application for identification of mouse *Sult1a1* mutant embryonic stem cell clones using pooled templates. *Hum Mutat.* 2005, 25 (5): 483-490.
- Hardani A., Afzalzadeh M.R., Amirzargar A., Mansouri E., Meamar Z. (2015): Effects of aqueous extract of celery (*Apium graveolens* L.) leaves on spermatogenesis in healthy male rats. *Avicenna J Phytomed.* 5(2):113-119.
- Hoeijmakers J.H. (2009): DNA damage, aging, and cancer. *N. Engl. J. Med.*, 361(15): 1475–1485.
- Illes J.D. (2021): Blood pressure change after celery juice ingestion in a hypertensive elderly male. *J Chiropr. Med.* 20(2):90-94.

- Kim Y, Schumaker KS, Zhu JK: EMS mutagenesis of Arabidopsis. *Methods Mol Biol.* 2006, 323: 101-103.
- Kolarovic J., Popovic M., Mikov M., Mitic R., Gvozdenovic Lj. (2009): Protective effects of celery juice in treatments with doxorubicin. *molecules*, 14(4), 1627-1638.
- Kooti W., Daraei N. A. (2017): Review of the Antioxidant Activity of Celery (*Apium graveolens* L). *J Evid Based Complementary Altern Med.* 22(4):1029-1034.
- Kulinski J, Besack D, Oleykowski CA, Godwin AK, Yeung AT: CEL I enzymatic mutation detection assay. *Biotechniques.* 2000, 29 (1): 44-6, 48.
- Modaresi M., Ghalamkari G., Jalalizand A. (2012): The Effect of Celery (*Apium graveolens*) Extract on the Reproductive Hormones in Male Mice. *APCBEE Procedia*, 4:99–104.
- Nasri S., Ramazani M., Yasa N. (2009): Antinociceptive and anti-inflammatory effects of hydro-alcoholic extract of *Apium graveolens*. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2009;4:25–31.
- Ou H.L., Schumacher B. (2018): DNA damage responses and p53 in the aging process". *Blood*, 131(5): 488–495.
- Pavlović N., Cvikić D., Zdravković M., Đorđević R., Prodanović S. (2007): Variability and heritability coefficient of average dry matter content in onion (*Allium cepa* L.) Bulbs. *Genetika*, 39(1):63-68.
- Stankovic Lj., Prodanovic S. (2002): Silver nitrate effects on sex expression in cucumber. *Proceedings of the second Balkan symposium on vegetables and potatoes*, 579, 203-206.
- Stiani S., Syahidah F., Fikriani H., Subarnas A., Rusdiana T. (2019): Anticalculi activity of apigenin and celery (*Apium graveolens* L.) extract in rats induced by ethylene glycol-ammonium chloride. *J Pharm Bioallied Sci.* 11(Suppl 4): 556-561.
- Tala'a A. A., Jumaah Y. R., Mohammed L. D., Jead M. R., Saranraj P. (2020): Protective effects of Celery extracts on hepatic tissues in rats consumed a concentrated feed. *European J. Mol. Clinical Med.*, 7(3): 720-724.
- Till B.J., Burtner C., Comai L., Henikoff S. (2004): Mismatch cleavage by single-strand specific nucleases. *Nucleic Acids Res.*, 32(8):2632-2641.
- Vilenchik M.M., Knudson A.G. (2000): Inverse radiation dose-rate effects on somatic and germ-line mutations and DNA damage rates. *Proc Natl Acad Sci USA*, 97(10): 5381–5386.
- Wada T, Fukushima Y, Saitoh S: A new detection method for ATRX gene mutations using a mismatch-specific endonuclease. *Am J Med Genet A.* 2006, 140 (14): 1519-1523.

- Wienholds E., van Eeden F., Kusters M., Mudde J., Plasterk R.H., Cuppen E. (2003): Efficient target-selected mutagenesis in zebrafish. *Genome Res.* 13(12): 2700-2707.
- Winkler S., Schwabedissen A., Backasch D., Bokel C., Seidel C., Bonisch S., Furthauer M., Kuhrs A., Cobreros L., Brand M., Gonzalez-Gaitan M. (2005): Target-selected mutant screen by TILLING in *Drosophila*. *Genome Res.* 15(5): 718-723.
- Yang B., Wen X., Kodali N.S., Oleykowski C.A., Miller C.G., Kulinski J., Besack D., Yeung J.A., Kowalski D., Yeung A.T. (2000): Purification, cloning, and characterization of the CEL I nuclease. *Biochemistry.* 39(13): 3533-3541.
- Zdravković J., Cvikić D., Pavlović N., Ugrinović M., Pavlović S., Đorđević R., Zdravkovic M. (2016): Variation of Nutritional Value of Tomato in Post-Harvest Period. *Romanian Biotechnological Letters.* 21, 2: 11372-11380.
- Zečević B., Đorđević R., Mijatović M., Cvikić D. (2005): Analiza oplemenjivačke vrednosti divergentnih roditeljskih genotipova za debljinu perikarpa paprike (*Capsicum annuum* L). *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 66, 236, 5-14.

KVALITET SEMENA KRASTAVCA (*Cucumis sativus* L.) U VEZI SA PRISUSTVOM *Fusarium* spp.

QUALITY OF CUCUMBER SEEDS (*Cucumis sativus* L.) IN RELATION TO THE PRESENCE OF *Fusarium* spp.

Jelena Damnjanović^{1*}, Ivana Živković², Suzana Pavlović³, Zdenka Girek⁴,
Milan Ugrinović⁵, Radiša Đorđević⁶, Lela Belić⁷

¹Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

*Autor za korespondenciju: jdamnjanovic@institut-palanka.rs

Izvod

Krastavac (*Cucumis sativus* L.) je među najstarijim gajenim povrtarskim vrstama u zemljama širom sveta. Cilj ovog rada je praćenje parametra kvaliteta semena u trogodišnjem periodu, ali i uticaja prisustva fitopatogenih gljiva na ukupnu klijavost. Odabrane su tri sorte krastavca: Dugi zeleni, Pariski kornišon i Sprinter čiji kvalitet je analiziran u toku skladištenja, u periodu 2018-2020. godine. Najbolji kvalitet semena utvrđen je kod sorte Sprinter gde je klijavost >95%, kod kojeg je izostalo prisustvo fitopatogene gljive *Fusarium* spp. Najveći procenat *Fusarium* spp. detektovan je kod Dugog zelenog, gde je ukupna klijavost bila smanjena, s obzirom da negativno utiče na ovaj parametar kvaliteta. Buduća istraživanja će biti fokusirana na primenu biopreparata, kao potencijalne zaštite semena u toku skladištenja.

Ključne reči: klijavost, krastavac, fitopatogenost, održivost

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is among the oldest cultivated vegetable species in countries around the world. The aim of this work is to monitor quality parameters over a three-year period, as well as the effects of phytopathogenic fungi on overall germination. Three varieties

of cucumber were chosen for the study: Dugi zeleni, Pariski kornišon and Sprinter, whose quality was analyzed during storage, in the period 2018-2020. The best quality was obtained with the Sprinter variety rate of germination > 95%, where the presence of the phytopathogenic fungus *Fusarium* spp. was absent, since it negatively affects this quality parameter. The highest percentage of *Fusarium* spp. was detected in Duga Bela, where overall germination was reduced. Future research will be focused on the application of biopreparations, as a potential seed protection during storage.

Key words: germination, cucumber, phytopathogenicity, sustainability

Uvod

Krastavac (*Cucumis sativus* L.) je član porodice *Cucurbitaceae*, koji obuhvata 90 rodova i 750 vrsta. Jedan je od najstarijih gajenih povrtarskih vrsta u zemljama širom sveta (Pessarakli, 2016). Proizvodnja semena visokog kvaliteta zavisi od vremena žetve povrća.

Maksimalan kvalitet semena postiže se nakon ubiranja plodova određene fiziološke zrelosti. Seme postiže svoju maksimalnu klijavost i energiju na kraju perioda svoje fiziološke zrelosti (Welbaum, 1999). Promene koje se dešavaju u semenu prilikom skladištenja su takve da dolazi do smanjenja rezervnih materija sa povećanom enzimskom aktivnošću.

Na taj način katabolički procesi se nastavljaju i dolazi do smanjenja klijavosti semena. Kada su povoljni uslovi skladištenja, klijavost semena može da traje i do nekoliko godina. Samim tim seme spada u grupu teško održivih proizvoda, čije je čuvanje izuzetno rizično pogotovu na duži vremenski period. Na dugovečnost semena utiče više faktora kao što je genetički potencijal, kvalitet semena, zdravstveno stanje i vlaga, uslovi čuvanja semena (Shelar, 2002). Na klijavost semena utiče i infekcija semena koja se inkorporira sa zaraženih biljaka. To može da izazove veliki pad prinosa kako na polju tako i u zaštićenom prostoru sa velikim ekonomskim gubicima. *Fusarium* spp. kao fitopatogena gljiva izaziva infekciju kod širokog spektra povrća gde je glavni simptom vaskularno uvenuće, koje često dovodi do značajnih gubitaka u prinosu (Beyer et al., 2004).

Materijal i metode rada

Ispitivanje parametra kvaliteta semena vršena su u Laboratoriji za ispitivanje semena Instituta za povrtarstvo (Smederevska Palanka), u periodu 2018-2020. godine. Osnovni materijal za ispitivanje je seme tri sorte krastavca (*Cucumis sativus* L.): Dugi zeleni, Pariski kornišon i Sprinter. Ispitivanja su izvedena prema Pravilniku o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja (1987) i u skladu sa međunarodnim pravilnikom ISTA (International Seed Testing Association, 2020).

Standardnim laboratorijskim metodama utvrđena je klijavost semena iz godine žetve kao i istih uzoraka čuvanih u magacinskom prostoru, zajedno sa ostalim semenom, sukcesivno po godinama starosti.

Tokom trogodišnjeg perioda praćeni su sledeći pokazatelji kvaliteta semena: ukupna klijavost, energija klijanja, vlaga i zdravstvena ispravnost semena. Za ispitivanje energije klijanja i klijavosti korišćene su petrijeve posude 4 x 100. Analiza je obavljena u toku 4-8 dana u termostatu na 25°C.

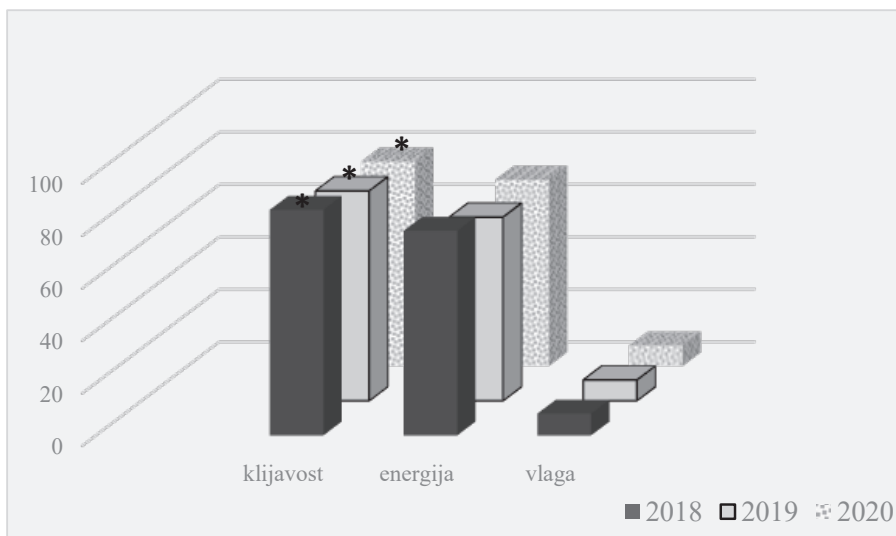
Pod energijom klijanja podrazumeva se broj normalnih klijanaca u odnosu na ukupan broj. Klijavost semena predstavlja % normalno proklijalog semena pri određenim uslovima, a određuje se ustanovljenom metodom za svaku biljnu vrstu.

Zdravstveno stanje semena tri sorte krastavca (Dugi zeleni, Pariski kornišon i Sprinter) testirano je na dve fitopatogene gljivice *Alternaria* spp. i *Fusarium* spp., metodom na filter papiru.

Rezultati i diskusija

U priodu od 2018. do 2020. godine praćene su promene parametra kvaliteta tri sorte krastavca (*Cucumis sativus* L.) i analizirane na značajnom statističkom nivou $p < 0.05$. U posmatranom periodu kod sorte Pariski kornišon (Garfikon 1a) došlo je do statistički značajne promene u ukupnoj klijavosti (2018 – 2020). Ukupna klijavost Pariskog kornišona je najviša prve posmatrane godine (2018) i iznosila je 86%, druge godine (2019) procenat iskljalog semena iznosio je 80%, dok je treće godine vrednost klijavosti bila najniža (78%). Statističkom obradom podataka dobijena je značajno bolja klijavost u odnosu na 2019- 2020., dok između 2019. i 2018. godine nije bilo značajne razlike. Ukupna klijavost sorte

Dugi zeleni bila je najviša 2018. i iznosila je 96%, dok je 2020. bila najniža (80%), pri čemu je ukupna klijavost opadala na statistički značajnom nivou ($p < 0.05$) u toku posmatranih godina (2018-2020), grafikon 1b. Najbolju ukupnu klijavost imala je sorta Spriner u odnosu na Dugi zeleni i Pariski kornišon ($p < 0.05$). Tokom posmatranog perioda ukupna klijavost sorte Spriner bila je $> 95\%$ (Grafikon 1c), što se povezuje sa odsustvom fitopatogenih gljiva na semenu.



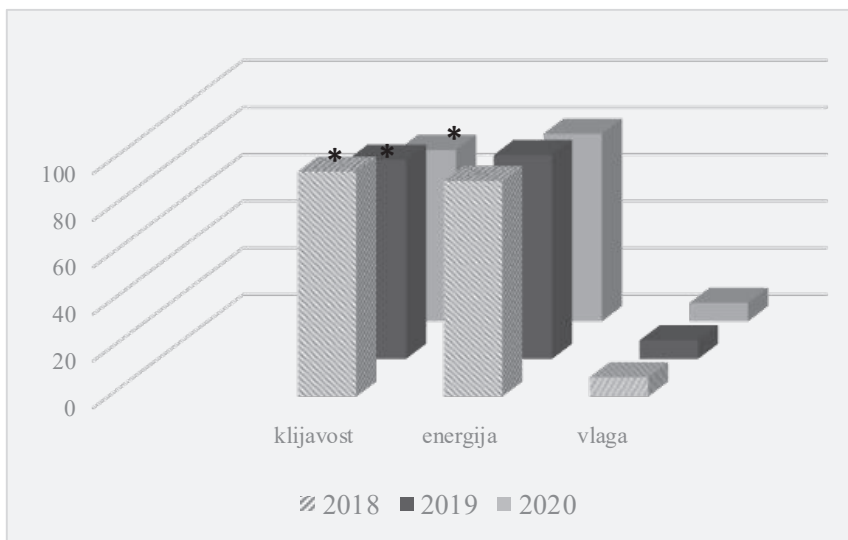
Grafikon 1a. Parametri kvaliteta semena sorte Pariski kornišon

Fitopatogene gljive detekovane su u najvećem procentu kod sorte Dugi zeleni (Tabela 1), dok su kod Pariskog kornišona detektovane u nižem procentu samo 2018. godine.

Tabela 1. Detekcija fitopatogenih gljiva na semenu tri sorte krastvaca (*Cucumis sativus* L.)

Sorte	<i>Alternaria</i> spp. (%)			<i>Fusarium</i> spp. (%)		
	2018.	2019.	2020.	2018.	2019.	2020.
Pariski kornišon	4	2	1	2	3	5
Dugi zeleni	3	4	5	3	4	5
Sprinter	0	0	0	0	0	0

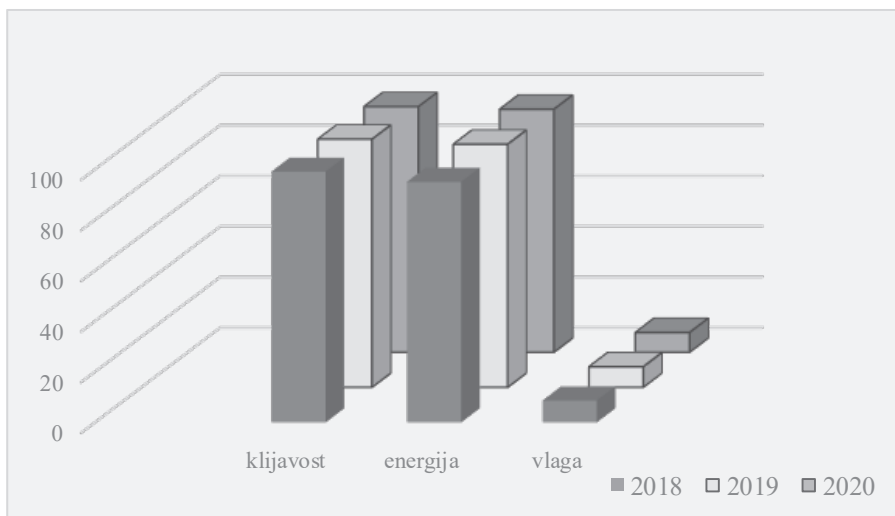
Fuzarijum krastavca je vrlo čest i izazva velike ekonomske gubitke u celom svetu, a najčeće zaraze su izazvane sa *Fusarium oxysporum* (Rampersad, 2020). S obzirom da je najveći procenat detektovan kod sorte Dugi zeleni (Tabela 1.), može se povezati sa smanjenom klijavošću upravo sa *Fusarium* spp. na semenu (Zhang et al., 2019, Lievens et al. 2007).



Grafik 1b. Parametri kvaliteta semena sorte Dugi zeleni

Krastavac je jedna od glavnih povrtarskih biljnih vrsta, koja se gaji najčeće u zaštićenom prostoru gde zauzima približno 40% površina. Međutim, krastavac kao biljna vrsta je vrlo osetljiv na fitopatogene gljive zbog čega se mora koristiti seme visokog kvaliteta. Kod sorte Sprinter, klijavost je preko > 95% što ukazuje na značaj semena dobrog kvaliteta koje će dati potencijalno dobar prinost u zaštićenom prostoru i na polju (Grafikon 1c).

Primena biopreparata kao što je *Trichoderma* u značajnoj meri utiče na ukupnu klijavost krastavca. Takođe, inhibitorna aktivnost *Trichoderma* na *Fusarium* spp. u značajnoj meri može da utiče na zaštitu semena u toku skladištenja (Chen et al. 2018).



Grafikon 1c. Parametri kvaliteta semena sorte Sprinter

Zaključak

Prisustvo fitopatogenih gljiva u značajnoj meri utiče na ukupnu klijavost semena u posmatranom periodu. Najbolju klijavost imala je sorta Sprinter, kod koje je izostalo prisustvo fitopatogenih gljiva. Iako su kod sorti Dugi zeleni i Pariski kornišon detektovane fitopatogene gljive u zakonskim okvirima, ipak na ukupnu klijavost utiče prisustvo pre svega *Fusarium* spp. Budućnost istraživanja svakako treba da se odnosi na primenu preparata u zaštiti semena tokom skladištenja.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br.: 451-03-68/2022-14/2002016.

Literatura

- Beyer, M., Röding, S., Ludewig, A., Verreet, J. (2004). Germination and Survival of *Fusarium graminearum* Macroconidia as Affected by Environmental Factors. *Journal Of Phytopathology*, 152(2), 92-97.
- Bluhm, B., Zhao, X., Flaherty, J., Xu, J., & Dunkle, L. (2007). RAS2 Regulates Growth and Pathogenesis in *Fusarium graminearum*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*®, 20(6), 627-636.
- Chen, S., Yu, H., Zhou, X., Wu, F. (2018). Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedling Rhizosphere Trichoderma and *Fusarium* spp. Communities Altered by Vanillic Acid. *Frontiers In Microbiology*, 9.
- Internacional Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing, edition (2020). ISTA Basserdorf, CH.
- Lievens, B., Claes, L., Vakalounakis, D. J., Vanachter, A. C., & Thomma, B. P. (2007). A robust identification and detection assay to discriminate the cucumber pathogens *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* and f. sp. *radicis-cucumerinum*. *Environmental Microbiology*, 9(9), 2145-2161.
- Pessarakli, M. (ed.). (2016). *Handbook of Cucurbits: Growth, Cultural Practices, and Physiology*. Boca Raton, FL: CRC Press
- Pravilnik o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja Sl.List SFRJ 47/87.
- Rampersad, S. (2020). Pathogenomics and Management of *Fusarium* Diseases in Plants. *Pathogens*, 9(5), 340.
- Shelar, S. D. (2002). Physiological responses of *Poecilobdella viridis* (Blanchard) to heavy metal pesticides, Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis, 2002, Dr. BA Marathwada University, Aurangabad, India, Rahuri (MS)
- Welbaum, G. E. (1999). Cucurbit seed development and production. *HortTechnology*, 9(3), 341-348.
- Zhang, S., Zhang, S., Zhang, C., Wang, X., & Shi, Y. (2019). Cucumber leaf disease identification with global pooling dilated Convolutional Neural Network. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 422-430.

ANALIZA MORFOLOŠKIH OSOBINA BILJAKA I OSOBINA PLODA KOD TIKVICE (*Cucurbita pepo* var. *cylindrica* L.)

ANALYSIS OF PLANT AND FRUIT CHARACTERISTICS OF ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* var. *cylindrica* L.)

Zdenka Girek^{1*}, Milan Ugrinović¹, Suzana Pavlović¹, Jelena Damnjanović¹, Lela Belić¹, Veselinka Zečević¹, Nenad Đurić¹

¹Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

*Autor za korespondenciju: zgirek@institut-palanka.rs

Izvod

Ovaj ogled predstavlja deo predselekcionog programa tikvice (*Cucurbita pepo* L.) Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci. Tokom dve godine, vršena je evaluacija osam osobina – tri morfološke osobine biljke (habitus, prisutnost ureza i srebrnih mrlja na liskama), dve morfološke osobine ploda (boja, oblik) kao i tri agronomske osobine (dužina, širina, masa ploda) kod 10 genotipova tikvice. Četiri od 10 genotipova su se izdvojili odnosom dužine i širine ploda u opsegu između 3,5 i 4,5. Genotip G6 poreklom iz Francuske je imao najveću prosečnu dužinu i širinu ploda. Genotip G9, poreklom iz Kine je imao plodove najveće mase. Optimalna masa ploda od 0,35 do 0,40 kg je zabeležena kod genotipova 2, 5 i 8. Prema klaster analizi najsličniji genotipovi su 1, 2, 4, 5 i 7. Evaluacija genetičkih resursa je značajan deo predselekcionog programa svake vrste. Dobijeni rezultati su od izuzetnog značaja za budući rad na oplemenjivanju ove vrste u našoj zemlji.

Ključne reči: evaluacija, genotip, selekcija, sorta

Abstract

This experiment is part of the summer squash (*Cucurbita pepo* L.) pre-breeding program of the Institute for Vegetable Crops in Smederevska

Palanka. During two years, eight traits were evaluated - three morphological traits of the plant (habitus, the presence of incisions, and silver spots on the leaves), two morphological traits of the fruit (color, shape) as well as three agronomic fruit traits (length, width, weight) in 10 squash genotypes. Four genotypes were distinguished by the ratio of fruit length to width in the range between 3.5 and 4.5. Genotype G6 originating from France had the highest average fruit length and width. Genotype G9, originating from China, had the heaviest fruits. The optimal fruit weight of 0.35 to 0.40 kg was recorded in genotypes 2, 5, and 8. According to cluster analysis, the most similar genotypes are 1, 2, 4, 5, and 7. Evaluation of genetic resources is an important part of the pre-breeding program of each species. The obtained results are extremely important in the further work on the breeding of this species in our country.

Key words: evaluation, genotype, breeding, variety

Uvod

Cucurbita pepo L. je jedna od ekonomski najvažnijih vrsta roda *Cucurbita* (Formisano i sar., 2012). U svetu se proizvodnja bundeva i tikvica odvija na 2.019.564 ha, dok je ukupan godišnji prinos ovih povrtarskih vrsta 27.962.742 t (FAOStat, 2020). U našoj zemlji tikvica se donedavno gajila na manjim površinama, za sopstvene potrebe. Međutim, poslednjih nekoliko godina, proizvodnja ovog povrća se intenzivirala, tako da je sve više proizvođača koji ovo povrće proizvode i za tržište. Na Nacionalnoj sortnoj listi se nalaze 22 strane sorte, jedna odomaćena sorta (Beogradska) i samo dve sorte tikvice selekcionisane u domaćim oplemenjivačkim kućama – Zita – Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad i Fina – Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka.

Tikvica (*Cucurbita pepo* L.) je poreklom iz područja južnog Meksika (Smith, 1997) gde se gajila još pre 10.000 godina. Još tokom domestikacije tikvice od strane domorodaca u Americi je vršena selekcija manje otpornih i krupnijih plodova specifičnog oblika. Plod tikvice je do danas zadržao taj prvobitni oblik, a selekcija se vrši samo na dužinu ploda. Pored toga, selekcioneri se bave habitusom biljke, odnosom muških i ženskih cvetova na biljci, ranostasnošću, otpornošću na bolesti (Paris, 2008).

Najvažnije osobine tikvice kod proizvođača su ranostasnost i prinos. S obzirom da je konkurencija na tržištu sve veća, jako je važno kada će biljka početi da cveta, da obrazuje plodove i koji će procenat ženskih cvetova na biljkama da se obrazuje. Odnosno, za proizvođača je važno u kom trenutku plasira robu na tržištu i količina robe koja mu je dostupna tokom sezone (Avagyan i sar., 2020).

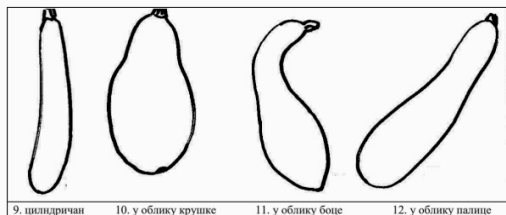
Evaluacija genotipova koji su dostupni oplemenjivačima je jedan od prvih koraka u preSelekcionim programima svake vrste (Colley i sar., 2021; Dostatny i sar., 2021; Guevara-Escudero i sar., 2021; Singh i sar., 2019). Iako se danas koriste novije metode u ovim programima poput upotrebe molekularnih markera, laboratorijskog testiranja otpornosti na bolesti i štetočine, ipak je i dalje neophodna evaluacija morfoloških, agronomskih i fizioloških osobina *in vivo* prema usklađenim deskriptorima, ali i potrebama pojedinih tržišta (Sukumaran i sar., 2021).

Cilj ovog rada je bio analiza materijala koji se čuva u gen banci Instituta za povrtarstvo. Takođe, jedan od ciljeva je bio da se izdvoje genotipovi koji bi bili pogodni za gajenje u našim klimatskim uslovima.

Materijal i metode rada

Dvogodišnji eksperiment je sproveden na oglednoj parceli Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci (geografska širina 44°21'22.46"N, geografska dužina 20°57'08.97"E, nadmorska visina 101 m). Ogled je postavljen u tri ponavljanja. Posmatrano je 10 genotipova tikvice, deo materijala iz kolekcije Instituta za povrtarstvo. Semena tikvice su posejana u poslednjoj dekadi marta, u saksije promera 10 cm koje su bile smeštene u staklenoj bašti Instituta. U fazi tri do pet stalnih listova premešteni su na otvoreno polje i posađeni. Biljke su sađene (10 biljaka u ponavljanju) sa međurednim razmakom 1 m i razmakom u redu od 1 m. Analizirane su tri morfološke osobine biljaka tikvice: A. habitus (1 - žbun, 2 - polupuzava, 3 - puzava), B. prisutnost ureza na liskama (1 - odsutni ili vrlo plitki, 2 - vrlo plitki do plitki, 3 - plitki, 4 - plitki do srednje duboki, 5 - srednje duboki, 6 - srednje duboki do duboki, 7 - duboki, 8- duboki do vrlo duboki, 9 - vrlo duboki), C. prisustvo srebrnih mrlja na liskama (1 - odsutne, 9 - prisutne), dve morfološke osobine ploda: D. oblik ploda (Slika 1), E. osnovna boja ploda (1 - bela, 2 - krem, 3 - žuta, 4 - zelena, 5 - bela i žuta, 6 - bela i zelena, 7 - žuta i zelena), kao

i tri agronomske osobine merene u tehnološkoj zrelosti ploda: F - dužina ploda, G - širina ploda, H - masa ploda.



Slika 1. Oblik ploda kod tikvice (UPOV deskriptor)

Prva berba plodova je sprovedena 40 dana od rasađivanja biljaka, a berbe su sprovedene jednom do dva puta nedeljno, prema potrebi. Ovaj ogled je bio deo preSelekcionog programa tikvice Instituta za povrtarstvo.

Dobijeni rezultati su statistički analizirani uz pomoć dvofaktorijalne analize varijanse. Grupisanje genotipova tikvice je prikazano grafički uz pomoć dendrograma dobijenim klaster analizom prikupljenih podataka.

Rezultati i diskusija

U ogledu su analizirani genotipovi tikvica poreklom iz sedam zemalja širom sveta (Tabela 1).

Na osnovu podataka iz tabele 1 može se konstatovati da se svaki od 10 analiziranih genotipova razlikuje u odnosu na pet morfoloških osobina koje smo posmatrali. Genotip G2, poreklom iz Srbije i genotip G8 poreklom iz Bugarske imaju habitus, oblik i boju listova jednako ocenjene, međutim boja i oblik ploda se razlikuju. Oba genotipa poreklom iz Srbije, kao i genotip 7 imaju isti oblik i boju ploda, ali im se habitus i listovi razlikuju.

Analizom dobijenih rezultata agronomskih osobina utvrđena je statistički značajna razlika (na nivou 0,01) između posmatranih genotipova tikvice.

Najduži plod u prvoj godini istraživanja je imao genotip G6, a u drugoj genotip G3, dok je prosečna vrednost dužine ploda genotipa G3 bila za svega 0,2 cm manja. Najširi plod je u obe posmatrane godine utvrđen kod

genotipa G6. Masa ploda je varirala od 0,22 do 0,55 kg i najveća je zabeležena kod genotipa G9.

Tabela 1. Ocena morfoloških osobina biljke i ploda posmatranih genotipova tikvice (G1-G10)

Genotip	Poreklo	Morfološke osobine				
		Biljka			Plod	
		A	B	C	D	E
G1	Srbija	2	3	odsutne	12	bela
G2	Srbija	1	7	prisutne	12	bela
G3	SAD	2	5	prisutne	9	zelena
G4	Mađarska	2	5	odsutne	12	zelena
G5	Bugarska	1	3	prisutne	11	bela
G6	Francuska	3	7	odsutne	11	bela
G7	Mađarska	3	5	odsutne	12	bela
G8	Bugarska	1	7	prisutne	9	zelena
G9	Kina	2	9	prisutne	12	zelena
G10	Rumunija	1	3	odsutne	10	bela

A. *habitus*: 1 - žbun, 2- polupuzava, 3- puzava; B. prisutnost ureza na liskama: 1 - odsutni ili vrlo plitki, 2 - vrlo plitki do plitki, 3 - plitki, 4 - plitki do srednje duboki, 5 - srednje duboki, 6 - srednje duboki do duboki, 7 - duboki, 8 - duboki do vrlo duboki, 9 - vrlo duboki; C. prisustvo srebrnih mrlja na liskama; D. oblik ploda: 9 - cilindričan, 10 - kruškolik, 11 - u obliku boce, 12 - u obliku palice, E. osnovna boja ploda

Optimalna masa ploda od 0,35 do 0,40 kg (Zhan-Jun i sar., 2013) je zabeležena kod tri genotipa u obe posmatrane godine (G2, G5 i G8).

Odnos dužine i širine ploda se kreće od 2,1 kod G10 do 4,8 kod G3. Odnos dužine i širine ploda kod tikvica u tipu *zucchini* se kreće od 3,5 do 4,5 (Paris, 2008). U našem ogledu ovi rezultati su dobijeni kod četiri genotipa, dva poreklom iz Srbije (G1 i G2), genotipa poreklom iz Bugarske (G5) i genotipa poreklom iz Francuske (G6).

Danas, u mnogim oplemenjivačkim centrima širom sveta selekcioneri se bave i oplemenjivanjem tikvice, pre svega kreiranjem sorti i hibrida u tipu *zucchini*. Neke od najvažnijih osobina, kako za konzumente tako i za proizvođače tikvica su ukus ploda, sadržaj vitamina i minerala, boja i oblik ploda.

Analizom varijanse (Tabela 3) potvrđena je značajna razlika između posmatranih faktora kod sve tri agronomske osobine. Najveća varijabilnost je utvrđena između analiziranih genotipova kod dužine ploda.

Tabela 2. Srednje vrednosti tri agronomske osobine kod 10 genotipova tikvice (G1-G10)

Genotip	Dužina ploda (cm)		Širina ploda (cm)		Masa ploda (kg)	
	I	II	I	II	I	II
G1	20,3	20,5	5,4	5,8	0,38	0,45
G2	18,5	18,0	5,5	5,0	0,34	0,33
G3	29,8	30,2	6,1	6,5	0,47	0,52
G4	12,3	13,8	4,5	5,0	0,25	0,28
G5	20,1	20,0	5,0	4,9	0,35	0,34
G6	31,4	30,0	7,1	7,1	0,48	0,45
G7	12,6	14,2	4,4	4,8	0,29	0,32
G8	15,8	17,0	4,8	5,1	0,40	0,40
G9	19,1	19,7	6,5	6,6	0,50	0,55
G10	10,2	12,3	5,0	5,5	0,22	0,26
lsd _{0,05}	0,48		0,19		0,02	
lsd _{0,01}	0,64		0,25		0,03	

I – prva godina; II – druga godina

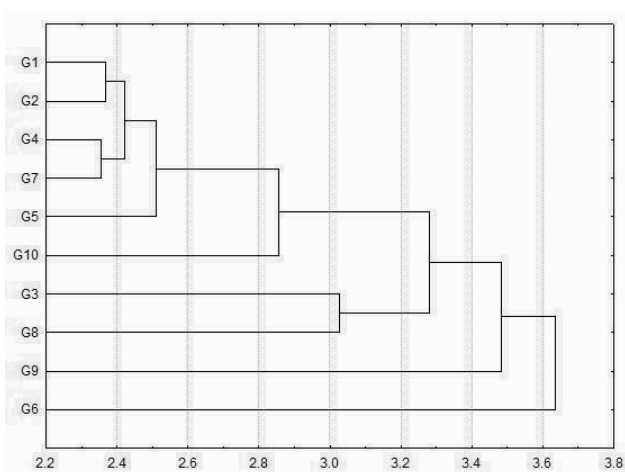
Tabela 3. Analiza varijanse tri agronomske osobine kod 10 genotipova tikvice

Izvor varijacije	df	SS	MS	F
Dužina ploda				
Genotip (A)	9	2366,51	262,95	309,90**
Godina (B)	1	4,70	4,70	5,54**
AB	9	15,45	1,72	2,02*
Greška	40	33,94	0,85	
Širina ploda				
Genotip (A)	9	38,44	4,27	32,73**
Godina (B)	1	0,60	0,60	4,60**
AB	9	1,41	0,16	1,20 ^{ns}
Greška	40	5,22	0,13	
Masa ploda				
Genotip (A)	9	0,51	0,06	43,82**
Godina (B)	1	0,01	0,01	5,63**
AB	9	0,01	0,00	1,24 ^{ns}
Greška	40	0,05	0,00	

ns – nije značajno; * - statistički značajno na nivou $p < 0,05$; ** - statistički značajno na nivou $p < 0,01$

Kod interakcije Genotip x Godina kod širine ploda i mase ploda nisu utvrđene značajne razlike, dok su kod dužine ploda ove razlike bile značajne na nivou 0,05.

Na osnovu dendrograma klaster analize svih posmatranih osobina prikazanom na grafikonu 1 mogu se izdvojiti četiri genotipa koji su se grupisali kao najbliži: G1 i G2 (poreklo Srbija) i G4 i G7 (poreklo Mađarska). Takođe, G5 možemo smatrati genotipom koji je prema dobijenim rezultatima sličan sa 4 prethodno navedena genotipa. Genotipovi poreklom iz Francuske i Kine su se najviše razlikovali od ostalih analiziranih genotipova. Ovo su genotipovi kod kojih je zabeležena najveća dužina ploda (G6) i najveća masa ploda (G9).



Grafikon 1. Klaster analiza 10 genotipova tikvice

Dobijeni rezultati su od velikog značaja u daljem radu oplemenjivača na selekciji tikvice. Utvrđeno je koji genotipovi mogu da se koriste kao izvor poželjnih osobina/gena tokom kreiranja novih ili popravke starih sorti tikvice (Martinez-Valdivieso i sar., 2015). Jedan od važnih koraka u preselekcionom programu Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci jeste evaluacija postojeće *ex situ* kolekcije tikvice koja se čuva u gen banci. Da bi se kreirala nova sorta ili hibrid kod bilo koje vrste neophodni su genetički resursi i bogata genetička varijabilnost. Međutim, neophodno je da genetička varijabilnost može da se iskoristi za zadovoljenje tržišne potražnje (Sharma i sar., 2013).

Rezultati dobijeni u ovom ogledu su pokazali da i u našoj kolekciji preovladavaju genotipovi u tipu *zucchini*, jer pored četiri genotipa kod kojih je ovaj tip potvrđen, utvrđena su još četiri kod kojih su vrednosti odnosa dužine i širine približne vrednostima odnosa ove dve osobine kod genotipova u tipu *zucchini*. Ukoliko bi berba ovih genotipova bila dan ranije ili dan kasnije, postoji mogućnost da bi se ovaj odnos osobina promenio.

Zaključak

Rezultati dobijeni u ovom ogledu su samo deo rezultata evaluacije kolekcije genotipova vrste *Cucurbita pepo* L. koja se čuva u Institutu za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci *ex situ*. U ovom radu je izdvojeno 10 genotipova kod kojih su prilikom evaluacije odabranih osobina zabeleženi najbolji rezultati. Ovi genotipovi su se izdvojili kao najpovoljniji za uključivanje u buduće selekzione programe tikvice u Institutu. Genotipovi poreklom iz Srbije su već prisutni na našem tržištu, a uz njih izdvojena su još dva genotipa u tipu *zucchini*, kao i nekoliko genotipova koji imaju odnos dužine i širine ploda iznad 4,5. Ovi genotipovi su interesantni s obzirom da se mogu smatrati ranostasnijim od ostalih.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na finansijskoj pomoći i podršci (evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200216).

Literatura

- Avagyan, A., Sargsyan, G., Balayan, R., Tadevosyan, L. (2020). Replenishment and rationalization of seed collections of pumpkin, vegetable marrow and summer squash for *ex situ* conservation and use for breeding in Armenia. *Genetic Resources* 1(1): 49-52. doi: 10.46265/genresj.2020.1.49-52
- Colley, M.R., Dawson, J.C., McCluskey, C., Myers, J.R., Tracy, W.F., van Bueren, E.L. (2021). Exploring the emergence of participatory plant breeding

- in countries of the Global North—a review. *The Journal of Agricultural Science*, 159(5-6): 320-338. doi: 10.1017/S0021859621000782
- Dostatny, D.F., Korzeniewska, A., Bartoszewski, G., Rawski, R., Kaźmińska, K., Gelvonauskis, B. (2021). The evaluation and conservation of plant genetic resources collected in Lithuania. *Agronomy*, 11(8): 1586. doi: 10.3390/agronomy11081586
- FAOStat (*Food and Agriculture Organization*) (2020). FAOSTAT Statistics Database. <http://apps.fao.org>. Datum pristupa 15.08.2022.
- Formisano, G., Roig Montaner, M.C., Esteras Gomez, C., Ercolano, M.R., Nuez Vinals, F., Monforte Gilabert, A.J., Pico Sirvent, M.B. (2012). Genetic diversity of Spanish Cucurbita pepo landraces: an unexploited resource for summer squash breeding. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59(6): 1169-1184. doi: 10.1007/s10722-011-9753-y
- Guevara-Escudero, M., Osorio, A.N., Cortés, A.J. (2021). Integrative pre-breeding for biotic resistance in forest trees. *Plants*, 10(10): 1-13. doi: 10.3390/plants10102022
- Martínez-Valdivieso, D., Gómez, P., Font, R., Alonso-Moraga, A., Del Río-Celestino, M. (2015). Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2): 1225-1233. doi: 10.1016/j.lwt.2015.07.023
- Paris, H.S. (2008). Summer squash. In *Vegetables I*, Springer, New York, NY, pp. 351-379.
- Paris, H.S., Nerson, H. (2003). Seed dimensions in the subspecies and cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50(6): 615–625.
- Sharma, S., Upadhyaya, H.D., Varshney, R.K., Gowda, C.L.L. (2013). Pre-breeding for diversification of primary gene pool and genetic enhancement of grain legumes. *Frontiers in plant science*, 4: 309. doi: 10.3389/fpls.2013.00309
- Singh, K., Kumar, S., Kumar, S.R., Singh, M., Gupta, K. (2019). Plant genetic resources management and pre-breeding in genomics era. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 79(Sup-01): 117-130. doi: 10.31742/IJGPB.79S.1.1
- Smith, B.D. (1997). The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. – *Science*, 276(5314): 932–934.
- Sukumaran, S., Krishna, H., Singh, K., Mottaleb, K.A., Reynolds, M. (2021). Progress and prospects of developing climate resilient wheat in south asia using modern pre-breeding methods. *Current Genomics*, 22(6): 440-449. doi: 10.2174/1389202922666210705125006

Zhan-Jun, Z.H.A.O., Ming-Hui, G.U.O., Shu-Xia, C.H.E.N., Mei-Qing, C.H.A.I., Jian-Xin, G.U.O. (2013). Zucchini Cultivar 'Shengyu 307'. *Acta Horticulturae Sinica*, 40(7): 1415-1416.

**EFEKAT KALEMLJENJA NA ZDRAVSTVENO STANJE,
PRINOS I KVALITET LUBENICE**

**EFFECT OF GRAFTING ON HEALTH CONDITION, YIELD
AND QUALITY OF WATERMELON**

Lidija Milenković^{1*}, Zoran Ilić¹, Ljubomir Šunić¹, Jasmina Trikoš¹, Dragana
Lalević¹

¹Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica,
Poljoprivredni fakultet u Lešku

*Autor za korespondenciju: lidija.milenkovic@pr.ac.rs

Izvod

Hibrid lubenice (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) Top Gun F₁ je kalemljen na komercijalne hibridne podloge Emphasis F₁ (*Lagenaria* tip), Strong Tosa F₁ (interspecies tip: *C. maxima* x *C. moschata*), i na jednostavnu podlogu *Lagenaria siceraria* L. Nekalemljene biljke su bile kontrolne. Zabeleženo je značajno povećanje mase biljaka kalemljenog rasada u poređenju sa nekalemljenim. Tokom proizvodnog ciklusa evidentirano je prisustvo larvi insekta *Delia platura* uz oštećenje 40,6 % biljaka u kontrolnim parcelama, dok je prouzrokovao fuzariozno uvenuća uticao na stradanje 4,2% kontrolnih biljaka. Pozitivan je uticaj kalemljenja na prosečnu masu prvog ploda i fizičke karakteristike ploda. Marketinški prinos je bio najniži kod biljaka kalemljenih na podlogu Strong tosa F₁ (80,0%), dok su podloge *L. siceraria* i Emphasis F₁ uticale na povećanje mase prvog ploda (8,308-9,525kg) kao i marketinškog prinosa (89,6-91,0%) sa najmanjim učešćem fizioloških poremećaja, te povoljnim ukusom mesa ploda.

Ključne reči: lubenica, kalemljenje, podloge, zdravstveno stanje, prinos, kvalitet

Abstract

Watermelon hybrid (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) Top Gun F₁ was grafted on commercial hybrid rootstocks Emphasis F₁ (*Lagenaria* type), Strong Tosa F₁ (interspecies type: *C. maxima* x *C. moschata*), and on a simple rootstock *Lagenaria siceraria* L.. Nongrafted plants were used for the control. A significant increase in plant mass of grafted seedlings was recorded compared to nongrafted ones. During the production cycle, the presence of larvae of the *Delia platura* insect was recorded with damage to 40.6% of the plants in the control plots, while the cause of fusarium wilt affected the suffering of 4.2% of the control plants. Grafting has a positive effect on the average weight of the first fruit and the physical characteristics of the fruit. The marketing yield was the lowest in plants grafted on the Strong tosa F₁ rootstock (80.0%), while the *L. siceraria* and Emphasis F₁ rootstocks influenced an increase in the weight of the first fruit (8.308-9.525kg) as well as the marketing yield (89.6- 91.0%) with the smallest share of physiological disorders, and the favorable taste of "fruit flesh".

Key words: watermelon, grafting, rootstocks, health condition, yield, quality

Uvod

Kalemljenje rasada povrća je jedinstvena tehnika u povrtarstvu, koja se primenjuje sa ciljem prevazilaženja problema vezanih za intenzivnu proizvodnju i ograničene obradive površine. Ukidanjem metil-bromida, kontrola bolesti i štetočina u biljnoj proizvodnji postala je znatno otežana. Za prevazilaženje patogena *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (FON), primenjivani su: plodored, solarizacija, hemijski fungicidi, otporne sorte, biološka kontrola i kalemljenje (Liu *et al.*, 2009; Zhao *et al.*, 2011). Kalemljenje u proizvodnji povrća prvenstveno ima za cilj kontrolu patogena koji se prenose zemljištem (Kubota, 2006), premda u nekim slučajevima povećava toleranciju i na folijarne gljivične bolesti, viruse i insekte (King *et al.*, 2008). Pretpostavlja se da izlučevine korena otpornih podloga upotrebljenih u procesu kalemljenja, imaju glavni uticaj na mikroorganizme (De la Pena *et al.*, 2008). Biljke lubenice, često su napadnute i kompleksima štetočina. Usled toga mogu biti potisnute sve

agronomske performanse useva. Zemljišne štetočine: larve muva klijanaca (*Delia platura*), larve gundelja (fam. *Scarabaeidae*), larve podgrizajućih sovice (*Agrotis* spp.) itd., parazitiraju u širokom krugu biljnih vrsta, te je teško organizovati plodored, a kada se napad javi u usevu, štete je gotovo nemoguće sanirati hemijskim putem. Postoje predviđanja da će klimatske promene doprineti trendu rasta patogeni i štetočina. Newton *et al.* (2011), navode pretpostavke o uticaju povišenih temperatura na ubrzanje razvoja larvi muve kupusa, luka itd. Kalemljenje kao agrotehnička mera je potencijalno rešenje ovih problema.

Kalemljene biljke se odlikuju jakim korenovim sistemom sposobnim da bolje usvaja vodu i hranljive materije, usled čega se intenzivira fotosinteza i povećava produktivnost, kao i otpornost ili tolerancija na biotički i abiotički stres. Prinos povrća značajno raste ukoliko se kalemljenjem uspostavi dobra kompatibilnost između podloge i plemke. Kombinacije podloga/plemka utiču na konačnu veličinu, prinos i kvalitet plodova kalemljenih biljaka, kako neposredno posle berbe, tako i tokom dužeg skladištenja (Fallik and Ilic, 2014). Postoje oprečni izveštaji o promenama u kvalitetu ploda usled kalemljenja, odnosno da li se efekti kalemljenja manifestuju poboljšanjem ili pogoršanjem kvaliteta. Razlike se mogu delimično pripisati primenjenim proizvodnim metodama i uslovima sredine, izabranom kombinaciji podloga/plemka i datumu berbe.

Materijal i metode rada

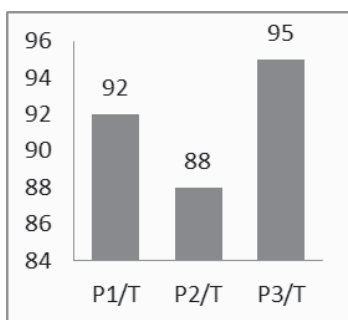
Hibrid lubenice (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) Top Gun F₁ je kalemljen na komercijalne hibridne podloge Emphasis F₁ (*Lagenaria* tip) i Strong Tosa F₁ (interspecies tip: *C. maxima* x *C. moschata*), kao i na jednostavnu podlogu, *Lagenaria siceraria* L., metodom kalemljenja „u procep”. Nekalemljene biljke su bile kontrolne. Sukcesivna setva semena podloge obavljena je u saksije prečnika 10 cm, a setva semena plemke u sandučice, krajem marta 2022. godine. Tokom proizvodnje rasada analizirana je stopa preživljavanja kalemljenih biljaka (%), uz procenu zdravstvenog stanja. Nakon osnovne obrade zemljišta, obavljena je predsetvena priprema, đubrenje đubrivom formulacije 12: 11: 24 + ME (kompleks *Yara Milla*), tretman zemljišta i biljaka pesticidima. Sadnja rasada (faza 5-6 listova) na otvoreno polje, obavljena je na razmak između redova od 240 cm i 120 cm u redu, čime je ostvaren

sklop od 0,35 biljaka po m². Tokom vegetacije, na osnovu vizuelne dijagnostike, praćena je pojava zemljišnog fitopatogena *Fusarium* spp. i zemljišnih štetočina: larvi muva klijanaca (*Delia platura*), larvi gundelja (fam. *Scarabaeidae*), larvi podgrizajućih sovica (*Agrotis* spp). Intenzitet zaraze je ocenjen na osnovu formule: $I = O/K \times 100$ (I- intenzitet zaraze, O- ukupan broj obolelih biljaka, K- ukupan broj pregledanih biljaka).

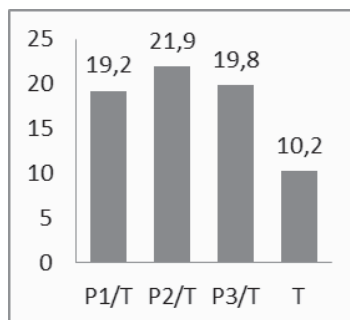
U daljem toku ogleda ustanovljena se masa prvog ploda (kg), prinos prvog ploda po jedinici površine (t/ha), marketinški prinos (procenat plodova povoljnog kvaliteta, bez fizičkih oštećenja i učešća fizioloških poremećaja) i fiziološki poremećaji (procenat plodova povoljnog kvaliteta, bez oštećenja i učešća fizioloških poremećaja) i fiziološki poremećaji (procenat plodova kod kojih se javlja pucanje plodova, ožegotine, nepravilno sazrevanje „šuplje srce“, nepovoljan ukus).

Rezultati i diskusija

Davis *et al.* (2008), ukazuju da kompatibilnost podloge i plemke zavisi od taksonomskog afiniteta. Ako se za kalemljenje koriste biljke poreklom iz različitih rodova, uspeh u kalemljenju je slabiji. Podaci ovog rada ukazuju da je stopa preživljavanja rasada lubenice kalemljenog na podlogu *L. siceraria* za 3-7% veća u poređenju sa komercijalnim hibridnim podlogama Emphasis F₁ (92%) i Strong tosa F₁ (88%) (graf. 1). Miles *et al.* (2017), sugerišu da se retko postiže 100% opstanak kalemljenih biljaka lubenice, stoga preporučuju povećanje broja biljaka za 20% u odnosu na potrebe proizvodnje.



Grafikon 1. Stopa preživljavanja (%) kal. biljaka*

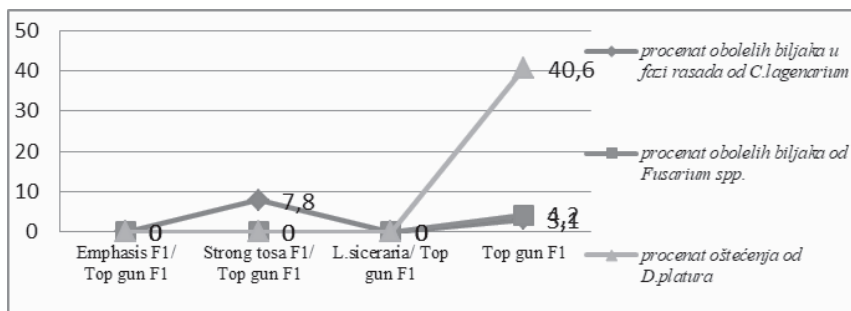


Grafikon 2. Masa biljaka (faza 4-5 list.)*

*P1/T -Emphasis F₁/Top gun F₁; P2/T -Strong tosa F₁/ Top gun F₁; P3/T -*L.siceraria* /Top gun F₁; T- Top gun F₁

Rasad lubenice kalemljen na podlogu Strong tosa F₁ (graf. 2), imao je značajno bolje morfološke karakteristike u poređenju sa biljkama kalemljenim na podlogu Emphasis F₁, ali ne i u odnosu na *L. siceraria*. Međutim, na kotiledonim listovima ove podloge uočeno je prisustvo prouzrokovaca *Colletotrichum lagenarium* (7,8%). Kasnije, tokom proizvodnje na otvorenom polju, prisutni simptomi nisu umanjili broj plodova, ali su delimično uticali na veličinu i kvalitet istih (podaci nisu prikazani).

Biotički stres u velikoj meri utiče na formiranje prinosa. Kalemljenje lubenice na vrg (*L. siceraria*) je često primenjivana mera u kontroli bolesti izazvanih sa *Fusarium oxysporum*. Fuzariozno uvenuće je verovatno najčešća i najštetnija bolest koja se prenosi zemljištem u usevima vrežastih kultura, a prisutna je širom sveta. U našem istraživanju prisustvo *Fusarium* spp. je zabeleženo na kontrolnim (4,2%), ali ne i na kalemljenim biljkama. Biljke su pokazale znake uvenuća i sušenja, uz prestanak rasta zametnutih plodova. Mohamed *et al.* (2012), među kalemljenim biljkama (podloge ‘Nun 6001 F₁’ i ‘Shintoza F₁’) nisu detektovali fuzariozno uvenuće, međutim, za razliku od našeg istraživanja, iznose podatke da su nekalemljene biljke pokazale tešku infekciju jer je *Fusarium oxyporum* imao najveću frekvenciju u izolovanim uzorcima. Kalemljenje osetljivih sorti na otporne podloge je odlično rešenje za zaštitu od patogena koji parazitiraju u zemljištu umesto tretmana hemikalijama, posebno fumigantima (Liu *et al.*, 2009).



Grafikon 3. Uticaj kalemljenja na zdravstveno stanje biljaka lubenice

Patogeni iz zemljišta *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Verticillium* spp. itd., mogu da prodru i u koren otpornih podloga. Biljke mogu pokazati određene simptome, ali sposobnost patogena da indukuje oštećenja je

značajno potisnuta. Kalemljene biljke su u stanju da završe svoj ciklus razvića i ostvare kvalitetan i zadovoljavajući prinos (Ilić i sar., 2020). Wu *et al.* (2010), smatraju da izlučevine korena otpornih podloga imaju glavni uticaj na mikroorganizme; kod otpornih vrsta potisnut je rast gljivice *Fusarium oxysporum*, dok kod osetljivih rast biva favorizovan.

Neposredno nakon rasađivanja biljaka na otvoreno polje, jak napad larvi insekta *Delia platura*, naneo je oštećenja biljkama u kontrolnim parcelama (graf. 3). Uslovi koji favorizuju infestaciju su: visok nivo organske materije (biljni ostaci), primena stajnjaka, sveže pripremljeno zemljište, hladno i vlažno vreme, kao i komercijalni supstrat koji se koristi u proizvodnji kalemljenog i nekalemljenog rasada. Iz jaja položenih na površini zemljišta (pojedinačno ili u grupi), larve započinju razvoj na temperaturi od 10°C, ali optimalan rast se javlja na oko 20-21°C (Palumbo, 2017). Iz zone korenovog sistema, larve se ubušuju u stablo, biljka vene i strada za nekoliko dana. Pri pojavi prvih simptoma, hemijska zaštita je više-manje bez efekta. Intenzitet zaraze kontrolnih biljaka (40,6%), doprineo je poskupljenju proizvodnje, uz kašnjenje plodonošenja za 7 do 10 dana naknadno posađenih biljaka, u odnosu na kontrolne biljke koje nisu bile oštećene. Kod kalemljenih biljaka prisustvo štetočine *D. platura* nije zabeleženo ni u jednom tretmanu.

Kalemljenjem se podstiče rast biljaka. U našem istraživanju podloga Strong tosa F₁ istakla se bujnošću, što je u skladu sa tvrdnjama Hagihara (2004) da su podloge 'Shin-tosa' snažnije od podloga tikava. Nivo hormona je važan endogeni faktor koji reguliše sve aspekte vegetativnog i reproduktivnog razvoja biljaka i smatra se presudnim u uspostavljanju komunikacije koren-stablo (Aloni *et al.* 2010). Biljke snažnog korenovog sistema oslobađaju više citokinina uzlaznom putanjom ksilema što dovodi do povećanog prinosa zbog promocije rasta.

Evidentan je pozitivan uticaj kalemljenja na prosečnu masu prvog ploda (tab.1). Fizičke osobine ploda su uravnotežene kako kod kalemljenih, tako i kod kontrolnih biljaka. Iako je debljina kore ploda kalemljenih biljaka izražena, značajno je veća samo kod lubenice kalemljene na podlogu Strong tosa F₁ u odnosu na nekalemljene biljake. Povećanje debljine kore ploda pozitivno utiče na čvrstinu i transportabilnost, čime se postiže i duži period čuvanja plodova lubenice.

Fallik and Ilic (2014), ističu da kvalitet lubenice zavisi od odnosa podloge i plemke, a kalemljenjem se može povećati unutrašnji i/ili spoljašnji kvalitet plodova lubenice. Isti autori navode da se najčešće

primedbe na kvalitet lubenice odnose na nisku koncentraciju šećera, nepovoljan ukus, pojavu žučkastih traka kroz crvenu pulpu, te unutrašnje raspadanje *mesa ploda*.

Tabela 1. Uticaj kalemljenja na parametre prinosa

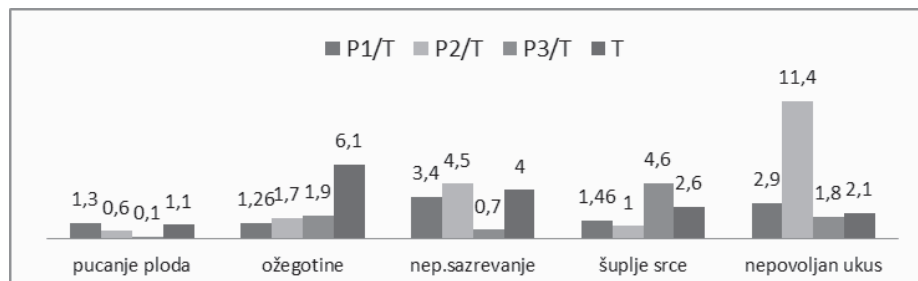
Podl./ plemka	Položaj 1. ploda (cm)	Masa 1. ploda (kg)	Masa 1. ploda (t/ha)	Karakteristike ploda				Market. prinos (%)
				Dužina (cm)	Širina (cm)	Indeks forme	Deb. kore (mm)	
P1/T	69,2	8,308	29,100	24,5	22,1	1,11	17,30	89,6
P2/T	127,4	8,907	31,200	24,1	23,6	1,04	18,24	80,0
P3/T	73,5	9,525	33,350	25,1	23,2	1,13	17,10	91,0
T	52,2	7,130	23,100	23,1	21,5	1,07	15,10	87,0

LSD 0,05 36,07 1,339 6,476 2,307 3,047 0,537 2,815 5,941

LSD 0,01 49,84 2,028 9,812 5,322 7,028 1,236 6,493 9,001

* Dužina dela stabla (cm) od korenovog vrata do mesta zametanja 1. ploda

U našem istraživanju marketinški prinos je bio najniži kod biljaka kalemljenih na podlogu Strong tosa F₁ (tab.1). Plodove je u značajnoj meri pratio nepovoljan ukus (11,4%), za razliku od plodova kontrolnih i biljaka kalemljenih na ostale podloge (graf.4). U godini koju su obeležile visoke letnje temperature i manjak padavina, podloge *L. siceraria* i Emphasis F₁ su uticale na povećanje mase prvog ploda kao i marketinškog prinosa sa najmanjim učešćem fizioloških poremećaja, te povoljnim ukusom *mesa ploda*.



Grafikon 4. Učešće fizioloških poremećaja ploda kod kalemljenih i nekalemljenih biljaka

Vreme cvetanja može uticati na vreme berbe usled modifikacije hormonske signalizacije, kao odgovora na kombinaciju podloge i plemke kalemljene lubenice (Aloni, 2010). Tako, sadržaj citokinina je viši u

kalemljenim biljkama nego u nekalemljenim, i mogao bi potencijalno uticati na vreme cvetanja (Nawaz *et al.*, 2016). Sakata *et al.* (2007), navode da se kalemljenjem lubenice na podlogu *L. seiceraria* podstiče rano formiranje ženskih cvetova, a ovu tvrdnju podržavaju i naši podaci o položaju plodova na biljci u odnosu na interspecies hibridnu podlogu (tab.1). Davis *et al.* (2008), ukazuju na kašnjenje u cvetanju do jedne nedelje kod lubenice kalemljene na tikvu, što dovodi do kasnijeg zrenja ploda. U našem istraživanju kod biljaka kalemljenih na podlogu Strong tosa F₁ primećeno je odloženo cvetanje i zametanje plodova za 7-10 dana u poređenju sa *L. siceraria*, Emphasis F₁ i kontrolnim biljkama. Stoga, istovremena berba plodova sa kalemljenih i nekalemljenih biljaka često može biti uzrok suprotstavljenih rezultata u pogledu kvaliteta ploda (Davis *et al.* 2008). Kako lubenica nije klimakterično povrće, vrlo je bitna pravilna procena momenta berbe jer se zrelost odražava na kvalitet ploda. Pokazatelji fiziološke zrelosti, tzv. indeks zrelosti, najčešće se dovodi u vezu sa starenjem listića i vitice pričvršćenih na delu stabla sa plodom, kao i intenzitetom boje pokožice strane ploda koja leži na zemlji. Devi *et al.* (2020), su utvrdili da je kvalitet ploda kalemljene lubenice najpovoljniji sa sedmodnevnim odlaganjem berbe od momenta uočavanja pokazatelja fiziološke zrelosti plodova. Kroggel and Kubota (2017), su saopštili da plodove kalemljene lubenice treba brati 5 dana nakon što se list i vitica potpuno osuše.

U našem radu, odložena berba je davala pozitivne rezultate kod plodova biljaka kalemljenih na podlogu Strong tosa F₁, ali ne i na podlogu *L. siceraria* zbog pogoršanja senzornih karakteristika (povećana kiselost, suviše meka konzistencija pulpe uz početnu fermentaciju). Podaci o smanjenom kvalitetu plodova dobijenih kalemljenjem mogu biti rezultat neodgovarajućeg (preranog ili prekasnog) momenta berbe. Navodi više studija ukazuju da podloga može da poboljša ili naruši kvalitativne osobine lubenice. Neosporno je da su i uslovi životne sredine bitan faktor u ispoljavanju osobina podloge na kvalitet plodova.

Zaključak

Kalemljenje podstiče otpornost i/ili tolerantnost biljaka na zemljišne patogene i štetočine. Jači korenov sistem promovise rast biljaka i prinos. Iako je masa prvog ploda kalemljenih biljaka na podlogu Strong tosa F₁

bila značajno veća u odnosu na kontrolu, marketinški prinos je umanjen zbog nepovoljnog ukusa *mesa ploda*. Marketinški prinos ostalih kombinacija podloga/plemka je isti ili bolji u poređenju sa kontrolom. S obzirom da lubenica nije klimakterično povrće, izbor momenta berbe može biti presudan u postizanju povoljnog kvaliteta ploda.

Zahvalnica

Autori izražavaju zahvalnost povodom učešća u projektu broj: TR-31027, koji je finansijski podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Aloni B., Cohen R., Karni L., Aktas H., Edelstein H. (2010). Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127 (2): 119-126.
- Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., Galarza, S.L.Ó., Maroto, J.V., Lee, S.G., Huh, Y.C., Miguel, A., King, S.R., Cohen, R. (2008). Cucurbit grafting. *Critical reviews in plant Sciences*, 27 (1): 50–74.
- De-la-Pena C., Lei Z., Watson B.S., Sumner L.W., Vivanco J.M. (2008). Root microbe communication through protein secretion. *The Journal of Biological Chemistry*, 283 (37): 25247–25255
- Devi, P., Lukas, S., Miles, C. (2020). Fruit maturity and quality of splice-grafted and one-cotyledon grafted watermelon. *Hort Science*, 55(7): 1090–1098. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15045-20>
- Fallik E., Ilic S.Z.(2014). Grafted vegetables - the influence of rootstock and scion on postharvest quality. *Folia Horticulturae*, 26 (2): 79-90.
- Hagihara, T.(2004). Rootstock cultivars and their characteristics. In: *Watermelon and Pumpkin* 5:147–154. *Yasai-engei Hyakka*, Ed., Noubunkyo, Japan.
- King R.S., Davis R.A., Liu W., Levi A. (2008). Grafting for Disease Resistance *Hort Science*, 43(6): 1673-1676.
- Kroggel, M., Kubota, C.(2017). Potential Yield Increase by Grafting for Watermelon Production in Arizona; College of Agriculture, University of Arizona: Tucson, AZ, USA, <https://repository.arizona.edu/>

- Kubota, C. (2006). Use of grafted seedlings for vegetable production in North America. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Cultivation and Utilization of Asian, Sub-tropical, and Underutilized Horticultural Crops. 770: 21-28. doi 10.17660/ActaHortic2008.770.2
- Liu N., Zhou B., Zhao X., Lu B., Li Y. (2009). Grafting Eggplant onto Tomato Rootstock to Suppress *Verticillium dahliae* Infection: The Effect of Root Exudates. Hort Science, 44 (7): 2058–2062.
- Miles, C., Devi, P., Zhao, X., Guan, W. (2017). Watermelon and melon grafting. In Grafting Manual: How to Produce Grafted Vegetable Plants; Kubota, C., Miles, C., Zhao, X., Eds.; National Institute of Food and Agriculture: Washington, DC, USA; Chapter 3.2.1.
- Mohamed F.H., EL-Hamed K.E. A., Elwan W.M., Hussein M.A.N.E. (2012). Impact of grafting on watermelon growth, fruit yield and quality. Journal of Horticultural Research. 76 (1): 99-118.
- Nawaz M.A., Imtiaz M., Kong Q., Cheng F., Ahmed W., Huang Y., Bie Z. (2016). Grafting: A technique to modify ion accumulation in horticultural crops. Frontiers in Plant Scienc. 7: 1457.
- Newton A.C., Johnson S.N., Gregory P.J. (2011). Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. Euphytica 179 (1): 3-18.
- Palumbo C.J. (2017). Seed Corn Maggot in Spring Melons, Extension Entomologist University of Arizona, Yuma Ag Center UA VegIPM Updates. 8(3).
- Sakata, Y.; Ohara, T.; Sugiyama, M. (2007). The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. Acta Horticulturae. 731(731):159–170.
- Wu F, Liu B, Zhou X (2010). Effects of root exudates of watermelon cultivars differing in resistance to *Fusarium wilt* on the growth and development of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*. Allelopathy Journal, 25(2): 403–414.
- Zhao Q., Dong C., Yang X., Mei X., Ran W., *et al.* (2011). Biocontrol of *Fusarium wilt* disease for *Cucumis melo* melon using bio-organic fertilizer. Applied Soil Ecology. 47(1):67–75.
- Илић С.З., Миленковић Л., Шунић Љ. (2020). Калемљење поврћа. Универзитет у Приштини-Косовска Митровица. Пољопривредни факултет Приштина-Лешак.

PROIZVODNJA RASADA POVRĆA POD RAZLIČITIM SVETLOSNIH TRETMANIMA

PRODUCTION OF VEGETABLE SEEDLINGS UNDER DIFFERENT LIGHT TREATMENTS

Suzana Pavlović^{1*}, Jelena Damnjanović¹, Zdenka Girek¹, Lela Belić¹, Milan Ugrinović¹

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

**Autor za korespondenciju: suzapavlovic@gmail.com*

Izvod

LED izvori svetlosti sve više zamenjuju standardne fluorescentne FL lampe i dobijaju važnu ulogu u uzgoju biljaka pod veštačkim osvetljenjem. Proučavali smo uticaj izvora svetlosti različite boje: bele, žute, plave i crvene na razvoj biljaka paprike, dinje i paradajza. Semena odabranih vrsta su posejana u kontejnere ispunjene supstratom i pračeno je njihovo klijanje i dalji rast klijanaca. Biljke su rasle u komori za rast pri temperaturi od 23°C i pod svetlosnim režimom dugog dana 16h/8h. Posle 4 nedelja gajenja u fitokomori mereni su parametri rasta (visina i masa stabla, dužina i masa korena, broj listova) kao i sadržaj pigmentata – hlorofila i karotenoida. Najvitalnije su bile biljke koje su rasle pod belim i žutim svetlom kod sve tri biljne vrste. Nešto manji rast je izmeren pod plavim svetlom, dok su se pod crvenim svetlom biljke izduživale i bile izuzetno tanke. Takođe, ove biljke su imale najmanje razvijen korenov sistem. Najrazvijeniji korenov sistem su imale biljke pod žutim svetlom kod paprike i paradajza, odnosno pod belim svetlom kod dinje. Najveći sadržaj pigmentata bio je pod tretmanom žutog svetla kod paprike, odnosno belog svetla kod dinje i paradajza.

Ključne reči: LED svetlo, fitokomora, rasad povrća, rast biljaka, sadržaj pigmentata

Abstract

LED light sources are increasingly replacing standard fluorescent FL lamps and gaining an important role in growing plants under artificial lighting. We studied the influence of light sources of different colors: white, yellow, blue and red on the development of pepper, melon and tomato plants. The seeds of the selected varieties were sown in containers filled with sterile substrate and their germination and further seedling growth was monitored. The plants were grown in a growth chamber at a temperature of 23°C and under a light regime of long day 16h/8h. After 4 weeks of cultivation in the phytochamber, the growth parameters (height and mass of the tree, length and mass of the roots, number of leaves) as well as the content of pigments - chlorophyll and carotenoids were measured. Plants growing under white and yellow light were the most vital in all three cultures. Slightly less growth was measured under blue light, while under red light the plants elongated and were extremely thin. Also, these plants had the least developed root system. The most developed root system had plants under yellow light for peppers and tomatoes, or under white light for melons. The highest content of pigments was under the treatment of yellow light for peppers, or white light for melons and tomatoes.

Key words: LED light, phytochamber, vegetable seedling, plant growth, pigments content

Uvod

Svetlost je jedan od glavnih činilaca životne sredine koji regulišu rast i razvoj biljaka (Fan i sar., 2013; Huche-Thelier i sar., 2016) obezbeđujući energiju za fotosintezu i indukuje različite fiziološke reakcije, uključujući klijanje semena, fototropizam, cirkadijalni ritam, vreme cvetanja i morfogenezu (Son i Oh, 2013, 2015; Hasan i sar., 2017). Pored toga, svetlost ima različite komponente koji služe kao signalni stimulans, uključujući intenzitet svetlosti, kvalitet svetlosti ili spektar, i dužinu dana (Son i Oh, 2013, 2015; Urestarazu i sar., 2016).

Najčešće gajene i ekonomski najisplativije vrste povrća - paradajz, paprika, krastavac, dinja, heliofilne su biljke, odnosno biljke kojima je potrebna velika količina svetlosti. U našim klimatskim uslovima, jedan

od ograničavajućih faktora za zimsku proizvodnju rasada jeste nedostatak svetlosti. Sa ranom zimskom proizvodnjom započinje se krajem januara i početkom februara, dok je u regijama gde ima dovoljno sunčeve svetlosti, početak proizvodnje rasada u septembru ili oktobru.

U slučaju nedovoljne dnevne osvetljenosti za proizvodnju rasada se mogu koristiti sistemi veštačkog osvetljavanja. Koriste se različiti tipovi svetiljki u ovu svrhu, ali se poslednjih deset godina najčešće koriste LED svetiljke u fitokomorama i zaštićenom prostoru, i predstavljaju ogroman potencijal za poboljšanje razvoja, rasta i cvetanja biljaka. Emisijom uskog talasnog opsega i dinamičkom kontrolom intenziteta svetlosti spektralni kvalitet se prilagođava specifičnom fiziološkom procesu kao i biljnoj vrsti (Dutta Gupta i Jatothu, 2013).

Optimalni intenzitet svetlosti je od ključnog značaja za razvoj biljaka. Dok prejaka svetlost može dovesti do redukcije rasta biljaka, premali intenzitet može prouzrokovati morfološke i fiziološke promene lista. Konačno, dokazano je da se zahtevi biljke za osvetljenjem razlikuju pod veštačkim od onih pod sunčevim svetlom (Liu i sar., 2010), stoga od ključnog značaja je pronaći najadekvatniji intenzitet svetlosti za optimizaciju rasta biljaka u zatvorenom prostoru (Flores i sar., 2022).

Na procese u biljkama utiče i svetlosni spektar. Biljke primaju svetlosne signale preko fotoreceptora kao što su fitohromi, koji apsorbuju crvenu i tamnocrvenu svetlost i kriptohromi ili fototropini, koji apsorbuju u plavoj i ultraljubičastoj A (UV-A) oblasti spektra (Son i Oh, 2015). Konkretno, crveno svetlo (između 600 i 700 nm) i plavo svetlo (400 i 500 nm) utiču na morfologiju biljaka, fiziologiju, razvoj, fotosintezu, primarni i sekundarni metabolizam (Hasan i sar., 2017; Bartuca i sar., 2020).

Primena svetlosti odgovarajuće jačine, osvetljenja i talasne dužine, u trajanju koje je neophodno za odgovarajuće etape organogeneze i stadijume rasta je od ključnog značaja za dobijanje rasada biljaka koje će dati prinos u skladu sa njihovom genetičkim potencijalom. Kombinacijom svetlosti različitih talasnih dužina, kao i dužinom trajanja osvetljenja, biljke se mogu delimično održavati u vegetativnom ili reproduktivnom stanju u zavisnosti od potreba proizvodnje. Cilj je zadržati biljku u vegetativnom stadijumu (manipulacijom u dužini dana i talasnom dužinom) do onog trenutka kada će ona imati najoptimalnije razvijenu vegetacionu kupu i dobar habitus i koja će kao takva, kada se prevede u reproduktivnu fazu, dati najveći prinos.

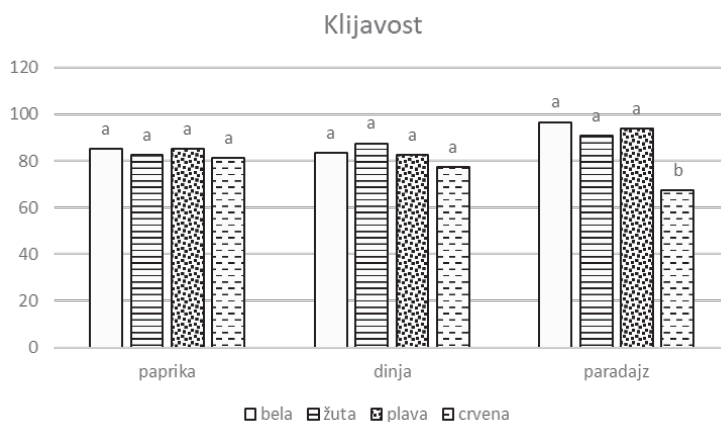
Cilj ogleada je bio ispitivanje primene veštačkog osvetljenja u fitokomorama na proces rane proizvodnje rasada povrća i sadržaj ukupnog hlorofila.

Materijal i metode rada

Semena odabranih sorti paprike, paradajza i dinje su posejana u stiroporske kontejnere ispunjene sterilnim supstratom. Nakon 10 dana od sejanja određivana je klijavost svake kulture na svakom svetlosnom tretmanu. Rađena su tri ponavljanja po svakom tretmanu (svetlu određene boje), a korišćene su LED svetiljke bele, žute, crvene i plave boje. Nakon klijanja biljke su presađene u pojedinačne saksije i praćen je njihov rast i razvoj. Sve kulture su rasle u komori za rast biljaka (fitokomori) na temperaturi od 23 ± 2 °C i pri svetlosnom režimu dugog dana (16h dan, 8h noć). Nakon 4 nedelje rasta u uslovima fitokomore izmereni su morfološkim parametri rasta (visina i masa stabla, dužina i masa korena, broj listova). Izolacija hlorofila je izvršena po metodi Brouers i Michel-Wolwertz (1983). Sadržaj hlorofila i karotenoida određivan je spektrofotometrijski (JENWAY 6850), vrednost absorbance (A) je merena na četiri talasne dužine: 470 nm (max apsorpcije za karotenoide), 645 nm (max apsorpcije za hlorofil b), 652 nm (max apsorpcije za ukupne hlorofile) i 663 nm (max apsorpcije za hlorofil a). Ukupan sadržaj hlorofila i karotenoida izračunavan je prema formulama po Lichtenthaler (1987) i izražavan u mg g^{-1} sveže mase. Svi podaci statistički su obrađeni u programu *StatSoft Inc. STATISTICA, verzija 8.0* (2007). Statistička obrada podataka podrazumevala je analizu varijanse jednofaktorijalnog eksperimenta (*one-way ANOVA*). Vrednosti na grafikonima označene različitim slovima u okviru iste vrste su statistički različite na osnovu Fišerovog LSD testa (LSD - least significant difference) na nivou značajnosti $P \leq 0,05$. Grafičko predstavljanje rezultata urađeno je pomoću računarskog programa *Microsoft Office Excel*.

Rezultati i diskusija

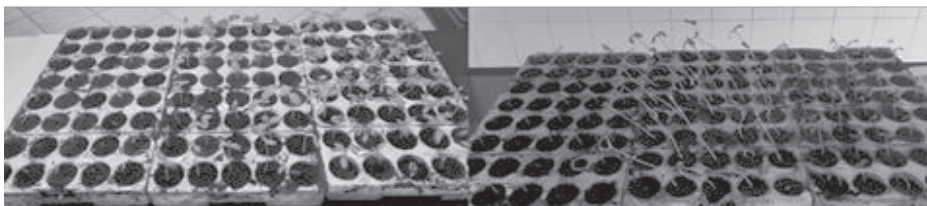
Kulture su isključivane i rasle u komori za rast biljaka (fitokomori) na temperaturi od $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ i pri svetlosnom režimu dugog dana (16h dan, 8h noć).



G

rafikon 1. Klijavost kultura pod različitim osvetljenjem

Klijavost svake kulture pod različitim osvetljenjem je određivana 10 dana nakon sejanja u kontejnere. Nije postojala statistički značajna razlika u klijavosti pod različitim svetlosnim tretmanima (Grafikon 1).

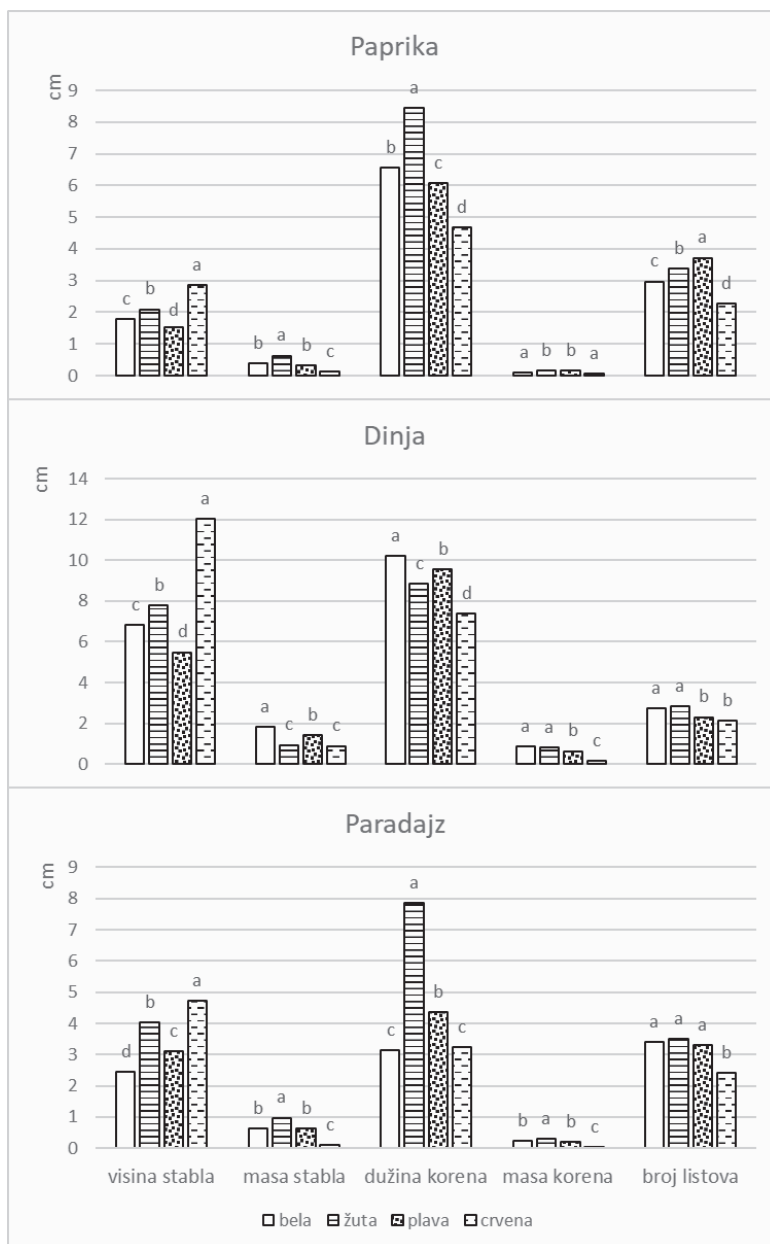


Slika 1. Rast klijanaca pod različitim svetlosnim tretmanima A. belo svetlo, B. crveno svetlo

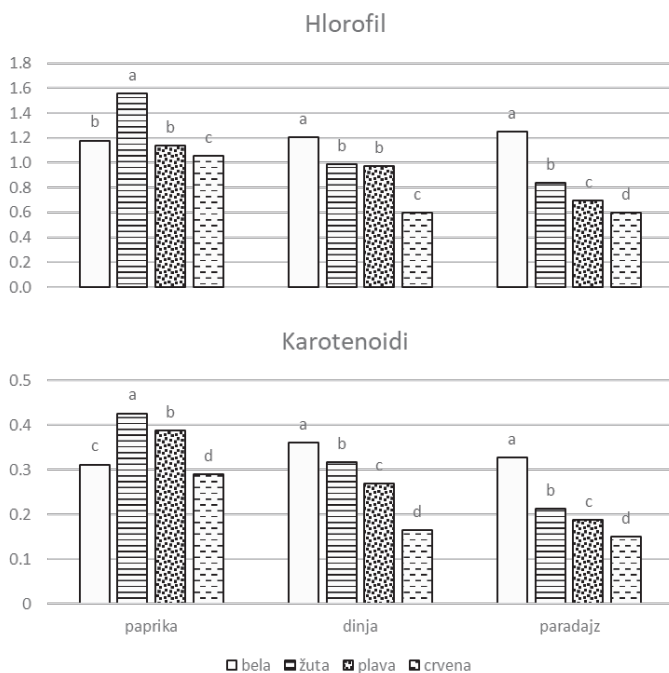
Pojava klijanaca je najpre primećena pod crvenim svetlom, ali je nakon 10 dana ukupna klijavost pod tim svetlom bila najmanja. Klijavost je kod svih vrsta i pod svim svetlosnim tretmanima bila iznad 80%, izuzev u slučaju paradajza koji je nešto slabije klija pod crvenim svetlom.

Nakon klijanja biljke su presađene u pojedinačne saksije i praćen je njihov rast i razvoj svakodnevno četiri nedelje tokom kojih su biljke svakodnevno zalivane i po potrebi prihranjivane. Biljke su podjednako tretirane pod svim svetlosnim tretmanima. Nakon četiri nedelje mereni su parametri rasta biljaka. Najvitalnije su bile biljke koje su rasle pod žutim svetlom. One su razvijale stablo optimalnog odnosa visine i debljine. Nešto manji rast je zapažen pod belim svetlom, a najmanji rast je izmeren pod plavim svetlom (Grafikon 2). Biljke koje su rasle samo pod crvenim svetlom su se izduživale i bile izuzetno tanke (Slika 1). Iako su ove biljke bile najduže njihova masa je bila značajno najmanja. Takođe, ove biljke su imale i najmanje razvijen korenov sistem. Najrazvijeniji korenov sistem su imale biljke pod žutim svetlom kod paprike i paradajza, odnosno pod belim svetlom u slučaju dinje. Broj listova je bio ujednačen pod belim, žutim i plavim svetlom i nešto manji pod crvenom svetlošću kod svih kultura.

Analiza sadržaja pigmenata - hlorofila i karotenoida je pokazala da je posle 4 nedelje rasta u fitokomori pod svetlosnim režimom 16h/8h najveći sadržaj pigmenata kod paprike bio pod tretmanom žute svetlosti, dok je kod dinje i paradajza najveći sadržaj pigmenata izmeren pod tretmanom bele svetlosti (Grafikon 3). Najmanji sadržaj pigmenata kod svih kultura je zabeležen pod crvenom svetlošću.



Grafikon 2. Merenje morfoloških parametara rasta biljaka nakon 4 nedelje rasta u fitokomori



Grafikon 3. Sadržaj pigmenata – hlorofila i karotenoida nakon 4 nedelje rasta biljaka u fitokomori

Zaključak

Uspesna proizvodnja rasada povrća je za preporuku u uslovima veštačkog osvetljenja u fitokomori, kombinacijom plave i crvene svetlosti odgovarajućih intenziteta. Bela i žuta svetlost je najpogodnija za nicanje, rast i razvoj biljaka. Najveći sadržaj pigmenata kod paprike je pod tretmanom žute svetlosti, dok je dinji i paradajzu u pogledu sadržaja pigmenata više odgovarala bela svetlost. Najnovija saznanja i iskustva iz ove oblasti mogu biti primenjena u početnim fazama proizvodnje rasada čime se može započeti ciklus proizvodnje rasada ovih biljnih vrsta mesec dana ranije.

Zahvalnica

Rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (451-03-68/2022-14/200216), kao i od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede (680-00-00025/4/2021-02).

Literatura

- Bartucca, M.L., Guiducci, M., Falcinelli, B., Del Buono, D., Benincasa, P. (2020). Blue:Red LED light proportion affects vegetative parameters, pigment content, and oxidative status of einkorn (*Triticum monococcum* L. sp.pl. *monococcum*) wheatgrass. *J Agr Food Chem.* 68:8757-63.
- Brouers, M., Michel-Wolwertz, M-R. (1983). Estimation of protochlorophyll(ide) contents in plant extracts; re-evaluation of the molar absorption coefficient of protochlorophyll(ide). *Photosynth Res* 4: 265-270.
- Dutta Gupta, S., Agarwal, A. (2017). Influence of LED lighting on in vitro plant regeneration and associated cellular redox balance. In: Dutta Gupta S (eds). *Light emitting diodes for agriculture*. Springer Nature, Singapore. pp. 273-303.
- Fan, X.X., Xu, Z.G., Liu, X.Y., Tang, C.M., Wang, L.W., Han, X.L. (2013). Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Sci. Hort.* 153:50-5.
- Flores, M., Urrestarazu, M., Amorós, A., Escalona, V. (2022). High intensity and red enriched LED lights increased the growth of lettuce and endive. *Italian Journal of Agronomy*, 17:1915.
- Huché-Thélier, L., Crespel, L., Le Gourrierec, J., Morel, P., Sakr, S., Leduc, N., (2016). Light signaling and plant responses to blue and UV radiations- perspectives for applications in horticulture. *Environ. Exper. Bot.* 121:22-38.
- Hasan, M., Bashir, T., Ghosh, R., Lee, S.K., Bae, H. (2017). An overview of LEDs' effects on the production of bioactive compounds and crop quality. *Molecules* 22:1420.
- Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol* 148: 350-382.
- Liu, X.Y., Xu, Z.G., Chang, T.T., Guo, S.R. (2010). Growth and photosynthesis of cherry tomato seedling exposed to different low light of LED light quality. *Acta Bot. Boreal-Occid. Sin.* 30:645-51.

- Son, K.H., Oh, M.M. (2013). Leaf shape, growth, and antioxidant phenolic compounds of two lettuce cultivars grown under various combinations of blue and red light-emitting diodes. *HortSci.* 48:988-95.
- Son, K.H., Oh, M.M. (2015). Growth, photosynthetic and antioxidant parameters of two lettuce cultivars as affected by red, green, and blue light-emitting diode. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 56:639-53.
- Urrestarazu, M., Nájera, C., Gea, M. (2016). Effect of the spectral quality and intensity of light-emitting diodes on several horticultural crops. *HortSci.*
- Son, K.H., Oh, M.M. (2013). Leaf shape, growth, and antioxidant phenolic compounds of two lettuce cultivars grown under various combinations of blue and red light-emitting diodes. *HortSci.* 48:988-95.
- Son, K.H., Oh, M.M. (2015). Growth, photosynthetic and antioxidant parameters of two lettuce cultivars as affected by red, green, and blue light-emitting diode. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 56:639-53.
- Urrestarazu, M., Nájera, C., Gea, M. (2016). Effect of the spectral quality and intensity of light-emitting diodes on several horticultural crops. *HortSci.* 51:268-71.

**VARIJABILNOST BROJA I MASE ZRNA PO KLASU DURUM
PŠENICE U ORGANSKOJ PROIZVODNJI**

**VARIABILITY OF NUMBER OF GRAINS AND GRAIN MASS PER
SPIKE OF DURUM WHEAT IN ORGANIC PRODUCTION**

Veselinka Zečević^{1*}, Slobodan Milenković², Jelena Bošković³, Mirela Matković
Stojšin⁴, Nenad Đurić¹, Kristina Luković⁵, Danica Mićanović⁶, Desimir
Knežević⁷

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

²*Univerzitet Edukons, Fakultet ekološke poljoprivrede, Sremska Kamenica*

³*Univerzitet Metropolitan, Beograd*

⁴*PSS Institut Tamiš, Pančevo*

⁵*Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac*

⁶*Privredna Komora Srbije, Beograd*

⁷*Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet Kosovska Mitrovica-Lešak*

**Autor za korespondenciju: vzecevic@institut-palanka.rs*

Izvod

U radu je obavljeno istraživanje varijabilnosti komponenti prinosa (broj zrna po klasu i masa zrna po klasu) kod sedam genotipova ozime durum pšenice. Analizirane su tri sorte durum pšenice (Windur, Žitka i KG Olimpik) i četiri perspektivne linije Centra za strna žita i razvoj sela Kragujevac (KG-28-6, KG-3405-03, KG-43-33-1 i KG-44-3-1). Oglad je izveden na sertifikovanom organskom gazdinstvu u Čačku, po principima organske proizvodnje tokom dve vegetacione sezone (2012/2013. i 2013/2014.). Ustanovljene su statistički visoko značajne razlike za genotip i interakciju genotip×godina kod obe ispitivane komponente prinosa. U ukupnoj varijansi za oba svojstva, najveći udeo pripadao je interakciji, a značajno manji ostalim komponentama varijanse. Ispitivane komponente prinosa su pokazale izraženu varijabilnost, što je potvrđeno i koeficijentom varijacije. Najveći broj zrna po klasu, u proseku, imala je linija KG-3405-03 (46,0), koja je ostvarila i najveću masu zrna po klasu (1,5 g).

Ključne reči: durum pšenica, organska proizvodnja, komponente prinosa, varijabilnost

Abstract

In this paper, the variability of yield components (number of grains per spike and weight of grains per spike) was investigated in seven genotypes of winter durum wheat. Three varieties of durum wheat (Windur, Žitka and KG Olimpik) and four perspective lines of the Center for Small Grains and Rural Development Kragujevac (KG-28-6, KG-3405-03, KG-43-33-1 and KG-44-3-1) were analyzed. The experiment was carried out on a certified organic farm in Čačak, according to the principles of organic production during two growing seasons (2012/2013 and 2013/2014). A highly significant statistical differences were found for the genotype and the genotype×year interaction in both examined yield components. In the total variance for both properties, the largest share belonged to the interaction, and a significantly smaller part belonged to the other variance components. The studied yield components showed remarkable variability, which was also confirmed by the coefficient of variation. On average, KG-3405-03 had the highest number of grains per spike (46.0), which also achieved the highest grain weight per spike (1.5 g).

Key words: durum wheat, organic management, yield components, variability

Uvod

Durum pšenica (*Triticum durum* Desf.) se gaji na manjim površinama u poređenju sa hlebnom pšenicom. Bez obzira na manje površine gajenja, durum pšenica je značajna biljna vrsta, jer se koristi za proizvodnju testenina i drugih proizvoda za specifične namene u prehrambenoj industriji.

Poslednjih godina se značajno povećava interesovanje za organskim proizvodima od žita, što utiče i na povećanje površina pod organskom proizvodnjom. Organska proizvodnja se razlikuje od konvencionalne i zahteva poštovanje posebnih principa gajenja biljaka. Produktivnost

organske proizvodnje, u poređenju sa konvencionalnom, u velikoj meri zavisi od zemljišnih i klimatskih uslova. Osim agroekoloških faktora, osobine sorte imaju značajan uticaj na produktivnost oba sistema proizvodnje. Jedan od uslova uspešne organske proizvodnje je izbor odgovarajućeg genotipa, koji poseduje osobine adaptacije na niža ulaganja, otpornost ili tolerantnost na stresne uslove tokom gajenja (suša, štetočine, bolesti i dr.). Sposobnost sorte da proizvede zadovoljavajući i stabilan prinos u uslovima stresa je veoma važna za stabilnu proizvodnju žita. Stoga je ideotip sorti prilagođenih za organsku i konvencionalnu proizvodnju različit. Glavne osobine koje se povezuju sa superiornim performansama sorte žita u organskom sistemu su: efikasnost apsorpcije i korišćenja hranljivih materija, konkurentnost protiv korova, tolerancija na klimatske i ekološke stresove, stabilnost prinosa i kvalitativni parametri (Lammerts van Bueren et al., 2002).

Mnogi oplemenjivački programi su imali za cilj stvaranje genotipova durum pšenice sa visokim ili zadovoljavajućim prinosom i kvalitetom u uslovima sa niskim količinama padavina. Takođe, programi oplemenjivanja pšenice su fokusirani, pored prinosa, i na otpornost prema prouzrokovateljima ekonomski značajnih bolesti i štetočina, koje su posebno izražene u uslovima stresa izazvanim promenom klime (Beres et al., 2020a). Pošto durum pšenici odgovaraju topliji regioni, većina sorti koje se gaje u proizvodnji su jarog ili fakultativnog tipa gajenja, dok je veoma mali broj sorti pravi ozimi tip (Denčić i sar., 2002). Biljke durum pšenice su osetljive na niske temperature i tokom zimskog perioda, posebno u vreme pojave „golomrazice”, mogu izmrznuti što dovodi do značajnog smanjenja prinosa zrna. Genotipovi ozimog tipa, koji su kreirani u našim oplemenjivačkim institutima su otporni na niske temperature i, uz pravilnu agrotehniku, mogu se uspešno gajiti u našim klimatskim uslovima.

Cilj ovog rada je istraživanje varijabilnosti komponenti prinosa ozime durum pšenice gajene po principima organske proizvodnje.

Materijal i metode rada

U ovom radu je urađeno istraživanje varijabilnosti komponenti prinosa (broj zrna po klasu i masa zrna po klasu) kod sedam genotipova ozime durum pšenice. Analizirane su tri sorte durum pšenice (Windur, Žitka i

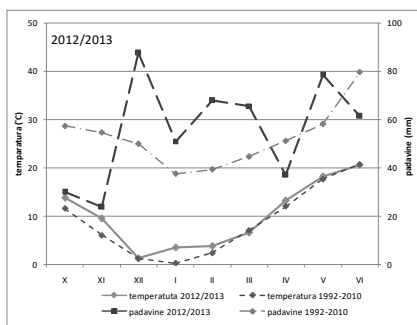
KG Olimpik) i četiri perspektivne linije Centra za strna žita i razvoj sela Kragujevac (KG-28-6, KG-3405-03, KG-43-33-1 i KG-44-3-1).

Ogled za ova istraživanja je izveden na sertifikovanom organskom gazdinstvu u Čačku (Mršinci), po principima organske proizvodnje, na zemljištu koje pripada tipu glinovite ilovače. Eksperiment je izveden po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, sa veličinom eksperimentalne parcele od 5 m², tokom dve vegetacione sezone (2012/2013. i 2013/2014.). Predusev u prvoj godini bio je krompir, a u drugoj pasulj. Setva je obavljena 6. novembra 2012. i 25. oktobra 2013. godine.

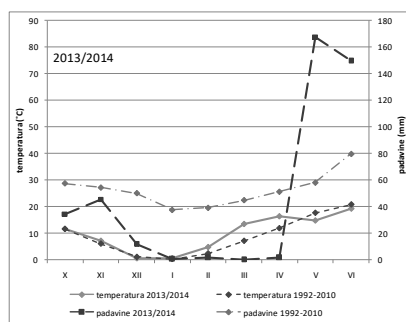
Urađena je analiza varijabilnosti broja i mase zrna po klasu na uzorku od 30 biljaka u fazi pune zrelosti. Rezultati su statistički obrađeni analizom varijanse za dvofaktorijalni ogled po slučajnom blok sistemu, korišćenjem programa MSTAT-C (Michigan State University, 1990). Razlike između srednjih vrednosti ispitivanih osobina ocenjene su LSD testom. Izračunate su komponente varijanse: genotipska, varijansa interakcije i ekološka varijansa (Falconer, 1981).

Klimatski uslovi u vreme izvođenja ogleda

Klimatski uslovi u vreme izvođenja ogleda su se razlikovali uglavnom što se tiče ukupnih padavina, kako između godina tako i u poređenju sa višegodišnjim prosekom (1992-2010).



(a)



(b)

Grafikon 1. Srednje mesečne temperature vazduha i ukupna količina padavina po mesecima za 2012/2013. (a) i 2013/2014. (b) vegetacionu sezonu i višegodišnji prosek (1992-2010)

Ukupna količina padavina u 2012/2013. godini iznosila je 503 mm, dok je u 2013/2014. iznosila 414 mm, a višegodišnji prosek za padavine bio je 473 mm. U 2012/2013. bilo je 30 mm više padavina u poređenju sa višegodišnjim prosekom, a 89 mm više u poređenju sa 2013/2014. godinom.

U poređenju sa višegodišnjim periodom, 2013/2014. je bilo 50 mm manje kiše. U periodu od oktobra do marta 2012/2013. bilo je 326 mm padavina, dok je u istom periodu 2013/2014. bilo samo 95 mm. Vegetacionu 2013/2014. sezonu karakteriše velika količina padavina u maju (167,8 mm) i junu (149,8 mm), što je negativno uticalo na zdravstveno stanje biljaka i sazrevanje useva (Grafikon 1).

Rezultati i diskusija

Broj zrna po klasu

Komponente prinosa, kao što su broj i masa zrna po klasu, se nalaze u direktnoj pozitivnoj korelaciji sa prinom (Guendouz et al., 2014; Matković Stojšin et al., 2018). U ovim istraživanjima, broj zrna po klasu ispitivanih genotipova bio je u proseku oko 40 u obe ispitivane godine, a prosek celog ogleada iznosio je 40,6 zrna po klasu. Najveća vrednost broja zrna po klasu, posmatrano za ceo ogled, zabeležena je u prvoj godini kod linije KG-3405-03 (50,3). Najmanja vrednost za ovu osobinu utvrđena je kod linije KG-44-3/1 (30,0), takođe u prvoj godini, dok je ista linija u drugoj godini imala najveću vrednost za broj zrna po klasu, što ukazuje na značajnu varijabilnost ovog svojstva po godinama ispitivanja. Visoka varijabilnost mase zrna po klasu je potvrđena i koeficijentom varijacije, koji je u prvoj godini iznosio 12,5%, a u drugoj 20,9%. U prvoj godini je bila veća homogenost, odnosno manja varijabilnost broja zrna po klasu u poređenju sa drugom analiziranom godinom, što se može objasniti i nepovoljnim uticajem velikih količina padavina u vreme nalivanja i sazrevanja semena, koje su bile izražene tokom maja i juna u drugoj godini. Durum pšenici odgovaraju topliji regioni sa dovoljnom količinom padavina u vegetativnoj fazi, a toplije vreme sa povremenom kišom u vreme sazrevanja.

U proseku za obe godine, najveći broj zrna po klasu ostvarila je linija KG-3405-03 (45,7), a najmanji sorta KG Olimpik (34,3), koje su se

značajno razlikovale od ostalih genotipova (Tabela 1). Ova linija poseduje dobar potencijal za prinos u povoljnim agroekološkim uslovima.

Tabela 1. Srednje vrednosti i varijabilnost za broj zrna po klasu durum pšenice

Genotip	Godina						Prosek
	2012/2013.			2013/2014.			
	\bar{x}	SD	CV (%)	\bar{x}	SD	CV (%)	
KG Olimpik	36,0 ^{gh}	8,14	22,7	32,7 ^{ij}	10,84	33,6	34,3 ^D
Windur	47,3 ^b	7,13	15,7	40,3 ^{ef}	10,23	26,0	43,8 ^{AB}
Žitka	42,0 ^{cde}	4,27	10,2	44,0 ^c	8,16	21,3	43,0 ^B
KG-28-6	42,3 ^{cde}	6,36	15,2	43,7 ^{cd}	4,08	9,4	43,0 ^B
KG-44-3/1	30,0 ^j	1,76	5,9	47,0 ^b	5,05	10,7	38,5 ^C
KG-43-33/1	34,0 ^{hi}	1,77	5,2	37,7 ^{fg}	9,69	26,7	35,8 ^D
KG-3405-03	50,3 ^a	6,28	12,6	41,0 ^{de}	7,69	18,7	45,7 ^A
Prosek	40,3	5,10	12,5	40,9	7,96	20,9	40,6

Broj zrna po klasu je veoma varijabilno svojstvo, što je potvrđeno i ovim istraživanjima. Analizom varijanse su ustanovljene visoko značajne razlike za genotip i interakciju genotip×godina, dok razlike po godinama nisu bile statistički značajne. U ukupnoj fenotipskoj varijansi za broj zrna po klasu najveći udeo pripada interakciji (37,037), a značajno manji ostalim komponentama varijanse (Tabela 2).

Tabela 2. Analiza varijanse za broj zrna po klasu durum pšenice

Izvori varijacija	DF	MS	F	LSD		σ^2
				0,05	0,01	
Genotip (A)	6	114,048	54,863 ^{**}	2,037	3,086	0,143
Godina (B)	1	4,024	1,936 ^{ns}	-	-	-
A × B	6	113,190	54,451 ^{**}	2.881	4,365	37,037
Greška	26	2,079	-	-	-	2,079
Ukupno	41	-	-	-	-	39,259

** P ≤ 0,01; ^{ns}- nije značajno

Masa zrna po klasu

Masa zrna po klasu, u proseku za ceo ogled, iznosila je 1,28 g. U prvoj godini je ostvarena veća vrednost mase zrna po klasu, u proseku za sve analizirane genotipove durum pšenice (1,34 g) u odnosu na drugu godinu istraživanja (1,22). Najveću vrednost za ovu komponentu prinosa imala je linija KG-3405-03 (1,79) u prvoj godini, koja je u ovoj godini imala i najveći broj zrna po klasu (50,3). Najmanja vrednost mase zrna po klasu zabeležena je u drugoj godini kod sorte KG Olimpik (1,09 g). Varijabilnost ove komponente prinosa bila je veća u drugoj godini (CV=14,0%) u poređenju sa prvom analiziranom godinom (CV=10,6%). Najveću varijabilnost je pokazala sorta Žitka u drugoj godini (CV=23,2%), a najveću homogenost sorta KG Olimpik (CV=4,6%), takođe u drugoj godini istraživanja (Tabela 3).

Tabela 3. Srednje vrednosti (g) i varijabilnost za masu zrna po klasu durum pšenice

Genotip	Godina						Prosek (g)
	2012/2013.			2013/2014.			
	\bar{x} (g)	SD	CV (%)	\bar{x} (g)	SD	CV (%)	
KG Olimpik	1,12 ^{fg}	0,07	6,2	1,09 ^g	0,05	4,6	1,10 ^D
Windur	1,19 ^{efg}	0,09	7,6	1,13 ^{fg}	0,16	15,1	1,16 ^{CD}
Žitka	1,36 ^{bcd}	0,25	18,1	1,12 ^{fg}	0,26	23,2	1,24 ^{BC}
KG-28-6	1,35 ^{bcd}	0,17	12,6	1,27 ^{def}	0,13	10,3	1,31 ^B
KG-44-3/1	1,47 ^b	0,14	9,5	1,44 ^{bc}	0,24	16,7	1,46 ^A
KG-43-33/1	1,09 ^g	0,08	7,3	1,30 ^{cde}	0,19	14,7	1,19 ^{CD}
KG-3405-03	1,79 ^a	0,23	12,8	1,21 ^{d-g}	0,16	13,2	1,50 ^A
Prosek	1,34	0,15	10,6	1,22	0,17	14,0	1,28

Masa zrna po klasu je komponenta prinosa koja u visokom stepenu zavisi od ekoloških faktora. U ovom istraživanju su utvrđene statistički visoko značajne razlike za genotip, godinu istraživanja i njihovu interakciju (A×B), što ukazuje na visoku varijabilnost ovog svojstva. Analizom komponenti varijanse (Tabela 4), ustanovljeno je da najveći udeo, u ukupnoj fenotipskoj varijansi, pripada interakciji genotip×godina (0,027), a značajno manji udeo genotipu (0,008).

Ispitivane komponente prinosa su kvantitativna svojstva na čije ispoljavanje su, pored genotipa, značajno uticali ekološki faktori i iz toga proistekla visoka varijabilnost ispitivanih osobina durum pšenice, što je u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima (Bozhanova et al., 2012; Zečević i sar., 2018; Sourour et al., 2018).

Tabela 4. Analiza varijanse za masu zrna po klasu durum pšenice

Izvori varijacija	DF	MS	F	LSD		σ^2
				0,05	0,01	
Genotip (A)	6	0,136	22,01**	0,1094	0,1658	0,008
Godina (B)	1	0,145	23,51**	-	-	0,003
A × B	6	0,087	14,15**	0,1548	0,2345	0,027
Greška	26	0,006	-	-	-	0,006
Ukupno	41	-	-	-	-	0,044

** $P \leq 0,01$

Komponente prinosa u visokom stepenu zavise, kako od ekoloških faktora tako i od sistema proizvodnje (konvencionalna ili organska) i adaptiranosti sorti na različite agroekološke uslove i sisteme proizvodnje (AL-Ghumaiz et al., 2019; Beres et al., 2020b; Mutlu et al., 2020).

Zaključak

Ispitivane komponente prinosa (broj i masa zrna po klasu) su pokazale izraženu varijabilnost, što je potvrđeno koeficijentom varijacije, koji je u proseku bio veći u drugoj godini za obe ispitivane osobine. Ustanovljene su statistički visoko značajne razlike za genotip i interakciju genotip×godina kod obe ispitivane komponente prinosa. U ukupnoj varijansi za oba svojstva, najveći udeo pripadao je interakciji, a značajno manji ostalim komponentama varijanse. Najbolje rezultate za broj i masu zrna po klasu, u proseku, ispoljila je linija KG-3405-03 koja može činiti osnovu za buduće programe oplemenjivanja durum pšenice.

Zahvalnica

Istraživanja prikazana u ovom radu finansirana su sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovorom o realizaciji i finansiranju NIO u 2022. godini broj 451-03-68/2022-14/200216 i projektom TR 31092.

Literatura

- AL-Ghumaiz, N.S., Motawei, M.I., Al-Soqeer, A.A. (2019). Response of spring wheat genotypes to organic farming systems in low-fertility soil. *Australian Journal of Crop Science*, 13 (4): 616-621. doi: 10.21475/ajcs.19.13.04.p1648
- Beres, B.L., Hatfield, J.L., Kirkegaard, J.A., Eigenbrode, S.D., Pan, W.L., Lollato, R.P., Hunt, J.R., Strydhorst, S., Porke, K., Lyon, D., Ransom, J., Wiersma, J. (2020a). Toward a Better Understanding of Genotype \times Environment \times Management Interactions—A Global Wheat Initiative Agronomic Research Strategy. *Front. Plant Sci.* 11: 828. doi: 10.3389/fpls.2020.00828
- Beres, B.L., Rahmani, E., Clarke, J.M., Grassini, P., Pozniak, C.J., Geddes, C.M., Porke, K.D., May, W.E., Ransom, J.K. (2020b). A Systematic Review of Durum Wheat: Enhancing Production Systems by Exploring Genotype, Environment, and Management (G \times E \times M) Synergies. *Front. Plant Sci.* 11: 568657. doi: 10.3389/fpls.2020.568657
- Bozhanova, V., Panayotova, G., Nedyalkova, S., Dechev, D. (2012). Evaluation of durum wheat cultivars under organic farming conditions. Conference: International Symposium for Agriculture and Food, XXXVII Faculty - Economy Meeting, IV Macedonian Symposium for Viticulture and Wine Production, VII Symposium for Vegetables and Flower Production, Skopje, Macedonia, 12-14 December 2012, 39-47.
- Denčić, S., Kobiljski, B. (2002). Mogućnosti i potencijali durum pšenice u Jugoslaviji. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, sv. 36: 219-228.
- Falconer, D.S. (1981). Introduction to quantitative genetics. Ed. 2. Longmans Green, London/New York.
- Guendouz, A., Djoudi, M., Guessoum, S., Maamri, K., Hannachi, A., Fellahi, Z., Hafsi, M. (2014). Genotypic and phenotypic correlations among yield and yield components in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under different water treatments in Eastern Algeria. *Annual Research & Review in Biology*, Vol. 4, N o 2, 432-442
- Lammerts van Bueren, E., Struik, P., Jacobsen, E. (2002). Ecological aspects in organic farming and its consequences for an organic crop ideotype. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 50: 1-26.
- 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. <https://doi.org/10.2298/GENSR1803817M>
- Mutlu, A., Taş T, Uçak, A.B., (2020): The Effect of organic liquid fertilizer given in different periods on grain yield, yield components and quality in

- durum wheat (*Triticum durum* L.). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(9): 2025-2033, DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i9.2025-2033.3800>
- Sourour, A., Afef, O., Salah, B., Mounir, R., Mongi, B.Y. (2018). Correlation between agronomical and quality traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) germplasm in semi arid environment. Advances in Plants Agriculture Research, 8 (6): 612–615.
- Zečević, V., Bošković, J., Milenković, S., Matković Stojšin, M., Balijagić, J., Đukić, N., Knežević, D. (2018): Phenotypic variability of yield components of *Triticum spelta* in organic production. Agriculture & Forestry, Podgorica, Vol. 64 Issue 3: 71-78, DOI: 10.17707/AgricultForest.64.3.06.

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PROIZVODNJU PŠENICE

IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON WHEAT PRODUCTION

Dorđe Glamočlija¹, Vera Popović^{2*}, Mile Markoski³, Snežana Janković³,
Jela Ikanović¹, Velimir Lončarević², Vladimir Strugar², Branislav Bačkonja⁴

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun

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

³Univerzitet u Skoplju, Fakultet poljoprivrednih nauka i hrane,
Skoplje, Republika Severna Makedonija

⁴Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd

*Autor za korespondenciju: vera.popovic@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

U ovoj studiji, analizirana je proizvodnja pšenice u dvadesetogodišnjem periodu (2001-2020. godina) u svetu i u Srbiji. Variranja visine prinosa zrna po jedinici površine u Srbiji poredene su sa količinom padavina u vegetacionom periodu pšenice. Kvantifikovanjem uticaja klimatskih promena na proizvodnju pšenice daje nam mogućnost da se kreiraju dugoročni planovi u poljoprivrednoj proizvodnji kako bi se održao visok i stabilan prinos zrna. Prosečan prinos zrna, za ispitivani period u svetu, iznosio je 3.112 kg ha⁻¹ dok je u Srbiji bio veći za 26% i iznosio je 3.925 kg ha⁻¹. I pored značajnih godišnjih variranja, trend povećanja prinosa pšenice u svetu bio je značajan. U 2020. godini prosečan prinos zrna u svetu je povećan za 23,5%, a u Srbiji za 34,6% u poređenju sa 2001. godinom. Analiza proizvodnje, kod svetski najvažnijih snabdevača pšenicom, beleži značajno povećanje prinosa po jedinici površine, kao i ukupnu proizvodnju.

Ključne reči: pšenica, prinos zrna, proizvodnja

Abstract

This study analyzed wheat production in the twenty-year period (2001-2020) in the world and in Serbia. Variations in the yield of wheat grains per unit area in Serbia were compared with the amount of precipitation in the growing season. By quantifying the impact of climate change on wheat production, it gives us the opportunity to create long-term plans in agricultural production in order to maintain a high and stable grain yield. The average grain yield, for the examined period in the world, amounted to 3,112 kg ha⁻¹, while in Serbia it was higher by 26% and amounted to 3,925 kg ha⁻¹. Despite significant annual variations, the trend of increasing wheat yields in the world was significant. In 2020, the average grain yield in the world increased by 23.5%, and in Serbia by 34.6% compared to 2001. The analysis of production at the world's most important wheat suppliers records a significant increase in yield per unit area, as well as total production. The analysis of production at the world's most important wheat suppliers records a significant increase in yield per unit area, as well as total production.

Key words: wheat, grain yield, production

Uvod

Pšenica je krajem dvadesetog veka stavljena na listu najvažnijih prehrambenih biljaka. Na svetskom tržištu hrane zauzima veoma važno mesto zahvaljujući svojoj velikoj hranljivoj vrednosti. Zrno je bogato visokokvalitetnim proteinima, zatim esencijalnim nutrijentima, kao što su nezasićene omega-3 i omega-6 masne kiseline (linolenska i linolna) ugljeni hidrati, vitamini, mineralne soli i fitosterol. Od nekoliko gajenih vrsta roda *Triticum*, privredno je najvažnija obična (mekka) pšenica *Triticum aestivum*. Obična pšenica je predmet brojnih proučavanja, vezanih za iznalaženje najracionalnije tehnologije proizvodnje, koja podrazumeva optimizaciju obrade zemljišta, dopunsku ishranu biljaka usaglašenu sa prirodnom plodnošću zemljišta i optimalnu zaštitu useva. Zatim, izbor sortimenta najbolje prilagođenog lokalnim agroekološkim uslovima, kao i usavršavanje postupaka oplemenjivanja u cilju dobijanja genotipova poboljšane nutritivne vrednosti su predmet mnogih istraživanja (Woźniak et al., 2015; Vasileva, Kostov, 2015; Sobczyk, et

al., 2017; Četvan et al., 2017; Popović et al., 2020). Istraživanja su sve više usmerena u pravcu izbora genotipova i agrotehnike kojima bi se ublažile posledice sve evidentnijih promena klime, koje se ogledaju u nepovoljnom rasporedu padavina i globalnom povećanju temperature. Pored genotipa i agrotehnike, klima i zemljište u velikoj meri utiču na prinos pšenice.

U proteklim decenijama, klimatske promene koje se ogledaju u nepovoljnom rasporedu i intenzitetu padavina u kritičnim fenofazama rasta i razvoja biljaka imaju negativan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju. Umerena kontinentalna klima sve više poprima osobine semiaridne do aridne (sušne) klime. Posledice ovih klimatskih promena manifestuju se u povećanju površina koje su ugrožene visokim salinitetom površinskih slojeva zemljišta. Oko 20% svetskih poljoprivrednih površina, pogodnih za gajenje pšenice, ugroženo je povećanom alkalnošću. U Srbiji je evidentna dinamika degradacije zemljišta i narušavanje potencijalne plodnosti. Kako navode Đorđević i sar. (2010), svake godine se u našoj zemlji uništi oko 4.000 ha poljoprivrednih površina, tako da danas imamo preko 30.000 ha degradiranog zemljišta. Brojna istraživanja su usmerena u iznalaženju načina popravljivanja i korišćenja tih zemljišta u poljoprivredne svrhe (Glamočlija i sar. 2015; Lakić et al., 2018). Markoski et al. (2016) naglašavaju da intenzitet uticaja mehaničkog sastava na zadržavanje vode u zemljištu zavisi od udela pojedinih frakcija zemljišta. Cilj rada bio je da se analizira proizvodnja pšenice u dvadesetogodišnjem periodu.

Materijali i metode rada

Predmet proučavanja ove studije bio je trend kretanja proizvodnje pšenice u svetu i Srbiji za period 2001-2020. godina. Korišćeni su FAOSTAT podaci (FAO 2022), zvanični podaci Statističkog godišnjaka i Meteorološkog godišnjaka Republike Srbije. Podaci su obrađeni odgovarajućim statističkim metodama kako bi se utvrdila zavisnost prinosa zrna od vodnog režima tokom vegetacionog perioda pšenice. Analizirane su i količine padavina za vegetacioni period (septembar-jun) u Vojvodini i u Centralnoj Srbiji. Za Vojvodinu su korišćeni podaci vodnog režima sa meteorološke stanice Rimski šančevi, a za Centralnu

Srbiju sa tri lokaliteta, i to severno područje (Beograd), zapadno (Loznica) i jugoistočno (Vranje).

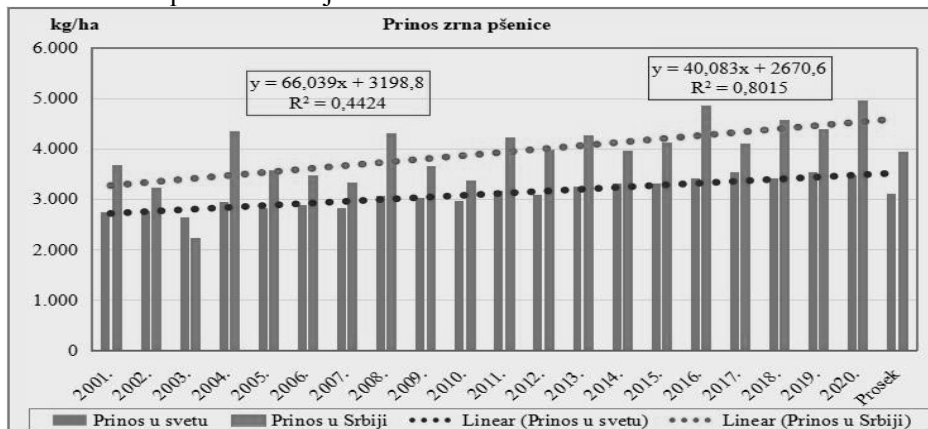
Rezultati i diskusija

Pšenica je, posle pirinča i kukuruza, treće žito u svetu po obimu proizvodnje, a drugo po proizvodnji za ljudsku ishranu, posle pirinča. U tabeli 1. su prikazane površine i proizvodnja pšenice u svetu, kao i prosečni prinosi zrna u svetu i Srbiji u periodu 2001-2020. godina. Ukupne površine, prosečni prinosi i proizvodnja zrna po godinama preuzeti su iz Statističkog godišnjaka i prikazani u tabeli 2. Poslednjih deset godina (2000-2009), pšenica se u našoj zemlji gajila na površini od 487.399 ha (2008) do 693.823 ha (2002). U ovom periodu, prosečan prinos zna je iznosio 3,47 t ha⁻¹ i varirao je od 2,23 t ha⁻¹ (2003) do 4,33 t ha⁻¹ (2004) (Popović, 2010).

Tabela 1. Proizvodnja pšenice u svetu u periodu 2001-2020. godina

Godina	Površina, ha	Proizvodnja zrna, t	Prinos kg ha ⁻¹	Prinos kg ha ^{-1*}
2001.	214.551.451	588.243.663	2.742	3.674
2002.	214.893.610	592.045.285	2.755	3.229
2003.	207.427.533	549.974.473	2.651	2.231
2004.	215.679.406	634.666.010	2.943	4.335
2005.	221.667.580	627.020.838	2.829	3.563
2006.	212.558.976	614.381.122	2.890	3.474
2007.	215.449.041	606.595.141	2.816	3.333
2008.	222.130.343	680.294.442	3.063	4.299
2009.	225.199.135	683.639.173	3.036	3.642
2010.	215.602.998	640.803.464	2.972	3.367
2011.	220.253.250	696.898.368	3.164	4.212
2012.	217.917.932	673.736.910	3.092	3.977
2013.	218.700.196	710.169.467	3.247	4.259
2014.	219.755.320	728.757.761	3.316	3.947
2015.	223.335.833	741.845.269	3.322	4.116
2016.	219.163.521	748.435.124	3.415	4.847
2017.	218.301.750	772.290.608	3.538	4.092
2018.	213.938.638	732.139.584	3.422	4.574
2019.	215.899.861	764.980.821	3.543	4.389
2020.	219.006.893	760.925.831	3.474	4.945
Prosek	-	-	3.112	3.925

* Prosečni prinosi u Srbiji



Grafikon 1. Prinos zrna pšenice (kg ha^{-1}) u svetu i Srbiji, 2001-2020.

Tabela 2. Proizvodnja pšenice u Srbiji u periodu 2001-2020. godina

Godina	Površina, ha - CS*	Prinos, kg ha^{-1} - CS*	Proizvodnja zrna, t - CS	Površina, ha - V*	Prinos, kg ha^{-1} - V	Proizvodnja zrna, t - V	Prinos kg ha^{-1} - RS*
2001.	357.884	3.002	1.074.429	333.493	4.394	1.465.505	3.674
2002.	333.578	2.902	968.127	360.245	3.531	1.272.055	3.229
2003.	259.365	2.154	636.222	316.268	2.304	728.565	2.231
2004.	310.106	3.853	1.194.838	326.183	4.730	1.542.846	4.335
2005.	284.114	3.179	903.278	279.155	3.715	1.103.782	3.563
2006.	265.881	2.943	782.587	273.932	3.989	1.092.748	3.474
2007.	267.779	2.808	751.928	291.478	3.814	1.111.883	3.333
2008.	243.176	3.785	920.428	244.163	4.812	1.174.972	4.299
2009.	266.005	3.294	867.115	301.649	3.952	1.191.440	3.642
2010.	241.236	3.011	726.367	242.969	3.721	904.037	3.367
2011.	249.906	3.585	895.922	242.100	4.875	1.180.315	4.212
2012.	365.949	3.652	1.336.276	237.326	4.479	1.062.949	3.977
2013.	301.724	3.557	1.073.198	329.916	4.902	1.617.068	4.259
2014.	288.878	3.297	952.300	315.870	4.543	1.434.902	3.947
2015.	320.090	3.056	978.305	296.832	4.885	1.449.898	4.116
2016.	295.067	3.758	1.108.869	300.051	5.918	1.775.668	4.847
2017.	269.666	3.419	921.913	286.449	4.726	1.353.710	4.092
2018.	313.482	3.654	1.145.459	329.507	5.451	1.796.142	4.574
2019.	347.992	2.889	1.005.425	302.429	5.056	1.529.218	4.389
2020.	263.924	4.636	1.223.418	317.204	5.202	1.650.085	4.945
Prosek	-	3.322	-	-	4.450	-	3.925

CS* - Centalna Srbija, V* - Vojvodina, RS* - Republika Srbija

Relativno varijabilni prinosi pšenice su u velikoj meri bili determinisani vremenskim uslovima koji su vladali tokom različitih vegetacionih sezona. Analizirane su i količine padavina za vegetacioni period (septembar-jun) u Vojvodini i u Centralnoj Srbiji. Za Vojvodinu su korišćeni podaci vodnog režima sa meteorološke stanice Rimski šančevi, a za Centralnu Srbiju sa tri lokaliteta, i to severno područje (Beograd), zapadno (Loznica) i jugoistočno (Vranje), tabela 3.

Tabela 3. Suma padavina (mm) u periodu 2001-2020. godina

Godina	Beograd	Loznica	Vranje	Novi Sad	C. Srbija	Vojvodina	R. Srbija
2001.	816	943	457	889	739	889	814
2002.	427	758	500	403	562	403	483
2003.	430	571	481	417	494	417	456
2004.	648	822	687	732	719	732	726
2005.	553	704	440	478	566	478	522
2006.	605	669	501	485	592	485	539
2007.	748	760	514	680	674	680	677
2008.	488	700	491	472	560	472	573
2009.	680	826	667	605	724	605	665
2010.	772	959	799	774	843	774	807
2011.	391	463	354	379	403	379	391
2012.	522	682	517	433	574	433	503
2013.	559	705	557	677	607	677	642
2014.	781	992	780	595	851	595	723
2015.	625	675	630	602	643	602	623
2016.	665	761	648	706	691	706	699
2017.	463	760	588	485	604	485	545
2018.	506	696	546	585	583	585	584
2019.	634	738	440	532	604	532	568
2020.	526	694	579	518	553	518	536
Prosek	-	-	-	-	629	572	601

Analiza količina padavina, za vegetacioni period, u poljoprivrednim predelima Srbije tokom proteklih 20 godina pokazala je da je u sedam godina suma padavina bila ispod uslovno-optimalnih vrednosti (2002, 2003, 2011, 2012, 2017, 2019, 2020). Istovremeno, u Vojvodini je bilo deset godina (2002, 2003, 2005, 2006, 2008, 2011, 2012, 2017, 2019, 2020) sa količinom padavina manjom od 560 mm, a u Centralnoj Srbiji

tri godine (2003, 2011, 2020). Pšenici je u periodu najveće potrošnje vode (april-maj) potrebno 285 mm padavina. Posmatrano po analiziranim godinama, uočava se značajno variranje količine padavina u kritičnim fazama rasta i razvoja pšenice (tabela 4). Vodni režim je pokazao značajna godišnja variranja u proteklih 20 godina (tabela 4).

Tabela 4. Količina padavina (mm) za period 2001-2020. godina

Godina	Beograd	Loznica	Vranje	Novi Sad	C. Srbija	Vojvodina	Srbija
2001.	233	157	145	235	178	235	207
2002.	75	278	168	125	174	125	149
2003.	63	47	72	31	61	31	46
2004.	135	233	91	207	153	207	180
2005.	102	149	73	71	108	71	90
2006.	139	146	88	136	124	136	130
2007.	83	78	115	99	92	99	96
2008.	96	158	105	68	120	68	94
2009.	41	35	109	54	62	54	58
2010.	130	167	165	178	154	178	166
2011.	81	133	35	86	83	86	85
2012.	195	273	176	135	215	135	175
2013.	127	197	133	154	152	154	153
2014.	365	488	287	253	380	253	317
2015.	112	132	65	208	103	208	156
2016.	125	158	103	160	129	160	145
2017.	138	205	147	140	163	140	152
2018.	96	99	119	113	96	113	105
2019.	219	221	110	202	183	202	193
2020.	81	93	96	58	90	58	74
Prosek	-	-	-	-	141	136	138

Godina 2003. bila izrazita suša tokom vlatanja, klasanja i početka nalivanja zrna, dok je u istom vegetacionom periodu u 2014. godini zabeležena prekomerna količina padavina, naročito u Centralnoj Srbiji što je negativno uticalo na formiranje i nalivanje zrna, a kasnije i na sam prinos i kvalitet zrna. Na području Centralne Srbije suma padavina, tokom aprila i maja, je varirala od 61 mm (2003) do 380 mm (2014), a u Vojvodini od 31 mm (2003) do 253 mm (2014), tabela 5. U poređenju sa uslovno-optimalnim potrebama biljaka samo je u 2014. godini na području Centralne Srbije bilo više padavina (317 mm). Poređenjem

ukupnih količina padavina i vodnog režima tokom generativnih fenofaza (klasanje, cvetanje i gametogeneza) sa prinosima zrna, evidentno je da i drugi faktori imaju uticaj na formiranje prinosa. U 2014. godini su bile ekstremno velike količine padavina, naročito u periodu intenzivnog razvoja pšenice, koje su negativno uticale na prinos i kvalitet zrna.

Tab.5. Prosečan prinos zrna (kg ha^{-1}) i količina padavina (mm) po proizvodnim godinama u vegetacionom periodu pšenice

Godina	Centralna Srbija			Vojvodina			Republika Srbija		
	9-6. ¹	4-5. ²	Prinos ³	9-6.	4-5.	Prinos	9-6.	4-5.	Prinos
2001.	739	178	3.002	889	235	4.394	814	207	3.674
2002.	562	174	2.902	403	125	3.531	483	149	3.229
2003.	494	61	2.154	417	31	2.304	456	46	2.231
2004.	719	153	3.853	732	207	4.730	726	180	4.335
2005.	566	108	3.179	478	71	3.715	522	90	3.563
2006.	592	124	2.943	485	136	3.989	539	130	3.474
2007.	674	92	2.808	680	99	3.814	677	96	3.333
2008.	560	120	3.785	472	68	4.812	573	94	4.299
2009.	724	62	3.294	605	54	3.952	665	58	3.642
2010.	843	154	3.011	774	178	3.721	807	166	3.367
2011.	403	83	3.585	379	86	4.875	391	85	4.212
2012.	574	215	3.652	433	135	4.479	503	175	3.977
2013.	607	152	3.557	677	154	4.902	642	153	4.259
2014.	851	380	3.297	595	253	4.543	723	317	3.947
2015.	643	103	3.056	602	208	4.885	623	156	4.116
2016.	691	129	3.758	706	160	5.918	699	145	4.847
2017.	604	163	3.419	485	140	4.726	545	152	4.092
2018.	583	96	3.654	585	113	5.451	584	105	4.574
2019.	604	183	2.889	532	202	5.056	568	193	4.389
2020.	553	90	4.636	518	58	5.202	536	74	4.945
Pros.	629	141	3.322	572	136	4.450	601	138	3.925

Rezultati pokazuju da uspeh u proizvodnji pšenice u velikoj meri zavisi od količine i rasporeda padavina, posebno u periodu intenzivnog razvoja biljaka (april-maj). Deficit vode prouzrokuje ekološki stres koji se ogleda u smanjenju produktivnosti biljaka u svim fenofazama, počevši od klijanja, nicanja, bokorenja do nalivanja zrna (Lakić i sar., 2018). U Srbiji je tokom vegetacionog perioda pšenice 2002/2003. godine bilo 456 mm padavina, dok je u aprilu i maju zabeleženo ukupno 46 mm ili samo oko 16% od potreba biljaka. U istom periodu (april, maj) na teritoriji Vojvodine, količina padavina je iznosila 31 mm, što čini 11% od potrebnih količina. Područje Centralne Srbije imalo je, u proseku 61 mm padavina ili oko 20% od potrebnih za generativno razviće pšenice. Prosečan prinos zrna je 2003. godine u Vojvodini bio najniži u proteklih

nekoliko decenija i iznosio je 2.304 kg ha^{-1} . Nizak prinos posledica je, ne samo stresa koji je prouzrokovan sušom, već i povećanom zaslanjenošću zemljišta usled nedostatka padavina i u ostalim mesecima kojima bi se soli iz orničnog sloja isprale u dublje slojeve. U uslovima povoljnijeg vodnog režima tokom aprila i maja prinosi su bili veći, posebno na području Vojvodine. Najveće količine padavina u kritičnom periodu za pšenicu bile su u 2014. godini na teritoriji Centralne Srbije, koje su bile u granicama uslovno-optimalnih, nisu uticale na formiranje najvišeg prinosa u proteklom periodu zbog neujednačenog rasporeda i prevelikih količina padavina u jednom danu. Na teritoriji Vojvodine, najpovoljniji vodni režim, 253 mm padavina u 2014. godini, takođe nije ispoljio značajniji uticaj na visinu prinosa. Najveći prosečan prinos zrna u Srbiji ostvaren je 2020. godine kada je tokom vegetacionog perioda pšenice zabeleženo 536 mm padavina. Slična zakonomernost uočena je u Vojvodini i Centralnoj Srbiji gde je u istom periodu, ostvaren najveći prosečan prinos zrna (5.202 kg ha^{-1} ; 4.636 kg ha^{-1}). Variranje prinosa u proučavanom periodu (2000-2020) ukazuje da su prosečni prinosi zrna, u velikoj meri zavisni od klimatskih uslova koji vladaju tokom vegetacionog perioda pšenice. Pored klimatskih faktora na prinos zrna utiču i plodnost zemljišta, primenjena agrotehnika i dr. U Centralnoj Srbiji, usled heterogenih zemljišta, lošije plodnosti i neadekvatne agrotehnike, ostvareni su niži prinosi zrna. S druge strane, proizvodnja pšenice je kod većine velikih proizvođača u sistemu intenzivne agrotehnike, ali su vremenski uslovi, posebno vodni režim, kako u višegodišnjem proseku tako i po godinama ispitivanja bili nepovoljni. Genetički potencijal rodnosti savremenih sorti se iskoristio samo 40-50%. Zahvaljujući značajnom broju gajenih vrsta roda *Triticum*, kao i činjenici da postoje ozime i jare sorte, pšenica pripada grupi euritopnih ratarskih biljaka. Danas se ona gaji na velikom geografskom prostoru i u različitim agroekološkim uslovima. Međutim, ona pripada grupi biljaka koje imaju povećani transpiracioni koeficijent tako da je osetljiva na sušu, posebno u periodu intenzivnog rasta i razvoja biljaka. Prema rezultatima koje navodi Nosatovski (1957), pšenica pripada grupi hidrofilnih žita jer potroši 469-565 g vode po biljci. Proučavajući potrebe pšenice prema vodi McKenzie and Woods (2011) i Mehta and Pandey (2015) ističu da se pšenica može uspešno gajiti u predelima koji imaju ukupno 560-565 mm padavina tokom vegetacionog perioda. Isti autori navode da njihov raspored po fenofazama treba da bude sledeći: 38 mm početne faze (klijanje, nicanje,

ukorenjavanje); 106 mm intenzivan porast vegetativnih organa; 285 mm u generativnim fazama (april-maj) i 132 mm u fazama sazrevanja semena. Visoke temperature u fazi nalivanja zrna i u voštanoj zrelosti utiču na smanjen proces fotosinteze i akumulaciju organske materije, usled čega biljke naglo gube zelenu boju (Ristic et al., 2009). Kao posledica toga, dolazi do značajnog smanjenja prinosa zrna.

Zaključak

Zahvaljujući osobinama kvaliteta zrna, pšenica je vodeća strateška hlebna biljka u svetu i kod nas. Analiza proizvodnje pšenice u našoj zemlji pokazuje da se tokom proteklih dvadeset godina površine postepeno smanjuju, posebno u centralnom delu Republike Srbije. Ukupna proizvodnja bila je iznad dva miliona tona, izuzev u dve izrazito sušne godine, 2003. (1.364.787 t) i 2010. (1.630.404 t). Prosečan prinos zrna u ispitivanim godinama varirao je od 3,32 t ha⁻¹ u Centralnoj Srbiji do 4,45 t ha⁻¹ u Vojvodini. Prosečni prinosi su postepeno rasli kao rezultat povećanih ulaganja u proizvodnju, u prvom redu racionalne ishrane biljaka i uvođenja novih sorti boljih osobina i većeg potencijala rodnosti. U 2020. godini prosečan prinos zrna dostigao je najveću vrednost (4.945 kg ha⁻¹) koja je veća za 34,6% u odnosu na 2001. godinu. Na teritoriji Vojvodine, prosečan prinos zrna 2016. i u periodu 2018-2020. godine bio je preko 5 t ha⁻¹. Suša je limitirajući faktor poljoprivredne proizvodnje u svetu. Suša i obilne padavine tokom kritičnih fenofaza razvoja biljaka (nicanje, bokorenje, valatanje i nalivanje zrna) značajno smanjuju prinos.

Zahvalnica

Rad je deo projekata (Ugovori: 451-03-68/2022-14/200032, 200116 i 200045), koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R. Srbije i The Benefit-Sharing Fund of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture project "Redesigning the exploitation of small grains genetic resources towards increased sustainability of grain-value chain and improved farmers' livelihoods in Serbia and Bulgaria—GRAINEFIT" (2020-2023), project No. PR-166-Serbia.

Literatura

- Cețan, F., Chetan, C., Rusu, T., Moraru, P.I., Ignea, M., Șimon, A. (2017). Influence of fertilization and soil tillage system on water conservation in soil, production and economic efficiency in the winter wheat crop. *Sci. Papers. Ser. A. Agron.* 60, 42–48.
- Glamočlija, Đ., Janković, S., Popović, V., Kuzevski, J., Filipović, V., Ugrenović, V. (2015). Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenju. Monografija. Beograd. ISBN 978-86-81689-32-5, str. 1-355.
- Dorđević, A., Cupać, T., Čoporda-Mastilović, T. (2010): Identifikacija degradiranih površina na području opštine Soko banja. Međunarodna konferencija Degradirani prostori i ekoremedijacija. Beograd, 349-35.
- Lakić, Ž., Glamočlija, Đ., Kondić, D., Popović, V., Pavlović, S. (2018): Krmne biljke i žita u funkciji zaštite zemljišta od degradacije. Banja Luka, p. 1-403.
- Markoski, M., Mitkova, T., Tanaskovik, V., Spalevic, V., Zgorelec, Z. (2016): The influence of the parent material on the texture and water retention curves in the soil formed upon limestones and dolomites. *Agric.&For.*62(4):175-192
- McKenzie, R. H. and S. A. Woods (2017): Crop water use and requirements. *Agri-Facts*, Alberta Ag Info Centre, pp. 10-11.
- Mehta, R. and V. Pandey (2015): reference evapotranspiration (Eto) and crop water requirement of wheat and maize in Gujarat. *Journal of Agrometeorology*, 17 (1), pp. 107-113.
- Nosatovski, A. I. (1957): Pšenica SSSR, monografija. Kolos Moskva.
- Popović, V. (2010). Agrotehnički i agroekološki uticaji na proizvodnju semena pšenice, kukuruza i soje. Univerzitet u Beogradu, Polj. fak. Doktorska d.145.
- Popović, V., Ljubičić, N., Kostić, M., Radulović, M., Popović, D. et al. (2020): Genotype x Environment Interaction for Wheat Yield Traits Suitable for Selection in Different Seed Priming Conditions. *Plants.* 9(2):1804.
- Ristic, Z, Momčilović I, Bukovnik U, Prasead V, Fu J, De Ridder B, Elthon T, Mladenov N. (2009): Rubisco activase and wheat productivity under heat-stress. *J. Experim. Botany.* 60: 4003-4014.
- Sobczyk, A., Pycia, K., Stankowski, S., Jaworska, G., Kuzniar, S., Piotr, K. (2017). Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old cultivars and modern breeding lines of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *J. Cereal Sci.* 77, 35–41.
- Vasileva, V., Kostov, O. (2015): Effect of mineral and organic fertilization of alfalfa on some seed yield characteristics, root biomass accumulation and soil humus content. *Acta Agriculturae Serbica*, 20(39):51-651.

Woźniak, A., Wesołowski, M., Soroka, M. (2015). Effect of long-term reduced tillage on grain yield, grain quality and weed infestation of spring wheat. *J. Agr. Sci. Tech.* 17: 899–908.

GENETSKI POTENCIJAL OZIME PŠENICE NA ZEMLJIŠTU TIPA SMONICE

GENETIC POTENTIAL OF WINTER WHEAT ON SMONICA- TYPE SOIL

Vera Rajičić^{1*}, Dragan Terzić¹, Milan Biberdžić², Nenad Đurić³,
Violeta Babić¹, Vesna Perišić¹, Marijana Dugalić¹

¹Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac

²Univerzitet u Prištini-Kosovska Mitrovica, Poljoprivredni fakultet, Lešak

³Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

*Autor za korespondenciju: verarajicic74@gmail.com

Izvod

Poljski ogled sa sortama pšenice Pobeda, NS Vljajna i NS Azra postavljen je na zemljištu tipa smonica tokom vegetacionih sezona 2016/17. i 2017/18. godine. Cilj istraživanja je bio da se kod tri novosadske sorte pšenice gajene na slabo kiselom zemljištu analizira prinos, masa 1000 zrna i hektolitarska masa zrna. Najveće vrednosti ispitivanih osobina ustanovljene su u godini sa umerenim temperaturama i većom količinom padavina u vegetacionoj 2017/18. godini. Sorta Pobeda imala je najveći prinos zrna tokom dvogodišnjeg istraživanja. Najvećom masom 1000 zrna i hektolitarskom masom odlikovala se sorta NS Vljajna. Analizom varijanse ustanovljen je visoko značajan uticaj agroklimatskih uslova na hektolitarsku masu i visoko značajan uticaj genotipa na masu 1000 zrna i hektolitarsku masu kod ispitivanih sorti ozime pšenice.

Ključne reči: prinos zrna, pšenica, sorta

Abstract

The field experiment with the wheat varieties Pobeda, NS Vljajna and NS Azra was set up on the smonica-type soil during the 2016/17 and

2017/18 growing seasons. The goal of the research was to analyze the yield, mass of 1000 grains and hectoliter mass of three wheat varieties of Novi Sad grown on slightly acidic soil. The highest values of the tested properties were established in the year with moderate temperatures and a higher amount of precipitation in the 2017/18 vegetation year. The Pobeda variety had the highest grain yield during the two-year study. The NS Vljajna variety was distinguished by the largest mass of 1000 grains and hectoliter mass. Analysis of variance established a highly significant influence of agroclimatic conditions on the hectoliter mass and a highly significant influence of the genotype on the mass of 1000 grains and hectoliter mass of the tested winter wheat varieties.

Key words: grain yield, variety, wheat

Uvod

Ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.) jedna je od najznačajnijih ratarskih biljnih vrsta u Srbiji. Prema podacima FAO organizacije u 2017. godini u Republici Srbiji pšenica je požnjevena sa 556.115 hektara sa prosečnim prinosom od 4,092 t ha⁻¹, dok je u 2018. godini požnjevena sa 643.083 hektara sa prosečnim prinosom od 4,574 t ha⁻¹. Statistički podaci pokazuju da je u proteklom dvogodišnjem periodu pšenica u svetu gajena na preko 216.120.193 hektara sa prosečnim prinosom od 3,480 t ha⁻¹, dok su u Republici Srbiji u istom periodu zasejane površine pod pšenicom iznosile 599.599 hektara uz prosečan prinos od 4,333 t ha⁻¹ (FAO, 2021).

Prosečni prinosi pšenice poslednjih 10 godina u glavnim proizvodnim područjima Srbije kreću se od 4,5 do 8,0 t ha⁻¹. Proizvodnja pšenice u Srbiji u velikoj meri zavisi od faktora spoljne sredine. Prosečni prinosi zrna ozime pšenice u našoj zemlji i potencijal rodnosti uzgajanih sorti se znatno razlikuju, naročito u brdsko-planinskim predelima Srbije (Jelić et al., 2015). Prinos zrna i komponente prinosa ozime pšenice značajno variraju u zavisnosti od sistema obrade, primenjenih doza azota, sorte i uslova godine, kao i njihovih kompleksnih interakcija (Đekić et al., 2018; Đurić et al., 2020). Pored genotipa, na prinos zrna ozime pšenice u velikoj meri utiče i sistem đubrenja koji je jedan od ključnih faktora koji utiče na visinu formiranog prinosa i njegov kvalitet, ali ga treba uskladiti sa klimatskim i zemljišnim uslovima, kao i zahtevima sorte (Rajičić et al., 2019; Biberdžić et al., 2020; Đurić et al., 2020).

U proizvodnji pšenice je veoma važna pravilna rejonizacija sorti, koja može da doprinese manjem variranju ostvarenih prinosa i postizanju boljih prosečnih rezultata (Terzić et al., 2018; Djuric et al., 2018; Rajičić et al., 2020). Imajući sve to u vidu, neophodno je da klimatski uslovi budu u skladu sa biološkim zahtevima biljaka. Poslednjih nekoliko godina ekstremne temperature i poremećaj u količini i rasporedu padavina, značajno su uticali na smanjenje ukupne produkcije organske materije i redukciju prinosa (Đekić et al., 2018; Đurić et al., 2019; Biberdžić 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. Tokom dve vegetacione sezone, u poljskim ogledima, ispitivana su tri genotipa ozime pšenice u cilju utvrđivanja izbora boljih sorti za uslove proizvodnje u Zapadnoj Srbiji.

Materijal i metode rada

Dizajn eksperimenta, uslovi zemljišta i statistička analiza

Eksperiment je izveden na oglednom polju Srednje poljoprivredne škole „Ljubo Mičić“ u Požegi. Tokom dve vegetacione sezone (2016/17 i 2017/18) u uslovima suvog ratarenja, vršena su ispitivanja sa ciljem analize prinosa i kvaliteta zrna ozime pšenice i utvrđivanja izbora boljih sorti za uslove proizvodnje u Zapadnoj Srbiji.

Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja, sa veličinom elementarne parcele 100 m² (10 x 10 m). Zemljište na kome je ogled izveden pripada tipu smonice. Predusev u obe godine je bio kukuruz. Setva je obavljena u obe godine polovinom treće dekade oktobra. Količina semena po kvadratnom metru iznosila je 400-450 klijavih semena. Ukupne količine đubriva 300 kg ha⁻¹ NPK (15:15:15) zajedno sa jednom trećinom azota primenjene su pred predsetvenu pripremu zemljišta. Na početku intenzivnog porasta biljaka, početkom marta meseca, primenjeno je 200 kg ha⁻¹ KAN-a.

Kao materijal za ogled odabrane su sorte pšenice Pobeda, NS Vljajna i NS Azra poreklom iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Analiziran je prinos zrna (t ha⁻¹), masa 1000 zrna (g) i hektolitarska masa (kg hl⁻¹). U fazi pune zrelosti, sa svake parcele je uzet uzorak od 30 biljaka za određivanje

mase 1000 zrna. Nakon žetve izmeren je prinos zrna sa svake parcele, nakon čega je uzet uzorak za analizu hektolitarske mase pšenice.

Zemljište na kome je izvedeno istraživanje ima nepovoljna fizička svojstva, loš vodno-vazdušni režim sa čestim nedostatkom vode. Zemljište je slabo kiselo ($\text{pH} < 6,5$), kompaktno, sa visokim sadržajem čestica mulja i gline i sporog proceđivanja vode. Zemljište je dobro snabdeveno humusom i dobre je mikrobiološke aktivnosti, zbog unošenja stajnjaka. Karakteriše ga nizak sadržaj dostupnog fosfora i optimalni sadržaj kalijuma.

Na osnovu postignutih rezultata istraživanja, eksperimentalni podaci su analizirani deskriptivnom i analitičkom statistikom korišćenjem statističkog modula Analist Program GenStat (2013) za PC/Vindovs 10. Sve procene značajnosti su urađene na osnovu ANOVA testa na 5% i 1% nivoa značajnosti. Relativna zavisnost definisana je korelacionom analizom (Pirsonov koeficijent korelacije), a dobijeni koeficijenti su testirani na nivou značajnosti od 5% i 1%.

Agroekološki uslovi

Područje Požege karakteriše umereno kontinentalna klima, sa neravnomernom raspodelom padavina po mesecima.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature vazduha i padavine

Peri od	Meseci										Pr os.
	X	X I	X II	I	I I	II I	I V	V	V I		
Srednje mesečne temperature vazduha (°C)											
201 6/17	9,7	4,6	-1,5	-6,6	2,9	8,3	9,4	15,3	20,4		6,94
201 7/18	10,1	4,5	2,1	0,4	0,8	4,4	14,5	17,5	19,3		8,18
Pros	1	4	-	-	1	5,	1	1	1		7,27
.	0,4	,9	0,1	1,3	,0	7	0,6	5,2	9,0		
Srednje mesečne padavine (mm)											
201 6/17	81,0	85,9	9,1	20,6	30,9	35,9	76,7	76,8	84,2		501,1
201 7/18	108,1	29,8	68,9	48,5	76,7	109,6	20,4	48,5	95,4		605,9
Pros	6	5	5	4	4	5	6	8	8		540,5
.	0,6	4,3	4,3	1,1	6,1	2,7	0,1	2,2	9,1		

Geografska širina meteorološke stanice u Požegi je 43°50'41''N, dužina 20°02'11''E, a nadmorska visina 310 m. Na osnovu podataka, godine u kojima su istraživanja sprovedena razlikovale su se od višegodišnjeg proseka za dato područje. Prosečna temperatura vazduha u 2016/2017. je bila niža za 0,33°C, dok je u 2017/2018. bila viša za 0,91°C u odnosu na višegodišnji prosek (Tabela 1).

Podaci prikazani u tabeli 1 za proučavani vegetacioni period (2016-2018) jasno ukazuju da su se godine u kojima su izvedena ispitivanja po klimatskim uslovima razlikovale od višegodišnjeg proseka karakterističnog za ovo područje. Ukupne sume padavina tokom izvođenja oglada bile su niže od višegodišnjeg proseka u vegetacionoj sezoni 2016/2017. (501,1 mm) sa prilično neravnomernim rasporedom po mesecima, dok je u istom periodu tokom druge vegetacione sezone 2017/2018. količina padavina bila veća i iznosila je 605,9 mm sa ravnomernim rasporedom po mesecima (Tabela 1).

Rezultati i diskusija

Prosečne vrednosti prinosa zrna, 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. Prosečan prinos pšenice za sve ispitivane genotipove tokom dvogodišnjeg istraživanja iznosio je 5,427 t ha⁻¹. Najveći prosečan prinos zrna od 5,641 t ha⁻¹ kod ispitivanih sorti pšenice ostvaren je u vegetacionoj 2017/18. sezoni i bio je viši za 429 kg ha⁻¹ u odnosu na prinos u 2016/17. godini (5,212 t ha⁻¹), što se uglavnom može povezati sa pravilnim rasporedom padavina tokom drugog vegetacionog perioda. Najveći prinos zrna u obe vegetacione sezone ustanovljen je kod sorte Pobeda (5,384 t ha⁻¹ i 6,124 t ha⁻¹). Najveći prosečan prinos zrna tokom dvogodišnjeg istraživanja imala je sorta Pobeda (5,754 t ha⁻¹), a najmanji sorta NS Azra (5,257 t ha⁻¹).

Sorta kao autonomni genetski, biološki i agronomski entitet, jedan je od presudnih faktora kako na kvantitativnom tako i na kvalitativnom nivou proizvodnje (Đekić i sar., 2015; Đurić et al., 2020). Povećanje prinosa pšenice prvenstveno zavisi od gajene sorte, klimatskih uslova i primenjene tehnologije gajenja (Jelic et al., 2015; Đekić et al., 2018). Uvođenje u proizvodnju sorti sa povećanim genetičkim potencijalom za prinos i poboljšanim agronomskim i tehnološkim osobinama, predstavlja

doprinos oplemenjivanja postizanju veće proizvodnje po jedinici površine (Djuric et al., 2018). Genetički potencijal za prinos može se povećati na različite načine: boljim korišćenjem genetske varijabilnosti, boljim iskorišćavanjem sunčeve energije, povećanjem broja i težine zrna, povećanjem ukupne biomase biljke, korišćenjem heterozisa, tj. hibrida pšenice (Đurić et al., 2020).

Tabela 2. Prosečne vrednosti ispitivanih osobina kod ozime pšenice

Sorte	2016/17		2017/18		Prosek	
	x	S	x	S	x	S
Prinos, t ha⁻¹						
Pobeda	5,384	1,363	6,124	0,363	5,754	1,004
NS Vljajna	5,141	0,211	5,396	0,577	5,269	0,424
NS Azra	5,111	0,157	5,403	0,483	5,257	0,367
Average	5,212	0,736	5,641	0,564	5,427	0,677
Masa 1000 zrna, g						
Pobeda	44,64	0,992	45,64	0,353	45,14	0,872
NS Vljajna	45,89	1,660	46,48	0,603	46,19	1,199
NS Azra	42,01	0,976	43,72	1,883	42,87	1,660
Average	44,18	2,031	45,28	1,601	44,73	1,874
Hektolitarska masa, kg hl⁻¹						
Pobeda	74,80	0,823	77,60	0,342	76,20	1,606
NS Vljajna	76,45	1,071	79,20	0,258	77,82	1,637
NS Azra	74,45	0,938	75,50	0,300	74,97	0,855
Average	75,23	1,252	77,43	1,606	76,33	1,801

Zrno ispitivanih sorti pšenice odlikuje se dobrim fizičkim osobinama, posebno masom 1000 zrna. Masa 1000 zrna u 2017/18. godini bila je veća u odnosu na 2016/17. godinu (Tabela 2). Najveću masu 1000 zrna u obe vegetacione sezone imala je sorta NS Vljajna (45,89 g i 46,48 g). Vegetacioni period u 2017. godini u vreme nalivanja zrna obeležila je suša i visoke temperature, što je uticalo na smanjenje mase 1000 zrna. Masa 1000 zrna tokom dvogodišnjeg perioda istraživanja iznosila je 44,73 g, sa variranjem od 42,87 g do 46,19 g. Dobijene vrednosti približne su vrednostima do kojih su došli Jevtić i Đekić (2018) i Terzić et al. (2018), a nešto veće od rezultata do kojih su došli Biberdžić et al. (2020). Masa 1000 zrna je direktna komponenta rodnosti i ujedno važan

pokazatelj kvaliteta zrna. Predstavlja jako varijabilno svojstvo i u visokom stepenu zavisi od uslova spoljne sredine. Veći broj autora (Milovanović et al., 2012; Đekić et al., 2013; Đurić et al., 2020) ističu da je masa 1000 zrna sortna karakteristika i da je znatno veće variranje između različitih genotipova nego između primenjenih tretmana ili faktora spoljašnje sredine.

Dobijeni podaci o hektolitarskoj masi, nezavisno od godine, pokazali su da između genotipova postoji značajna razlika, pri čemu je za ispitivane godine (2017. i 2018.) najveću hektolitarsku masu imala sorta NS Vljajna (76,45 kg hl⁻¹ i 79,20 kg hl⁻¹). Prosečna vrednost hektolitarske mase po godinama varirala je od 75,23 kg hl⁻¹ u vegetacionoj 2017. godini do 77,43 kg hl⁻¹ u 2018. godini (Tabela 2). Prosečna vrednost hektolitarske mase tokom dvogodišnjeg istraživanja iznosila je 76,33 kg hl⁻¹, sa variranjem od 75,23 kg hl⁻¹ do 77,43 kg hl⁻¹.

Tabela 3. Analiza varijanse ispitivanih osobina kod pšenice (ANOVA)

Uticaj godine na analizirane osobine				
Osobine	Sredina kvadrata	Greška	F (1,22)	p-nivo
Prinos, t ha ⁻¹	1,103	0,430	2,567	0,123
Masa 1000 zrna, g	7,238	3,344	2,165	0,155
Hektolitarska masa, kg hl ⁻¹	29,040	2,073	14,009	0,001**
Uticaj sorte na analizirane osobine				
Osobine	Sredina kvadrata	Greška	F (2,21)	p-nivo
Prinos, t ha ⁻¹	0,644	0,441	1,458	0,255
Masa 1000 zrna, g	23,057	1,651	13,961	0,000**
Hektolitarska masa, kg hl ⁻¹	16,352	1,997	8,187	0,002**
Uticaj interakcije godina - sorta na analizirane osobine				
Osobine	Sredina kvadrata	Greška	F (2,18)	p-nivo
Prinos, t ha ⁻¹	0,146	0,437	0,334	0,721
Masa 1000 zrna, g	0,631	1,455	0,433	0,655
Hektolitarska masa, kg hl ⁻¹	1,985	0,496	4,001	0,036*

*Statistički značajna razlika ($P < 0,05$) **Statistički vrlo značajna razlika ($P < 0,01$)

Dobijene vrednosti hektolitarske mase bile su nešto veće od vrednosti do kojih su došli Jelic et al. (2015), Jevtić i Đekić (2018) i Biberdžić i sar.

(2020) i niže od rezultata do kojih su došli Đurić i sar. (2013). Uglavnom se smatra da je zrno sa većom hektolitarskom masom boljeg kvaliteta u odnosu na ono sa nižim vrednostima hektolitarske mase (Đurić i sar., 2013; Đekić i sar., 2015; Rajičić et al., 2021).

Uticaj godine i sorte, kao i njihovih interakcija na ispitivane osobine ozime pšenice prikazan je u tabeli 3. Na osnovu analize varijanse, može se zaključiti da interakcija sorta x godina kod ispitivanih sorti pšenice nije značajno uticala na prinos zrna i masu 1000 zrna, dok je značajno uticala na hektolitarsku masu ($F_{\text{exp}}=4,001^*$). Uticaj godine na hektolitarsku masu, kod ispitivanih sorti ozime pšenice, bio je visoko značajan ($F_{\text{exp}}=14,009^{**}$). Između ispitivanih genotipova pšenice nije ustanovljen značajan uticaj sorte na prinos zrna, dok su kod mase 1000 zrna i hektolitarske mase ustanovljene visoko signifikantne razlike.

Zaključak

Na osnovu ostvarenih rezultata može se zaključiti da je ozima sorta pšenice Pobeda postigla najbolje rezultate u prinosu zrna, dok je sorta NS Vljajna imala nešto veću masu 1000 zrna i hektolitarsku masu u posmatranom dvogodišnjem periodu. Najveći prinos zrna pšenice, mase 1000 zrna i hektolitarske mase ustanovljen je u vegetacionoj sezoni 2017/2018. koja se odlikovala umerenim temperaturama u vreme nalivanja zrna i velikom količinom padavina pravilno raspoređenih u drugom delu vegetacionog perioda.

Prinos zrna kod ispitivanih sorti pšenice u dvogodišnjem periodu varirao je u opsegu od 5,257 t ha⁻¹ do 5,754 t ha⁻¹. Prosečna masa 1000 zrna tokom dvogodišnjeg istraživanja iznosila je 44,73 g, sa variranjem od 44,18 g u vegetacionoj 2016/17. do 45,28 g u vegetacionoj 2017/18. godini. Prosečna hektolitarska masa tokom dvogodišnjeg istraživanja iznosila je 76,33 kg hl⁻¹, sa variranjem od 75,23 kg hl⁻¹ u vegetacionoj 2016/17. do 77,43 kg hl⁻¹ u vegetacionoj 2017/18. godini.

Analizom varijanse ustanovljen je visoko značajan uticaj interakcije godina x sorta na hektolitarsku masu kod ispitivanih sorti pšenice, dok je uticaj vegetacione sezone na masu 1000 zrna i hektolitarsku masu bio statistički opravdan.

Zahvalnica

Dr Vera Rajičić i autori se iskreno zahvaljuju Srednjoj poljoprivrednoj školi „Ljubo Mičić“ u Požegi, koja je omogućila korišćenje i analizu osobina pšenice. Istraživanja neophodna za ovaj rad su deo Ugovora o projektima broj 451-03-09/2021-14/200383 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Biberdžić, M., Barać, S., Deletić, N., Stojković, S., Madić, M., Lalević, D., Đekić, V., Stojiljković, J. (2020). The effect of sowing time on the yield of some wheat varieties. Proceedings of the 2st International Symposium "Modern Trends in Agricultural Production and Environmental Protection", 01-04 July, Tivat, Montenegro, 66-75.
- Biberdžić, M., Lalević, D., Barać, S., Stojiljković, J., Madić, M., Prodanović, S., Rajičić, V. (2021). Yield of some wheat varieties depending on fertilization with a combination of mineral fertilizers and zeolites. Proceedings of the 3st International Symposium "Modern Trends in Agricultural Production, Rural Development and Environmental Protection", 01-03 July, Vrnjacka Banja, Serbia, 188-197.
- Đekić, V., Staletić, M., Jelić, M., Popović, V., Branković, S. (2013). The stability properties of wheat production on acid soil. Proceedings, 4th International Symposium "Agrosym 2013", 03-06. Oktober, Jahorina, 84-89.
- Đekić, V., Milovanović, M., Milivojević, J., Staletić, M., Popović, V., Simić, D., Mitrović, M. (2015). Uticaj godine na prinos i kvalitet zrna ozime pšenice. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, 21(1-2): 79-86.
- Đekić, V., Milivojević, J., Popović, V., Jovović, Z., Branković, S., Terzić, D., Ugrešević, V. (2018). Effects of fertilization on production traits of winter wheat. Proceedings of the Green Room Sessions International GEA Conference "Geo Eco-Eco Agro 2018", 1-3 November, Podgorica, Montenegro, 25-31.
- Đurić, N., Trkulja, V., Simić, D., Prodanović, S., Đekić, V., Dolijanović, Ž. (2013). Analiza prinosa zrna i kvaliteta brašna nekih sorata ozime pšenice u proizvodnoj 2011-2012. godini. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 19(1-2): 15-21.
- Djuric, N., Prodanovic, S., Brankovic, G., Djekic, V., Cvijanovic, G., Zilic, S., Dragicevic, V., Zecevic, V., Dozet, G. (2018). Correlation-Regression

- Analysis of Morphological-Production Traits of Wheat Varieties. Romanian Biotechnological Letters, 23(2): 13457-13465.
- Đurić, N., Grčić, V., Cvijanović, G., Rajičić, V., Branković, G., Poštić, D. (2019). The influence of year and locality on yield of grain and some characteristics of winter wheat brand. Agronomy Journal, 81(5): 291-304. <https://doi.org/10.33128/ag>
- 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, Croatia, 82(5-6): 253-262. <https://doi.org/10.33128/ag>
- FAOSTAT (2021). Available online: <http://faostat.fao.org>
- 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., Djekic, 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.
- Milovanović, M., Staletić, M., Rajičić, V., Nikolić, O., Perišić, V. (2012). Actualities of hard winter wheat breeding in Center for small grains in Kragujevac. XVI International Eco-Conference, Novi Sad, Proceedings Safe Food, 115-123.
- Rajičić, 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
- Rajičić, V., Terzić, D., Perišić, V., Dugalić, M., Madić, M., Dugalić, G., Ljubičić, N. (2020). Impact of long-term fertilization on yield in wheat grown on soil type vertisol. Agriculture & Forestry, 66 (3): 127-138. DOI: 10.17707/AgricultForest.66.3.11
- Rajičić, 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.

PROCENA TOLERANTNOSTI RAZLIČITIH GENOTIPOVA PŠENICE NA STRES SALINITETA

EVALUATION OF SALINITY STRESS TOLERANCE IN VARIOUS WHEAT GENOTYPES

Mirela Matković Stojšin^{1*}, Sofija Petrović², Borislav Banjac², Veselinka
Zečević³, Stanka Pešić¹, Predrag Brković¹, Desimir Knežević⁴

¹*Institut Tamiš, Pančevo*

²*Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*

³*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

⁴*Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Lešak*

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

Izvod

U cilju procene tolerantnosti pšenice na stres saliniteta, sproveden je dvogodišnji ogled sa 27 genotipova pšenice, gajenih na dva lokaliteta: Kumane (solonjec, povećana zaslanjenost) i Rimski Šančevi (černozem, kontrola). Stres zaslanjenosti je uticao na smanjenje prinosa zrna po klasu za oko 30%, što ovu osobinu čini dobrim fenotipskim markerom uticaja stresa zaslanjenosti na razvoj pšenice. Selekcija zasnovana na vrednostima indikatora SP, ITS i IP favorizuje odabir genotipova Bankut 1205, Orašanka, KG-58, Jugoslavija, Renesansa i Harmonija. Iz grupe genotipova sa visokim vrednostima SP, ITS i IP (klaster A), genotip Harmonija ima nisku vrednost parametra IOS (0,52) i visoke vrednosti ISP (0,84), IP (1,66) i prinosa zrna po klasu na solonjecu (1,50 g), što ga čini veoma tolerantnim genotipom na salinitet. Parametri IOS i ISP identifikuju genotipove koji se, bez obzira na nizak prinos, odlikuju malom osetljivošću na stres (Šumadija, Rujna i Premija), zbog čega mogu biti koristan genetički resurs u oplemenjivačkim programima.

Ključne reči: pšenica, stres saliniteta, indikatori tolerantnosti

Abstract

In order to assess the tolerance of wheat to salinity stress, a two-year trial was conducted with 27 wheat genotypes, grown on two soil types: Solonetz (salinity stress) and Chernozem (control). Salinity stress reduced grain yield per ear by about 30%, which makes this trait a good phenotypic marker of salinity stress. Selection based on SP, ITS and IP indicators favors the selection of genotypes Bankut 1205, Orašanka, KG-58, Jugoslavija, Renesansa, and Harmonija. From the group of genotypes with high values of SP, ITS and IP, the genotype Harmonija has a low value of the parameter IOS (0.52) and a high value of ISP (0.84), IP (1.66), and grain yield per ear on the Solonetz (1.50 g), which makes it salinity-tolerant genotype. The parameters IOS and ISP identify genotypes that, regardless of low yield, are characterized by low sensitivity to stress (Šumadija, Rujna, and Premija), because these genotypes could be a useful genetic resource in breeding programs.

Key words: wheat, salinity stress, tolerance indicators

Uvod

Zaslanjena zemljišta su jedan od glavnih abiotičkih faktora koji utiču na biljnu proizvodnju, naročito u aridnim i semi-aridnim predelima (Arzani and Ashraf, 2016). Oko 20% obradivih površina u svetu je zahvaćeno nekim vidom zaslanjenosti, a ove površine se kontinuirano povećavaju usled prisutnih klimatskih promena i antropogenih aktivnosti (Arora, 2019). Procenjeno je da će do 2050. godine 50% globalnog obradivnog zemljišta biti zaslanjeno (Jamil et al., 2011).

Tolerantnost na salinitet je složena poligenetska osobina, koja je pod značajnim uticajem faktora spoljašnje sredine, gde su žita okarakterisana kao srednje tolerantna na salinitet (Arzani and Ashraf, 2016). Pšenica se smatra najvažnijim žitom zbog svog primarnog prisustva u ljudskoj ishrani, gde na dnevnom nivou obezbeđuje 20% ukupnih kalorija i proteina (Shiferaw et al., 2013). Zbog toga je razumevanje mehanizama tolerantnosti na salinitet i identifikovanje odgovarajućih agronomskih i fizioloških indikatora saliniteta od krucijalnog značaja za oplemenjivanje pšenice na povećanu tolerantnost na salinitet (El-Hendawy et al., 2017). Stres povećane zaslanjenosti zemljišta značajno utiče na smanjenje

vrednosti komponenti prinosa i prinosa zrna pšenice (Nadeem et al., 2020). Hamam and Negim (2014) i Mansour et al. (2020) navode da indikatori tolerantnosti na stres pružaju korisnu informaciju za procenu tolerantnosti genotipova pšenice.

Cilj istraživanja je da se iz postojeće germplazme pšenice izdvoje genotipovi povećane tolerantnosti na stres zaslanjenosti. Takođe, cilj je da se ustanovi koji indikatori tolerantnosti na salinitet su najvažniji u selekciji tolerantnih i visokoprinosnih genotipova.

Materijal i metode rada

Biljni materijal i struktura ogleda

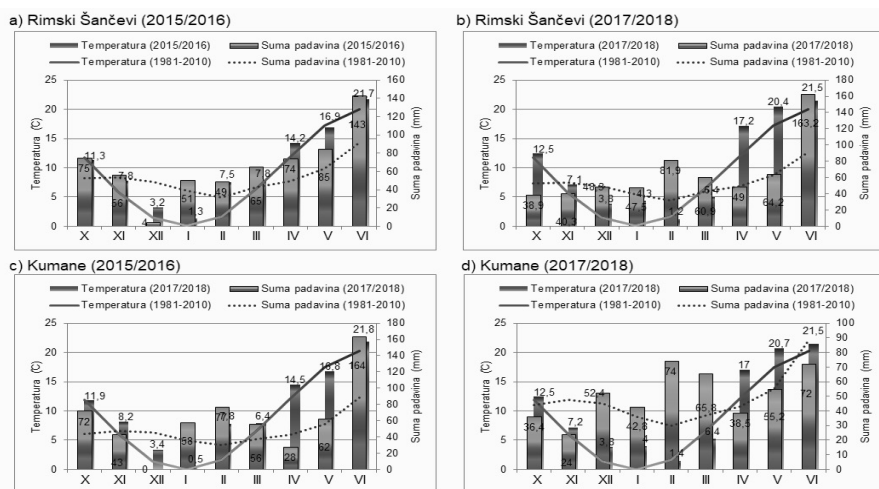
Zasnovan je dvogodišnji ogled (2015/2016 i 2017/2018) sa 27 različitih genotipova pšenice, među kojima su: dve lokalne populacije (Banatka i Grbljanka); stara mađarska sorta Bankut 1205; 20 genotipova stvorenih u Institutu za strna žita u Kragujevcu (KG-56, KG-58, KG-75, KG-78, Šumadija, Kosmajka, Gružanka, Morava, Zastava, Orašanka, Lepenica, Oplenka, Ljubičevka, Srbijanka, Šumadinka, Aleksandra, Perfekta, Harmonija, Rujna i Premija) i 4 genotipa selekcionisana u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu (Jugoslavija, Pesma, NSR-5 i Renesansa). Ogled je sproveden po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, na dva lokaliteta: Kumane (Banat, Vojvodina) i Rimski Šančevi (Bačka, Vojvodina).

Lokalitet Kumane je odabran kao tretman stresa povećane zaslanjenosti, jer se karakteriše zemljištem tipa solonjec, koji sadrži povećanu koncentraciju Na^+ u svom adsorptivnom kompleksu. Lokalitet Rimski Šančevi je izabran kao kontrolni tretman, s obzirom da je na ovom lokalitetu zemljište tipa černoziem, koje se odlikuje povoljnom strukturom, stabilnim agregatima, kao i povoljnim vodno-vazдушnim i toplotnim režimom i neutralnom do slaboalkalnom pH vrednošću.

U obe vegetacione sezone, pšenica je posejana kontinuiranom setvom, u prvoj nedelji oktobra, a požnjevena poslednje nedelje juna, kada je vlaga zrna bila niža od 14%. Tokom vegetacije pšenice, sprovedene su uobičajene agrotehničke mere. Veličina osnovne parcelice je iznosila 2 m^2 , sa međurednim razmakom od 10 cm, i rastojanjem između parcelica od 25 cm. Prinos zrna po klasu (primarni klas) je analiziran nakon žetve, na uzorku 10 biljaka po ponavljanju/parcelici (30 biljaka po genotipu).

Agrometeorološki uslovi

Srednje mesečne temperature se nisu značajno razlikovale između analiziranih lokaliteta po vegetacionoj sezoni. U 2015/2016. sezoni srednje mesečne temperature su se kretale u okviru višegodišnjeg proseka, dok su u 2017/2018. vegetacionoj sezoni zabeležene iznadprosečne vrednosti temperature u oktobru, novembru, aprilu, maju i junu, na oba ispitivana lokaliteta. U 2015/2016. vegetacionoj sezoni sume padavina su bile iznad višegodišnjeg proseka, naročito u junu, što je omogućilo dobro nalivanje zrna na oba lokaliteta. Vegetaciona sezona 2017/2018. se odlikovala manjom količinom padavina u odnosu na 2015/2016., a veće razlike između lokaliteta su zabeležene u junu druge proizvodne godine (163,2 mm na Rimskim Šančevima i 72,0 mm u Kumanu), <http://www.hidmet.gov.rs/>, grafikon 1.



Grafikon 1. Srednje mesečne temperature i sume padavina tokom izvođenja ogleda

Statističke analize

Proračunati su sledeći indikatori tolerantnosti na salinitet:

Indeks osetljivosti na stres – IOS (Fisher and Maurer, 1978):

$$IOS = 1 - (Y_s / Y_{\check{c}}) / 1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_{\check{c}})$$

Srednja produktivnost – SP (Hossain et al., 1990):

$$SP = (Y\check{c} + Y_s)/2$$

Indeks tolerantnosti na stres – ITS (Fernandez, 1992)

$$ITS = (Y\check{c} + Y_s)/\bar{Y}^2\check{c}$$

Indeks stabilnosti prinosa – ISP (Bousslama and Schapaugh, 1984):

$$ISP = Y_s/Y\check{c}$$

Indeks prinosa – IP (Gavuzzi et al., 1997):

$$IP = Y_s/\bar{Y}_s$$

gde su: Y_s i $Y\check{c}$ – prinosi genotipova na solonjecu i černozeu; \bar{Y}_s i $\bar{Y}\check{c}$ – prosečni prinosi svih genotipova na solonjecu i černozeu.

Primenjena je klaster analiza po Vardovom metodu za prinos zrna po klasu i indikatore tolerantnosti na stres, korišćenjem programa IBM SPSS Statistics, Trial Version 22.0 (<https://www.ibm.com/>). Distance između klastera su izražene kao kvadrirane Euklidove distance, gde je značajnost distanci testirana t-testom. Broj klaster grupa je identifikovan pomoću dendrograma, nakon čega je sprovedena K-means analiza, sa unapred zadatim brojem klaster grupa. Nakon sprovedenih analiza, izvedeno je rangiranje klaster grupa po srednjim vrednostima analiziranih parametara.

Rezultati i diskusija

Proračunati su indikatori tolerantnosti na salinitet, prema vrednostima prinosa zrna po klasu, kod analiziranih genotipova pšenice (Tabela 1). Na osnovu vrednosti indeksa stabilnosti prinosa (ISP), koji predstavlja količnik prinosa zrna po klasu ostvarenog na solonjecu i prinosa zrna po klasu ostvarenog na černozeu, primećuje se da su uslovi zaslanjenosti zemljišta uticali na prosečno smanjenje prinosa zrna po klasu za 30%. Stoga, prinos zrna po klasu se smatra dobrim fenotipskim markerom stresa saliniteta kod pšenice, zbog čega je navedeni parametar i odabran za proračun indikatora tolerantnosti. Do sličnih rezultata su, u ranijim istraživanjima sprovedenim na solonjecu i černozeu, došli Petrović i sar. (2016).

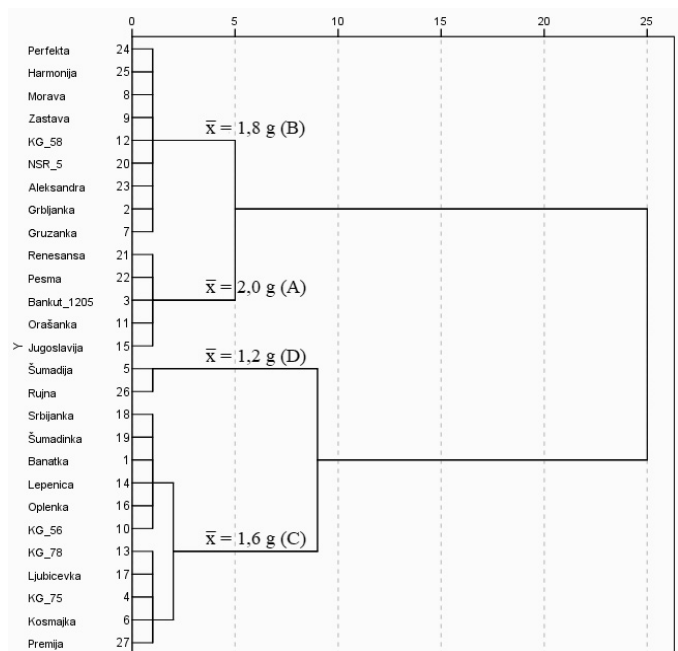
Tabela 1. Indikatori tolerantnosti na stres saliniteta kod različitih genotipova pšenice

Red. br.	Genotip	IOS	SP	ITS	ISP	IP
1.	Banatka	1,49 (E)	1,23 (D)	0,88 (D)	0,53 (E)	1,17 (D)
2.	Grbljanka	1,16 (D)	1,35 (C)	0,97 (C)	0,63 (D)	1,32 (C)
3.	Bankut 1205	1,10 (D)	1,63 (A)	1,17 (A)	0,65 (D)	1,59 (A)
4.	KG-75	0,94 (C)	1,31 (C)	0,94 (C)	0,70 (C)	1,29 (C)
5.	Šumadija	-0,11 (A)	1,15 (E)	0,82 (D)	1,03 (A)	1,15 (D)
6.	Kosmajka	1,14 (D)	1,21 (D)	0,87 (D)	0,64 (D)	1,18 (D)
7.	Gružanka	0,94 (C)	1,41 (C)	1,01 (B)	0,70 (C)	1,39 (B)
8.	Morava	1,13 (D)	1,45 (B)	1,04 (B)	0,64 (D)	1,41 (B)
9.	Zastava	1,44 (E)	1,41 (C)	1,01 (B)	0,54 (E)	1,35 (C)
10.	KG-56	0,84 (C)	1,42 (B)	1,02 (B)	0,73 (C)	1,41 (B)
11.	Orašanka	0,93 (C)	1,60 (A)	1,15 (A)	0,70 (C)	1,57 (A)
12.	KG-58	0,79 (C)	1,55 (A)	1,11 (A)	0,75 (C)	1,53 (A)
13.	KG-78	0,70 (C)	1,37 (C)	0,98 (C)	0,78 (C)	1,35 (C)
14.	Lepenica	1,05 (D)	1,35 (C)	0,97 (C)	0,67 (D)	1,32 (C)
15.	Jugoslavija	1,13 (D)	1,58 (A)	1,14 (A)	0,64 (D)	1,54 (A)
16.	Oplenka	0,51 (B)	1,46 (B)	1,05 (B)	0,84 (B)	1,45 (B)
17.	Ljubičevka	0,82 (C)	1,35 (C)	0,97 (C)	0,74 (C)	1,33 (C)
18.	Srbijanka	1,06 (D)	1,36 (C)	0,98 (C)	0,67 (D)	1,33 (C)
19.	Šumadinka	1,04 (D)	1,34 (C)	0,96 (C)	0,67 (D)	1,32 (C)
20.	NSR-5	1,65 (E)	1,29 (D)	0,93 (C)	0,48 (E)	1,21 (D)
21.	Renesansa	1,09 (D)	1,65 (A)	1,19 (A)	0,66 (D)	1,62 (A)
22.	Pesma	1,67 (E)	1,47 (B)	1,06 (B)	0,47 (E)	1,37 (C)
23.	Aleksandra	1,12 (D)	1,41 (C)	1,01 (B)	0,65 (D)	1,37 (C)
24.	Perfekta	1,13 (D)	1,49 (B)	1,07 (B)	0,64 (D)	1,45 (B)
25.	Harmonija	0,52 (B)	1,67 (A)	1,20 (A)	0,84 (B)	1,66 (A)
26.	Rujna	0,30 (B)	1,18 (E)	0,85 (D)	0,90 (B)	1,18 (D)
27.	Premija	0,57 (B)	1,20 (D)	0,89 (D)	0,82 (B)	1,24 (D)

A, B, C, D, E – rangovi klaster grupa za svaki indikator tolerantnosti na stres; IOS – indeks osetljivosti na stres, SP – srednja produktivnost, ITS – indeks tolerantnosti na stres, ISP – indeks stabilnosti prinosa, IP – indeks prinosa.

Parametri srednja produktivnost (SP) i indeks tolerantnosti na salinitet (ITS) uzimaju u obzir vrednosti prinosa zrna po klasu na oba lokaliteta, gde veće vrednosti datih parametara favorizuju za odabir genotipove koji su ostvarili visok prosečan prinos zrna. Slično navode Hamam and Negim (2014) i Mansour et al. (2020) gde ističu da ova dva parametra pružaju

podjednako rangiranje genotipova. Prema SP i ITS, u A klaster grupu su grupisani genotipovi Bankut 1205, Orašanka, KG-58, Jugoslavija i Harmonija, sa visokim prinomom zrna po klasu na oba lokaliteta. Genotip Harmonija se prema vrednostima indeksa osetljivosti na salinitet (IOS) i indeksa stabilnosti prinosa (ISP) grupiše u B klaster grupu, ocenjen kao tolerantan, dok se genotipovi Bankut 1205, Jugoslavija i Renesansa, prema datim parametrima, svrstavaju u osetljive genotipove (klaster grupa D), što pokazuje da su pomenuti genotipovi ostvarili značajno veće vrednosti prinosa zrna u povoljnim uslovima sredine u odnosu na vrednosti koje su ispoljili u stresnim uslovima (Tabela 1, Grafikon 2 i 3).

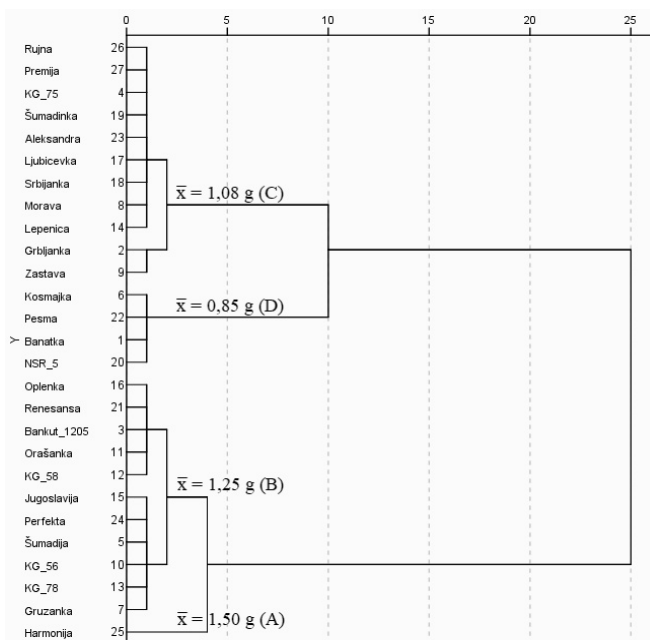


A, B, C, D – rangovi klaster grupa prema srednjim vrednostima prinosa zrna po klasu

Grafikon 2. Klaster analiza prinosa zrna po klasu kod analiziranih genotipova pšenice gajenih na černozeu (kontrola)

Najniže rangirani genotipovi (klaster E), prema parametru SP, su Šumadija i Rujna. Takođe, ovi genotipovi se, zajedno sa genotipovima Banatica, Kosmajka i Premija najniže rangiraju (klaster D) i prema parametru ITS (Tabela 1), ostvarivši nizak prinos zrna po klasu na oba

lokaliteta (Grafikon 2 i 3). Međutim, genotipovi Šumadija, Rujna i Premija se, prema vrednostima parametara IOS i ISP, grupišu u A i B klaster grupu i ocenjeni su kao najmanje osetljivi genotipovi na salinitet. Dakle, ovi genotipovi, iako niskoprinosni (Grafikon 2 i 3), usled male osetljivosti na stres, mogli bi poslužiti kao koristan genetički resurs u oplemenjivanju na povećanu tolerantnost na salinitet. Indikatori IOS i ISP mogu poslužiti u negativnoj selekciji, prilikom koje bi bili isključeni niskoprinosni i osetljivi genotipovi (Zastava, Banatka, NSR-5 i Pesma), Tabela 1, Grafikon 2 i 3.



A, B, C, D – rangovi klaster grupa prema srednjim vrednostima prinosa zrna po klasu

Grafikon 3. Klaster analiza prinosa zrna po klasu kod analiziranih genotipova pšenice gajenih na solonjecu (stresni uslovi sredine)

Parametar indeks prinosa (IP) predstavlja količnik prinosa zrna genotipa u uslovima stresa i prosečnog prinosa zrna svih genotipova u stresnim uslovima sredine. Prema datom parametru, u A klaster grupu se svrstavaju genotipovi Bankut 1205, Orašanka, KG-58, Jugoslavija, Renesansa i Harmonija, gde genotip Harmonija ima najveću vrednost IP (1,66). Takođe, genotip Harmonija se izdvojio u klaster grupu A, sa

najvećom vrednošću prinosa zrna po klasu na solonjecu (1,50 g), Grafikon 3. Dakle, ovaj indikator je pogodan za identifikaciju genotipova koji imaju visok potencijal za prinos u stresnim uslovima sredine. Takođe, Mansour et al. (2020) zaključuju da klaster analiza zasnovana na vrednostima IP omogućava odabir tolerantnih genotipova na salinitet.

Zaključak

Stres povećane zaslanjenosti zemljišta je uticao na smanjenje vrednosti prinosa zrna po klasu u proseku za oko 30%, zbog čega se ovaj parametar smatra dobrim fenotipskim markerom uticaja saliniteta na razvoj pšenice. Selekcija zasnovana na indikatorima SP i ITS favorizuje za odabir genotipove koji se odlikuju visokim prosečnim prinosom zrna po klasu na oba lokaliteta (Bankut 1205, Orašanka, KG-58, Jugoslavija, Renesansa i Harmonija). Sa druge strane, parametri IOS i ISP vrše determinaciju genotipova koji, bez obzira na niske vrednosti ostvarenog prinosa, imaju nisku osetljivost na salinitet (Šumadija, Rujna i Premija). Indikator IP je pogodan za selekciju genotipova koji imaju visok prinos u uslovima stresa, gde se najvećom vrednošću izdvojio genotip Harmonija.

Zahvalnica

Istraživanje je deo projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R. Srbije (TR 31092) i Ugovora 451-03-68/2022-14/200189 i 451-03-68/2022-14/200216.

Literatura

- Arora, N.R. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. – *Environmental Sustainability* 2: 95-96.
- Arzani, A., Ashraf, M. (2016). Smart engineering of genetic resources for enhanced salinity tolerance in crop plants. – *Critical Reviews in Plant Sciences* 35(3): 146-189.
- Bousslama, M., Schapaugh, W.T. (1984). Stress tolerance in soybean. Part. 1: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. – *Crop Science* 24(5): 933–937.

- El-Hendawy, S.E., Hassan, W.M., Al-Suhaibani, N.A., Refay, Y., Abdella, K.A. (2017). Comparative performance of multivariable agro-physiological parameters for detecting salt tolerance of wheat cultivars under simulated saline field growing conditions. – *Frontiers in Plant Science* 8: 435.
- Fernandez, G.C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*; Kuo, C.G., Ed. Asian Vegetable Research and Development Center: Shanhua, Taiwan, 257–270.
- Fischer, R.A., Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. – *Australian Journal of Agricultural Research* 29(5): 897–907.
- Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campalino, R.G., Ricciardi, G.L., Borghi, B. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. – *Canadian Journal of Plant Science* 77: 523–531.
- Hamam, K.A., Negim, O. (2014). Evaluation of wheat genotypes and some soil properties under saline water irrigation. – *Annals of Agricultural Sciences* 59(2): 165–176.
- Hossain, A.B.S., Sears, A.G., Cox, T.S., Paulsen, G.M. (1990). Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. – *Crop Science* 30(3): 622–627.
- Jamil, A., Riaz, S.I., Ashraf, M., Foolad, J.R. (2011): Gene expression profiling of plants under salt stress. – *Critical Reviews in Plant Sciences* 30(5): 438–458.
- Mansour, E., Moustafa, E.S., Desoky, E.S.M., Ali, M., Yasin, M.A., Attia, A., Alsuhaibani, N., Tahir, M.U., El-Hendawy, S. (2020). Multidimensional evaluation for detecting salt tolerance of bread wheat genotypes under actual saline field growing conditions. – *Plants* 9(10): 1324.
- Nadeem, M., Tariq, M.N., Amjad, M., Sajjad, M., Akram, M., Imran, M., Shariati, M.A., Gondal, T.A., Kenijz, N., Kulikov, D. (2020). Salinity-induced changes in the nutritional quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. – *Agrivita Journal of Agricultural Science* 42(1): 1–12.
- Petrović, S., Dimitrijević, M., Banjac, B. (2016). Varijabilnost i međuzavisnost komponenti prinosa pšenice na solonjecu i černozeu. – *Letopis naučnih radova* 40(1): 47–52.
- Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H.J., Duveiller, E., Reynolds, M., Mauricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. – *Food Security* 5: 291–317. <http://www.hidmet.gov.rs/> (pristupljeno 10.7.2022). <https://www.ibm.com/> (pristupljeno 30.6.2022).

ANALIZA PRINOSA I KVALITETA ZRNA OZIMIH SORTI PŠENICE

ANALYSIS OF YIELD AND GRAIN QUALITY OF WINTER WHEAT VARIETIES

Kristina Luković^{1*}, Vladimir Perišić¹, Kamenko Bratković¹, Vladislava Maksimović², Danica Mićanović³, Jelena Damnjanović⁴, Veselinka Zečević⁴

¹Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac

²Javno komunalno preduzeće "Zelenilo", Pančevo

³Privredna komora Srbije, Beograd

⁴Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

*Autor za korespondenciju: kika@kg.ac.rs

Izvod

U radu je analizirana stabilnost prinosa zrna i sedimentacije proteina 10 genotipova ozime pšenice, primenom AMMI modela. Eksperimentalni deo ogleda je izveden tokom 2019/2020. godine na dva lokaliteta: Centar za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu i Institut za krmno bilje u Kruševcu. Analiza varijanse je pokazala da su, u ekspresiji obe analizirane osobine, svi izvori varijacije (genotip, lokalitet i interakcija) ispoljili visoku statističku značajnost. Kao najstabilnije sorte za prinos zrna izdvojile su se NS Obala, PKB-Ratarica, Kruna i NS Futura, pri čemu su sve sorte ostvarili veći prinos zrna od opšteg proseka ogleda. U grupi stabilnih sorti za sedimentaciju proteina našle su se NS Obala, Kruna, NS Futura i NS Vljajna od kojih je samo Kruna imala iznadprosečne vrednosti analizirane osobine. Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima ukazuju da je sorta Kruna pogodna za gajenje u različitim agroekološkim sredinama jer, pored visokih prosečnih vrednosti prinosa zrna i sedimentacije proteina, poseduje izraženu stabilnost.

Ključne reči: pšenica, prinos, sedimentacija proteina, interakcija, AMMI model

Abstract

The paper analyzed the stability of grain yield and protein sedimentation of 10 genotypes of winter wheat, using the AMMI model. The experiment was carried out during 2019/2020 in two localities: Centre for Small Grains and Rural Development in Kragujevac and Institute for Forage Crops in Kruševac. Analysis of variance showed that, in the expression of both analyzed traits, all sources of variation (genotype, locality and interaction) showed high statistical significance. NS Obala, PKB-Ratarica, Kruna and NS Futura stood out as the most stable varieties in terms of grain yield, with all varieties achieving a higher grain yield than the general average of the trial. In the group of stable varieties for protein sedimentation, there were NS Obala, Kruna, NS Futura and NS Vljajna, of which only Kruna had above average values of the analyzed traits.

Variety Kruna is suitable for cultivation in different agro-ecological environments because, in addition to high average values of grain yield and protein sedimentation, it possesses pronounced stability.

Key words: wheat, yield, sedimentation value, interaction, AMMI model

Uvod

Sorte novijeg datuma priznavanja su pogodne za gajenje u uslovima intenzivne tehnologije proizvodnje i na plodnom zemljištu gde postižu odlične rezultate. Međutim, prinos i kvalitet takvih genotipova je podložan većim ili manjim variranjima u nepovoljnim agroekološkim uslovima, na zemljištima lošije plodnosti i pri nižim nivoima agrotehnike. Step en variranja prinosa i kvaliteta zrna određen je genetskom osnovom samog genotipa kao i interakcijom genotip \times spoljna sredina. Reakcija genotipa na različite agroekološke uslove je koristan pokazatelj u selekciji, kao i u širokoj poljoprivrednoj proizvodnji, jer ukazuje na nivo stabilnosti, i što je manja vrednost interakcije genotip \times spoljna sredina, genotip poseduje veću stabilnost (Dimitrijević i sar., 2006). Istraživanja u kojima se proučava stabilnost genotipova u različitim agroekološkim uslovima pružaju dragocene informacije neophodne pri određivanju opšte i specifične adaptabilnosti (Castillo i sar., 2012; Perišić 2016; Luković i

sar., 2021). Rezultati ovakvih istraživanja su korisni pri donošenju odluka o izboru sorti pogodnih za gajenje u stresnim uslovima prouzrokovanih sušom, tolerantnosti na salinitet i sl. (Dodig i sar., 2008; Ebadi i sar., 2020; Mansour i sar., 2020; Gupta i sar., 2022). Cij ovog istraživanja je određivanje stabilnosti prinosa i kvaliteta zrna različitih sorti pšenice, primenom AMMI modela.

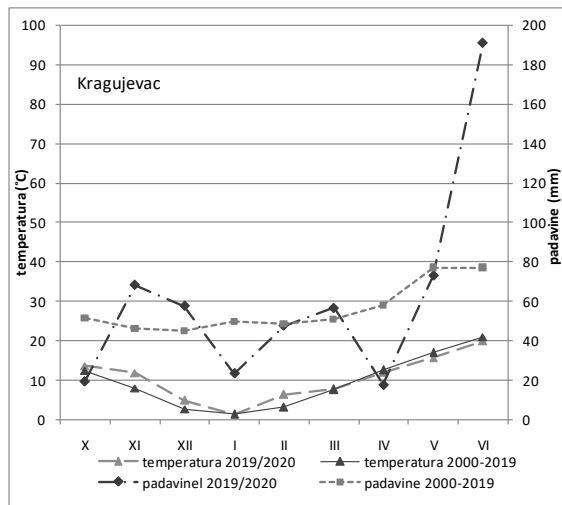
Materijal i metode rada

Kao materijal istraživanja u ovom radu, korišćeno je 10 genotipova ozime pšenice, od toga, devet sorti selekcionisanih u tri oplemenjivačke institucije u Srbiji i jedna lokalna populacija heksaploidne pšenice (populacija Žabljak). Sorte Kruna i Aleksandra su stvorene u Centru za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu, NS Obala, NS Ilina, NS Futura, NS Vljajna i NS Renesansa potiču iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, a PKB-Ratarica i PKB-Carica iz Instituta PKB Agroekonomik u Beogradu. Eksperimentalni deo ogleada izveden je na dva lokaliteta (Centar za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu i Institut za krmno bilje u Kruševcu) tokom 2019/2020. godine. Površina ogleadne parcele iznosila je 5 m² a ogledi su postavljeni po potpuno slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja. U radu je analizirana stabilnost genotipova u pogledu prinosa zrna i sedimentacije proteina. Prinos zrna je izmeren nakon žetve, za svaku parcelu, a potom preračunat na prinos u t ha⁻¹. Sedimentacija proteina je određena u laboratoriji Centra primenom standardne metode (*Zeleny*, ICC No. 116/1, 1972). Analizom varijanse AMMI modela, sagledan je uticaj aditivnog (genotipova i lokaliteta) i neaditivnog izvora varijacije (interakcije genotip × spoljna sredina). Nakon toga, neaditivna komponenta je dodatno razložena multivarijacionom PCA analizom (Gauch and Zobel, 1996). Statistička analiza podataka je izvedena primenom kompjuterskog statističkog programa GenStat 12th (GenStat, 2009).

Klimatski uslovi u periodu izvođenja ogleada

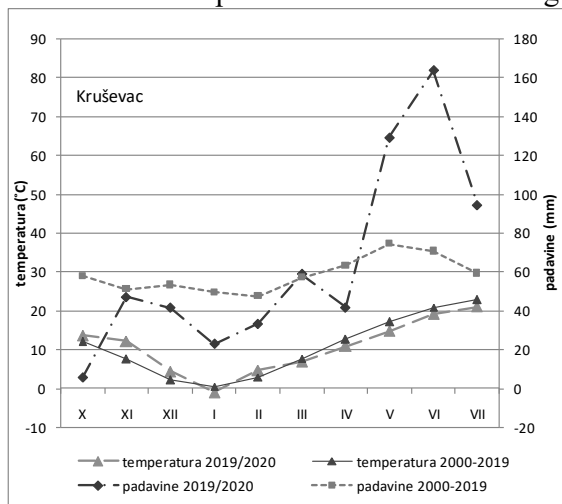
Tokom perioda izvođenja ogleada, usevi pšenice su bili izloženi različitim meteorološkim faktorima. Prema podacima Hidrometeorološkog zavoda Srbije, jesen 2019. godine okarakterisana je

kao najtoplija i 11. najsušnija jesen u Srbiji od 1951. godine (<https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija/ciril/2019.pdf>).



Grafikon 1. Srednja mesečna temperatura vazduha i ukupna količina padavina u 2019/2020. godini u Kragujevcu

Izrazit deficit padavina karakterisao je oktobar na oba lokaliteta. Zima je bila blaga sa nižom količinom padavina u odnosu na višegodišnji prosek.



Grafikon 2. Srednja mesečna temperatura vazduha i ukupna količina padavina u 2019/2020. godini u Kruševcu

Sušni period, sa izuzetno niskom količinom padavina, nastavio se i tokom aprila u Kragujevcu (17,8 mm u odnosu na 57,9 mm) dok je u maju količina padavina bila oko višegodišnjeg proseka. U Kruševcu je tokom maja palo 129,4 mm, odnosno 50 mm vodenog taloga više od proseka za ovo doba godine. Faze nalivanje i sazrevanje zrna tokom juna meseca, odvijale su se u izuzetno nepovoljnim vremenskim uslovima. Tokom ovog perioda, u Kruševcu je zabeleženo 163,8 mm, a u Kragujevcu 191 mm padavina, što predstavlja dvostruko, odnosno trostruko veću količinu padavina u odnosu na višegodišnji prosek (graf. 1 i 2).

Rezultati i diskusija

Analizom varijanse AMMI modela, ustanovljen je statistički značajan udeo genotipa, spoljne sredine, kao i interakcije genotip \times spoljna sredina ($G \times E$) u ukupnoj sumi kvadrata ogleda, za obe posmatrane osobine (tab. 1). Značajna interakcija $G \times E$ ukazala je na promenu u rangiranju genotipova u različitim agroekološkim sredinama.

Tabela 1. Analiza varijanse AMMI modela za prinos zrna i sedimentaciju proteina

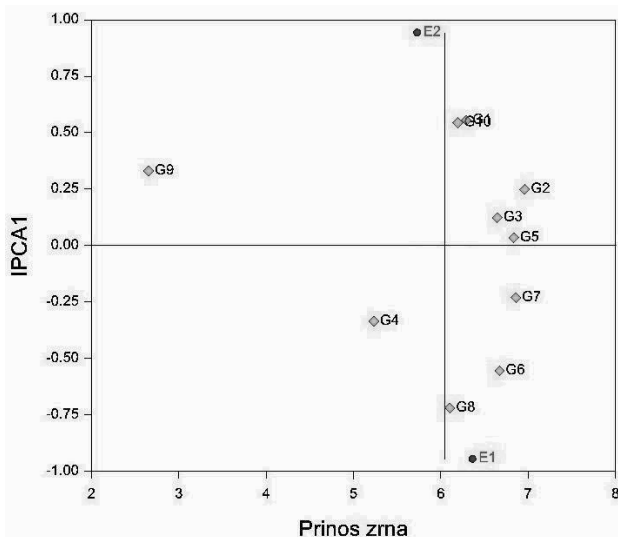
Izvor variranja	df	Prinos zrna			Sedimentacija proteina		
		MS	SS	F	MS	SS	F
Genotip (G)	9	10,08	90,75	278,00**	37,96	341,7	12,60**
Sredina (E)	1	6,03	6,03	184,34**	18,15	18,1	5,36**
Ponavljanje	4	0,03	0,13	0,90 ^{nz}	3,38	13,5	1,12 ^{nz}
IPCA1	9	1,06	9,52	26,7**	8,04	72,3	2,67**
Greška	36	0,04	1,31	-	3,01	108,5	-
Ukupno	59	183	107,74	-	9,39	554,2	-

Analize stabilnosti prinosa i kvaliteta zrna su postale značajne poslednjih godina s obzirom na izražen uticaj klimatskih promena. Visoke temperature vazduha, kao i ekstremne pojave u pogledu rasporeda i količina padavina u periodu intenzivnog razvoja pšenice predstavljaju presudan faktor u formiranju prinosa i tehnološkog kvaliteta zrna (Hurkman i Wood, 2011, Zampieri i sar., 2017; Holík i sar., 2018; Rajičić i sar., 2021). Međutim, prilagođenost sorti agroekološkim uslovima određenog područja utiče na manju varijabilnost agronomski značajnih

osobina (Mohammadi i sar., 2017; Gupta i sar., 2022; Luković i sar., 2021).

Godinu izvođenja ogleda karakterišu nepovoljni meteorološki uslovi koji su se ogledali u naizmeničnom sušnom periodu u važnim fenofazama vegetativnog porasta biljaka (oktobar, april), kao i prekomernoj količini padavina (jun) u fazi nalivanja zrna. Pored nepovoljnih klimatskih uslova, izdvojeni su genotipovi pšenice koji su ostvarili malu interakcijsku vrednost i zadžali dobar prinos i kvalitet zrna.

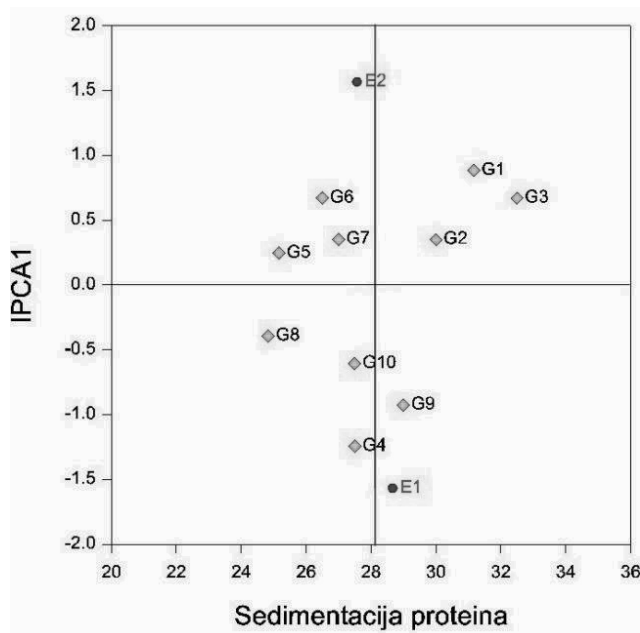
Kao najstabilnije sorte, sa prosečnim prinosom zrna višim od opšteg proseka ogleda, izdvojile su se NS Obala, NS Ratarica, Kruna i NS Futura (G5, G3, G2 i G7). Sorta NS Vljajna (G8) ocenjena je kao najnestabilnija sorta, usko adaptirana na agroekološke uslove u Kruševcu (graf. 3).



Grafikon 3. AMMI I biplot analiza stabilnosti prinosa zrna 10 genotiva pšenice
Legenda: 1-Aleksandra; 2-Kruna; 3-PKB-Ratarica; 4-PKB-Carica; 5-NS Obala; 6-NS Ilina; 7-NS Futura; 8-NS Vljajna; 9-Populacija Žabljak; 10-NS Renesansa; E1-Kruševac; E2-Kragujevac

U grupi stabilnih sorti za sedimentaciju proteina, prema vrednostima prve glavne komponente, našle su se NS Obala, Kruna, NS Futura i NS Vljajna (G5, G2, G7 i G8) od kojih je samo Kruna imala iznadprosečne vrednosti analizirane osobine. Sorte PKB-Ratarica i Aleksandra (G3 i

G1), koje se mogu svrstati u grupu srednjestabilnih genotipova, ostvarile su najveću prosečnu vrednost sedimentacije proteina. Najveće interakcijske vrednosti uočene su kod sorte PKB-Carica i populacije Žabljak (G4 i G9), koje su se pokazale kao vrlo nestabilne sorte (graf.4).



Grafikon 4. AMMI 1 biplot analiza stabilnosti sedimentacije proteina 10 genotipova pšenice

Legenda: 1-Aleksandra; 2-Kruna; 3-PKB-Ratarica; 4-PKB-Carica; 5-NS Obala; 6-NS Ilina; 7-NS Futura; 8-NS Vlajna; 9-Populacija Žabljak; 10-NS Renesansa; E1-Kruševac; E2-Kragujevac

U analiziranom periodu, Kruševac se izdvojio kao sredina sa većim prosečnim prinosom zrna i sedimentacijom proteina u odnosu na Kragujevac (graf. 3 i 4). Ograničavajući faktor u ekspresiji analiziranih osobina u Kragujevcu predstavljali su nepovoljni klimatski faktori, koji su se ogledali u izrazito sušnom periodu tokom perioda vlatanja pšenice kao i prekomernoj količini padavina u fazi nalivanja i sazrevanja zrna.

Zaključak

Analiza varijanse AMMI modela ukazala je na statistički značajan uticaj svih izvora varijacije, kako aditivnih (genotip, spoljna sredina) tako i neaditivnih (interakcija $G \times E$) u ekspresiji prinosa zrna i sedimentacije proteina. Kao najstabilnije sorte, sa iznadprosečnim vrednostima prinosa zrna, izdvojile su se NS Obala, NS Ratarica, Kruna i NS Futura. U pogledu kvaliteta zrna, visoku stabilnost su postigle sorte NS Obala, Kruna, NS Futura i NS Vljajna, od kojih je samo Kruna ostvarila više prosečne vrednosti sedimentacije proteina od opšteg proseka oglada. Ovo ukazuje na to da je sorta Kruna manje osetljiva na promenu uslova spoljne sredine, zadržava dobar prinos i kvalitet zrna, što je čini pogodnom za gajenje u različitim agroekološkim uslovima. Sorta Kruna je selekcionisana u Centru za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu, gde je proces selekcije u velikoj meri zavisao od zemljišta manje plodnosti, izražene heterogenosti uz varijabilne klimatske uslove.

Zahvalnica

Istraživanja u ovom radu su deo projekta III 46006 i ugovora br. 451-03-68 / 2022-14 / 200216, koji su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Castillo, D., Matus, I., Alejandro del Pozo, Madariaga R., Mellado, M. (2012). Adaptability and genotype \times environment interaction of spring wheat cultivars in Chile using regression analysis, AMMI, and SREG. *Chilean Journal Of Agricultural Research* 72(2): 164-174.
- Dimitrijević, M., Petrović, S., Belić, M. (2006). Modeli za procenu interakcije genotip/spoljna sredina na halomorfnom zemljištu. *Selekcija i semenarstvo* 12(1-2): 7-14.
- Dodig, D., Zorić, M., Knežević, D., King, S., Šurlan-Momirović, G. (2008). Genotype \times environment interaction for wheat yield in different drought stress conditions and agronomic traits suitable for selection. *Australian Journal of Agricultural Research* 59: 536-545.

- Ebadi, A., Mehreban, A., Kamrani, M., Shiri M. (2020). Evaluation of grain yield stability and selection of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under different irrigation regimes. *Genetika* 52(2): 453-464.
- Gauch, H., Zobel, W. (1996). AMMI Analysis of yield trials. In: *Genotype-by environment interaction*, Chapter 4 (Kang M., Gauch H., Eds.), CRC Press.
- GenStat (2009): GenStat for Windows (12th Edition) Introduction. VSN International, Hemel Hempstead.
- Gupta, V., Kumar, M., Singh, V., Chaudhary, L., Yashveer, S., Sheoran, R., Dalal, M.S., Nain, A., Lamba, K., Gangadharaiah, N., Sharma, R., Nagpal, S. (2022). Genotype by Environment Interaction Analysis for Grain Yield of Wheat (*Triticum aestivum* (L.) em.Thell) Genotypes. *Agriculture* 12: 1002. <https://doi.org/10.3390/agriculture12071002>
- Hurkman, W. J., Wood, D. F. (2011). High temperature during grain fill alters the morphology of protein and starch deposits in the starchy endosperm cells of developing wheat (*Triticum aestivum* L.) grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 4938-4946.
- Holík, L., Hlisenikovsky, L., Kunzová, E. (2018). The effect of mineral fertilizers and farmyard manure on winter wheat grain yield and grain quality. *Plant, Soil and Environment*, 64(10): 491-497.
- Luković, K., Perišić, V., Zečević, V., Bratković, K., Milovanović, M., Babić, S., Anđelković, S. (2021). Stability of wheat cultivars for yield and quality components in different agroecological conditions. *Proceedings, XII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2021"*, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, 07-10 October 2021, pp. 200-205.
- Mohammadi, R., Armion, M., Zadhasan, E., Ahmadi, M. M., Amri, A. (2017). The use of AMMI model for interpreting genotype \times environment interaction in durum wheat. *Experimental Agriculture*, 54(5): 670-683.
- Mansour, E., Moustafa, E.S.A., Desoky, E.M., Ali, M.M.A., Yasin, M.A.T., Attia, A., Alsuhaibani, N., Tahir, M.U., El-Hendawy, S. (2020). Multidimensional Evaluation for Detecting Salt Tolerance of Bread Wheat Genotypes Under Actual Saline Field Growing Conditions. *Plants* 9(10):1324. doi: 10.3390/plants9101324.
- Perišić, V., Perišić, V., Živanović, T., Milovanović, M., Đekić, V., Staletić, M., Luković, K. (2016): Comparative stability analysis of yield components of wheat genotypes. *Proceedings, XX International Eco-Conference® 2016, 9th Eco-Conference® on Safe Food*, Novi Sad, Srbija, 28-30. September 2016, pp. 63-72.
- Rajičić, V., Đurić, N., Babić, V., Stojiljković J., Cvijanović, V., Dugalić, M., Terzić, D. (2021). Prinos zrna novosadskih sorti pšenice u različitim

- agroekološkim uslovima. Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju biljaka, naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, Smederevska Palanka, Srbija, 15. decembar 2021., pp. 229-236.
- Reckling, M., Ahrends, H., Chen, T.W, Eugster, W., Hadasch, S., Knapp, S., Laidig, F., Linstädter, A., Macholdt, J., Piepho, H.P., Schiffers, K., Döring, T. F. (2021). Methods of yield stability analysis in long-term field experiments. *Agronomy for Sustainable Development*41: 27. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00681-4>
- Zampieri, M., Ceglar, A., Dentener, F., Toreti, A. (2017). Wheat yield loss attributable to heat waves, drought and water excess at the global, national and subnational scales. *Environmental Research Letters*, 12. doi:10.1088/1748-9326/aa723b. <https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija/ciril/2019.pdf>

**STABILNOST PRINOSA I KOMPONENTI RODNOSTI
GENOTIPOVA OZIMOG DVOREDNOG JEČMA**

**STABILITY OF YIELD AND YIELD COMPONENTS OF
WINTER TWO-ROW BARLEY GENOTYPES**

Kamenko Bratković^{1*}, Kristina Luković¹, Vladimir Perišić¹, Jelena
Maksimović², Vera Rajičić³, Markola Saulić⁴

¹*Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac*

²*Institut za zemljište, Beograd*

³*Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet u Kruševcu, Kruševac*

⁴*Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Odsek Primenjene
inženjerske nauke, Požarevac*

*Autor za korespondenciju: kamenko@kg.ac.rs

Izvod

U radu je ispitano 20 genotipova ozimog dvorednog ječma u dvogodišnjem periodu (2008/09 i 2009/10) na tri lokaliteta (Kragujevac, Zemun Polje i Zaječar). Analiziran je prinos zrna i dve komponente prinosa: broj zrna po klasu i masa 1000 zrna. Primenom mešovito modela utvrđena je visoka značajnost ($p < 0,01$) efekta genotipa i interakcije genotipa i spoljašnje sredine, dok je efekat sredine statistički značajan ($p < 0,05$). Interakcija je analizirana primenom AMMI-1 modela. Na osnovu biplota izdvojeni su široko adaptabilni genotipovi koji imaju stabilnost i iznad prosečne vrednosti ispitivane osobine. Širokom adaptabilnošću za prinos zrna isticao se genotip J-176, a za broj zrna po klasu genotip NS-595. Genotip NS-565 bio je superioran u masi 1000 zrna. Na osnovu razlike u interakcijskom efektu sredina i njihovoj stabilnosti izdvojeni su i lokaliteti pogodni za ispitivanje osobina. Ni jedan lokalitet nije se izdvojio kao pogodan za ispitivanje prinosa i broja zrna po klasu dok je Zaječar bio pogodan za ispitivanje mase 1000 zrna.

Gljučne reči: dvoredni ječam, prinos zrna, komponente prinosa, AMMI-1, stabilnost

Abstract

In the paper, 20 genotypes of winter two-row barley were examined in a two-year period (2008/09 and 2009/10) at three localities (Kragujevac, Zemun Polje and Zajecar). Grain yield and the two yield components were analyzed: the number of grains per spike and the weight of 1000 grains. Using the mixed model, the high significance ($p < 0,01$) of the genotype effect and the interaction between the genotype and the environment was determined, while the effect of the environment is statistically significant ($p < 0,05$). The interaction was analyzed using the AMMI-1 model. On the basis of the biplot, wide adaptability genotypes with stable and high average values of the examined trait were separated. Genotype J-176 had wide adaptability for grain yield and genotype NS-595 stood out for the number of grains per spike. Genotype NS-565 was superior in weight of 1000 grains. On the basis of the difference in the interaction effect of the environments and their stable, suitable localities were also selected for testing the characteristics. Not a single location stood out as suitable for testing the grain yield and number of grains per spike, while Zaječar was suitable for testing the mass of 1000 grains.

Key words: two-row barley, grain yield, yield components, AMMI-1, stability

Uvod

Ječam (*Hordeum vulgare* L.) je jedna od najvažnijih ratarskih kultura čija je primena uglavnom bazirana na ishrani domaćih životinja. Pored toga ječam se koristi i kao sirovina u pivskoj industriji, a u manjoj meri i u ljudskoj ishrani (Ullrich, 2011). Među strnim žitima, po zasejanoj površini u Srbiji je na drugom mestu iza pšenice sa proizvodnjom od 545 000 t u 2021. godini (<http://www.fao.org/faostat>), sa prosečnim prinosom od 5,6 t/ha (<http://www.stat.gov.rs>). Prinos zrna kod žitarica je najvažnija, a ujedno i najsloženija osobina i njeno stalno povećanje ostaje glavni prioritet oplemenjivača pri stvaranju novih sorti (Araus et al., 2008). Broj zrna po klasu je direktna komponenta prinosa kod ječma, a njeno povećanje može da kompenzira smanjen broj klasova i biljaka po jedinici površine (Barczak and Majcherczak, 2009). Masa 1000 zrna je takođe direktna komponenta prinosa i pored broja zrna po klasu najvažniji je

kriterijum u oplemenjivanju ječma na povećanje prinosa (Kumar et al., 2013). Masa 1000 zrna je i veoma važna komponenta kvaliteta zrna pivarskog ječma pošto ukazuje na krupnoću i veličinu zrna (Ullrich, 2011).

Agroekološki uslovi različito utiču na ekspresiju genotipa u različitim sredinama formirajući tako interakciju genotip \times spoljašnja sredina (Bocianowski et al., 2019). Posledica interakcije je različito rangiranje genotipova u ispitivanim sredinama što umanjuje povezanost između genotipa i fenotipa kao i genetski progres u oplemenjivanju. Prisustvo interakcije u velikoj meri ograničava efikasnost selekcije, naročito ukoliko se selekcija vrši samo na osnovu prosečnog prinosa (Pržulj et al., 2015). Genotipovi koji su manje osetljivi na promenu uslova sredine zadržavaju nivo prinosa ili druge osobine u različitim sredinama, imaju manji doprinos interakciji zbog čega se smatraju stabilnim (Kang, 2002). Ukoliko takvi genotipovi ostvaruju i visoke prinose, za njih možemo reći da imaju odgovarajuću adaptabilnost, što je i cilj oplemenjivača (Al-Tabbal, 2012). Stoga je proučavanje interakcije osnova za selekciju genotipova namenjenih za gajenje u širim geografskim područjima, kao i onih namenjenih za specifične oblasti (Petrović et al., 2010).

Imajući u vidu značaj i posledice interakcije u oplemenjivanju ječma, cilj ovog rada je bio da se izdvoje superiorni genotipovi u pogledu stabilnosti i prosečnih vrednosti prinosa zrna i njegovih komponenti, kao i izdvajanje lokaliteta najpogodnijeg za ispitivanje datih osobina.

Materijal i metode rada

Kao materijal za ispitivanje, u ovom radu korišćeno je 20 genotipova ozimog dvoredog ječma, 12 priznatih sorti i 8 homozigotnih linija F7 i F8 generacije (sa oznakom J). Po botaničkoj klasifikaciji pripadaju *Hordeum sativum*, ssp. *distichum* var. *nutans* (dvoredi tip klasa, plevičast plod, nazubljeno dugo osje, klas žut i rastresit). Poljski ogledi su izvedeni u dvogodišnjem periodu (2008/2009 i 2009/2010) na tri lokaliteta, u uslovima suvog ratarenja: Kragujevac (Centar za strna žita), Zemun Polje (Institut za kukuruz) i Zaječar (Centar za poljoprivredna istraživanja). Kombinacijom lokaliteta i godina prisutno je šest agroekoloških sredina: KG09, ZP09, ZA09, koje predstavljaju Kragujevac, Zemun Polje i Zaječar u prvoj vegetacionoj sezoni, i KG10, ZP10, ZA10, koje

predstavljaju date lokalitete u drugoj vegetacionoj sezoni. Ogledi su postavljeni po metodi slučajnog rasporeda u četiri ponavljanja. Površina osnovne parcele je 5 m², a količina semena za setvu po m² je iznosila 400-500 klijavih zrna. Ispitivan je prinos zrna kao i dve najvažnije komponente prinosa: broj zrna po klasu i masa 1000 zrna. Prinos zrna je meren za svaku parcelu i preračunat na prinos zrna po hektaru (t/ha) na bazi 14% vlage u zrnu. Uzorak za analizu broja zrna po klasu sastojao se od 80 biljaka (20 biljaka × 4 ponavljanja) uzetih neposredno pred žetvu. Određivanje mase 1000 zrna vršeno je po standardnoj metodi JUS E. B8 0.32 i JUS E. B8 0.28 od 1978. godine za svaku parcelu izraženo u gramima (g).

Za analizu faktora koji utiču na varijacije ispitivanih osobina primenjen je Akaikeov informacioni kriterijum na osnovu koga je izabran linearni mešoviti model sa homogenim i heterogenim varijansama greški sredina. Interakcija i procena stabilnosti genotipa u različitim uslovima spoljašnje sredine za ispitivane osobine analizirana je primenom linearno-bilinearnog modela glavnih efekata i višestruke interakcije - AMMI (Gauch and Zobel, 1996). Testirana je statistička značajnost individualnih AMMI modela. Za grafičko prikazivanje rezultata interakcije genotipa i spoljašnje sredine primenjen je AMMI-1 prikaz imajući u vidu sve prednosti primenjenog pristupa (Yan and Tinker, 2005). AMMI parametri predstavljeni su na biplotu koji je nazvan po dvema vrstama podataka: genotipu i spoljašnjoj sredini. Abscisa pokazuje razliku u glavnom efektu, a ordinata razliku u interakcijskom efektu. Ako su genotip ili spoljašnja sredina, sa vrednošću glavne interakcijske komponente blizu nule to ukazuje na mali interakcijski efekat, i obrnuto (Zobel et al., 1988). Vrednosti glavne interakcijske komponente su indikatori stabilnosti genotipova i sredina (Gauch, 2006). Statistička obrada podataka urađena je primenom R software, verzija 3.1.2 (R Development Core Team, 2014).

Rezultati i diskusija

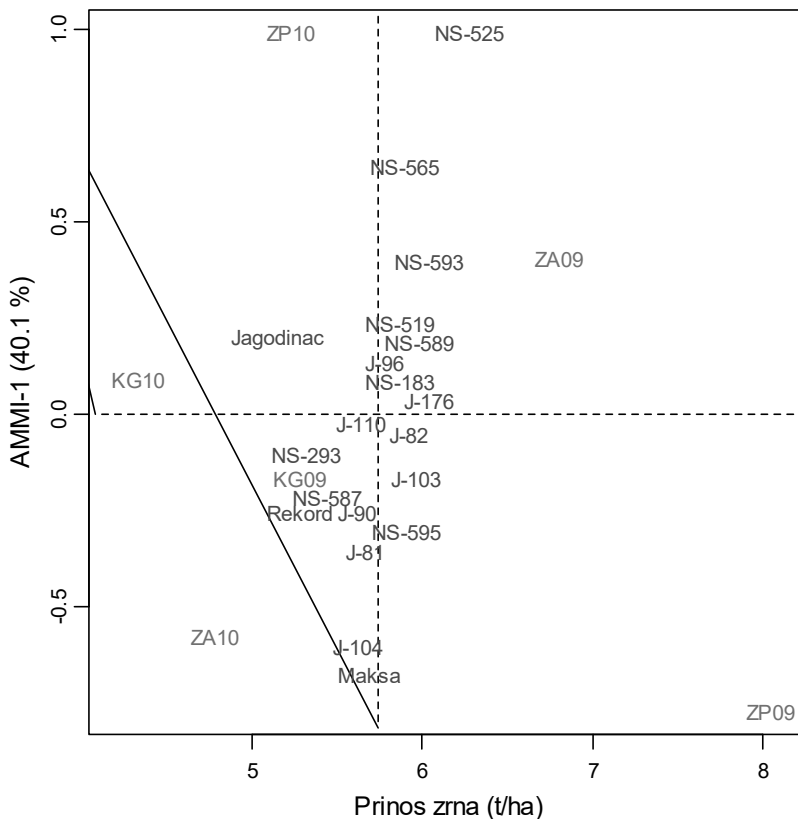
Akaikeovim informacionim kriterijumom (AIC) utvrđeno je da je za objašnjenje varijacije osobina najpogodniji mešoviti model sa heterogenim (prinos zrna i masa 1000 zrna) i homogenim (broj zrna po klasu) varijansama greški sredina (rezultat nije prikazan). Oba modela

ističu efekat genotipa i interakcije genotipa sa spoljašnjom sredinom kao visoko značajne faktore ($p < 0,01$) za objašnjenje varijacije dok su sredine u kojima je istraživanje obavljeno imale značajan efekat ($p < 0,05$).

AMMI-1 analiza za prinos zrna dvoredog ječma pokazala je da je prvom glavnom komponentom objašnjeno 40,1 % interakcije genotipa i spoljašnje sredine (Grafikon 1). Najveću nestabilnost prinosa zrna imale su sorta Maksa i linija J-104 sa najvećim negativnim interakcijskim vrednostima i prinosom ispod opšteg proseka (5,74 t/ha) i sorte NS-525 i NS-565 sa najvećim pozitivnim interakcijskim vrednostima i prinosom zrna iznad opšteg proseka. Visoke vrednosti interakcije genotipova (bilo pozitivne ili negativne) ukazuju da su genotipovi pod većim uticajem spoljašnje sredine dok visoke vrednosti sredina da nisu podjednako povoljne za sve genotipove (Gauch, 2006). Najveća stabilnost zapažena je kod genotipova J-110 i NS-293 (prinos ispod opšteg proseka) i NS-183, J-176, J-82 (prinos iznad opšteg proseka). Ovi genotipovi zadržavaju visinu prinosa zrna u svim sredinama i manje su osetljivi na promenu spoljašnjih uslova. Možemo uočiti da je podjednako zahtevno postići stabilnost kod nisko- i visokoprinosnih genotipova što nije u saglasnosti sa tvrdnjama Mohammad et al. (2009). Stabilnost pojedinih ispodprosečnih genotipova je rezultat nemogućnosti istih da iskoriste povoljne uslove spoljašnje sredine. Elakhdar et al. (2017) smatra da bi se upotrebili korisni efekti interakcije i selekcija povoljnih genotipova ječma bila preciznija, treba uzeti u obzir i stabilnost i prosečne vrednosti prinosa. Tako bi se izdvojili stabilni i visoko prinosni odnosno široko adaptabilni genotipovi. U našim istraživanjima široko adaptabilni genotipovi za prinos zrna bili bi J-176, J-82 i NS-183. Sva tri spadaju u najstabilnije sa prosečnim prinosom iznad opšteg proseka zbog čega se smatraju pogodnim za gajenje u različitim agroekološkim uslovima.

Kada su agroekološke sredine kombinacija godine i lokaliteta, po Zobel et al. (1988), lokaliteti pogodni za ispitivanja su oni čije sredine se ne razlikuju značajno u interakciji iz godine u godinu i poseduju diskriminatorski efekat izdvajanja adaptiranih genotipova što je karakteristika nestabilnih sredina. Kod pogodnih lokaliteta predviđanje vrednosti osobina i proizvodna preporuka genotipova nije problematična što je značajno u procesu selekcije. Zbog razlike u interakcijom efektu između sredina, lokaliteti Zemun Polje i Zaječar nisu pogodni u ispitivanjima prinosa iako su im sredine nestabilne. Obe sredine u Kragujevcu malo su se razlikovale u interakciji, ali njihova stabilnost i

podjednaka pogodnost za sve genotipove čini ovaj lokalitet takođe nepogodnim za ispitivanja. Do sličnih rezultata su došli Luković et al. (2020) primenom AMMI-1 modela kod prinosa pšenice.

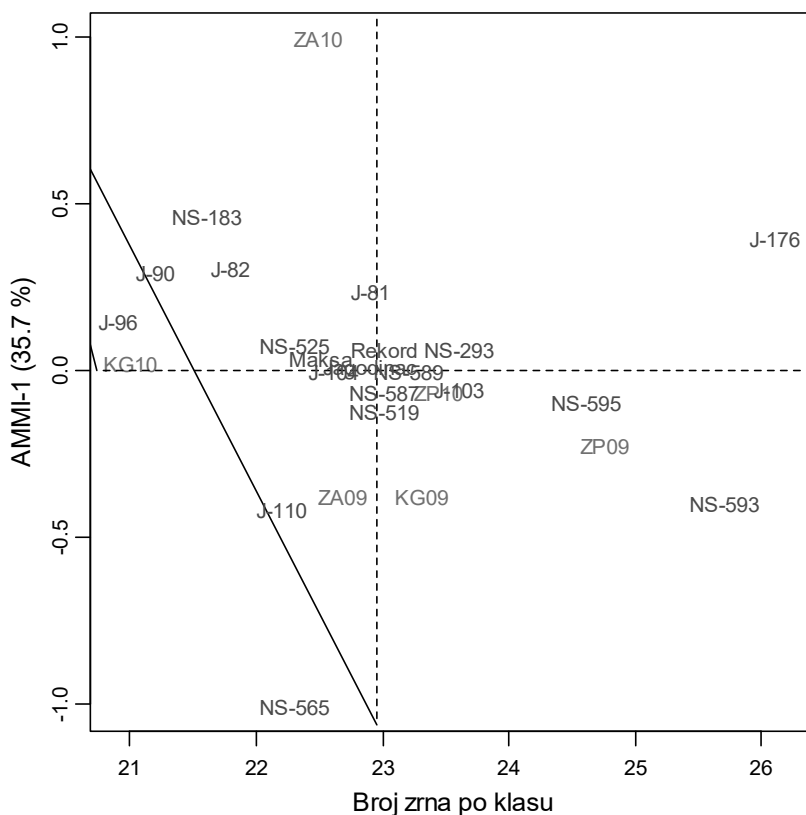


Grafikon 1. AMMI-1 biplot za prinos zrna genotipova dvoredog ječma

Na osnovu rezultata AMMI-1 modela za broj zrna po klasu i masu 1000 zrna dvoredog ječma (Grafikon 2 i 3) uočavamo da je prvom glavnom komponentom objašnjeno 35,7%, odnosno 41,8% sume kvadrata interakcije genotipa i spoljašnje sredine.

Kod broja zrna po klasu (Grafikon 2) genotipovi NS-565 i NS-183 su najnestabilniji. Obe sorte imaju vrednosti broja zrna po klasu ispod opšteg proseka (22.9) i ne razlikuju se u glavnom efektu. Veći broj genotipova ispod i iznad prosečnog broja zrna po klasu (NS-525, Maksa, Jagodinac, J-104, NS-589, NS-587, J-103, NS-519 i NS-595) je pokazao

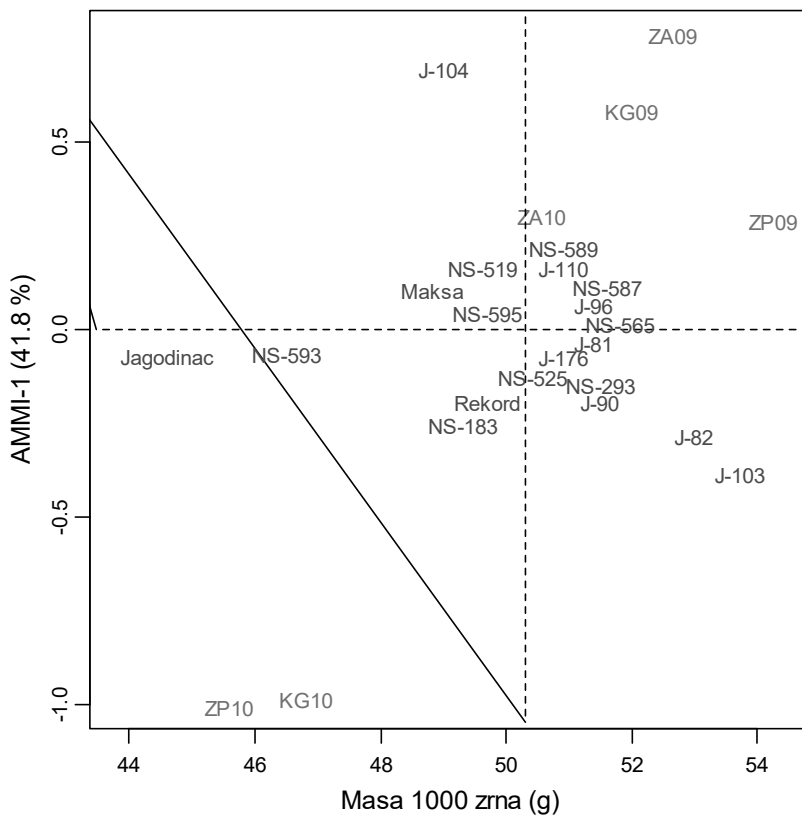
minimalne vrednosti interakcije čime su okarakterisani kao najstabilniji. Za sortu NS-595 možemo reći da se posebno ističe širokom adaptabilnošću odnosno stabilnošću i visokom vrednošću broja zrna po klasu. Ni kod broja zrna po klasu nismo mogli izdvojiti najpogodniji lokalitet za ispitivanja. U Zaječaru je zapažena značajna razlika u interakcijskom efektu između sredina dok su sredine u Kragujevcu i Zemun Polju u drugoj godini ispitivanja bile stabilne i nisu posedovale diskriminatorski efekat.



Grafikon 2. AMMI-1 biplot za broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma

Značajnu osetljivost na promenu sredine kod mase 1000 zrna pokazale su linije J-103 i J-104 (Grafikon 3). Genotipovi Jagodinac, NS-593, NS-595, NS-565, J-96 i J-81 imale su vrednosti glavne komponente približne nuli i najveću stabilnost. Zbog razlike ovih genotipova u odnosu na opšti prosek (50,3 g) i kod mase 1000 zrna stabilnost i prosečne vrednosti ne

možemo dovesti u korelaciju. Širokom adaptabilnošću se posebno ističe genotip NS-565. Ni jedna od sredina se ne ističe po stabilnosti što ukazuje da poseduju mogućnost izdvajanja adaptiranih genotipova na uslove u njima. Najveća sličnost sredina u interakciji zapažena je kod lokaliteta Zaječar što ga izdvaja u odnosu na ostale lokalitete kao najpogodnijeg za ispitivanje mase 1000 zrna.



Grafikon 3. AMMI-1 biplot za masu 1000 zrna genotipova dvoredog ječma

Zaključak

Varijabilni klimatski uslovi zahtevaju od oplemenjivača i selekcionera ječmova da vrše odabir linija koje će konstantno davati visoke prinose na većem broju lokacija i godina. Široko adaptabilni genotipovi mogu biti

korisni i za proizvođače, ali i za oplemenjivače kao potencijalni izvor stabilnih alela i roditeljska komponenta u ukrštanjima. AMMI-1 model ima mogućnost da istovremeno prikaže stabilnost naspram prosečnih vrednosti i zato je od koristi u procesu selekcije. U našim istraživanjima posebno se ističe linija J-176 kako po stabilnosti tako i po visokom prinosu u svim ispitivanim sredinama što je izdvaja kao perspektivnu i preporučuje za prijavu sortnoj komisiji. Širokom adatabilnošću su se istakli i genotipovi NS-595 za broj zrna po klasu kao i NS-565 za masu 1000 zrna. Oba genotipa su kod prinosa zrna imala iznad prosečne vrednosti, ali nisu pokazala stabilnost. Takođe najstabilniji genotipovi za prinos zrna nisu pokazali značajniju stabilnost ni kod jedne komponente prinosa. Jedino je sorta Jagodinac bila stabilna kod obe komponente odnosno broja zrna po klasu i mase 1000 zrna. Ni kod jedne ispitivane osobine ne može se povezati stabilnost genotipa i sredine sa njihovom prosečnom vrednošću. Jedino je lokalitet Zaječar bio pogodan za ispitivanje mase 1000 zrna dok za prinos i broj zrna po klasu ni jedan lokalitet nije bio pogodan. To ukazuje da u ovim ogledima dominiraju nepredvidive u odnosu na predvidive interakcije. Nepredvidive interakcije su povezane sa godinama ispitivanja i zbog njihovog prisustva specifične adaptacije nemaju velikog značaja.

Zahvalnica

Istraživanje je finansirano projektom Ministarstva prosvete i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR 31054.

Literatura

- Al-Tabbal, J. (2012). Genetic Variation, Heritability, Phenotypic and Genotypic Correlaton Studies for Yield and Yield Components in Promising Barley Genotypes. – *Journal of Agricultural Science* 3(4): 193-210.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Royo, C., Serret, M.D. (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. – *Critical Reviews in Plant Science* 27: 377-412.
- Barczak, B., Majcherczak, E. (2009). Effect of varied fertilization with sulfur on selected spring barley yield structure components. – *Journal of Central European Agriculture* 9(4): 777-784.

- Bocianowski, J., Warzecha, T., Nowosad, K. and Bathelt R. (2019). Genotype by environment interaction using AMMI model and estimation of additive and epistasis gene effects for 1000-kernel weight in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). – Journal of Applied Genetics 60: 127–135.
- Elakhdar, A., Kumamaru, T., Smith, K., Robert S., Brueggeman, R., Capochichi, L., Shyam Solanki, S. (2017). Genotype by Environment Interactions (GEIs) for Barley Grain Yield Under Salt Stress Condition. – Journal of Crop Science and Biotechnology 20(3): 193-204.
- Gauch, H.G. Jr. (2006). Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. – Crop Science 46: 1488-1500.
- Kang, M.S. (2002). Breeding: Genotype by environment interaction. – Encyclopedia of Plant and Crop Science: 218-221.
- Kumar, M., Ram, S., Bhushan, B., Kumar, A. (2013). Estimation of genetic parameters and character association in barley (*Hordeum vulgare* L.). – Journal of Wheat Research 5(2): 76-78.
- 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 wet conditions. – Applied Ecology and Environmental Research 18(4): 5857-5871.
- Mohammed, M.I. (2009). Genotype x environmental interaktion in bread wheat in nothern Sudan using AMMI analysis. – American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 6(4): 427-433.
- Petrović, S., Dimitrijević, M., Belić, M., Banjac, B., Bošković, J., Zečević, V., Pejić, B. (2010). The variation of yield componenets in wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to stressful growing conditions of alkaline soil. – Genetika 42(3): 545-555.
- Pržulj, N., Miroslavljević, M., Čanak, P., Zorić, M. and Boćanski, J. (2015). Evaluation of Spring Barley Performance by Biplot Analysis. – Cereal Research Communications 43(4): 692–703.
- Ullrich, E.S. (2011). Significance, adaptation, production and trade of barley. – Barley: Production, Improvement and Uses: 3-13.
- Yan, W., Tinker, N. A. (2005). An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype × environment interaction. – Crop Science 45: 1004-1016.
- Zobel, R.W., Wright, M.J., Gauch, H.G. (1988). Statistical analysis of a yield trial. – Agronomy Journal 80: 388-393.

SPECIFIČNOSTI PROIZVODNJE RAZLIČITIH KATEGORIJA SERTIFIKOVANOG SEMENA STRNIH ŽITA U REPUBLICI SRBIJI

PRODUCTION SPECIFICITIES OF DIFFERENT CATEGORIES OF CERTIFIED SEED OF SMALL GRAINS IN REBUBLIC OF SERBIA

Vladimir Perišić^{1*}, Vesna Perišić², Kristina Luković¹, Kamenko Bratković¹,
Snežana Babić³

¹*Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac*

²*Univezitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac*

³*Institut za krmno bilje, Kruševac*

**Autor za korespondenciju: vperisic74@gmail.com*

Izvod

U proizvodnji atestiranih količina semena strnih žita u Republici Srbiji primetno je da se koriste veće proizvodne površine u Vojvodini u tu svrhu, kao i dominantan položaj stranih sorti kod pšenice i ječma, dok je kod tritikalea i ovsa obrnut slučaj.

Ključne reči: strna žita, sorta, atestirano seme, proizvodnja

Abstract

Within production of certified seed of small grains in Republic of Serbia it is obvious usage of larger production areas in Vojvodina for this purpose, as well as dominant position of foreign cultivars of wheat and barley while in triticale and oats is vice-versa.

Key words: small grains, cultivar, certified seed, production.

Uvod

Upotreba atestiranog semena u poljoprivrednoj proizvodnji u svetu se kreće u rasponu od 20 do 80% (Bogdanović i sar., 2015), dok je u Republici Srbiji oko 50%. Babić i sar. (2016) navode da poljoprivredni proizvođači moraju izdvojiti oko 200 miliona evra na godišnjem nivou za setvu kukuruza, soje, suncokreta i pšenice, što semenarsku proizvodnju čini izuzetno profitabilnom. Podstaknute mogućnošću značajne zarade, veliki broja stranih naučnih ustanova (direktno ili indirektno) je uključen u proces proizvodnje, prerade i plasmana semenske robe.

Cilj rada je da se ispita trenutno stanje u proizvodnji atestiranog semena strnih žita po regionima i u pogledu zastupljenosti domaćih i stranih sorti, kao pokazatelja pozicije domaćih naučnih ustanova.

Materijal i metode rada

U radu su razmatrane količine atestiranog semena strnih žita (pšenica, ječam, tritikale i ovas), po kategorijama, na osnovu godišnjih izveštaja o atestiranim količinama semena i sadnog materijala „Poljoprivredne stručne službe Sombor“ (PSS Sombor), u sklopu sertifikacije semena i sadnog materijala na teritoriji Republike Srbije. Podaci u tabelama prikazuju količine semena strnih žita proizvedenih i atestiranih po regionima (centralna Srbija i Vojvodina), kao i prema poreklu sorti date vrste (domaće i strane), za period od 2018. do 2022. godine. Atestirano seme je podeljeno na kategorije predosnovno seme (POS), osnovno seme (OS), sertifikovano seme I generacije (C1), sertifikovano seme II generacije (C2), prema Zakonu o semenu i sadnom materijalu („Sl. glasnik RS”, br. 54/1993-2495, 67/1993-3111, 35/1994-1079, 43/1994-1372, 135/2004-1, 18/2005-1, 45/2005-12, 101/2005-28). Pored toga, prikazane su i uvezene količine semena strnih žita, kao osnova za dalje umnožavanje.

Rezultati i diskusija

Na osnovu podataka za hlebnu pšenicu (Tab.1), može se primetiti da se najveće količine atestiranog semena proizvedu u Vojvodini (od 94 do 98%), dok na centralnu Srbiju otpada samo 2-6%, zavisno od posmatrane godine. U Vojvodini je smešten najveći broj oplemenjivačkih institucija i semenarskih kompanija, kao i velike setvene površine koje u velikoj meri čine takvu proizvodnju rentabilnom. Za centralnu Srbiju je karakteristična velika usitnjenost zemljišnih poseda, kao i mali broj privrednih subjekata koji se bave semenskom proizvodnjom.

Kategorija	2018/19.	2019/20.	2020/21.	2021/22
UKUPNO				
POS	246.2	342.795	312.45	325
OS	5.136.785	5.083.100	5.092.415	6.338.250
C1	59.791.765	52.717.050	63.762.640	66.091.040
C2	10.164.520	9.080.975	11.170.925	9.089.750
UVOZ	1.345.655	1.034.125	836.695	900.22
TOTAL	75.608.870	67.223.920	80.338.430	81.844.040
%	100	100	100	100
C. SRBIJA				
POS	9.1	13.4	3.95	8.05
OS	0	0	44.45	48.9
C1	1.485.850	3.750.175	3.643.150	4.459.950
C2	0	9.6	0	5.775
UVOZ	0	0	0	14.4
TOTAL	1.494.950	3.773.175	3.691.550	4.522.675
%	2	6	5	6
VOJVODINA				
POS	237.1	329.395	308.5	316.95
OS	5.136.785	5.083.100	5.047.965	6.289.350
C1	58.305.915	48.966.875	60.119.490	61.631.090
C2	10.164.520	9.071.375	11.170.925	9.083.975
UVOZ	1.345.655	1.034.125	836.695	885.82
TOTAL	74.113.920	63.450.745	76.646.880	77.321.365
%	98	94	95	94

U pogledu zastupljenosti domaćih i stranih sorti hlebne pšenice, na osnovu podataka (Tab. 2) može se zaključiti da strane sorte dominiraju (69-74%), kako po količinama atestiranog semena tako i u širokoj proizvodnji. Tokom 2021/22. godine, 131 sorta hlebne pšenice je bila zastupljena u ukupnoj semenskoj proizvodnji, pri čemu je samo 39 domaćih. Sve ovo ukazuje na veliku konkurenciju ali i višegodišnje slabljenje domaćih oplemenjivačkih ustanova. Može se zaključiti da će Srbija, u bliskoj budućnosti, od nekadašnjeg izvoznika sortnog i hibridnog semena postati samo multiplikator tuđeg znanja.

Tabela 2. Atestirane količine semena hlebne pšenice po zemlji porekla u periodu od 2018. do 2022. godine (u kg).

Kategorija	2018/19.	2019/20.	2020/21.	2021/22.
UKUPNO				
POS	246.200	342.795	312.450	325.000
OS	5.136.785	5.083.100	5.092.415	6.338.250
C1	59.791.765	52.717.050	63.762.640	66.091.040
C2	10.164.520	9.080.975	11.170.925	9.089.750
UVOZ	1.345.655	1.034.125	836.695	900.220
TOTAL	75.608.870	67.223.920	80.338.430	81.844.040
%	100	100	100	100
DOMAĆE SORTE				
POS	176.800	236.000	195.925	210.050
OS	2.719.750	2.791.500	2.433.375	3.035.975
C1	25.269.525	16.834.725	17.895.600	18.192.775
C2	0	0	0	0
UVOZ	0	0	0	0
TOTAL	23.166.075	19.862.225	20.524.900	21.438.800
%	31	30	26	26
STRANE SORTE				
POS	69.400	106.795	116.525	109.950
OS	2.417.035	2.291.600	2.659.040	3.257.275
C1	39.791.840	35.882.325	44.442.866	47.898.265
C2	10.164.520	9.080.975	11.170.925	9.089.750
UVOZ	1.345.655	1.034.125	836.695	900.220
TOTAL	52.442.795	47.361.695	59.813.530	60.355.240
%	69	70	74	74

Podaci za dvoredi i višeredi ječam (Tab. 3), ukazuju na sličan procentualni odnos u količinama atestiranog semena između Vojvodine i centralne Srbije. U procesu proizvodnje semena zastupljeno je oko 40 sorti, pri čemu su 2/3 stranih sorti. Veća zastupljenost stranih sorti ječma

(73-81%) može se, delimično, objasniti zahtevima pivarske industrije, koja kao sirovinu u proizvodnji preferira strane sorte.

Tabela 3. Atestirane količine semena dvoredog i višeredog ječma po regionima u periodu od 2018. do 2022. godine (u kg).

Kategorija	2018/19.	2019/20.	2020/21.	2021/22.
UKUPNO				
POS	40.835	112.660	75.025	59.185
OS	625.920	760.885	827.850	744.810
C1	7.318.546	7.702.057	8.907.399	9.273.366
C2	2.063.070	3.091.270	1.466.200	1.454.975
UVOZ	194.461	293.582	262.847	346.431
TOTAL	10.048.371	11.666.872	11.276.474	11.532.336
%	100	100	100	100
C. SRBIJA				
POS	9.300	51.500	6.650	5.900
OS	7.000	81.500	154.975	62.225
C1	351.770	252.785	110.300	673.675
C2	0	0	0	28.600
UVOZ	0	0	0	0
TOTAL	368.070	385.785	271.925	770.400
%	4	3	2	7
VOJVODINA				
POS	31.535	61.160	68.375	53.285
OS	618.920	679.385	672.875	682.585
C1	6.966.776	7.449.272	8.797.099	8.599.691
C2	2.063.070	3.091.270	1.466.200	1.426.375
UVOZ	194.461	293.582	262.847	346.431
TOTAL	9.680.301	11.281.087	11.004.549	10.761.936
%	96	97	98	93

Kod tritikalea, atestirane količine semena proizvedenog na teritoriji centralne Srbije dostižu 10% (Tab. 5), što je rezultat intenzivnijeg rada i promotivnih aktivnosti Centra za strna žita i razvoj sela iz Kragujevca i saradnika.

Tabela 4. Atestirane količine semena dvoredog i višeredog ječma po zemlji porekla u periodu od 2018. do 2022. godine (u kg).

Kategorija	2018/19.	2019/20.	2020/21.	2021/22.
UKUPNO				
POS	40.835	112.660	75.025	59.185
OS	625.920	760.885	827.850	744.810
C1	7.318.546	7.702.058	8.907.400	9.273.367
C2	2.063.070	3.091.270	1.466.200	1.454.975
UVOZ	194.461	293.583	262.848	346.432
TOTAL	10.048.371	11.666.873	11.184.852	11.532.337
%	100	100	100	100
DOMAĆE SORTE				
POS	29.625	99.000	62.275	46.925
OS	353.745	279.920	478.350	384.800
C1	2.324.760	1.811.125	2.205.670	2.068.250
C2	0	0	0	28.600
UVOZ	0	0	0	0
TOTAL	2.708.130	2.190.045	2.746.295	2.528.575
%	27	19	24	22
STRANE SORTE				
POS	11.210	13.660	12.750	12.260
OS	272.175	480.965	349.500	360.010
C1	4.993.786	5.890.933	6.701.730	7.205.117
C2	2.063.070	3.091.270	1.466.200	1.426.375
UVOZ	194.461	293.583	262.848	346.432
TOTAL	7.340.241	9.476.828	8.438.557	9.003.762
%	73	81	76	78

U procesu semenarenja je zastupljeno oko 15 sorti, od čega većinu čine domaće sorte. S obzirom na to, i procentualni odnos je na strani domaćih sorti (60:40).

Tabela 5. Atestirane količine semena tritikalea po regionima u periodu od 2018. do 2022. godine (u kg).

Kategorija	2018/19.	2019/20.	2020/21.	2021/22.
UKUPNO				
POS	23.450	34.625	27.100	23.900
OS	295.495	285.550	354.600	271.500
C1	1.580.115	1.423.095	1.357.437	1.970.875
C2	643.300	644.150	600.500	85.950
UVOZ	30.000	0	0	14.400
TOTAL	2.542.360	2.387.420	2.339.637	2.352.225
%	100	100	100	100
C. SRBIJA				
POS	6.950	11.200	5.000	5.450
OS	36.370	60.000	33.200	60.375
C1	260.015	265.670	111.500	161.025
C2	0	0	0	11.600
UVOZ	0	0	0	14.400
TOTAL	303.335	336.870	149.700	238.450
%	12	14	6	10
VOJVODINA				
POS	16.500	23.425	22.100	18.450
OS	259.125	225.550	321.400	211.125
C1	1.320.100	1.157.425	1.245.937	1.809.850
C2	643.300	644.150	600.500	74.350
UVOZ	30.000	0	0	0
TOTAL	2.239.025	2.050.550	2.189.937	2.113.775
%	88	86	94	90

Najveći deo proizvodnje atestiranog semena ovsa smešten je u centralnoj Srbiji (53% u 2021/22. godini), što je rezultat ekstenzivnosti proizvodnje najvećim delom locirane u brdsko-planinskim područjima Srbije i time niske profitabilnosti u prodaji semenskog ovsa.

Tabela 6. Atestirane količine semena tritikalea po zemlji porekla u periodu od 2018. do 2022. godine (u kg).

Kategorija	2018/19.	2019/20.	2020/21.	2021/22.
UKUPNO				
POS	23.450	34.625	27.100	23.900
OS	295.495	285.550	354.600	271.500
C1	1.580.115	1.423.095	1.357.437	1.970.875
C2	643.300	644.150	600.500	85.950
UVOZ	30.000	0	0	14.400
TOTAL	2.542.360	2.387.420	2.339.637	2.352.225
%	100	100	100	100
DOMAĆE SORTE				
POS	23.450	34.625	27.100	21.500
OS	244.320	253.075	346.675	259.500
C1	688.715	569.245	604.637	1.086.600
C2	0	39.000	80.000	43.750
UVOZ	0	0	0	0
TOTAL	956.485	895.945	1.058.412	1.411.350
%	38	38	45	60
STRANE SORTE				
POS	0	0	0	2.400
OS	51.175	32.475	7.925	12.000
C1	891.400	853.850	752.800	884.275
C2	643.300	605.150	520.500	42.200
UVOZ	30.000	0	0	14.400
TOTAL	1.585.875	1.491.475	1.281.225	940.875
%	62	62	55	40

Isti razlozi mogu poslužiti kao objašnjenje za potpuni izostanak stranih sorti u procesu proizvodnje atestiranih količina semena.

Kategorija	2018/19.	2019/20.	2020/21.	2021/22.
UKUPNO				
POS	37.680	35.070	21.560	20.780
OS	178.350	225.885	168.960	202.050
C1	511.830	540.870	632.195	388.670
C2	0	35.500	80.280	15.890
UVOZ	0	0	0	0
TOTAL	727.860	837.325	902.995	627.390
%	100	100	100	100
C. SRBIJA				
POS	31.760	28.070	15.360	13.380
OS	61.990	78.885	97.340	101.075
C1	126.295	70.440	318.495	199.305
C2	0	35.500	1.320	15.890
UVOZ	0	0	0	0
TOTAL	220.045	212.895	432.515	329.650
%	30	25	48	53
VOJVODINA				
POS	5.920	7.000	6.200	7.400
OS	116.360	147.000	71.620	100.975
C1	385.535	470.430	313.700	189.365
C2	0	0	78.960	0
UVOZ	0	0	0	0
TOTAL	507.815	624.430	470.480	297.740
%	70	75	52	47

Zaključak

Najvažniji zaključak o semenskoj proizvodnji strnih žita u Republici Srbiji je da profit ima prvenstvo u odnosu na nacionalne interese. Podaci o atestiranim količinama semena strnih žita u Republici Srbiji ukazuju na opasnost da će se uticaj srpske nauke na poljoprivrednu proizvodnju smanjiti na minimum u skorijoj budućnosti.

Najveći deo semenske proizvodnje hlebne pšenice, ječma i tritikalea, sem ova, smešten je u Vojvodini, gde proizvodne površine i agroekološki uslovi obezbeđuju veću profitabilnost. U pogledu zastupljenosti domaćih i stranih sorti, strane sorte hlebne pšenice i ječma dominiraju, kako po količinama atestiranog semena tako i u širokoj proizvodnji. Kod tritikalea, udeo domaćih sorti iznosi 60%, dok je za ovas karakterističan potpuni izostanak stranih sorti u procesu proizvodnje atestiranih količina semena.

Literatura

- Babić, V., Pavlov, M. i Boćanski, J. (2016). Stanje i perspektive u oplemenjivačkom i semenarskom sektoru Srbije. Selekcija i semenarstvo, Vol. XXII, broj 2, 19-27.
- Bogdanović, S., Mladenov, V., Balešević, Tubić, S. (2015). The importance of using certified seed. Selekcija i semenarstvo, Vol. XXI, broj 2, 63-67.
- Zakon o semenu i sadnom materijalu - „Sl. glasnik RS”, br. 54/1993-2495, 67/1993-3111, 35/1994-1079, 43/1994-1372, 135/2004-1, 18/2005-1, 45/2005-12, 101/2005-28.
- PSS Sombor (2019). Godišnji izveštaj o atestiranim količinama semena i sadnog materijala u sezoni 2018/2019. godine, 1-40.
- PSS Sombor (2020). Godišnji izveštaj o atestiranim količinama semena i sadnog materijala u sezoni 2019/2020. godine, 1-40.
- PSS Sombor (2021). Godišnji izveštaj o atestiranim količinama semena i sadnog materijala u sezoni 2020/2021. godine, 1-40.
- PSS Sombor (2022). Godišnji izveštaj o atestiranim količinama semena i sadnog materijala u sezoni 2021/2022. godine, 1-40.

**PRINOS SUVIH STABALA MISKANTUSA U PROIZVODNIM
USLOVIMA ISTOČNOG SREMA**

**YIELD OF DRY MISCANTUS STALKS IN THE PRODUCTION
CONDITIONS OF EASTERN SREM**

Nenad Đurić^{1*}, Vladimir Stepić², Dobrivoj Poštić³, Gorica Cvijanović⁴, Vera Rajičić⁵, Radiša Đorđević¹, Jasmina Balijagić⁶

¹*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

²*Visoka poljoprivredna škola, Šabac*

³*Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd*

⁴*Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacionu tehnologiju, Kragujevac*

⁵*Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac*

⁶*Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica, Crna Gora*

**Autor za korespondenciju: ndjuric@institut-palanka.rs*

Izvod

U radu su prikazana istraživanja proizvodnih mogućnosti miskantusa u agroekološkim uslovima istočnog Srema, na lokalitetu sela Surduk. Urađene su analize za visinu stabla, broj izdanaka u bokoru i prinos suvih stabala u petogodišnjem ogledu, od 2015. do 2019. godine, u zavisnosti od agroekoloških uslova i varijanti đubrenja bez prihranjivanja i uz prolećnu prihranu od 30 kg ha¹.

Ključne reči: miskantus, lokalitet, agroekološki uslovi, prinos stabala

Abstract

The paper presents research into the production possibilities of miscanthus in the agro-ecological conditions of eastern Srem, at the location of the village of Surduk. The height of the stalks, the number of shoots in the cheerleader and the yield of dry trees were analyzed in a five-year trial from 2015 to 2019, depending on agroecological conditions

and fertilization variants without top dressing and with spring top dressing of 30 kg ha¹.

Key words: miscanthus, locality, agroecological conditions, yield of trees

Uvod

Poslednje tri decenije, nekoliko višegodišnjih samoniklih i gajenih travnih vrsta je predmet interesovanja agroekologa, biologa i agronoma u Evropi i Srbiji. Ovim istraživanjima je obuhvaćena travna vrsta miskantus (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.), koja ima intenzivan porast i dostiže visinu tri do četiri metra, koja daje veliku biomasu podesnu za različite načine korišćenja. Prema istraživanjima do kojih su došli brojni istraživači (Hastings et al., 2008; Burner et al., 2015; Živanović et al., 2014; Đurić i sar., 2015; Djuric and Gamoclija, 2017; Đurić i sar., 2019; Glamočlija i sar., 2022), produktivni organi miskantusa bi se mogli koristiti u mnogim industrijskim granama. Miskantus je u početku gajen samo kao dekorativna biljka. Ova biljna vrsta odlikuje se izuzetno snažnim porastom i visokim genetičkim potencijalom rodosti (Maksimović, 2019; Glamočlija i sar., 2022) i postala je značajna kao energetska usev u Evropi, a sve više i kod nas. Kao posledica njegove triploidnosti, miskantus ne obrazuje fertilno seme, te ne postoji mogućnost širenja biljaka van zasada i zakorovljavanje okolnih poljoprivrednih površina (Đurić i sar., 2015; Glamočlija i sar., 2022). Miskantus se gaji za proizvodnju biogoriva iz nadzemne biomase. Sveža biomasa, biljaka košenih u fazi metličenja (avgust-septembar), služi kao sirovina za dobijanje biogasa i bioetanola, dok se suva stabla (januar-februar) direktno sagorevaju u velikim kotlovskim postrojenjima termoelektrana ili služe za proizvodnju peleta i briketa (Fowler et al., 2003; Janković i sar., 2017; Živanović et al., 2017). Svrstan je u grupu energetskih useva, čija je uloga da sagorevanjem oslobađa toplotu, smanjuje emisiju CO₂ i drugih štetnih gasova u atmosferu. CO₂, koji se pri sagorevanju miskantusa oslobađa, biljke su tokom godine usvojile iz atmosfere, tako da se njegova koncentracija ne povećava (Hastings et al., 2008; Styles et al., 2007). Sagorevanjem biomase miskantusa snižava se emisija CO₂. Kako ističu Styles et al. (2007) odnos ekvivalenta kW h⁻¹ proizvedene struje i emisije CO₂ je 0,131 kilograma, dok je sagorevanjem

uglja taj odnos 7,5 puta veći, 0,990 kilograma SO₂. U pojasu umerene kontinentalne klime, miskantus je pored španske trske usev sa najvećim potencijalom energije po jedinici površine (Glamočlija i sar., 2022). U budućnosti, sveža biomasa miskantusa će se koristiti za dobijanje gasovitih i tečnih biogoriva, koja se dobijaju razlaganjem celuloze, hemiceluloze i lignina. Ova goriva su relativno jeftina i dobra su zamena za fosilna (škrljci, nafta i prirodni gas).

Cilj ovog istraživanja je da se analizira uticaj agroklimatskih uslova lokaliteta istočnog Srema u Vojvodini na prinos suve biljne mase miskantusa, u pet različitih proizvodnih godina sa i bez prolećne prihrane azotnim đubrivima.

Materijal i metode rada

Ogled je postavljen na lokalitetu istočnog Srema u podunavskom selu Surduk 2012. godine. Zemljište pripada tipu karbonatni černozem na lesnoj zaravni. Nalazi se na nadmorskoj visini od 150 metara.

Zasad na oglednom polju dužine 10 m i širine 2 m formiran je u aprilu 2012. godine sadnjom dva rizoma po kvadratnom metru, tako da je dobijeno osam elementarnih parcela sa po dva bokora, ukupno 40 bokora. Na četiri parcele, u slučajnom rasporedu, zasad je svake godine prihranjivan krajem marta sa po 30 kg ha⁻¹ čistog azota, dok je na druge četiri parcele gajen bez dopunske mineralne ishrane. Sa svake elementarne parcele uzimani su uzorci, a preostala pokošena biomasa je prirodno sušena i naknadno je određivan prinos po bokoru, koji je preračunat po jedinici površine.

Ukupne količine padavina prikazane su po mesečnom rasporedu, zatim količine u toku vegetacionog perioda. Ove vrednosti su uzete iz najbliže meteorološke stanice u Institutu PKB Agroekonomik, Beograd (tabela 1).

Podaci za prosečne mesečne temperature vazduha po godinama i višegodišnje toplotne vrednosti uzete su iz Meteorološke stanice u Institutu PKB Agroekonomik (tabela 2).

Agrohemijska analiza zemljišta urađena je u laboratoriji EKO-LAB u Padinskoj Skeli. Rezultati su prikazani u tabeli 3. Kiselost zemljišta utvrđena je na pH-metru, gde je meren napon koji je stvoren od aktivnosti vodonikovih jona u suspenziji zemljišta i to u normalnom rastvoru KCl (pH u nKCl-u), metodom po Kappen-u. Sadržaj humusa određen je po

metodi Kotzman-a, računskim putem na bazi oksidacije ugljenika iz organskog dela zemljišta rastvorom kalijumpermanganata (0,1n KMnO₄ i titracijom sa oksalnom kiselinom).

Tabela 1. Količine i raspored padavina (mm) 2015-2019.

Meseci	Godine					Prosek
	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	
Januar	49,0	46,0	23,0	39,0	22,0	55
Februar	49,0	41,0	20,0	47,0	34,0	51,0
Mart	97,0	79,0	29,0	58,0	12,0	54,0
April	25,0	35,0	66,0	35,0	77,0	52,0
Maj	88,0	76,0	116,0	81,0	142,0	80,0
Jun	20,0	98,0	37,0	85,0	89,0	82,0
Jul	5,0	35,0	16,0	97,0	43,0	65,0
Avgust	69,0	12,0	30,0	77,0	40,0	56,0
Septembar	86,0	45,0	61,0	53,0	28,0	54,0
Oktoabar	68,0	58,0	57,0	37,0	14,0	54,0
Novembar	51,0	50,0	52,0	49,0	54,0	52,0
Decembar	14,0	63,0	37,0	65,0	55,0	45,0
III-IX	390,0	380,0	355,0	486,0	431,0	443,0
I-XII	621,0	632,0	544,0	723,0	610,0	700,0

Tabela 2. Srednje temperature vazduha (°C) 2015-2019.

Meseci	Godine					Prosek
	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	
Januar	3,0	1,0	-5,0	3,0	2,0	1,6
Februar	3,0	7,0	3,0	2,0	6,0	2,1
Mart	7,0	8,0	10,0	5,0	11,0	6,9
April	12,0	13,0	12,0	17,0	14,0	13,0
Maj	19,0	18,0	18,0	20,0	16,0	18,3
Jun	23,0	22,0	23,0	21,0	24,0	22,4
Jul	28,0	23,0	25,0	22,0	24,0	24,0
Avgust	26,0	23,0	25,0	24,0	26,0	23,5
Septembar	21,0	19,0	18,0	18,0	20,0	18,5
Oktoabar	11,0	14,0	13,0	14,0	16,0	11,2
Novembar	7,0	8,0	7,0	8,0	12,0	7,1
Decembar	3,0	3,0	4,0	3,0	6,0	2,4
IV-IX	19,4	17,5	18,0	17,6	19,3	17,2
I-XII	13,6	13,3	12,8	12,9	14,8	13,1

Sadržaj azota utvrđen je računskim putem preko sadržaja humusa i iskazan u procentima. Lakopristupačni fosfor (mg P₂O₅ na 100 gr-1) i kalijum (mg K₂O na 100 gr-1) utvrđeni su Al-metodom (po Egner-Riehm-u) uz očitavanje optičke gustoće fosfora na spektrofotometru, a kalijuma na plamenom fotometru. Sadržaj fosfora i kalijuma u zemljištu iskazan je u miligramima na 100 gr zemljišta.

Tabela 3. Agrohemijska analiza zemljišta

Dubina	pH (H ₂ O)	pH (nKCl)	Humus (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹)	K ₂ O (mg 100 g ⁻¹)
0-30 cm	7,9	7,1	3,66	0,253	17,4	21,6
30-60 cm	8,2	7,3	3,41	0,219	15,1	19,4
Prosek	8,1	7,2	3,54	0,236	16,3	20,5

Statističke analize su sprovedene pomoću programa IBM SPSS Statistics Version 20.

Rezultati i diskusija

Prosečna vrednost visine stabla tokom petogodišnjih istraživanja bila je 294,1 cm, sa vrlo značajnim variranjima po godinama istraživanja. Drugi tretman, prihranjivanje azotom, u višegodišnjem proseku takođe je uticao na ovu morfološku osobinu miskantusa (tabela 4).

U godinama kada su količine padavina u vegetacionom periodu bile ispod 400 mm, biljke su formirale stabla visine od 224,5 cm (2015. godina), do 306,5 cm (2016. godina). Prosečna visina stabala, u godinama sa više od 400 mm padavina u vegetacionom period, bila je 342,0 cm (2018. godina), odnosno 359,0 cm (2019. godina).

Ove vrednosti značajno su veće u poređenju sa prosečnom visinom u prvoj i trećoj godini istraživanja. Uticaj azota na visinu stabala bio je značajan u petogodišnjem proseku, kao i u drugoj i vrlo značajan u četvrtoj i petoj godini.

Najviša stabla biljke su imale u 2019. godini (359,0 cm), kako u kontroli (357,0 cm), tako i u varijanti sa prihranjivanjem (361,0 cm).

Biljke miskantusa su u petogodišnjem periodu razvijale prosečno 27,6 nadzemnih stabala po bokoru, uz značajna variranja na koja su uticali

promenljivi vremenski uslovi po godinama istraživanja, u interakciji sa sistemom dopunske ishrane biljaka (tabela 5).

Tabela 4. Visina stabla (cm) 2015-2019.

Godina	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Prosek
Varijanta						
Kontrola	222	295	235	328	357	287,4
N, 30 kg ha ⁻¹	227	318	242	356	361	300,9
Prosek	224,5	306,5	238,5	342,0	359,0	294,1
LSD, godine			5%	74,474	1%	129,668
LSD, N ₃₀			5%	15,26	1%	26,57

Analiza broja stabala u bokoru po godinama pokazala je da su razlike, od najmanje vrednosti (19,75 u prvoj), do najveće (32,1 u trećoj) bile oko 45%. Značajna variranja, koja su posledica promenljivih vremenskih uslova, bila su samo u prvoj i drugoj u odnosu na treću, četvrtu i petu godinu. Između ostalih godina razlike u broju nadzemnih stabala bile su manje od 5%.

Tabela 5. Broj izdanaka u bokoru 2015-2019.

Godina	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Prosek
Varijanta						
Kontrola	19,0	25,5	30,2	27,7	27,5	25,98
N, 30 kg ha ⁻¹	20,5	29,0	34,0	30,8	31,8	29,22
Prosek	19,75	27,25	32,1	29,25	29,65	27,6
LSD, godine			5%	4,812	1%	8,562
LSD, N ₃₀			5%	3,156	1%	5,589

Drugi tretman, dopunska ishrana biljaka azotom, u petogodišnjem periodu statistički je značajno uticao na povećanje broja stabala po bokoru. Analizom pojedinačnih tretmana utvrđeno je da upotreba azota ima efekte samo u godinama povoljnog vodnog režima, ali ne i u godinama izražene suše u periodu porasta izdanaka (prva i druga godina). Do sličnih rezultata došli su mnogi istraživači, proučavajući produkciju miskantusa, kako u različitim vremenskim, tako i zemljišnim uslovima (Ikanović i sar., 2015; Glamočlija i sar., 2018). Maksimović (2016) ističe da na broj novoformiranih izdanaka veći uticaj imaju vremenski uslovi i

godina starosti nego gustina sadnje miskantusa. Uticaj azota na intenzitet bokorenja veći je na siromašnim zemljištima, povoljnijem vodnom režimu (navodnjavanje useva) kao i u prvim godinama života biljaka (Christou et al., 2001; Dželetović and Glamočlija, 2015; Đurić i sar., 2019).

Prinos suvih stabala u petogodišnjem proseku, dobijen merenjem celokupne suve biomase, posle kosidbe i preračunat u kilograme po hektaru bio je 25.953 kg ha⁻¹. Na značajna variranja prinosa suvih stabala u ukupnom proseku uticali su vremenski uslovi, kao i prihranjivanje useva (tabela 6).

Tabela 6. Preračunati prinos suvih stabala (kg ha⁻¹) 2015-2019.

Godina	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Prosek
Varijanta						
Kontrola	20.42	25.320	18.02	30.65	33.373	25.560
	5		5	5		
N, 30 kg ha ⁻¹	21.47	25.550	17.98	32.21	34.525	26.347
	0		0	0		
Prosek	20.94	25.435	18.00	31.43	33.949	25.953
	8		3	3		
LSD, godine	5%	6.985,5			1%	11.952,2
LSD, N ₃₀	5%	756,47			1%	1.317,01

U 2017. godini dobijen je najmanji prosečan prinos suvih stabala (18.003 kg ha⁻¹), jer je bilo i najmanje padavina. Prosečan prinos suvih stabala u prve tri godine, sa najnepovoljnijim vodnim režimom, bio je 21.462 kg ha⁻¹. Poređenjem sa četvrtom i petom godinom, kada je bilo daleko više padavina, prosečan prinos suvih stabala (32.681 kg ha⁻¹) bio je manji za 48%. Prihranjivanje useva imalo je u ukupnom petogodišnjem proseku značajan uticaj na prinos suvih stabala. Na veći efekat azota u prihranjivanju useva uticali su i količine i mesečni raspored padavina u vegetacionom periodu miskantusa. Poređenjem dobijenih prinosa sa prethodnim istraživanjima mnogih autora (Christou et al., 2001; Clifton-Brown and Lewandowski, 2002; Fowler et al., 2003; Maksimović, 2016; Dželetović and Glamočlija, 2015; Đurić i sar., 2019), može se konstatovati da prinosi suvih stabala miskantusa zavise od mnogih

činilaca, kako agroekoloških tako i od primenjene tehnologije proizvodnje.

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja uticaja vremenskih i zemljišnih uslova na proizvodnju miskantusa, na visoko produktivnom zemljištu istočnog Srema može se zaključiti sledeće:

Miskantus je višegodišnja biljna vrsta koja se prilagođava različitim agroekološkim uslovima.

Kao triploidni hibrid, ne obrazuje fertilno seme, te njegovim gajenjem ne postoji opasnost od zakorovljavanja susednih poljoprivrednih površina.

Agroekološki značaj miskantusa se ogleda u tome što se može uspešno gajiti i na površinama na kojima se nije odvijala intenzivna poljoprivredna proizvodnja, kao i na površinama nepodesnim za druge ratarske kulture i zemljištima u procesu rekultivacije.

Kao energetskog useva, gajenje miskantusa je veoma značajno sa stanovišta očuvanja životne sredine, jer bi se daljim širenjem proizvodnje miskantusa smanjilo eksploatiranje fosilnih goriva koja su već dosta iscrpljena, a i samim sagorevanjem biomase miskantusa smanjuje se emisija štetnih gasova u atmosferu.

Gajenje miskantusa je jednostavno i ekonomski nije zahtevno, u poređenju sa ostalim ratarskim kulturama, iz sledećih razloga: u našim predelima miskantus ne napadaju štetočine i patogeni, te je upotreba pesticida smanjena, najviše radnih operacija je potrebno u prvoj godini nakon zasnivanja zasada kako bi se suzbili višegodišnji korovi i održala rastresita struktura zemljišta, dok je u sledećim godinama borba protiv korova manje izražena, jer biomasa miskantusa pokriva međuredni prostor i na taj način guši korove.

Prosečna vrednost visine stabla tokom petogodišnjih istraživanja bila je 294,1 cm, sa vrlo značajnim variranjima po godinama istraživanja.

Prihranjivanje azotom u višegodišnjem proseku takođe je uticalo na ovu morfološku osobinu miskantusa. Prinos suvih stabala za ceo ogled u petogodišnjem proseku, preračunat u kilograme po hektaru, bio je 25.953 kg ha⁻¹.

Zahvalnica

Ova istraživanja su sprovedena na osnovu Ugovora o finansiranju od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Br. projekta 451-03-68/2020-14/200216).

Literatura

- Burner, D. M., Ashworth, D., Pote, J., Kiniry, D., Belesky, J., Houx, P., Carver, F., Fritschi (2017). Dual-use bioenergy-livestock feed potential of giant miscanthus, giant reed, and miscane. *Agricultural Sciences* 8: 97-112.
- Christou, M., Mardikis, M., Alexopoulou, E. (2001). Research on the effect of irrigation and nitrogen upon growth and yields of *Arundo donax* L. in Greece. *Aspects of Applied Biology* 65: 47-55.
- Clifton-Brown, J.C., Lewandowski, J. (2002). Screening *Miscanthus* genotypes in field trials to optimise biomass yield and quality in Southern Germany. *European Journal of Agronomy* 16(2): 97-100.
- Dželatović, Ž., Glamočlija Đ. (2015). Effect of nitrogen on the distribution of biomass and element composition of the root system of *Miscanthus × giganteus*. *Archives of Biological Sciences, OnLine-First* (00): 547-560.
- Đurić, N., Kresović, B., Glamočlija, Đ. (2015): Sistemi konvencionalne i organske proizvodnje ratarskih useva. Monografija, Institut PKB Agroekonomik, Beograd.
- Djuric, N., Glamočlija, Đ. (2017). Introduction of miscanthus in agricultural production in Serbia and the potential for using biomass for obtaining alternative fuels. International Scientific Conference, 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, Thematic Proceedings, 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 Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, Vol. 25(1-2): 89-98. UDK 167.7.63, ISSN: 0354-1320, COBISS. SR-ID 105536775.
- Fowler, P. A., McLauchlin, A. R., Hall, L. M. (2003). The potential industrial uses of forage grasses including *Miscanthus*. Bio-Composites Centre, Univ. of Wales, Bangor, pp. 40.
- 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 Managment, 19. May, Megatrend University, Faculty of Managment, Zaječar, Serbia, pp. 173-178.
- Glamočlija, Đ., Đurić, N., Maksimović, J. (2022). Visoke trave (fam. *Poaceae*). Monografija, Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, 1-357, ISBN-978-86-89177-04-6, COBISS.SR-ID 69631497, CIP 633.21:582.546
- 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*, Vol. 28, pp. 465-472.
- Ikanović, J., Popović, V., Janković, S., Rakić, S., Dražić, G., Živanović, Lj., Kolarić, Lj., Lakić, Ž. (2015). Produkcija biomase miskantusa gajenog na degradiranom zemljištu. *Radovi sa XXIX savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista*. Vol. 21. br. 1-2, str. 115-124.
- Janković, S., Glamočlija, Đ., Prodanović, S. (2017). Energetski usevi. Monografija. Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd.
- 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.
- Maksimović, J., Dinić, Z., Pivić, R., Stanojković-Sebić, A., Dželetović, Ž., Mladenović-Glamočlija, M., Glamočlija, Đ. (2019). Environmental sustainability of marginal soils by *Miscanthus* cultivation: A review. *Proceedings of the 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems*, Szeged, Hungary, pp. 186-190.
- Styles, D., Jones, M. B. (2007). Energy crops in Ireland: quantifying the potential life-cycle greenhouse gas reductions of energy-crop electricity. *Biomass and Bioenergy* 31(11–12): 759-772.
- 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*, www.inceda-fundulea.ro, DII 2067-5720, RAR 428, No. 31, 291-298.

UTICAJ FOLIJARNE PRIHRANE NA VISINU BILJAKA SOJE

THE EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION ON THE HEIGHT OF SOYBEAN PLANTS

Vojin Đukić^{1*}, Jegor Miladinović¹, Zlatica Mamlić¹, Gordana Dozet², Gorica Cvijanović³, Nenad Đurić⁴, Vojin Cvijanović⁵

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad*

²*Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za Biofarming, Bačka Topola*

³*Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac*

⁴*Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka*

⁵*Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd*

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

Izvod

Visoki prinosi i stabilna proizvodnja soje pod direktnim su uticajem količine i dostupnosti hraniva biljkama. Cilj ovih istraživanja je ispitivanje uticaja NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnih mikroorganizama na visinu biljaka kod tri sorte soje, različite grupe zrenja. Efektivni mikroorganizmi i NPK đubrivo sa mikroelementima statistički veoma značajno povećavaju visinu biljaka soje. NPK đubrivo sa mikroelementima povećalo je visinu biljaka za 1,92%, dok je kombinacija NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnih mikroorganizama povećala visinu biljaka soje za 6,30%.

Ključne reči: soja, visina biljaka, NPK đubrivo, efektivni mikroorganizmi

Abstract

High yields and stable soybean production are under direct influence of plant nutrient quantity and availability. The aim of this research was to examine the effect of NPK fertilizer with trace elements and effective

microorganisms on the plant height of three soybean varieties which belong to different maturation groups. Effective microorganisms and NPK fertilizer with trace element statistically very significantly increase plant height. NPK fertilizer with trace elements increased the plant height by 1,92%, while the combination of NPK fertilizer with trace elements and effective microorganisms increase plant height by 6,30%.

Key words: soybean, plant height, NPK fertilizer, effective microorganisms

Uvod

Za uspešnu primenu đubriva u poljoprivrednoj proizvodnji neophodno je poznavati potrebe gajenih biljnih vrsta za hranivima i vreme intenzivnog usvajanja. Soja usvaja fosfor i kalijum tokom celog vegetacionog perioda, najveće potrebe za fosforom su od cvetanja do punog formiranja zrna, a za kalijum intenzivni vegetativni porast, dok se usvajanje kalijuma usporava početkom faze formiranja zrna (Đukić i Dozet, 2014).

Ishrana soje azotom je veoma specifična, a biljke soje mogu azot usvajati iz vazduha, iz zemljišta i preko lista. Pored đubriva i različiti agroekološki uslovi imaju znatan uticaj na ostvareni prinos soje (Cvijanović i sar., 2019). Oscilacije prinosa i vrednosti morfoloških osobina u pojedinim godinama potvrđuju da vremenski uslovi tokom vegetacije imaju veliki uticaj na prinos soje (Đukić, 2009; Dozet, 2009; Dozet i sar., 2013; Cvijanović, 2017).

Intenzivna biljna proizvodnja podrazumeva niz mera koje je neophodno preduzeti kako bi se ostvarili maksimalni prinosi po jedinici površine (Randelović i sar., 2018). Folijarna đubriva sadrže elemente koje biljke lako usvajaju, a njihova efikasnost zavisi od količine hraniva u zemljištu, potrebe biljaka za određenim elementima, stanja useva i vremena primene (Miladinov i sar., 2018).

Visina biljaka zavisi od uslova godine, a povećava sa primenom NPK đubriva i preparata EM Aktiv (Abduladim, 2020). Visina biljaka je morfološka osobina soje, pod velikim je uticajem klimatskih faktora, prvenstveno količine padavina u prvom delu vegetacije, zavisi od gajenog genotipa, ali i od plodnosti zemljišta, odnosno količine hraniva dostupnih biljkama soje.

Folijarna upotreba efektivnih mikroorganizama i NPK đubriva sa mikroelementima povećava visinu biljaka, povećavajući potencijal za ostvareni prinos soje (Cvijanović i sar., 2021). Takođe, Bajagić et al. (2022) zaključuju da kombinacija NPK đubriva sa efektivnim mikroorganizmima značajno povećava broj i masu nodula na korenu soje, što dovodi do brže mineralizacije organske materije u zemljištu, pri čemu se izdvaja veća količina biogenih elemenata koji su dostupniji korenu biljaka i samim mikroorganizmima. Izuzetno je važno da odabrane sorte budu ne samo dobro prilagođene konkretnim agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptabilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i sar., 2017).

Cilj ovih istraživanja je da se sagleda uticaj folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnih mikroorganizama na visinu biljaka kod tri sorte soje, različite dužine vegetacionog perioda, u tri godine istraživanja.

Materijal i metode rada

Istraživanja su izvršena u trajanju od tri godine, tokom 2017, 2018. i 2019. godine, na oglednoj parceli Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima.

Ogled je postavljen u četiri ponavljanja, sa tri sorte soje različite dužine vegetacionog perioda, stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Galina koja pripada 0 grupi zrenja, NS Apollo iz I grupe zrenja i Rubin koji po dužini vegetacije pripada II grupi zrenja. U ogledu je primenjeno NPK mineralno folijarno đubrivo sa mikroelementima (formulacije N 8%, P 8%, K 6%, B 0,01%, Cu 0,004%, Fe 0,02%, Mn 0,012%, Mo 0,001% i Zn 0,004%), dve primene tokom vegetacije u kočini od 5 lha⁻¹ i mikrobiološko đubrivo sa efektivnim mikroorganizmima EM-aktiv (dva tretiranja u toku vegetacije količinom od 5 lha⁻¹).

U fazi tehnološke zrelosti, uzeti su uzorci biljnog materijala za morfološke analize. U ovom radu analiziran je uticaj primene folijarnih tretmana na visinu biljaka soje. Rezultati istraživanja obrađeni su analizom varijanse trofaktorijalnog ogleda, a značajnost razlika testirana je LSD testom na nivou značajnosti 1% i 5% (statistički program „Statistica 10.0“). Rezultati su predstavljeni tabelarno.

Rezultati i diskusija

Prosečne temperature u vegetacionom periodu za 2017. i 2019. godinu (Tabela 1) bile su veće za 1,6°C, a u 2018. godini za 2,8°C u odnosu na višegodišnji prosek (18,1°C). U 2017. godini zabeležene su visoke temperature u periodu intenzivnog porasta biljaka i u drugom delu vegetacionog perioda. U junu su temperature bile za 3,1°C, više od višegodišnjeg proseka, u julu za 2,6°C, a u avgustu za 3,6°C, što je veoma nepovoljno za rast i razvoj soje jer u ovom periodu protiče cvetanje, formiranje mahuna i nalivanje zrna (Đukić i sar., 2018). Temperature u 2018. godini bile su visoke u prvom delu vegetacije (april i maj 5,7°C i 3,5°C iznad višegodišnjeg proseka) i u avgustu (3,1°C iznad proseka). U 2019. godini, aprilske temperature bile su više od višegodišnjeg proseka za 2,4°C, majske niže za 2,0°C, a u vreme cvetanja i formiranja mahuna (jun) i nalivanja zrna (avgust), temperature su bile za 2,5°C, odnosno 3,5°C iznad višegodišnjeg proseka.

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanim godinama.

Mesec	Srednje mesečne temperature				Padavine			
	2017	2018	2019	Višegod. prosek 1964-2016	2017	2018	2019	Višegod. prosek 1964-2016
IV	11,4	17,4	14,1	11,7	57,0	50,0	54,0	47,4
V	17,6	20,5	15,0	17,0	82,9	64,0	85,0	67,4
VI	23,2	21,7	22,6	20,1	65,7	164,0	64,0	87,6
VII	24,3	22,1	22,8	21,7	12,0	83,0	22,0	67,4
VIII	24,8	24,3	24,7	21,2	17,4	51,0	80,0	59,0
IX	16,9	19,5	19,2	17,0	81,5	27,2	54,0	47,5
Prosek, Suma	19,7	20,9	19,7	18,1	316,5	439,2	359,0	376,4

Prosečna količina padavina u vegetacionom periodu soje u 2017. godini bila je manja za 59,9 lm^{-2} , a u 2019. godini za 17,4 lm^{-2} u odnosu na višegodišnji prosek (316,5 lm^{-2}), dok je u 2018. godini bilo više padavina za 62,8 lm^{-2} u odnosu na višegodišnje vrednosti. Nedostatak padavina u 2017. godini bio je izražen u drugoj polovini juna, julu i avgustu, što je uz visoke temperature dovelo do prinudnog sazrevanja biljaka i značajnog smanjenja prinosa soje (Đukić i sar., 2017). U 2018. godini nedostatak padavina javio se u avgustu i septembru, ali je raspored

bio povoljniji u odnosu na 2017. godinu. Nedostatak padavina u 2019. godini bio je izražen u drugoj polovini juna i tokom jula, uz povoljnije temperaturne uslove u odnosu na 2017. godinu.

Tabela 2. Uticaj folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnih mikroorganizama na visinu biljaka soje.

Godina (A)	Sorta (B)	Folijarna prihrana (C)			Prosek AxB	Prosek A
		kontrola	NPK	NPK+E.M.		
2017	Galina	73,4	74,8	79,6	75,93	73,40
	NS Apolo	60,8	62,0	65,5	62,77	
	Rubin	79,6	80,8	84,1	81,50	
	Prosek AxC	71,3	72,5	76,4		
2018	Galina	91,0	91,9	94,1	92,33	90,04
	NS Apolo	82,6	85,4	91,8	86,60	
	Rubin	90,7	90,9	92,0	91,20	
	Prosek AxC	88,10	89,40	92,63		
2019	Galina	86,2	88,5	92,4	89,03	86,90
	NS Apolo	76,3	78,7	82,0	79,00	
	Rubin	90,4	92,0	95,6	92,67	
	Prosek AxC	84,30	86,40	90,00	Prosek B	
Prosek BxC	Galina	83,53	85,07	88,70	85,77	
	NS Apolo	73,23	75,37	79,77	76,12	
	Rubin	86,90	87,90	90,57	88,46	
Prosek C		81,22	82,78	86,34		
Prosek 2017-2019.					83,45	

LSD	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	12,02	8,53	4,14	8,33	4,39	5,41	8,08
5%	7,34	5,82	2,82	5,50	3,05	3,62	5,39

Prosečna vrednost za visinu biljaka u sve tri godine istraživanja, kod sve tri sorte soje i na sve tri varijante primene folijarnih đubriva iznosi 783,45 cm (tabela 2).

Posmatrajući prosečne vrednosti za visinu biljaka po godinama uočava se da je visina biljaka u 2018. godini (90,04 cm) i 2019. godini (86,90 cm) statistički veoma značajno viša u odnosu na 2017. godinu (73,40 cm).

Posmatrajući visinu biljaka po sortama soje uočava se da je vrednost visine biljaka kod sorti Rubin (88,46 cm) i Galina (85,77 cm) statistički veoma značajno viša u odnosu na sortu soje NS Apollo (76,12 cm).

Posmatrajući visinu biljaka po varijantama folijarne prihrane uočava se da je najviša visina ostvarena na varijanti sa folijarnom prihranom NPK đubrivom sa mikroelementima i efektivnim mikroorganizmima (86,34 cm), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (81,22 cm) i statistički značajno viša vrednost u odnosu na folijarnu prihranu samo NPK đubrivom sa mikroelementima (82,78 cm).

Posmatrajući vrednosti za visinu biljaka u istim godinama a kod različitih sorti uočavamo da je visina biljaka u 2017. godini kod sorti Rubin (81,50 cm) i Galina (75,93 cm) statistički veoma značajno viša u odnosu na sortu soje NS Apollo (62,77 cm). Statistički značajno viša visina biljaka zabeležena je i kod sorte soje Rubin u odnosu na sortu soje Galina. U 2018. godini sorta soje Galina (92,33 cm) imala je statistički značajno višu vrednost za visinu biljaka u odnosu na sortu soje NS Apollo (86,60 cm). U 2019. godini sorte soje Rubin (92,67 cm) i Galina (89,03 cm) imale su statistički veoma značajno više vrednosti za visinu biljaka u odnosu na sortu soje NS Apollo (79,00 cm).

Posmatrajući istu godinu, a različite varijante folijarnih tretmana uočava se da je u 2017. godini visina biljaka soje na varijanti sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnim mikroorganizmima u vidu preparata EM Aktiv (76,40 cm) statistički veoma značajno viša u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (71,27 cm) i statistički značajno viša u odnosu na primenu NPK đubriva sa mikroelementima (72,53 cm).

U 2018. godini visina biljaka na varijanti sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnim mikroorganizmima u vidu preparata EM Aktiv (92,63 cm) statistički je veoma značajno viša u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (88,10 cm) i statistički značajno viša u odnosu na primenu NPK đubriva sa mikroelementima (89,40 cm).

U 2019. godini visina biljaka na varijanti sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnim mikroorganizmima u vidu preparata EM

Aktiv (90,00 cm) statistički je veoma značajno viša u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (84,30 cm) i statistički značajno viša u odnosu na primenu NPK đubriva sa mikroelementima (86,40 cm).

Posmatrajući iste sorte soje, a različite varijante folijarnih tretmana uočava se da je kod sorte Galina statistički značajno viša vrednost za visinu biljaka kod varijante ogleđa sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnim mikroorganizmima (88,70 cm) u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (83,53 cm) i varijantu sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima (85,07 cm).

Kod sorte NS Apollo visina biljaka na varijanti ogleđa sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnim mikroorganizmima (79,77 cm) statistički je veoma značajno viša u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (73,23 cm) i statistički značajno viša u odnosu na varijantu sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima (75,37 cm).

Kod sorte Rubin, visina biljaka na varijanti ogleđa sa primenom NPK đubriva sa mikroelementima i efektivnim mikroorganizmima (90,57 cm) statistički je značajno viša u odnosu na kontrolnu varijantu ogleđa (86,90 cm).

Zaključak

Na osnovu analiziranih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Visina biljaka je morfološka osobina soje, koja je pod velikim uticajem klimatskih faktora, prvenstveno količine padavina u vegetacionom periodu soje.

Visina biljaka je sortna osobina, ali veliki uticaj na nju ima plodnost zemljišta, odnosno količine hraniva dostupnih biljkama soje.

Folijarna upotreba NPK đubriva sa mikroelementima u kombinaciji sa efektivnim mikroorganizmima povećava visinu biljaka, povećavajući potencijal za ostvareni prinos soje.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci (evidencioni broj 451-03-68/2022-14/200032).

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, 211.
- 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, XXXV International scientific conference Knowledge without borders, 01-03 March, 2022., Vrnjanska Banja, Serbia, 51.3, pp. 471-476.
- Cvijanović, G., Đukić, V., Cvijanović, M., Cvijanović, V., Dozet, G., Đurić, N., Stepić, V. (2019). Značaj folijarnih tretmana soje u različitim agroekološkim uslovima na prinos zrna i sadržaj ulja. Zbornik radova 60. Savetovanja Proizvodnja i prerada uljarica, 16-21. Jun 2019., Herceg Novi, 79-86.
- Cvijanović, G., Abduladim, E., Đurić, N., Đukić, V., Dozet, G., Miladinov Mamlić, Z., Abduladim, A. (2021). Uticaj primene NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama na masu i visinu biljaka soje. Zbornik radova, XXVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 12-13 Mart, 2021. 61-66.
- Cvijanović Marija (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, 1-247.
- 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 Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series, IGI GLOBAL BOOK USA, pp. 1-22.
- Đukić, V. (2009). Morfološke i proizvodne osobine soje ispitivane u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun, 127.
- Đukić, V., Dozet, G. (2014). Tehnologija gajenja semenskog useva soje: (Svetlana Balešević-Tubić, Jegor Miladinović red.): Semenarstvo soje: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 53-114.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje, Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS),

- Zlatibor, 21-27. Januar 2018. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 34-44.
- 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 Proizvodnja i prerada uljarica, 17-22. Jun 2018, Herceg Novi, 73-78.
- 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. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), 22-28.01. 2017., Zlatibor, 11-20.
- 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. Domaćeg naučno stručnog skupa „Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji – stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse“, Bačka Topola, 26. Oktobar 2018. 211-217.

**POTAPANJE SEMENA – METOD ZA POVEĆANJE
KLIJAVOSTI SEMENA SOJE**

**PRIMING SEEDS - METHOD FOR INCREASING THE
GERMINATION OF SOYBEAN SEEDS**

Zlatica Mamlić^{1*}, Vuk Đorđević¹, Vojin Đukić¹, Miloš Balać¹, Gordana Dozet², Marija Bajagić³, Ana Uhlarik¹

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad*

²*Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za Biofarming, Bačka Topola*

³*Univerzitet „Bijeljina”, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, Republika Srpska, BiH*

* *Autor za korespondenciju: zlatica.miladinov@ifvens.ns.ac.rs*

Izvod

Cilj rada bio je da se ispita da li potapanje semena može da poboljša klijavost semena soje u nepovoljnim uslovima, odnosno na nižoj temperaturi. Za istraživanje je korišćeno seme sorte soje NS Apolo, koja je selekcionisana na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Seme je potapano u različite rastvore: kalijum nitrat - KNO_3 (1%), askorbinska kiselina - AsA (100 mg l^{-1}) i kalijum hlorid - KCl (1%). Nakon sušenja, seme je naklijavano na temperaturi 10°C , dok je seme naklijavano na optimalnoj temperaturi od 25°C poslužilo kao kontrola. Rezultati istraživanja su pokazali da je potapanje semena pre setve poboljšalo energiju klijanja, klijavost semena i brzinu klijanja u uslovima niske temperature.

Upotreba rastvora KNO_3 i AsA bila je efekasnija od primene rastvora KCl u uslovima niže temperature. Rastvor KNO_3 i AsA su značajnije uticali na povećanje klijavosti i energije klijanja.

Ključne reči: energija klijanja, kalijum, klijavost, potapanje, *Glycine max* L.

Abstract

The aim of this study was to examine whether priming seeds can improve the germination of soybean seeds in unfavorable conditions, i.e. at a lower temperature. For the research, the seeds of the NS Apolo soybean variety, which were selected at the Institute of Agriculture and Vegetables in Novi Sad, were used. The seeds were primed in different solutions: potassium nitrate - KNO_3 (1%), ascorbic acid - AsA (100 mg l^{-1}) and potassium chloride - KCl (1%). After drying, the seeds were germinated at a temperature of 10°C , while the seeds germinated at an optimal temperature of 25°C served as a control. The research results showed that priming the seeds before sowing improved germination energy, seed germination and germination rate under low temperature conditions. The use of KNO_3 and AsA solution was more effective than the use of KCl solution under lower temperature conditions. The solution of KNO_3 and AsA significantly influenced the increase in germination and germination energy.

Key words: germination energy, potassium, germination, priming, *Glycine max* L.

Uvod

Soja se u ishrani ljudi koristi duže od 5.000 godina, a prvi pisani podaci o ovoj biljci nalaze se u knjizi "Materia medica", cara Šeng Nunga iz 2.838. godine pre nove ere (Hymowitz, 2004). Rašireno je verovanje da je pripitomljavanje kulturne soje počelo od divlje soje (*Glycine soya* Sieb. & Zucc) pre 6.000 do 9.000 godina u predelima istoče Azije (Kim i sar., 2012). Slobodno se može reći da je soja jedna od najstarijih kultura čijim se imenom vekovima označava nepresušni izvor biljnog mesa, mleka, sira, hleba i ulja za veliki broj ljudi koji živi na istoku. Soja pripada grupi useva koji su značajno doprineli opstanku kineske civilizacije. Zbog toga je Kinezi ubrajaju u grupu pet svetih zrna koja osim soje uključuje i pirinač, pšenicu, ječam i proso. Razvojem pomorskog saobraćaja u 18. veku nove ere, soju polako upoznaju i druge civilizacije i pojavljuje se u botaničkim baštama u Evropi i Americi. Smatra se da je soju u Ameriku doneo Bendžamin Frenklin 1765. godine (Hymowitz, 2004).

U Evropu je doneta 1692. godine zahvaljujući botaničaru Engelbertu Kaemferu. Njeno gajenje u Evropi počinje u 19. veku. Masovna proizvodnja i prerada soje počinje tek nakon izgradnje prve fabrike za preradu zrna soje 1908. godine u Engleskoj. Značajnije gajenje soje u Americi i Evropi počinje u periodu između dva svetska rata, u početku za proizvodnju kabaste stočne hrane, a zatim sve više za proizvodnju zrna (Davydenko i sar., 2004).

Da bi se zasejale tako velike površine potrebno je obezbediti dovoljne količine sortnog semena visoke životne sposobnosti (Vujaković i sar., 2008). Međutim, vremenski uslovi, a posebno količina i raspored padavina u vreme formiranja i nalivanja semena mogu značajno smanjiti životnu sposobnost semena (Miladinov i sar., 2020a).

Potapanje ili prajmiranje semena je postupak u tehnologiji dorade semena kojim se utiče na metaboličke aktivnosti semena pre pojave klicinog korenka i poboljšava klijavost i osobine klijanaca (McDonald, 2000). Često se definiše kao fiziološki metod za ubrzano i ujednačeno klijanje i nicanje (Sivritepe i Dourado, 1995).

Seme se stavlja u vodu ili neki vodeni rastvor i time se stvaraju preduslovi za procese koji prethode početnoj fazi klijanja. Na ovaj način seme je delimično hidrirano, procesi klijanja inicirani, ali nisu završeni (Lekić, 2003). Obično se na ovaj način samo 10-20% procesa klijanja inicira (Pill, 1995) što je dovoljno da omogući predgerminativne metaboličke procese, ali da ne dozvoli pojavu klicinog korenčića (Bradford, 1986).

Niska temperatura je jedan od glavnih faktora spoljašnje sredine koji ima značajan uticaj na rast i razvoj biljaka. Niske temperature, odnosno suviše rana setva, usporava klijanje, a hladno i vlažno zemljište potencira pojavu bolesti semena i ponika, zbog čega se dobija ređi sklop useva i sporiji početni porast ponika zbog njegove iznurenosti i slabljenja vigora (Crnobarac i sar., 2008). Negativan uticaj niskih temperatura na metabolizam biljaka može biti od nivoa ćelije do cele biljke (Čanak i sar., 2016). Optimalna temperatura za klijanje soje je od 20 do 25°C (Miladinović i Đorđević, 2008).

Cilj rada je bio da se ispita da li potapanje semena može da poboljša klijavost semena soje u nepovoljnim uslovima odnosno na nižoj temperaturi.

Materijal i metod rada

Da bi se proučio uticaj potapanja na kvalitet semena soje u uslovima niže temperature odabrana je sorta soje NS Apolo, koja je selekcionisane na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Sorta NS Apolo pripada I grupi zrenja, masa 1000 semena je oko 190 g, dužina vegetacije je oko 110 dana, genetski potencijal za prinos je iznad 7000 kg ha⁻¹. Seme je proizvedeno na eksperimentalnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, imalo je početnu vrednost klijavosti 88%, a sadržaj vlage od 10 do 11%.

Seme je pre potapanja površinski sterilisano 3% rastvorom natrijum hipohlorita (NaOCl) u trajanju od dva minuta i isprano pod mlazom destilovane vode. Radi utvrđivanja uloge potapanja, seme je potapano u različite rastvore: kalijum nitrat - KNO₃ (1%), askorbinska kiselina - AsA (100 mg l⁻¹) i kalijum hlorid - KCl (1%). Odnos zapremine semena i zapremine rastvora iznosio je 1:5 (v/v). Nakon 6h potapanja (Miladinov i sar., 2015) seme je isprano pod mlazom destilovane vode i osušeno na temperaturi od 25°C do vlage 10-11%.

Uticaj niske temperature ispitan je nakon sušenja semena. Seme je naklijavano na temperaturi 10°C, dok je seme naklijavano na optimalnoj temperaturi od 25°C poslužilo kao kontrola.

Na naklijavanje je stavljeno 100 semena za svaku ispitivanu varijantu, u 4 ponavljanja. U Petri kutije prečnika 9 cm seme je ravnomerno postavljeno na sterilni filter papir. Sve Petri kutije su zatvorene parafinskom trakom da bi se sprečio gubitak vlage i izbegla kontaminacija. Petri kutije sa semenom su postavljene u komoru na naklijavanje na temperaturi od 25°C u trajanju od 8 dana. Svakog dana je očitavana klijavost semena, a prokljalim semenom se smatralo ono koje ima radikulu dužine 2 mm i više, radi utvrđivanja parametara MGT i T50. Posle pet dana utvrđena je energija klijanja, a posle osam dana klijavost na osnovu broja tipičnih klijanaca (ISTA, 2008).

Srednje vreme potrebno za maksimalno klijanje partije semena (MGT) utvrđeno je na osnovu primene sledeće jednačine:

$$MGT = \frac{\sum D * n}{\sum n}$$

gde je: D - broj dana računajući od početka klijanja, n - broj klijavih semena na dan D (Ellis i Roberts, 1981).

Srednje vreme klijanja je vreme da se dostigne 50% konačne/maksimalne klijavosti (T50). Ono je utvrđeno na osnovu jednačine Coolbear i sar. (1985) koju je modifikovao Farooq i sar. (2005)

$$T50 = t_i + \left(\left(\frac{N}{2} - n_i \right) * \left(\frac{t_j - t_i}{n_j - n_i} \right) \right)$$

gde je:

N- konačan broj klijavih semena, n_j i n_i - predstavljaju kumulativni broj klijavih semena u vremenu t_j i t_i , odnosno kada je broj klijavih semena

$$n_i < \frac{N}{2} < n_j$$

Analiza podataka obavljena je korišćenjem statističkog softverskog paketa „Statistica“ (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, SAD). Testiranje značajnosti razlika između sredina izvršeno je primenom Tukey testa za verovatnoću $P \leq 0,05$. Rezultati su prikazani grafički, a različita slova iznad stubaca ukazuju na značajnost razlika.

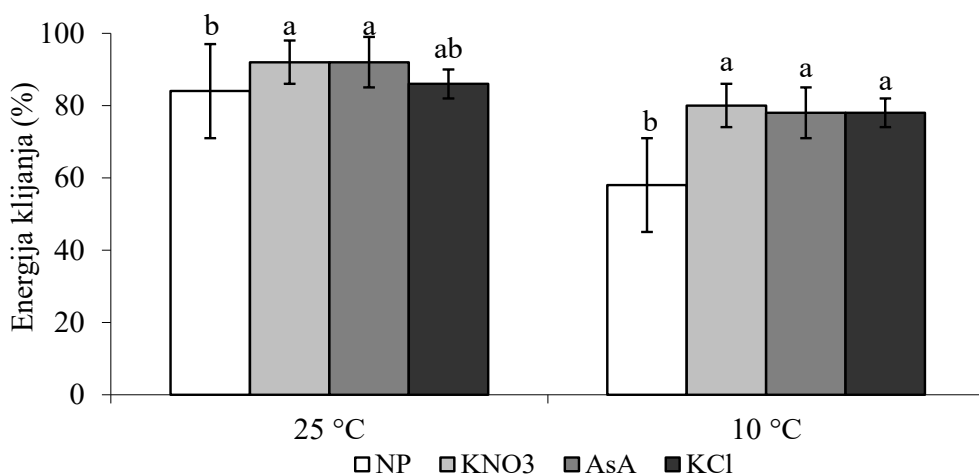
Rezultati i diskusija

Energija klijanja i klijavost semena

Energija klijanja i klijavost semena soje značajno su smanjeni na temperaturi od 10°C. U odnosu na seme koje je klijalno na optimalnoj temperaturi, kod semena koje je izloženo nižoj temperaturi energija klijanja je smanjena čak za 24,39% dok je klijavost smanjena za 20,46%. Pri nižim temperaturama, smanjenje klijavosti semena je uobičajena pojava zbog narušavanja strukture ćelije, ali i smanjenja aktivnosti enzima, procesa disanja, transporta elektrona (Gay i sar., 2008), metabolizma skroba (Farooq i sar., 2008) i aktivnosti adenozin trifosfata (ATP) (Prasad i sar., 1994). Niske temperature stvaraju veliku količinu reaktivnih vrsta kiseonika (ROS) u ćelijama biljaka i izazivaju peroksidaciju lipida u membranama (Gill i Tuteja, 2010). Prisutni u fiziološkim koncentracijama, reaktivni molekuli ROS imaju značajnu ulogu u važnim ćelijskim procesima kao što su ekspresija gena (Griending i sar., 2000), kontrola transkripcije (Meyer i sar., 1993), regulacija ćelijskog ciklusa (Deshmukh i Trivedi, 2013) i drugo. Kada koncentracija ROS premaši fiziološki nivo, smatra se da je ćelija u stanju

oksidativnog stresa. Ovo stanje nastaje kao posledica neravnoteže u brzini formiranja i neutralizacije ROS. Povećana količina ROS može oksidovati ćelijske proteine, lipide i DNK i time dovesti do promena u strukturi i funkciji, oštećenja i smrti ćelije (Valko i sar., 2004).

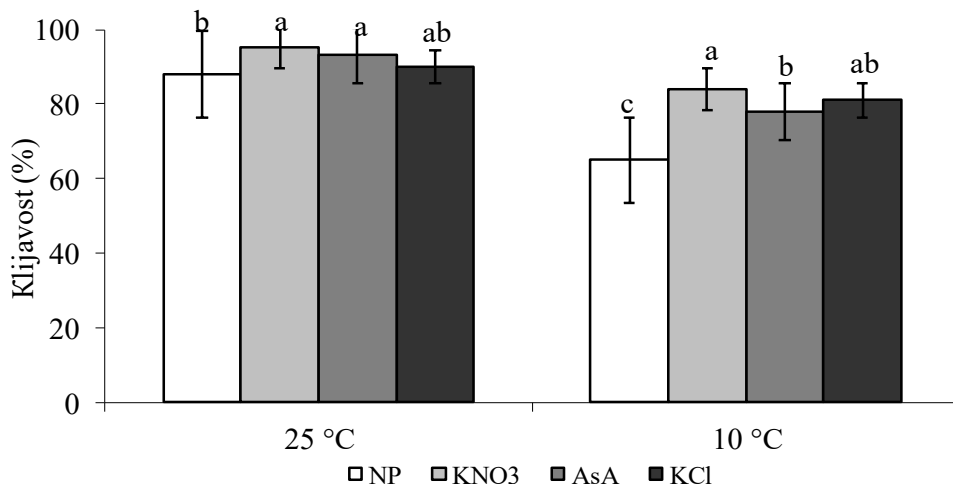
Negativno dejstvo niske temperature značajno je smanjeno potapanjem semena u rastvore KNO_3 , AsA i KCl, pre setve. Na temperaturi od $25^\circ C$, potapanjem semena energija klijanja je povećana u proseku za 6%, a klijavost 5%. Na temperaturi od $10^\circ C$ dejstvo potapanja je značajno izraženije. Energija klijanja je povećana za 26,27%, a klijavost za 19,75%. Između rastvora nije bilo značajnih razlika u efikasnosti (Grafik 1, 2).



Grafik 1. Uticaj potapanja semena u rastvore KNO_3 , AsA i KCl na energiju klijanja na temperaturi od $25^\circ C$ i $10^\circ C$

Potapanje semena se pokazalo kao dobra mera za poboljšanje klijanja i nicanja u uslovima suboptimalnih temperatura (Jafar i sar., 2012). Pozitivan efekat potapanja semena u uslovima suboptimalnih temperatura ogleda se u poboljšanju metaboličke i enzimske aktivnosti, i smanjenju perioda između bubrenja i klijanja (Bradford i sar., 1990). Çokkizgin i Bölek (2015) su utvrdili da se primena rastvora KNO_3 (2%) pokazala kao efikasan način za postizanje boljeg i ujednačenijeg nicanja u uslovima suboptimalne temperature odnosno na temperaturi od $18^\circ C$. Nerson i

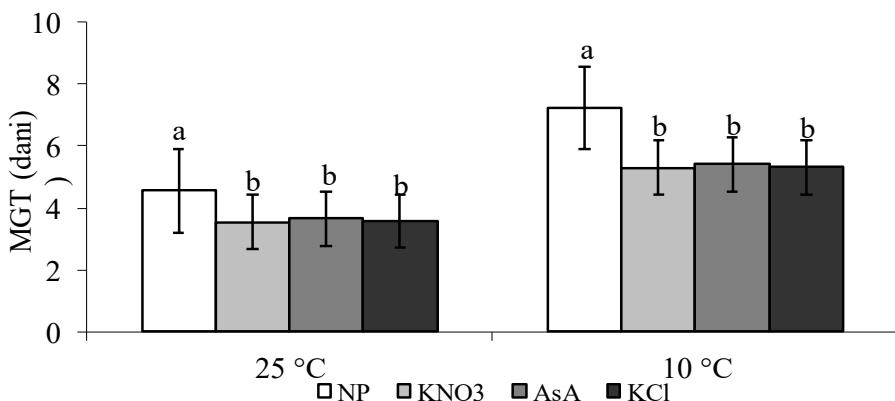
Govers (1986) su ustanovili da potapanje semena dinje u rastvor KNO_3 smanjuje negativan uticaj suboptimalnih temperatura. Primena rastvora KNO_3 se pokazala kao efikasan način za postizanje boljeg i ujednačenijeg nicanja u uslovima niže temperature odnosno na temperaturi od 10 i 11°C.



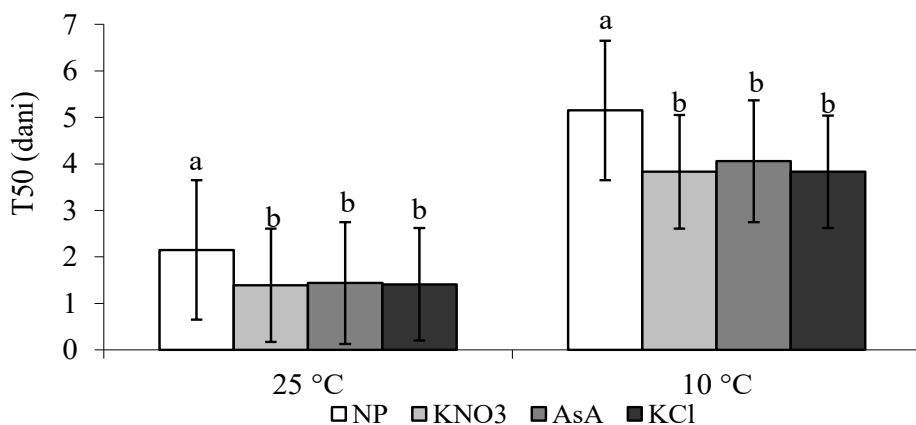
Grafik 2. Uticaj potapanja semena u rastvore KNO_3 , AsA i KCl na klijavost na temperaturi od 25°C i 10°C

Srednje vreme klijanja (MGT) i vreme do 50% klijavih semena (T50%)

Rezultati istraživanja su pokazali da je na temperaturi od 10°C usporeno klijanje semena soje. Međutim, potapanjem semena u rastvore KNO_3 , AsA i KCl, statistički značajno je skraćeno vreme klijanja semena pre svega na 10°C, na kojoj su MGT T50 smanjeni za oko 28% (Grafik 3, 4). Pozitivan uticaj rastvora KNO_3 na nižoj temperaturi može se pripisati povećanju količine kalijuma u ćelijama klice u procesu potapanja (Parmoon i sar., 2015). Kalijum je važan faktor za rad nekih enzima (Taiz i Zeiger, 2006), jer podstiče njihovu aktivnost i neutrališe negativne efekte slobodnih radikala čija se količina povećava u nepovoljnim uslovima (Hu i Schmidhalte, 2006).



Grafik 3. Uticaj potapanja semena u rastvore KNO₃, AsA i KCl na srednje vreme klijanja (MGT) na temperaturi od 25°C i 10°C



Grafik 4. Uticaj potapanja semena u rastvore KNO₃, AsA i KCl na 50% klijavih semena (T50) na temperaturi od od 25°C u 10°C

Pozitivan efekat KNO₃ se pripisuje i uticaju nitrata (Benech-Arnold i sar., 2000). Dobar rezultat ostvaren je i upotrebom AsA. Egzogeno primena rastvora AsA može uticati na niz različitih procesa u biljkama, uključujući i klijanje semena. Askorbinska kiselina doprinosi regulisanju biosinteze etilena (Dong et al., 2016), giberelina (Shu i sar., 2013),

abscisinske kiseline i citokinina (Huang et al., 2017). Giberelini i citokinini deluju pretežno stimulatивно na proces klijanja, dok abscisinska kiselina ima inhibitorno dejstvo.

Zaključak

Potapanje semena pre setve u rastvore kalijum nitrata (1%), askorbinske kiseline (100 mg l⁻¹) i kalijum hlorida (1%) poboljšalo je energiju klijanja, klijavost semena i brzinu klijanja u uslovima niske temperature.

Upotreba rastvora KNO₃ i AsA bila je efekasnija od primene rastvora KCl u stresnim uslovima. Rastvor KNO₃ i AsA su značajnije uticali na povećanje klijavosti i energije klijanja.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, grant broj: 451-03-68/2022-14/200032.

Literatura

- Benech-Arnold, R. L., Sanchez, R. A., Forcella, F., Kruka, B. C. Ghersa, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research* 67: 105–122.
- Bradford, K. J., Steiner, J. J. Trawatha, S. E. (1990). Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. *Crop Science* 30: 718–721.
- Crnobarac, J., Đukić, V., Marinković, B. (2008). *Agrotehnika soje. U monografiji: Miladinović, J., Hrustić, M., Vidić, M. (2011): Soja. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad; Soja protein, Bečej. Srbija, str. 289–319.*
- Çokkizgin, H., Bölek, Y. (2015). Priming treatments for improvement of germination and emergence of cotton seeds at low temperature. *Plant Breeding and Seed Science* 71: 121–134.

- Coolbear, P., McGill, C. R. (1990). Effects of a low-temperature pre-sowing treatment on the germination of tomato seed under temperature and osmotic stress. *Scientia Horticulturae* 44: 43–54.
- Čanak, P., Miroslavljević, M., Ćirić, M., Kešelj, J., Vujošević, B., Stanisavljević, D. Mitrović, B. (2016). Effect of seed priming on seed vigor and early seedling growth in maize under optimal nad suboptimal conditions. *Selekcija i semenarstvo* 22:17–25.
- Davydenko, O. G., Goloenko, V. E., Rozentsveyg, V. E. (2004). Soybeans for moderate climate. *Tehnologiya, Minsk, Belarus.*
- Deshmukh, R., Trivedi, V. (2013). Methemoglobin exposure produces toxicological effects in macrophages due to multiple ROS spike induced apoptosis. *Toxicology in Vitro* 27(1): 16–23.
- Dong Z., Yu, Y., Li, S., Wang, J., Tang, S., Huang, R. (2016). Abscisic acid antagonizes ethylene production through the ABI4-mediated transcriptional repression of ACS4 and ACS8 in Arabidopsis. – *Molecular Plant* 9: 126–135.
- Ellis, R. A., Roberts. E. H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology* 9:373–409.
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Ahmad, N., Hafeez, K. (2005). Thermal hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology* 47(2): 187–193.
- Farooq, M., Aziz, T., Basra, . S. M. A, Wahid, A., Khaliq, A., Cheema, M. A. (2008). Exploring the role of calcium to improve chilling tolerance in hybrid maize. *Journal of Agronomy and Crop Science* 194: 350–359.
- Gay, C., Kaplan, F., Kopka, J., Selbig, J., Hinch, D. K. (2008). Metabolomics of temperature stress. *Physiologia Plantarum*, 132: 220–235.
- Gill, S. S., Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 48: 909–930.
- Griendling, K. K., Sorescu, D., Ushio-Fukai, M. (2000). Modulation of protein kinase activity and gene expression by reactive oxygen species and their role in vascular physiology and pathophysiology. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 20(10): 2175–2183.

- Hu, Y., Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition Soil Science* 168: 541–549.
- Huang, X., Zhang, X., Gong, Z., Yang S., Shi, Y. (2017). ABI4 represses the expression of type-A ARR1s to inhibit seed germination in *Arabidopsis*. *Plant Journal* 89: 354–365.
- Hymowitz, T. (2004). Speciation and cytogenetics: In: Boerma, H. R., Specht, J. E. (Eds), *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wis., pp. 97–136.
- ISTA (2008). International Seed Testing Association. Seed health testing. International rules for seed testing. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- Jafar, M. Z., Farooq, M., Cheema, M. A., Afzal, I., Basra, S. M. A., Wahid, M. A. (2012). Improving the performance of wheat by seed priming under saline conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science* 198: 38–45.
- Kim, M. Y., Van, K., Kang, Y. J., Kim, K. H., Lee S-H. (2012). Tracing soybean domestication history: from nucleotide to genome. – *Breeding Science*, 61: 445-452.
- Lekić, S. (2003). *Životna Sposobnost Semena*. Društvo selekcionera i semenara Srbije, Beograd.
- McDonald, M. B. (2000). Seed priming. Black, M., Bewley, J. D. (Eds), *Seed Technology And Its Biological Basis*. Sheffield Academic Press Ltd., Sheffield, UK, pp. 287–325.
- Meyer, M., Schreck, R., Baeuerle, P. A. (1993). H₂O₂ and antioxidants have opposite effects on activation of NF- κ B and AP-1 in intact cells: AP-1 as secondary antioxidant-responsive factor. *EMBO J* 12(5): 2005–2015.
- Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Đukić, V., Ilić, A. Čobanović, L. (2015). Optimal time of soybean seed priming and primer effect under salt stress conditions. *Journal of Agricultural Sciences* 60:109–117.
- Miladinov, Z., Balešević Tubić, S., Crnobarac, J., Miladinovic, J., Canak, P., Djukic, V., Petrovic, K. (2020). Effects of foliar application of solutions of ascorbic acid, glycine betaine, salicylic acid on the yield and seed germination of soybean in South Eastern Europe conditions. *Zemdirbyste-Agriculture* 107(4): 337–344.

- Miladinović, J., Đorđević, V. (2008). Morphology and phases of soybean development. In Miladinović, J., Hrustić, M., Vidić, M. (Eds.), Soybean. (pp. 398–403). Novi Sad–Bečej: Institute of Field and Vegetable Crops–Sojaprotein.
- Nerson, H., Govers, A. (1986). Salt priming of muskmelon for low temperature germination. *Scientia Horticulturae* 28: 85–91.
- Parmoon, G., Ebadi, A. A., Janbakhsh, S. Moosav, S. A. (2015). Effects of seed priming on catalase activity and storage reservoirs of aged milk thistle seeds (*Silybum marianum* L.Gearth). *Journal of Agricultural Sciences* 21: 363–372.
- Pill, W. G. (1995). Low water potential and pre-sowing germination treatments to improve seed quality. In: Basra, A. S. P. (Eds) *Seed Quality*, pp. 319–359. New York.
- Prasad, T. K., Anderson, M. D., Stewart, C. R. (1994). Acclimation, hydrogen peroxide, and abscisic acid protect mitochondria against irreversible chilling injury in maize seedlings. *Plant Physiology* 105: 619–627.
- Shu, K., Zhang, H. W., Wang, S. F., Chen, M. L., Wu, Y. R., Tang, S., Liu, C., Feng, Y., Cao, X., Xie, Q. (2013). ABI4 regulates primary seed dormancy by regulating the biogenesis of abscisic acid and gibberellins in *Arabidopsis*. *Plos Genetics*, 9.
- Sivritepe, H. O., Dourado, A. M. (1995). The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. *Annals of Botany* 75:165–171.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2006). *Plant physiology*. 5th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Valko, M., Izakovic, M., Mazur, M., Rhodes, C. J., Telser, J. (2004). Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Molecular and Cellular Biochemistry* 266(1–2): 3756.
- Vujaković, M., Milošević, M., Nikolić, Z., Taški-Ajduković, K., Miladinović, J., Ignjatov, M., Dokić, V. (2008). Životna sposobnost semena soje proizvedene u uslovima sa i bez navodnjavanja. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi / PTEP*, 12(1–2): 19–21.

**UTICAJ VREMENA OSNOVNE OBRADE I FOLIJARNE
PRIHRANE NA PRINOS SOJE**

**THE EFFECT OF PRIMARY TILLAGE TIME AND FOLIAR
FERTILIZATION ON SOYBEAN YIELD**

Marija Bajagić^{1*}, Vojin Đukić², Zlatica Mamlić², Gordana Dozet³, Gorica
Cvijanović⁴, Jegor Miladinović², Predrag Ranđelović²

¹Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, Bijeljina, Republika Srpska, BiH

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za
Republiku Srbiju

³Megatrend Univerzitet Beograd, Fakultet za Biofarming, Bačka Topola

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Kragujevac

*Autor za korespondenciju: bajagicmarija@yahoo.com

Izvod

Visoki prinosi i stabilna proizvodnja soje pod direktnim su uticajem količine i rasporeda padavina, dostupnosti hraniva biljkama i pravovremenosti primene agrotehničkih mera. Cilj ovih istraživanja je ispitivanje uticaja vremena osnovne obrade i folijarne primene đubriva na visinu prinosa soje. Zimska osnovna obrada zemljišta smanjuje prinos soje u proseku za 4,07%, odnosno od 2,16% do 5,57% u različitim godinama, dok prolećna osnovna obrada smanjuje prinos za 11,20% (od 6,11% do 18,06%). Folijarna primena đubriva povećava prinos u proseku za 4,76%, a povećanje se kretalo od 1,27% pri jesenjoj osnovnoj obradi u 2020. godini do 8,40% pri prolećnoj osnovnoj obradi u 2019. godini.

Ključne reči: soja, prinos, vreme osnovne obrade, NPK đubrivo sa mikroelementima

Abstract

High yields and stability of soybean production are directly affected by the amount and distribution of precipitation, available nutrients, and

moment of agrotechnical measures application. This research aimed to examine the effect of primary tillage moment and foliar fertilization on soybean yield. Winter tillage reduced the soybean yield by 2.16%–5.57% in different years, 4.07% on average, while spring tillage reduced yield by 11.20% on average (6.11%–18.06%). Foliar fertilization increased yield by 4.76% on average, the increase ranged from 1.27% when autumn tillage was applied in 2020 to 8.40% when tillage was conducted in spring of 2019.

Key words: soybean, yield, primary tillage moment, NPK fertilizer with microelements

Uvod

Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa soje neophodno je sve agrotehničke mere primeniti pravilno i pravovremeno (Đukić i sar., 2018), ali moramo imati u vidu da su najvažnije agronomske i hemijske osobine svake sorte pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013). Osnovna obrada i predsetvena priprema zemljišta su veoma važne agrotehničke mere koje učestvuju sa oko 20% u ukupnoj visini ostvarenog prinosa (Khurshid et al., 2006) i utiču na održivo korišćenje zemljišta kroz uticaj na njegova svojstva (Lal, 2013). Prolećna osnovna obrada zemljišta utiče na smanjenje prinosa i narušavanje kvaliteta zemljišta, dok se pri jesenjoj osnovnoj obradi smanjuje sabijanje zemljišta zbog povoljnije vlažnosti zemljišta za obradu i povoljnijih temperaturnih uslova (Al Kaisi and Hanna, 2010). U nepovoljnoj godini za proizvodnju soje, kada se ostvaruju niski prosečni prinosi, prolećna osnovna obrada ima veoma veliki uticaj na smanjenje prinosa soje, dok u povoljnim godinama, bez izraženog nedostatka padavina prolećna osnovna obrada ima mali uticaj na smanjenje prinosa soje (Adee, 2018). Pri prolećnoj obradi zemljišta u odnosu na jesenju osnovnu obradu prinos soje je u povoljnoj godini za proizvodnju soje smanjen za 7,41%, dok je u sušnoj, nepovoljnoj godini prinos smanjen za 36,41% (Dozet i sar., 2018). Takođe, Bajagić et al. (2021) zaključuju da je masa 1000 zrna značajno veća nakon jesenje primarne obrade (163,41 g) u odnosu na prolećnu primarnu obradu (153,02 g). Folijarna upotreba NPK đubriva sa mikroelementima povećava visinu biljaka, povećavajući

potencijal za ostvareni prinos soje (Cvijanović i sar., 2021). Primena NPK folijarnog đubriva sa mikroelementima u povoljnoj godini za proizvodnju soje povećava prinos za 8,78%, dok u nepovoljnoj, sušnjoj godini prinos se povećava za 14,35% (Dozet i sar., 2021).

Cilj ovih istraživanja je da se sagleda uticaj vremena osnovne obrade zemljišta i folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima na visinu prinosa soje u različitim godinama.

Materijal i metode rada

Istraživanja uticaja vremena osnovne obrade zemljišta i uticaja primene folijarnog NPK đubriva sa mikroelementima na prinos soje izvršena su tokom tri godine (2019, 2020. i 2021. godine), na oglednoj parceli Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima. Ogled je postavljen u tri ponavljanja, sa srednjestasnom sortom soje NS Apollo, sa tri vremena osnovne obrade zemljišta (jesenja osnovna obrada u periodu do kraja oktobra, zimska osnovna obrada u decembru i prolećna osnovna obrada u martu). Prinosi ostvareni na varijanti sa primenom folijarnog NPK đubriva sa mikroelementima upoređivani su sa prinosima na varijanti bez primene folijarnog NPK đubriva koja je poslužila kao kontrolna varijanta. Na kontrolnoj varijanti biljke su tretirane istom količinom vode kao i biljke na varijanti sa primenom folijarnog NPK đubriva sa mikroelementima.

U ogledu je primenjeno NPK mineralno folijarno đubrivo sa mikroelementima (formulacije N 8%, P 8%, K 6%, B 0,01%, Cu 0,004%, Fe 0,02%, Mn 0,012%, Mo 0,001% i Zn 0,004%) jedna primena tokom vegetacije u kočini od 5 l ha⁻¹ u fazi intenzivnog porasta biljaka pre cvetanja. Ogled je izveden na parceli optimalno obezbeđenoj fosforom i kalijumovim đubrivima i uz osnovnu obradu na dubinu od 25 cm nije vršeno unošenje NPK đubriva u zemljište. Prilikom predsetvene pripreme u zemljište je unešeno azotno đubrivo AN u količini od 150 kg ha⁻¹ kako bi biljke imale dovoljne količine azota do formiranja kvržica na korenu soje, a prilikom setve kao obavezna agrotehnička mera u proizvodnji soje primenjena je inokulacija semena NS Nitraginom. U proizvodnji soje primenjena je standardna agrotehnika za soju, a u fazi tehnološke zrelosti izvršena je žetva, izmereni su uzorci semena sa svake parcele i vlaga semena, te obračunat prinos po hektaru. Rezultati istraživanja obrađeni su

analizom varijanse trofaktorijskog ogleda, a značajnost razlika testirana je LSD testom na nivou značajnosti 1% i 5% (statistički program „Statistica 10.0“). Rezultati su predstavljani tabelarno.

Rezultati i diskusija

Prosečne temperature u vegetacionom periodu soje u sve tri godine (Tabela 1) bile su iznad višegodišnjeg proseka (18,2°C), 19,5°C u 2019. godini, 19,1°C u 2020. godini i 19,2°C u 2021. godini. U 2019. godini aprilske temperature (13,4°C) bile su za 1,6°C više od višegodišnjeg proseka (11,8°C), junske temperature (23,2°C) za 3,1°C iznad višegodišnjeg proseka (17,0°C), julske temperature (23,3°C) za 1,5°C iznad višegodišnjeg proseka (21,8°C), avgustovske temperature (24,4°C) za 3,0°C iznad višegodišnjeg proseka (21,4°C) i septembarske temperature (18,2°C) za 1,2°C iznad višegodišnjeg proseka (17,0°C). U Ovoj godini majske temperature (14,7°C) bile su niže od višegodišnjeg proseka (17,0°C) za 2,3°C. U 2020. godini aprilske temperature (12,9°C) bile su za 1,1°C više od višegodišnjeg proseka (11,8°C), junske temperature (20,7°C) za 0,6°C iznad višegodišnjeg proseka (17,0°C), julske temperature (22,4°C) za 0,6°C iznad višegodišnjeg proseka (21,8°C), avgustovske temperature (23,2°C) za 1,8°C iznad višegodišnjeg proseka (21,4°C) i septembarske temperature (19,1°C) za 0,9°C iznad višegodišnjeg proseka (17,0°C). U 2020. godini majske temperature (16,1°C) bile su niže od višegodišnjeg proseka (17,0°C) za 0,9°C. U 2021. godini junske temperature (23,3°C) bile su za 3,2°C iznad višegodišnjeg proseka (17,0°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 (18,5°C) za 1,5°C iznad višegodišnjeg proseka (17,0°C). U Ovoj godini aprilske temperature (9,6°C) bile su niže od višegodišnjeg proseka (11,8°C) za 2,2°C, a majske temperature (16,0°C) niže od višegodišnjeg proseka (17,0°C) za 1,0°C.

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 $57,3 \text{ l m}^{-2}$ 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 $147,6 \text{ l m}^{-2}$ padavina, znatno iznad višegodišnjeg proseka ($67,6 \text{ l m}^{-2}$). 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 ($161,9 \text{ l m}^{-2}$) i avgustu ($137,5 \text{ l m}^{-2}$), dok je u 2021. godini u julu zabeležena količina padavina od $114,4 \text{ l m}^{-2}$. Upoređujući vremenske uslove u pojedinim godinama sa ostvarenim prinosima možemo uočiti da je 2020. godina bila najpovoljnija za proizvodnju soje, a upravo u ovoj godini su zabeležene najviše količine padavina tokom vegetacionog perioda soje uz najniže temperature 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 soje (Đukić i sar., 2022).

Tabela 1. Vremenski uslovi u ispitivanim godinama.

Mesec	Srednje mesečne temperature (°C)				Padavine (lm^{-2})			
	2019	2020	2021	Višegod. prosek 1964-2018	2019	2020	2021	Višegod. prosek 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

Posmatrajući prosečne vrednosti prinosa soje po godinama uočava se da je najviši prinos ostvaren u 2020. godini (3.639 kg ha^{-1}), što je statistički veoma značajno viša vrednost u odnosu na ostvarene prinose u 2019. godini (2.851 kg ha^{-1}) i 2021. godini (2.614 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno viši prinos ostvaren je i u 2019. godini u odnosu na 2021. godinu.

Tabela 2. Uticaj vremena osnovne obrade i folijarne prihrane na prinos soje (kg ha^{-1})

Godina (A)	Osnovna obrada (B)	Folijarna prihrana (C)		Prosek AxB	Prosek A
	Varijante	Bez folijarne prihrane	Sa folijarnom prihranom		
2019	Jesen (kontrola)	2.940	3.108	3.024	2.851
	Zima	2.804	2.940	2.872	
	Proleće	2.549	2.763	2.656	
	Prosek AxC	2.764	2.937		
2020	Jesen (kontrola)	3.698	3.745	3.722	3.639
	Zima	3.618	3.710	3.664	
	Proleće	3.472	3.590	3.531	
	Prosek AxC	3.596	3.682		
2021	Jesen (kontrola)	2.747	2.942	2.945	2.614
	Zima	2.594	2.738	2.666	
	Proleće	2.251	2.411	2.331	
	Prosek AxC	2.531	2.697	Prosek B	
Prosek BxC	Jesen (kontrola)	3.128	3.265	3.197	
	Zima	3.005	3.129	3.067	
	Proleće	2.757	2.921	2.839	
Prosek C		2.964	3.105		

LSD	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	185	173	110	215	157	172	225
5%	140	113	74	169	102	110	178

Posmatrajući prosečne prinose soje po pojedinim varijantama osnovne obrade uočava se da je prinos soje ostvaren sa jesenjom osnovnom obradom (3.197 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viši u odnosu na prolećnu osnovnu obradu (2.839 kg ha^{-1}) i statistički značajno viši u odnosu na zimsku osnovnu obradu zemljišta (3.067 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno viši prinos ostvaren je i sa zimskom osnovnom obradom zemljišta u odnosu na prolećnu osnovnu obradu. Posmatrajući prosečne prinose soje po primeni folijarnog đubriva tokom vegetacionog perioda uočava se da je prosečan prinos na varijantama ogleđa sa primenom folijarne prihrane (3.105 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viši u odnosu na varijantu ogleđa gde nije primenjena folijarna prihrana soje u toku vegetacionog perioda (2.964 kg ha^{-1}).

Posmatrajući prinose soje u istim godinama a pri različitom vremenu osnovne obrade primećuje se da je u 2019. godini prinos soje ostvaren pri jesenjoj osnovnoj obradi (3.024 kg ha^{-1}) i zimskoj osnovnoj obradi (2.872 kg ha^{-1}) statistički veoma značajno viši u odnosu na prolećnu osnovnu obradu zemljišta (2.656 kg ha^{-1}). U najpovoljnijoj godini za proizvodnju soje (2020. godina) najmanje su razlike u visini prinosa između jesenje, zimske i prolećne osnovne obrade, a ostvareni prinos na varijanti sa jesenjom osnovnom obradom (3.722 kg ha^{-1}) statistički je značajno viši u odnosu na prolećnu osnovnu obradu zemljišta (3.531 kg ha^{-1}). U 2021. godini prinos soje na varijanti sa jesenjom osnovnom obradom (2.845 kg ha^{-1}) statistički je veoma značajno viša vrednost u odnosu na prinose ostvarene na varijantama sa zimskom osnovnom obradom zemljišta (2.666 kg ha^{-1}) i prolećnom osnovnom obradom (2.331 kg ha^{-1}). Statistički veoma značajno viši prinos soje ostvaren je i na zimskoj osnovnoj obradi zemljišta u odnosu na prolećnu osnovnu obradu. Posmatrajući istu godinu i različite varijante folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima uočava se da je u 2019. godini na varijanti sa folijarnim tretmanom (2.937 kg ha^{-1}) ostvaren statistički veoma značajno viši prinos u odnosu na varijantu bez primene folijarnog đubriva (2.764 kg ha^{-1}). U 2020. godini, kao najpovoljnijoj godini za proizvodnju soje, prinos na varijanti sa primenom folijarnog tretmana NPK đubrivom sa mikroelementima (3.682 kg ha^{-1}) ima višu vrednost u odnosu na varijantu bez primene folijarnog tretmana (3.596 kg ha^{-1}), ali između ovih vrednosti nisu postojale statistički značajne razlike. U 2021. godini prinos na varijanti sa primenom folijarnog tretmana NPK đubrivom sa mikroelementima (2.697 kg ha^{-1}) statistički je značajno viši u odnosu na varijantu bez primene folijarnog đubriva (2.531 kg ha^{-1}).

Posmatrajući isto vreme osnovne obrade a različite varijante folijarnog tretmana uočava se da je kod jesenje osnovne obrade na varijanti sa folijarnom primenom NPK đubriva sa mikroelementima (3.265 kg ha^{-1}) prinos soje statistički značajno viši u odnosu na varijantu bez primene folijarnog NPK đubriva sa mikroelementima (3.128 kg ha^{-1}). Kod zimske osnovne obrade zemljišta prinos soje uz primenu folijarnog NPK đubriva sa mikroelementima (3.129 kg ha^{-1}) statistički je značajno viši u odnosu na varijantu bez primene folijarnog đubriva (3.005 kg ha^{-1}). Kod prolećne osnovne obrade zemljišta takođe folijarna primena NPK đubriva sa mikroelementima (2.921 kg ha^{-1}) statistički značajno povećava prinos soje u odnosu na varijantu bez folijarne primene NPK đubriva sa

mikroelementima (2.757 kg ha⁻¹). Procentualno povećanje prinosa usled folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima u pojedinim godinama kretalo se od 2,39% (u najpovoljnijoj godini za proizvodnju soje u kojoj su ostvareni i najviši prinosi) do 6,56% (u 2021. godini u kojoj su ostvareni i najniži prosečni prinosi soje). Procentualno povećanje prinosa usled folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima posmatrano po vremenu osnovne obrade zemljišta kretalo se od 4,13% kod zimske osnovne obrade, do 5,95% kod prolećne osnovne obrade zemljišta.

Zaključak

Na osnovu analize trogodišnjih rezultata prinosa soje na varijantama ogleda sa i bez folijarne primene NPK đubriva sa mikroelementima pri jesenjoj, zimskoj i prolećnoj osnovnoj obradi zemljišta mogu se izvesti sledeći zaključci: 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. Jesenja osnovna obrada je preduslov za ostvarivanje visokih prinosa soje, a kašnjenja u izvođenju ove agrotehničke mere statistički veoma značajno smanjuju prinos, naročito u nepovoljnim godinama sa izraženim sušnim periodom. Folijarni tretman NPK đubrivom sa mikroelementima statistički značajno povećava prinos soje.

Literatura

- Adee, E. A. (2018). Tillage Study for Corn and Soybeans: Comparing Vertical, Deep, and No-Tillage," Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, 4 (7). <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7618>
- Al-Kaisi, M., Hanna, M. (2010). Fall versus spring tillage, which is better. Integrated Crop Management, Iowa State University. <http://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2010/09/fall-versus-spring-tillage-which-better>
- 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 agroecological conditions of

- Serbia. *Agro-knowledge Journal*, University of Banjaluka, Faculty of Agriculture, 22(2): 37-47. <https://doi.org/10.7251/AGREN2202037B>
- Cvijanović, G., Abduladim, E., Đurić, N., Đukić, V., Dozet, G., Miladinov Mamić, Z., Abduladim, A. (2021). Uticaj primene NPK đubriva i efektivnih mikroorganizama na masu i visinu biljaka soje. *Zbornik radova, XXVI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 12-13 Mart, 2021*, 61-66.
- Dozet, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Cvijanović, G., Đurić, N., Ugrenović, V., Popović, V. (2018). Uticaj međuredne kultivacije i vremena osnovne obrade zemljišta na prinos soje, *Zbornik radova XXIII Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 09-10 Mart 2018*, 45-50.
- Dozet, G., Đukić, V., Cvijanović, G., Đurić, N., Cvijanović, V., Miladinović, J., Marinković, J. (2021). Uticaj folijarnog đubrenja na prinos soje. *Zbornik radova Nacionalnog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“, 15. decembar 2021., Smederevska Palanka*, 301-308.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018). Kritični momenti u proizvodnji soje, *Zbornik referata 52. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS), Zlatibor, 21-27. Januar 2018. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 34-44.
- 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. Savetovanja agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 30.01.-03.02. 2022. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 69-77.
- Khurshid, K., Iqbal, M., Arif, M. S., Nawaz, A. (2006). Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 8: 593–596.
- Lal, R. (2013). *Principles of sustainable soil management in agroecosystems*. CRC Press, pp. 568.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013). Soja u 2012. godini. *Zbornik referata 47. Savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor, 3.-9.02.2013. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 79-86.

EFIKASNOST NEKIH HERBICIDA U USEVU ŠEĆERNE REPE U PROIZVODNIM USLOVIMA 2020. I 2021. GODINE

EFFECTIVENESS OF SOME HERBICIDES IN SUGAR BEET CROP IN THE PRODUCTION CONDITIONS OF 2020 AND 2021

Maja Sudimac^{1*}, Miloš Pavlović¹, Helena Majstorović¹, Stanka Pešić¹,
Bojan Laloš¹

¹ PSS Institut Tamiš, Pančevo

* Autor za korespondenciju: sudimacmaja@gmail.com

Izvod

Tokom 2020. i 2021. godine ispitivana je efikasnost herbicida za suzbijanje širokolisnih korova u usevu šećerne repe na području Južnog Banata. Ispitivane su varijante sa kombinacijom sledećih aktivnih materija: metamitron, etofumesat, fenmedifan, trisulfuron-metil, klopiralid i lenacil. Herbicidi su primenjeni u tri split tretmana u razmaku od 10 do 20 dana, tretiranjem korova u osetljivoj fazi (kotiledoni i prvi par stalnih listova). U ogledu su bile zastupljene sledeće korovske vrste *Chenopodium album*, *Stachys annua*, *Solanum nigrum*, *Euphorbia cyparissias*, *Polygonum aviculare*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Datura stramonium*, *Cirsium arvense*, i *Abutilon theophrasti*. Rezultati ispitivanja su pokazali da je *Ch. album* u obe godine ispitivanja pokazao nisku osetljivost prema svim ispitivanim varijantama osim kombinacije metamitron, etofumesat, lenacil, trisulfuron metil koja je ispoljila maksimalnu efikasnost kako prema ovom korovu tako i prema ostalim korovskim vrstama. Dobijeni rezultati potvrđuju efikasnost dostupnih herbicida na tržištu, nakon povlačenja iz upotrebe do sada korišćenih aktivnih materija.

Ključne reči: šećerna repa, herbicidi, korovske vrste, koeficijent efikasnosti

Abstract

In 2020 and 2021 field trials were carried out to evaluate efficacy herbicides (three and four active substances) for controlling broadleaf weeds in sugar beet crop, in the South Banat region. Treatments with a combination of the following active substances were tested: metamitron, ethofumesate, fenmedifam, triflurosulfuron-methyl, clopyralid, lenacil. Herbicides were applied in three treatments with an interval of 10 to 20 days depending on weather conditions and the appearance of weed plants that were treated in a sensitive phase (cotyledons and the first pair of permanent leaves). The following types of weeds were represented in the experiment *Chenopodium album*, *Stachys annua*, *Solanum nigrum*, *Euphorbia cyparissias*, *Polygonum aviculare*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Datura stramonium*, *Cirsium arvense*, *Abutilon theophrasti*. The results suggest that *Ch. album* in both years of testing showed low susceptibility to all tested variants, except for the combination of metamitron, etofumesate, lenacil, trisulfuron methyl, which showed maximum efficiency both against this weed and against other weed species. The obtained results confirm that even with the loss of the license for the registration of some active substances, there are effective combinations of herbicides that can successfully keep the sugar beet crop free from weeds.

Key words: sugar beet, herbicides, weed species, efficiency coefficient

Uvod

Šećerna repa (*Beta vulgaris* L.) je posle šećerne trske (*Saccharum officinarum* L.) najznačajnija biljna vrsta za proizvodnju šećera u svetu. Šećerna repa se proizvodi uglavnom u oblastima sa umerenom kontinentalnom klimom. U početku se primarno gajila radi stočne ishrane i kao značajan usev u sistemu plodoreda. Radom na selekciji u cilju dobijanja produktivnijih sorti ova kultura dobija prvorazredni značaj kao sirovina za proizvodnju šećera. Šećerna repa zauzima prvo mesto među ratarskim kulturama u prinosu po jedinici površine (Spasić, 1992). Preradom šećerne repe, pored šećera dobija se i veliki broj proizvoda kao što su rezanci, melasa, kvasac, alkohol, saturacioni mulj i drugi

(Jaćimović i sar., 2007). Šećer kao esencijalna roba, predstavlja najjeftiniji izvor energije u lancu ishrane. Oko 30% šećera namenjenog za ljudsku upotrebu dobija se iz prerade šećerne repe (Bairagi et al., 2013).

Korovi predstavljaju jedan od glavnih problema u gajenju šećerne repe. Kako šećerna repa sporo raste u ranim fazama, njena konkurencija je slaba u odnosu na korove. Kritični period za kontrolu korova je u prvih 60 dana nakon nicanja useva, tj. dok šećerna repa ne sklopi redove (Bhadra et al., 2020). U Srbiji dominantni širokolisni korovi u usevu šećerne repe su: *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus blitoides*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Datura stramonium*, *Hibiscus trionum*, *Polygonum convolvulus*, *Polygonum lapathifolium*, *Sinapis arvensis*, *Solanum nigrum* i *Xanthium strumarium*. Od uskolisnih korova, najzastupljeniju su: *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis* i *Sorghum halepense*.

Hemijsko suzbijanje korova u šećernoj repi zasniva se uglavnom na višekratnoj primeni herbicida kada je većina korova u fazi kotiledona, bez obzira na uzrast šećerne repe. Zbog ukidanja dozvola za promet pojedinih herbicida širokog spektra delovanja, smanjuje se izbor herbicida, koji se svodi na one sa aktivnim materijama fenmedifam, etofumesat i metamitron u svom sastavu, uz dopunu sa aktivnim materijama klopivalid, triflusalifuron-metil i lenacil. Cilj ovog rada je bio da se proverí efikasnost ovih aktivnih materija i predoče potencijalne kombinacije ovih aktivnih materija kao zamena za aktivne materije koje više nemaju dozvolu za primenu u zaštiti bilja.

Materijal i metode rada

Istraživanja su obavljena na Oglednom polju Instituta Tamiš u Pančevu, tokom 2020. i 2021. godine. Efikasnost aktivnih materija u suzbijanju korova, ispitivana je u usevu šećerne repe sorte Eduarda (posejana 28.03.2020. godine) i sorte KWS Smart Djerba (posejana 02.04.2021. godine). Ogled je postavljen po potpuno slučajnom blok sistemu, sastojao se od 5 varijanti i kontrole, u 4 ponavljanja. Veličina osnovne parcele je bila 15 m². U svakoj od pet varijanti vršena su po tri split tretmana na svakih 10 - 20 dana. Momenat svakog od tretmana

diktirale su vremenske prilike i razvoj korovskih biljaka u ogledu. Tretmani su izvođeni leđnom prskalicom Solo 435 uz utrošak radnog rastvora od 200 l/ha (EPPO,2012)

Rezultati i diskusija

Varijante primenjenih herbicida su izabrane na osnovu postojećih formulacija aktivnih materija dostupnih na tržištu. Ispitivane kombinacije aktivnih materija u okviru svake varijante su prikazane u *Tabeli 1.* za 2020. i 2021. godinu. Spektar korovskih vrsta na koje se očekuje efikasnost delovanja aktivnih materija je opredelila izbor predloženih kombinacija što je kao krajni rezultat i pokazalo razlike u efikasnosti.

Tabela 1. Primenjeni herbicidi i datumi tretmana u ogledu 2020. i 2021. godine

Varijante	PRE-EM	T1	T2	T3	Sirak rizomski	L, kg/ha
2020. godina	04.04.	22.04.	05.05.	22.05.	28.05	
2021. godina	06.04.	26.04.	06.05.	27.05.	30.05	
Kontrola						
1. metamitron	x					2
metamitron						2 +
+triflusulfuron-		x				0,04 +
metil+klopivalid						0,7
metamitron+						1,5 +
triflusulfuron-			x			0,04 +
metil+klopivalid						0,7
metamitron+						1,5 +
triflusulfuron-		x				0,04 +
metil+klopivalid				x		0,5
metamitron+					x	1,5 +
triflusulfuron-						0,04 +
metil+klopivalid						0,5
3. metamitron+		x				1,5 +

	lenacil+triflusulfuron-metil +klopiralid		0,21 + 0,5
	Metamitron +lenacil+ triflusulfuron-metil +klopiralid	x	1,5 + 0,21 + 0,5
	metamitron+lencil+ triflusulfuron-metil+klopiralid		1,5 + 0,21 + 0,5
	metamitron + triflusulfuron-metil + okvašivač	x	0,8 + 1 + 0,03
4.	fenmedifan+ etofumesat+ metamitron + triflusulfuron-metil +okvašivač	x	1 + 1 + 0,03
	fenmedifan+ etofumesat+ metamitron propakvizafop		1 + 2
	metamitron+ etofumesat+ triflusulfuron-metil+lenacil	x	1 + 1 + 0,21
5.	metamitron+etofumesat+ triflusulfuron-metil+lenacil	x	1 + 1 + 0,21
	metamitron+etofumesat+ triflusulfuron-metil+lenacil		1 + 1 + 0,21

Efikasnost herbicida je ocenjivana tri nedelje nakon poslednjeg tretmana, brojem preživelih biljaka svake pojedinačne vrste, izražena na jedinicu površine od 1 m².

Tabela 2. Koeficijent efikasnosti primenjenih varijanti herbicida u 2020. godini u odnosu na broj korova (%)

Vrsta korova	Varijante					
	K	1	2	3	4	5
<i>Chenopodium album</i>		50	50	0	50	100
<i>Sttachys annua</i>		0	50	50	/	100
<i>Solanum nigrum</i>		97.14	97.14	100	100	100
<i>Datura stramonium</i>		100	100	100	100	100
<i>Abutilon theophrasti</i>		83.33	83.33	83.33	83.33	100
Ukupna efikasnost varijante		90.20	92.16	92.16	88.23	100

U ispitivanjima u 2020. godini korovska vrsta *Ch. album* je pokazala slabu osetljivost u varijantama 1, 2, 3 i 4 gde je ocena efikasnosti bila ispod 50%. I u 2021. godini *Ch. album* pokazuje nisku osetljivost u varijantama 1, 2, 3, 4. Jedino je u varijanti 5 (metamitron + etofumesat + lenacil + trisulfuron metil) efikasnost primenjenih kombinacija aktivnih materija na ovu korovsku vrstu iznosila 100% u obe godine istraživanja (Tabela 2 i 3).

Tabela 3. Koeficijent efikasnosti primenjenih varijanti herbicida u 2021. godini u odnosu na broj korova (%)

Vrsta korova	Varijante					
	K	1	2	3	4	5
<i>C. album</i>	58.33	33.33	45.83	75	100	100
<i>Stachys annua</i>	60	80	80	20	100	100
<i>Solanum nigrum</i>	100	100	90	100	100	100
<i>E. cyparissias</i>	0	50	100	100	100	100
<i>Polygonum aviculare</i>	100	0	100	100	100	100
<i>A. artemisifolia</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Datura stramonium</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Cirsium arvense</i>	100	100	0	0	100	100
Ukupna efikasnost varijante	70.21	59.57	65.95	76.59	100	100

Tabela 4. Koeficijent efikasnosti primenjenih varijanti u 2020. godini u odnosu na masu korova

	Varijante					
	K	1	2	3	4	6
Masa korova (gr/m ²)	1460	320	280	440	50	0
Koeficijent efikasnosti (%)		78,08	80,82	70,83	96,57	100

Tabela 5. Koeficijent efikasnosti primenjenih varijanti u 2020. godini u odnosu na masu korova

	Varijante					
	K	1	2	3	4	6
Masa korova gr/m ²	2263	1078	706	710	104	0
Koeficijent efikasnosti (%)		52.36	68.80	68.63	95.40	100

Sličan rezultat dobili su i Zargar i sar. (2017) kod kojih je kombinacija herbicidnih aktivnih materija, sa izuzetkom triflusulfuron metila, a uz dodatak desmedifama (koji kod nas više nije u upotrebi), ispoljila visoku efikasnost na *Ch. album* i *A. retroflexus*.

Kombinacija aktivnih materija iz varijante 1, 2, 3 i 4 imale su slabo delovanje i na korovsku vrstu *St. annua* u 2020. godini, a u 2021. godini zabeleženo je slabo do zadovoljavajuće delovanje.

Varijanta broj 5 je u obe ispitivane godine ispoljila maksimalnu efikasnost prema svim zastupljenim korovskim vrstama, tako da i ukupna efikasnost ove varijante u odnosu na broj i na zelenu masu korova iznosi 100% (Tabela 2).

Nižu efikasnost posmatrano kroz ukupnu masu zastupljenih korova u odnosu na kontrolu imale su varijante 1, 2, 3 i 4 (Tabela 4). Ove varijante su u 2021. pokazale nižu efikasnost u odnosu na iste varijante u 2020. godini (Tabela 5). Razlog za nastale razlike je pre svega kišovito proleće tokom 2021. godine, kada su padavine u aprilu iznosile 42,9 mm a u 2020. godini 4,2 mm (<https://www.institut-tamis.rs/ogledno-polje/godisnji-rezultati-ogleda/>).

Prema Bayat i sar. (2019), upotreba preparata sa aktivnom materijom metamitron uz primenu mehaničkih mera suzbijanja korova dala je najbolje efekte na kontolu korova, prvenstveno na *Ch. album* i *A. retroflexus*, dok upotreba ove aktivne materija nije ispoljila dovoljnu efikasnost u kontroli *D. stramonium*. U našim ogledima nije ispitivana efikasnost pojedinačnih aktivnih materija, a kombinacije aktivnih materija u primenjenim varijantama dale su visoku efikasnost na *D. stramonium*.

Zaključak

Dobijeni rezultati pokazuju da, gubitkom dozvole za registraciju nekih aktivnih materija, postoje efikasne kombinacije herbicida koje uspešno mogu održavati usev šećerne repe čistim od korova.

Literatura

- Bairagi A., Paul S. K., Kader M. A., Hossain M. S. (2013). Yield of tropical sugarbeet as influenced by variety and rate of fertilizer application. *Pakistan Sugar Journal* 28, 13–20.
- Bhadra T., Mahapatra C. K., Paul S. K. (2020). Weed management in sugar beet: A review. *Fundamental and Applied Agriculture* 5(2): 147-156.
- Bayat M., Kavhiza N., Orujov E., Zargar M., Akhrarov M., Temewei G. A. (2019). Integrated weed control methods utilizing planting pattern in sugar beet. *Res. on Crops* 20 (2): 413-418. doi : 10.31830/2348-7542.2019.060
- EPPO: Efficacy evaluation of plant protection products: Design and analysis of efficacy evaluation trials, PP 1/152(4). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 42(3), 367–381, 2012.
- Jaćimović, G., Marinković, B., Crnobarac, J. (2007). Sugar beet tops: Quality forage. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 44(1): 487-494.
- Spasić, P. (1992). Privredni značaj, rasprostranjenost i proizvodnja šećerne repe. *Šećerna repa (monografija)*, Jugošećer, Beograd, 19-32. <https://www.institut-tamis.rs/ogledno-polje/godisnji-rezultati-ogleda/>
- Zargar M., Pakina E., Dokukin P. (2017) Agronomic Evaluation of Mechanical and Chemical Weed Management for Reducing Use of Herbicides in Single vs. Twin-Row Sugar Beet. *Journal of Advanced Agricultural Technologies* 4(1): 62-67. doi: 10.18178/joaat.4.1

**ANALIZA KVALITETA PLODA EKONOMSKI VAŽNIH SORTI
KRUŠKE VILIJAMOVKA I FETELOVA**

**FRUIT QUALITY ANALYSIS OF ECONOMICALLY
IMPORTANT PEARS WILLIAMS BARTLETT AND ABATE
FETEL**

Ivana Radović^{1*}, Aleksandar Radović², Milena Marjanović¹, Zorica Jovanović¹,
Slađana Savić³

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun

²Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kruševac

³Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

* Autor za korespondenciju: ivana.petrovic@agrif.bg.ac.rs

Izvod

Kvalitet ploda kruške je izuzetno značajan, kako za potrošnju u sirovom stanju, tako i za prerađivačku industriju. Posebno je ekonomski značajna sorta Vilijamovka, za čije gajenje su bitni i prateći oprašivači, kao što je sorta Fetelova (Abate Fetel). Rezultati istraživanja su pokazali da je sorta Fetelova bolja u pogledu morfoloških osobina ploda u odnosu na Vilijamovku, zbog čega je pogodnija za stonu potrošnju. Biohemijska analiza je ukazala na izuzetan kvalitet sorte Vilijamovka u odnosu na Fetelova na osnovu sadržaja rastvorljivih suvih materija, ukupnih šećera i organskih kiselina. Senzorička analiza je potvrdila prednost sorte Vilijamovka u pogledu izgleda, ukusa, arome i sočnosti plodova, dok su plodovi sorte Fetelova imali veći indeks slasti. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su obe ekonomski važne sorte kruški imale kvalitetne plodove sa izuzetnim senzoričkim osobinama, što ih čini posebno atraktivnim za potrošače.

Ključne reči: kruška, Vilijamovka, Fetelova, kvalitet ploda, senzorička analiza

Abstract

The quality of the pear fruit is extremely important, both for fresh consumption and for the processing industry. The Williams Bartlett variety is especially economically significant, and for its cultivation are important supporting pollinizers, like Abate Fetel variety. The research results showed that the Abate Fetel variety is better in terms of the morphological characteristics of the fruit compared to the Williams Bartlett variety, which is why it is more suitable for fresh consumption. Biochemical analysis indicated the exceptional quality of the Williams Bartlett variety compared to Abate Fetel based on the content of soluble dry matter, total sugars and organic acids. Sensory analysis confirmed the advantage of the Williams Bartlett variety in terms of appearance, taste, aroma and juiciness of the fruits, while the fruits of the Williams Bartlett variety had a higher sweetness index. Based on the obtained results, it can be concluded that both economically important varieties of pears had quality fruits with exceptional sensory properties, which makes them particularly attractive for consumers.

Key words: pear, Williams Bartlett, Abate Fetel, fruit quality, sensory analysis

Uvod

Kruška predstavlja, pored šljive i jabuke, jednu od najvažnijih vrsta u voćarskoj proizvodnji u Srbiji. Pema FAOSTAT-u (2020), kruška se gaji u Srbiji na 5036 hektara, a ukupna proizvodnja je premašila 67000 tona. Na globalnom nivou, Srbija zauzima 26. mesto po proizvodnji kruške. Plodovi kruške sadrže dosta ukupnih šećera, od čega najveći deo čine fruktoza i glukoza. Takođe, sadrže organske kiseline, vitamine, tanine, mineralne materije (Mratinić, 2000).

Vilijamovka je najviše gajena sorta kruške na svetu, pa i u Srbiji. Zahvaljujući svojim pomološko-tehnološkim karakteristikama, izuzetno je pogodna za preradu i dobijanje širokog spektra kvalitetnih proizvoda. U našoj zemlji je izuzetno cenjena kao sirovina za dobijanje kvalitetne rakije (Nikićević, 2005). Visok sadržaj šećera i specifična aroma doprinose subjektivnom osećaju ukusa, usled čega je visoko ocenjena na senzoričkim testovima od strane potrošača (Taiti i sar., 2017). Fetelova je

stara francuska sorta koja se koristi kao jedan od oprašivača sorte Vilijamovka (Mratinić, 2000). Ima takođe izuzetne kvalitativne odlike, kao što su sočni plodovi i odličan ukus. Posедуje kvalitetnu aromu i visok indeks slasti, usled čega je sorta sa odličnim ocenama na senzoričkim testovima (Predieri i sar., 2005).

Cilj ovog rada jeste ispitivanje kvaliteta plodova ekonomski važnih sorti kruški Vilijamovka i Fetelova.

Materijal i metode rada

U ovom istraživanju su korišćeni plodovi dve sorte kruške (Vilijamovka i Fetelova) sa Ogladnog dobra "Radmilovac" Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. Zasad se nalazi u fazi pune rodnosti. Podloga je dunja BA29, a uzgojni oblik je vitko vreteno. Razmak sadnje je 3,5 x 1 metar. Istraživanja su obavljena u toku 2022. godine.

U sklopu istraživanja su analizirane morfološke, biohemijske i senzoričke osobine ploda. Od morfoloških osobina ploda ispitivane su: masa, dimenzije ploda (dužina i širina) i indeks oblika ploda.

Od biohemijskih osobina su analizirani: sadržaj rastvorljivih suvih materija, sadržaj šećera (ukupnih, invertnih i saharoze) i ukupnih organskih kiselina. Sadržaj rastvorljivih suvih materija izmeren je digitalnim refraktometrom (Pocket PAL-1, Atago, Japan), dok su ukupni i invertni šećeri određeni protokolom po Luff Schoorl-u (Egan i sar., 1981).

Sadržaj saharoze je određen na osnovu razlike ukupnih i invertnih šećera pomnoženih sa koeficijentom 0,95. Ukupne organske kiseline su utvrđene titracijom sa 0,1N NaOH (Tyl i Sadler, 2017). Deljenjem sadržaja rastvorljivih suvih materija i ukupnih kiselina dobijen je indeks slasti.

Poentiranjem od strane petočlanog žirija su određene senzoričke osobine ploda. Od ovih osobina ispitivane su: izgled, ukus, aroma, sočnost, topivost mesa i struktura mesa ploda. Podaci su obrađeni korišćenjem softvera SigmaPlot (verzija 11.0). Broj ponavljanja za svaki od parametara je iznosio 6 (n=6).

Rezultati i diskusija

Morfološke osobine ploda obe sorte su predstavljene u Tabeli 1. Masa ploda je značajan parametar kvaliteta ploda. Sorta Fetelova se odlikovala veoma krupnim plodovima (269,50 g), koji su bili znatno veći u odnosu na plodove sorte Vilijamovka, čija je masa u proseku iznosila 197,94 g. U našim istraživanjima utvrđena je veća masa plodova sorte Fetelova u odnosu na rezultate koje su dobili Kiprijanovski i Ristevski (2009). Nastale razlike mogu biti posledica različitih agro-ekoloških uslova između dva lokaliteta, kao i tehnologije gajenja. Izduženi plodovi su karakteristika sorte Fetelova (127,09 mm), dok je kod Vilijamovke dužina ploda bila znatno manja (87,31 mm). Manje razlike između dve sorte utvrđene su u širini ploda, koja je kod Vilijamovke iznosila 67,72 mm, dok je kod Fetelove ovaj parametar bio 73,21 mm. U skladu sa dimenzijama ploda, sorta Fetelova je imala i veći indeks oblika ploda (1,75) u odnosu na sortu Vilijamovka (1,30). Na osnovu toga može se zaključiti da se sorta Vilijamovka karakteriše tipičnim kruškastim oblikom ploda, dok je kod sorte Fetelova izduženo-konusan. Na izbor krušaka od strane potrošača u velikoj meri utiču veličina i oblik ploda. Na tržištu su definisane dve grupe potrošača – oni koji preferiraju kruškaste, klasične plodove i potrošači koji će radije odabrati izdužene plodove (Jeager i sar., 2003). Stoga ove dve sorte mogu naći svoje mesto na tržištu u pogledu željene morfologije ploda, za obe grupe potrošača.

Tabela 1. Morfološke osobine plodova sorti kruške Vilijamovka i Fetelova

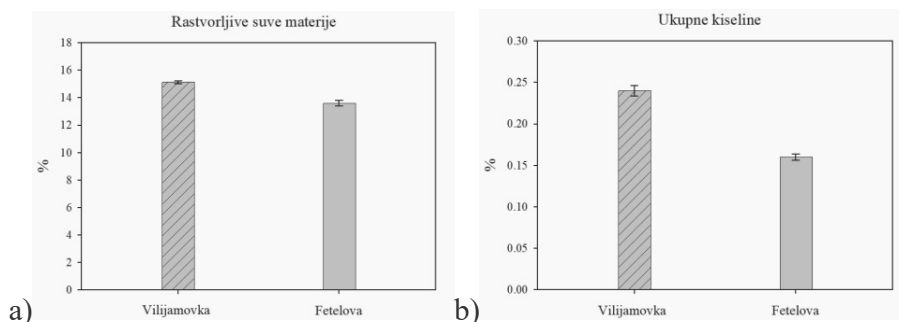
Genotip	Masa ploda (g)	Dužina ploda (mm)	Širina ploda (mm)	Indeks oblika ploda
Vilijamovka	197,94±1 7,99	87,31±1,97	67,72±2,65	1,30±0,05
Fetelova	269,50±2 4,28	127,09±3,36	73,21±2,56	1,75±0,07

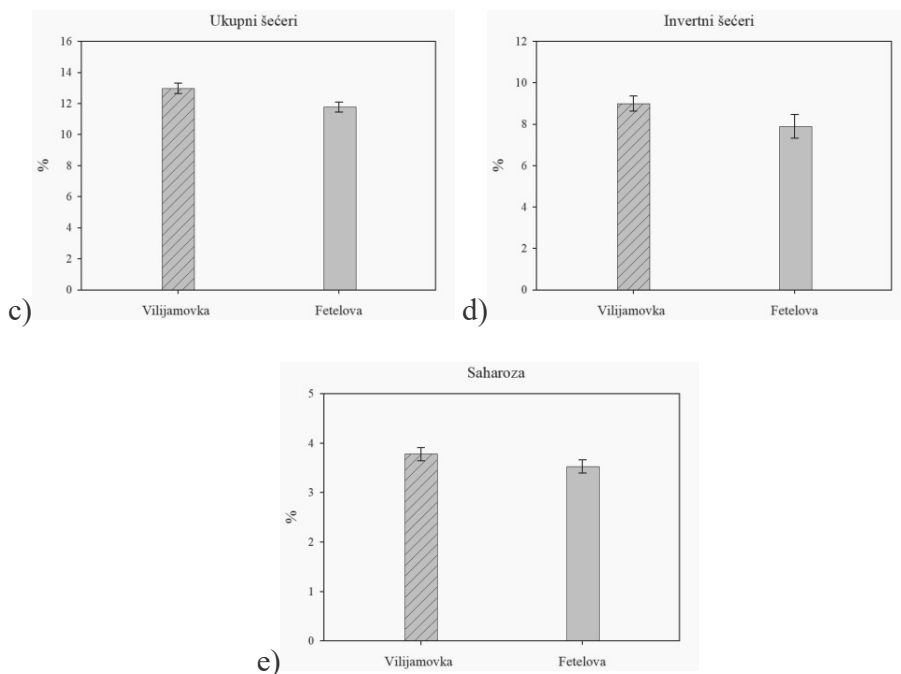
Podaci predstavljaju srednje vrednosti (n=6) ±standardna greška

Obe sorte su se odlikovale visokim sadržajem rastvorljivih suvih materija (Grafikon 1a). Sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodu sorte Vilijamovka je iznosio 15,10%, dok je kod Fetelove bio nešto niži (13,60%). Sadržaj ukupnih organskih kiselina je kod obe sorte bio nizak, ali nešto viši kod Vilijamovke (0,24%) u odnosu na Fetelovu (0,16%) (Grafikon 1b). Dobijeni rezultati za sadržaj rastvorljivih suvih materija i ukupnih kiselina su u skladu sa rezultatima koje su dobili Kiprijanovski i Risteovski (2009) u svojim istraživanjima sa istim sortama.

Odnos sadržaja rastvorljivih suvih materija (koje najvećim delom čine šećeri) i organskih kiselina ukazuje na slast ploda. Indeks slasti je kod sorte Vilijamovka bio niži, dok je kod Fetelove zbog niskog sadržaja organskih kiselina on bio dosta visok, što ukazuje da se ova sorta odlikuje izuzetno slatkim plodovima (Grafikon 2).

Među najvažnijim parametrima kvaliteta plodova kruške su šećeri (Grafikon 1c) čiji sadržaj, pored organskih kiselina, utiče na percepciju ukusa kruške (Predieri i Gatti, 2009). U plodovima sorte Vilijamovka je utvrđen visok sadržaj ukupnih šećera (12,98%). Invertni (redukujući) šećeri učestvuju najvećim delom u strukturi ovih šećera, čiji je sadržaj iznosio 9,00% (Grafikon 1d), dok je saharoza bila zastupljena sa 3,78% (Grafikon 1e). U skladu sa sadržajem rastvorljivih suvih materija, kod sorte Fetelova utvrđen je i niži sadržaj ukupnih (11,62%) i invertnih šećera (7,90%), dok je sadržaj saharoze iznosio 3,53% (Grafikon 1c, 1e). Dobijeni rezultati pokazali su da sorta Vilijamovka ima više šećera i saharoze od sorte Fetelova, što je u skladu sa rezultatima Tóth-Markus i sar. (2011).





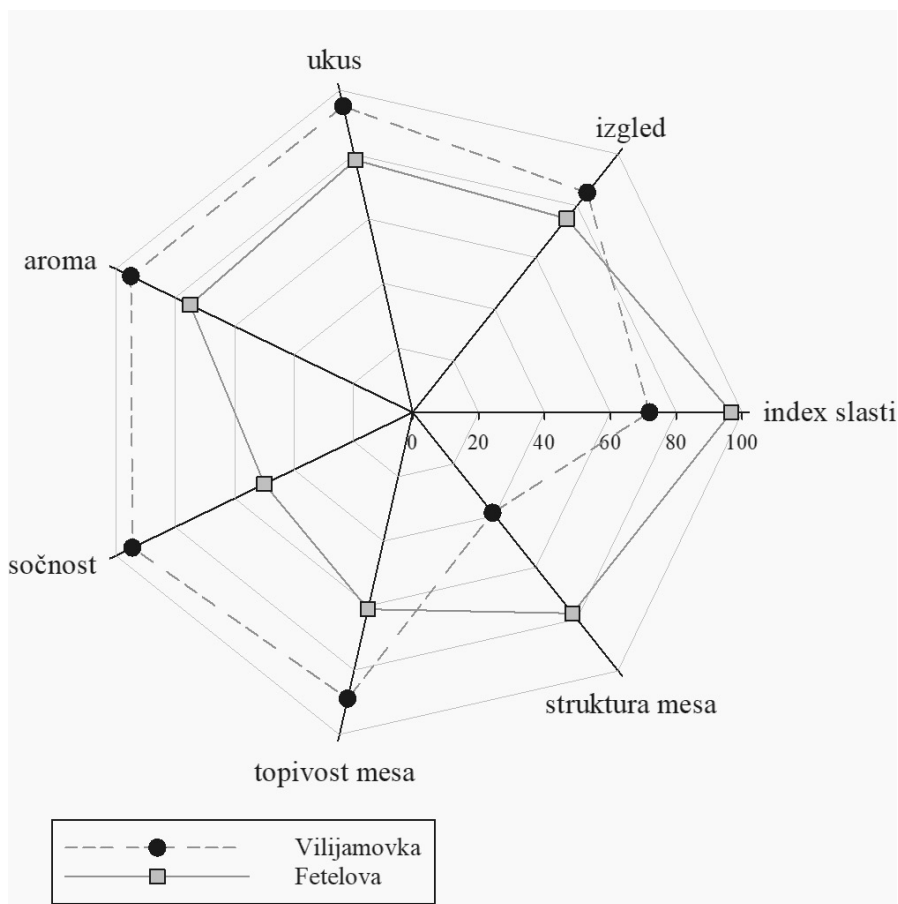
Grafikon 1. Biohemijske osobine plodova sorti kruške Vilijamovka i Fetelova

Kada su u pitanju senzoričke analize ploda, može se konstatovati da su obe sorte imale visoke ocene za ispitivane parametre (Grafikon 2). Ovi parametri su bili viši kod sorte Vilijamovka u odnosu na sortu Fetelova. Jedna od ključnih odlika kvaliteta plodova kruške je i aroma (Stanivuković, 2021).

Sorta Vilijamovka se posebno istakla u pogledu izgleda, ukusa, arome i sočnosti plodova. Na tržištu potrošači posebno cene slatke i sočne plodove (Jeager i sar., 2003).

Sočnost se posebno ističe kao značajan parametar opšteg utiska o sorti od strane potrošača.

Plodovi sorte Fetel su imali veći indeks slasti, što je značajna odlika sa aspekta potrošača, koji preferiraju slatke plodove. Takođe, u ispitivanjima većeg broja sorti kruške, ova sorta je pokazala najbolje senzoričke rezultate (Mratinić i sar., 2007)



Grafikon 2. Senzoričke osobine plodova kruške sorti Vilijamovka i Fetelova

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja, može se zaključiti da je sorta Fetelova bolja u pogledu morfoloških osobina ploda u odnosu na sortu Vilijamovka. Biohemijska analiza je pokazala da su plodovi sorte Vilijamovka imali veći sadržaj rastvorljivih suvih materija, ukupnih šećera i organskih kiselina u odnosu na sortu Fetelova. Senzorička analiza

je potvrdila prednost sorte Vilijamovka u pogledu izgleda, ukusa, arome i sočnosti plodova, dok su plodovi sorte Fetelova imali veći indeks slasti. Na osnovu dobijenih rezultata može se generalno zaključiti da su obe ekonomski važne sorte kruški imale krupne i kvalitetne plodove sa izuzetnim senzoričkim osobinama, što ih čini posebno atraktivnim za potrošače.

Zahvalnica

Ovaj rad je finansiran od strane projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, ugovori br. 451-03-68/2022-14/200116 i 451-03-68/2022-14/200216.

Literatura

- Egan, H., Kirk, R., Sawyer, R. (1981). The Luff Schoorl method. Sugars and preserves. In: Pearson's chemical analysis of foods. 8th edition, Longman Scientific and Technical, Harlow, UK, 152–153.
- FAO (2020). <http://faostat.fao.org>
- Jaeger, S. R., Lund, C. M., Lau, K., Harker, F. R. (2003a). In search of the "ideal" pear (*Pyrus* spp.): results of a multidisciplinary exploration. - *Journal of food science* 68(3): 1108-1117. doi: [10.1111/j.1365-2621.2003.tb08296.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb08296.x)
- Kiprjanovski, M., Ristevski, B. (2009). Biological and Pomological Characteristics of some Pear Varieties in Republic of Macedonia. - *Agriculturae Conspectus Scientificus* 74(2), 123-126.
- Mratinić, E. (2000). Kruška. Partenon, Beograd.
- Nenadović-Mratinić, E., Milatović, D., Đurović, D. (2007). Biološke osobine letnjih sorti krušaka gajenih u beogradskom podunavlju. - *Zbornik naučnih radova sa XXII Savetovanje*, 13(5): 11-17.
- Nikićević, N. (2005). Effects of some production factors on chemical composition and sensory qualities of williams pear brandy. - *Journal of Agricultural Sciences* 50(2): 193-206. doi: 10.2298/JAS0502193N
- Predieri, S., Gatti, E. (2009). Effects of cold storage and shelf-life on sensory quality and consumer acceptance of 'Abate Fetel' pears. - *Postharvest Biology and Technology* 51(3): 342-348. doi: [10.1016/j.postharvbio.2008.09.006](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.09.006)

- Predieri, S., Gatti, E., Rapparini, F., Cavicchi, L., Colombo, R. (2005). Sensory evaluation from a consumer perspective and its application to “Abate fetel” pear fruit quality. - *Acta Horticulturae* 671: 349–353. doi:10.17660/actahortic.2005.671
- Stanivuković, S. (2021). Kvalitet ploda kruške gajene na obronačnom pseudogleju na podlozi dunje i sijancu divlje kruške. Doktorska disertacija. Univerzitet u Banja Luci – Poljoprivredni fakultet.
- Taiti, C., Marone, E., Lanza, M., Azzarello, E., Masi, E., Pandolfi, C., Giordani, E., Mancuso, S. (2017). Nashi or Williams pear fruits? Use of volatile organic compounds, physicochemical parameters, and sensory evaluation to understand the consumer’s preference. *European Food and Research Technology* 243, 1917–1931. doi: 10.1007/s00217-017-2898-y
- Tóth-Markus, M., Bánáti, D., Adányi, N., Boross, F., Konrád-Németh, C., Szabó, Z., Soltész, M., Nyéki, J. (2011). Composition and storage of pear cultivars from Nagykanizsa. - *International Journal of Horticultural Science* 17(1-2): 63–68. doi: 10.31421/IJHS/17/1-2./947
- Tyl, C., Sadler, G.D. (2017). pH and Titratable Acidity. In: Nielsen, S.S. (eds) *Food Analysis. Food Science Text Series*. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-45776-5_22

**UTICAJ BIOPREPARATA NA ENERGIJU KLIJANJA, UKUPNU
KLIJAVOST I ZAŠTITU SEMENA MIROĐIJE**

**INFLUENCE OF BIO-PREPARATIONS ON ENERGY
GERMINATION, TOTAL GERMINATION AND PROTECTION
OF DILL SEEDS**

Vladimir Filipović¹, Željana Prijić^{1*}, Sara Mikić¹, Snežana Dimitrijević¹,
Vladan Ugrenović², Vera Popović³, Tatjana Marković¹

¹*Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd*

²*Institut za zemljište, Beograd*

³*Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog
značaja za Republiku Srbiju*

**Autor za korespondenciju: zprijic@mocbilja.rs*

Izvod

Mirođija (*Anethum graveolens* L.) je jednogodišnja začinska i lekovita biljka iz familije Apiaceae. Visoka energija klijanja i procenat klijavosti su potrebni za postizanje visokog prinosa. Cilj ovog istraživanja je bio utvrđivanje najefikasnijeg biopreparata sa blagotvornim dejstvom na energiju klijanja, ukupnu klijavost i zdravstveno stanje semena mirođije. Ispitivanja su sprovedena sa dva sredstva za zaštitu bilja, dozvoljena u organskoj proizvodnji ("Extrasol F" i "Polyversum") i tri biljna preparata ("Fermentisani ekstrakt hajdučke trave", "Fermentisani ekstrakt čička" i "Fermentisana mešavina LAB mix"). Klijavost semena je povećana u svim tretmanima u odnosu na kontrolu. Tretmani preparatom "Fermentisana mešavina LAB mix" ispoljili su najveći uticaj na energiju klijanja i ukupnu klijavost semena. Na osnovu simptoma i znakova bolesti, prisustvo *Alternaria* sp. je potvrđeno na površini semena mirođije. U poređenju sa kontrolom, zaraza semena je smanjena u tretmanima sa preparatima "Fermentisana mešavina LAB mix" i "Fermentisani ekstrakt čička".

Ključne reči: *Anethum graveolens* L., biopreparati, fermentisani ekstrakti, klijavost, zdravstveno stanje semena, *Alternaria* sp.

Abstract

Dill (*Anethum graveolens* L.) is an annual herb and medicinal plant from the Apiaceae family. High energy germination and germination percentage are required to achieve high yield. The aim of the study was to discover the most efficient biopreparations with a beneficial effect on dill seed energy germination, total germination and seed health. Testing was conducted with two plant protection products, permitted in organic production ("Extrasol F" and "Polyversum"), and three herbal preparations ("Fermented extract of yarrow", "Fermented burdock extract" and "Fermented LAB mix"). The seed germination was increased in all treatments, in comparison to control. The treatments with the preparation "Fermented LAB mix" manifested the greatest influence on energy germination and total seed germination. Based on the symptoms and signs of the disease, the presence of *Alternaria* sp. was confirmed on the surface of dill seeds. The seed infection was reduced in treatments with "Fermented LAB mix" and "Fermented Burdock Extract" compared to the control treatment.

Key words: *Anethum graveolens* L., bio-preparations, fermented extracts, germination, seed health, *Alternaria* sp.

Uvod

Mirođija (*Anethum graveolens* L.) je jednogodišnja začinska i lekovita biljna vrsta iz familije Apiaceae (Hellal et al., 2011; Zehtab et al., 2022). Poreklom je iz jugoistočne Evrope i srednje Azije. Gaji se u svim krajevima naše zemlje zbog herbe i etarskog ulja. Etarsko ulje se dobija iz semena, stabljika ili listova biljke (Aćimović et al., 2015). Pored vrlo karakterističnog mirisa koji potiče od etarskog ulja, seme mirođije u svom sastavu sadrži oko 17% biljnih proteina i oko 7% biljnih ulja (Filipović et al., 2014b). Proizvodi se direktnom setvom od polovine marta meseca. Dužina vegetacije je 90 dana. Seme mirođije ima dobru klijavost i nije osetljivo na temperature pri nicanju. Minimalne

temperature za nicanje su 8-10°C. U većoj meri na klijavost utiče vlažnost zemljišta (Stepanović i Radanović, 2011). Navodnjavanje biljaka mirođije tokom setve i nalivanja zrna može poboljšati kvalitet semena. Na prinos ploda mirođije utiču agroekološki uslovi kao i primenjena agrotehnika (Popović et al., 2019). Primena sredstava za ishranu bilja na bazi biljnih ekstrakata može dovesti do povećanja prinosa i kvaliteta ploda mirođije, anisa i korijandera ali i uticati na otpornost biljke u slučaju napada patogena (Jevđović et al., 2006).

U skladu sa ISTA (International Seed Testing Association, 2020), kao i smernicama EU koja u okviru svog Zelenog plana podržava održivu poljoprivredu, cilj ovog istraživanja je bio da se ispita uticaj pojedinih biljnih preparata na klijavost i zdravstveno stanje semena mirođije.

Materijal i metode rada

Istraživanja su sprovedena u toku 2022. godine, u agronomskoj laboratoriji Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", u Beogradu. Upotrebljeno seme mirođije proizvedeno je na proizvodnim parcelama Instituta (44°52'20"N; 20°42'06"E; 74 m.n.v.) i dorađeno tokom 2021. godine. Preliminarno istraživanje klijavosti semena u tri ponavljanja obavljeno je na temperaturi 22°C, pri čemu je dobijena prosečna klijavost preko 85% ± 0,5.

Energija klijanja i klijavost semena ispitivana je prema Pravilniku o kontroli kvaliteta semena ("Službeni list SFRJ" 47/87,..., "Službeni list SRJ",..., 23/2009, 64/2010, 72/2010 i 34/2013). Ispitivanje klijavosti semena je sprovedeno sa 100 semena na filter papiru u petri posudama, tri ponavljanja. Dva bioproizvoda (sa Liste sredstava za zaštitu i ishranu bilja i Liste poboljšivača zemljišta, dozvoljenih u organskoj proizvodnji) i tri biljna preparata (izrađena u Institutu), upotrebljeni su u tretmanima sa semenom mirođije. Seme je tretirano sa 15 mL prethodno pripremljenih rastvora preparata: "Extrasol F" (preporučena koncentracija 0,20 mL/kg), "Polyversum" (preporučena koncentracija 0,50 g/kg), "Fermentisani ekstrakt čička", "Fermentisani ekstrakt hajdučke trave" i "Fermentisana mešavina LAB mix" (5 mL biljnih preparata rastvorenih u 45 mL destilovane vode).

U kontrolnom tretmanu korišćena je ista količina destilovane vode (15 mL). Broj proklijalih semena je posmatran pomoću binokularne lupe

nakon 7, 14, i 21 dan od postavljanja eksperimenta (ISTA, 2010). Eksperiment je sproveden u laboratorijskim uslovima smene dan/noć pri temperaturi 19/16°C.

Tabela 1. Biopreparati korišćeni u tretmanima semena mirođije

Biopreparat	Aktivne supstance		
	Ime	Sastav	Proizvođač
Extrasol F	<i>Bacillus subtilis</i> soj Č13	1 x 10 ⁸ CFU/cm ³	BioGenesis, Bačka Topola i Jugo Hem, Leskovac
Polyversum	<i>Pythium oligandrum</i>	3% (1 X 10 ⁶ - 10 ⁷ oospore/g)	Biopreparat, Češka Republika
LAB mix	biljni preparat za zaštitu i ishranu bilja	sveži nadzemni delovi kamilice 30%, rastavića 20%, valerijane 15%, koprive 15% i gaveza 20%	Institut za proučavanje lekovitog bilja "dr J. Pančić", Beograd

Zdravstveno stanje semena mirođije ispitivano je metodom na sterilisanom (110°C/1h), troslojnom filter papiru u petri posudama. Eksperiment je postavljen u tri ponavljanja, sa 100 nesterilisanih semena po ponavljanju. Makroskopski pregled semena obavljen je nakon 7, 14 i 21 dan. Mikroskopske karakteristike fitopatogena su posmatrane na mikroskopu Olympus CX43 (Olympus, Hamburg, Germany) i slikane digitalnom kamerom Olympus EP50 (Olympus, Hamburg, Germany).

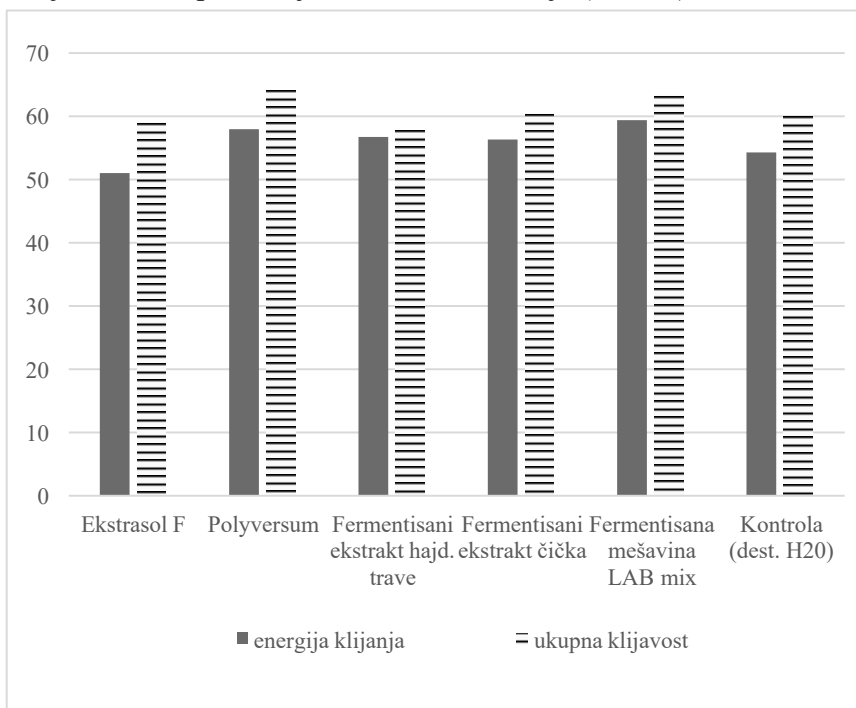
Rezultati i diskusija

Preliminarno istraživanje sprovedeno u cilju ispitivanja klijavosti semena na temperaturi 22°C je pokazalo da viša temperatura povećava energiju klijanja i ukupnu klijavost semena mirođije, što je u saglasnosti sa istraživanjima Saberali i Naser (2018) gde je utvrđeno da je optimalna temperatura za klijanje 26°C. Iako mirođija počinje sa nicanjem već od 8 do 12°C (Kišgeci, 2008), više temperature pozitivno utiču na brzinu i ujednačenost nicanja. U fazi nicanja mirođija je osetljiva na nedostatak vode, posebno kod postrne setve.

U našim istraživanjima, u poređenju sa kontrolom, pozitivan efekat na energiju klijanja imali su svi testirani preparati osim preparata "Extrasol F". Najbolji efekat na energiju klijanja postignut je u tretmanima sa preparatom "Fermentisana mešavina LAB mix" (5%) u odnosu na kontrolni tretman. U sličnim istraživanjima sprovedenim na semenu bosiljka, testirani preparati su takođe pokazali pozitivan efekat na energiju klijanja (Mikić et al., 2022). Rezultati preliminarnog ogleda prilikom tretmana semena morača (vrsta koja pripada istoj botaničkoj porodici kao mirođija) pokazali su da su rastvori preparata "Extrasol F" i "Polyversum" u preporučenim koncentracijama 0,20 mL/kg semena (73,3%) i 0,50 g/kg semena (64,7%) ispoljili pozitivan efekat na klijavost u poređenju sa kontrolom (Filipović et al., 2021a). Primenom priprema LAB1 (300 g sveže herbe kamilice (20%), 300 g sveže herbe rastavića (20%), 300 g sveže herbe odoljena (20%), 150 g sveže herbe hajdučke trave (10%), 150 g sveže herbe koprive (10%), 150 g sveže herbe gaveza (10%) i 150 g svežeg lista sladića (10%)) kod semena belog origana (*Origanum heracleoticum* L.) i vranilovke (*Origanum heracleoticum* L.) u odnosu na kontrolni tretman postignuta je za oko 20% veća klijavost (Filipović et al., 2014a). S druge strane, primena etarskih ulja mirođije (*Anethum graveolens* L.) i žalfije (*Salvia officinalis* L.) može biti korisna u sprečavanju klijanja semena nekih agresivnih korovskih vrsta, kao što je na primer seme vrste *Sorghum halepense* L. (Matković et al., 2017). U tretmanima sa preparatima "Polyversum" i "Fermentisana mešavina LAB mix" ukupna klijavost je bila najveća, i to za 8% i 7% veća od kontrole (Grafikon 1). Navedeni preparati su pokazali pozitivan uticaj i na ukupnu klijavost bosiljka (Mikić et al., 2022).

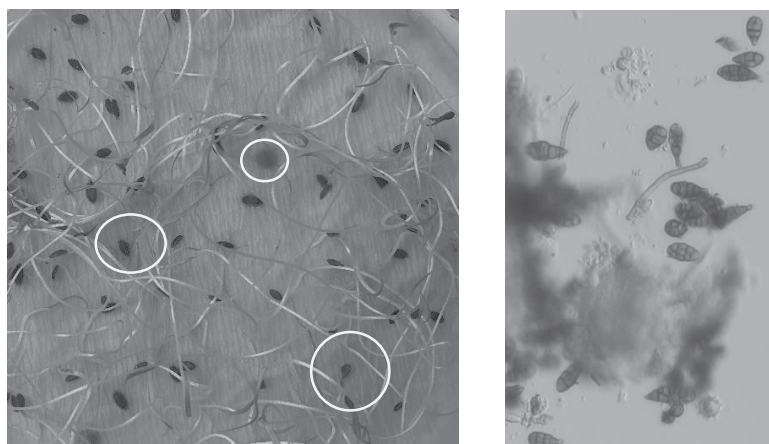
Rezultati istraživanja su pokazali da je na površini semena došlo do pojave simptoma i znakova prisustva gljiva iz roda *Alternaria*. Na

prokljalom semenu i klicama uočeni su simptomi nekroze, kao i tamne micelije i obilne sporulacije maslinastosive boje (Slika 1).

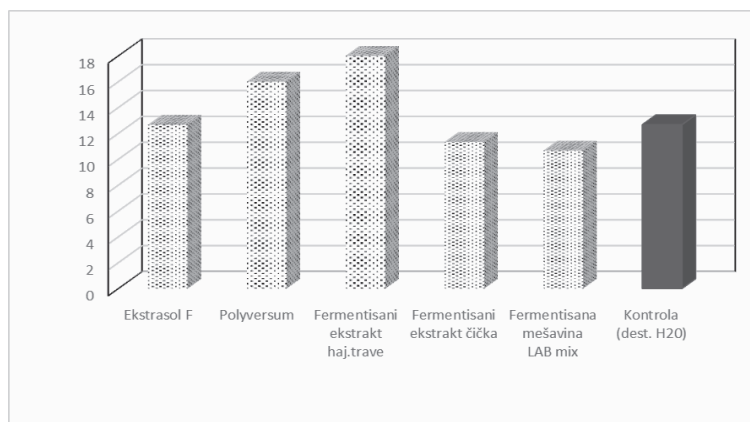


Grafikon 1. Efekat biopreparata na energiju klijanja i ukupnu klijavost semena mirođije (%).

“Fermentisana mešavina LAB mix” i “Fermentisani ekstrakt čička” su ispoljili pozitivan efekat u smanjenju pojave fitopatogenih gljiva na semenu i klijancima mirođije nakon 21 dan od njihove primene. “Fermentisani ekstrakt hajdučke trave” i “Polyversum” nisu ispoljili efekat u zaštiti od patogena. Takođe, fitopatogeni roda *Alternaria* pojavili su se na semenu drugih lekovitih i začinskih biljnih vrsta. Pozitivan efekat u njihovom suzbijanju imali su: “Ekstrasol F” i “Polyversum” kod morača; “Vegard”, LAB 3”, i “LAB 4” kod kamilice, kao i “Fermentisani ekstrakt hajdučke trave” kod bosiljka (Filipović et al., 2021a; Filipović et al., 2021b; Mikić et al., 2022).



Slika 1. Simptomi i znaci bolesti prouzrokovane rodom *Alternaria*.



Grafikon 2. Efekat biopreparata na pojavu patogena na semenu mirođije nakon 21 dana (%).

Zaključak

Nekoliko biopreparata pokazali su pozitivan efekat na klijavost i smanjenje pojave patogena na semenu *Anethum graveolens* L. Primena biljnih preparata "Fermentisani ekstrakt hajdučke trave", "Fermentisani ekstrakt čička" i "Fermentisana mešavina LAB mix" može se preporučiti u cilju poboljšanja energije klijanja i ukupne klijavosti semena mirođije,

dok primena "Fermentisanog ekstrakta čička" i "Fermentisane mešavine LAB mix" može biti i jedna od preventivnih mera zaštite semena od pojave bolesti.

Zahvalnica

Ovo istraživanje podržano je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije; Evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200003, 200011 i 200032.

Literatura

- Aćimović, M., Popović, S., Popović, A., Grahovac, M., Konstantinović, B., Maširević, S., Oljača, S. (2015). Potential dill (*Anethum graveolens* L.) uses in organic agriculture. *Biljni lekar*, 43(3), 281-286.
- European Commission, Directorate-General for Communication, European green deal: delivering on our targets, Publications Office, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2775/595210>
- Filipović, V., Popović, V., Aćimović, M., Marković, T., Protić, R., Ugrenović, V., Sikora, V. (2014a). Stimulatori klijavosti semena vranilovke (*Origanum vulgare* L.) i belog origana (*Origanum heracleoticum* L.). *Lekovite sirovine* 34: 81-91. doi: 10.13140/RG.2.1.1673.7120.
- Filipović, V., Ugrenović, V., Popović, V., Marković, T., Radanović, D., Glamočlija, Đ., Protić, R. (2014b). Protein and oil content of different age seeds of some herb spices. Proceedings, II International congress "Food Technology, Quality and Safety" and XVI International Symposium "Feed Technology" (FoodTech), Institute of Food Technology, Novi Sad (FINS), Hotel "Park", Novi Sad, Serbia, 28-30 October 2014, pp. 315 – 318.
- Filipović, V., Mikić, S., Ugrenović, V., Marković, T., Popović, V., Mrđan, S., Gordanić, S. (2021a): The influence of biofungicides on germination and protection of the seeds *Foeniculum vulgare* L. Book of Abstracts, X International Symposium on Agricultural Sciences "AgroReS 2021", Faculty of Agriculture, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 27-29 May 2021, pp. 41.
- Filipović, V., Mikić, S., Ugrenović, V., Marković, T., Prijčić, Z., Mrđan, S., Gordanić, S. (2021b). The influence of some bio-products on germination and protection of *Chamomilla recutita* (L.) Rauch seeds. Proceedings, 12th International Agriculture Symposium "AgroSym 2021", Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, 7-10 October 2021, pp. 760-766.

- Hellal, F. A., Mahfouz, S. A., Hassan, F. A. S. (2011). Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens* L.) plant. Agriculture and Biology Journal of North America 2(4): 652- 660. doi: 10.5251/abjna.2011.2.4.652.660.
- International Seed Testing Association (2010). ISTA Rules Proposals for the International Rules for Seed Testing 2011 Edition. Bassersdorf, Switzerland.
- Jevdović, R., Filipović, V., Jevdović, J. (2006). The effects of applicability of organic fertilizers *Vivere fyt* on yield and quality of seed of some species from *Apiaceae* family. Proceedings, XI Conference of biotechnology with international participation, Faculty of Agriculture, Čačak, 3-4 March 2006, pp. 527 – 534.
- Kišgeci, J. (2008). Lekovite i aromatične biljke. Partenon, Beograd.
- Kišgeci, J., Jelačić, S., Beatović, D., Lević, J., Moravčević, Đ., Zarić, V., Gojković, Lj. (2011). Evaluation of basil seed (*Ocimum basilicum* L.). Acta fytotechnica et zootechnica, 2(14): 41-44.
- Mikić, S., Filipović, V., Prijjić, Ž., Ugrenović, V., Popović, V., Dimitrijević, S., Marković, T., Mrđan, S., Gordanić, S. (2022). The influence of some bio-products on germination and protection of basil seeds. Proceedings, 13th International Agriculture Symposium “AgroSym 2022”, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, 6-9 October 2022, u štampi.
- Popović, V., Maksimović, L., Adamović D., Sikora, V., Ugrenović, V., Filipović, V., Mačkić, K. (2019). Yield of biomass and essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.) grown under irrigation. – Ratarstvo i Povrtarstvo, 56(2): 49-55. doi: 10.5937/ratpov56-19792.
- Saberali, S. F., Naser, M. M. (2018). Quantifying of germination response in dill (*Anethum graveolens* L.) to temperature and drought stress by hydrothermal time model. Iranian Journal of Field Crop Science, 50(1):107-118. doi: 10.22059/ijfcs.2018.250871.654441.
- Stepanović, B., Radanović, D. (2011). Tehnologija gajenja lekovitog i aromatičnog bilja u Srbiji. Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Beograd.
- Zehtab, S. S., Hamad, A. N., Sarikhani, M. R. (2022). The effect of chemical and biofertilizer on grain yield of two dill (*Anethum graveolens* L.) cultivars. Chemistry Proceedings, 10(66): 1-5. doi: 10.3390/IOCAG2022-12333.

**UTICAJ LOKALITETA NA SADRŽAJ MASNIH KISELINA U
ULJU SEMENA ŠAFRANIKE**

**THE INFLUENCE OF LOCATION ON THE FATTY ACID
CONTENT OF SAFFLOWER SEED OIL**

Nada Grahovac¹, Ana Marjanović Jeromela^{1*}, Zvonimir Sakač¹, Dragana Rajković¹, Željko Milovac¹, Olivera Đuragić², Danijela Stojanović³, Biljana Kiprovska¹

¹*Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad*

²*Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad*

³*Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Beograd*

* *Autor za korespondenciju: ana.jeromela@ifvcns.ns.ac.rs*

Izvod

Lokalitet gajenja, sa svojim zemljišnim i klimatskim specifičnostima, ima značajan uticaj na hemijski sastav biljaka. Cilj ovog rada je sagledavanje uticaja lokaliteta na sadržaj masnih kiselina u ulju šafranike. Genotip SO1 ostvario je najviši sadržaj oleinske, linolne i linolenske kiseline, u proseku za sve ispitivane lokalitete. Najviši sadržaj arahidonske, eikozapentaenoinske i behenske kiseline zabeležen je za genotip SO2, u proseku za sve ispitivane lokalitete. Na lokalitetu Sombor uočen je najviši sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina (MUFA), dok je najviši sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina (SFA) ostvaren na lokalitetu Rimski šančevi, a na lokalitetu Pančevo je zabeležen najviši sadržaj ukupnih polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u ulju šafranike.

Ključne reči: masnokiselinski sastav, lokalitet gajenja, šafranika, ulje

Abstract

The location of cultivation, with its soil and climate specificities, has a significant impact on the chemical composition of plants. The aim of this paper is to analyze the influence of locality on the content of fatty acids in safflower oil. Genotype SO1 achieved the highest content of oleic, linoleic and linolenic acids, on average for all investigated localities. The highest content of arachidonic, eicosapentaenoic and behenic acids was recorded for the genotype SO2, on average for all investigated localities. The highest MUFA content was observed at the Sombor location, while the highest SFA content was achieved at the Rimski šančevi location, and the highest PUFA content in safflower oil was recorded at the Pančevo location.

Key words: fatty acid composition, cultivation location, saffron, oil

Uvod

Šafranika (*Carthamus tinctorius* L., fam. *Asteraceae*) je jednogodišnja, grmolika biljka, kožastih, jajolikih i nazubljenih, tamnozelenih listova. Cvet šafranike je jarkožute do narandžaste boje, koja sušenjem prelazi u crvenu (Dajue and Mündel, 1996). Cvetna glava može da sadrži 15 do 20 semena po glavici. Seme šafranike razvija dubok koren (do 1 m dubine) koji omogućava napredovanje i u sušnim sredinama sa sezonskim kišama. Dobro podnosi sušu, jake vetrove, oluje s gradom i poplave. Dužina vegetacije šafranike je 130-140 dana, tako da se može uzgajati u oblastima sa umerenom klimom ili imati dva useva u polusušnoj godini (Herdrich, 2001).

Cvetovi šafranike su se prvo koristili kao boja (sirovina za dobijanje žute i crvene boje) za hranu i tkanine, posebno pre nego što su postale dostupne jeftinije anilinske boje. Danas se šafranika koristi kao uljarica. Iz semena se dobija jestivo ulje za ishranu ljudi (ulje za salatu, ulje za kuvanje i margarin) i domaćih životinja, dok se samo seme koristi kao hrana za ptice, laticе za čaj, a prašnici za dobijanje prirodnih prehramenih boja i kao začин, jer predstavljaju jeftiniju zamenu za šafran.

Osobenost ulja šafranike ogleda se u visokom sadržaju linolne kiseline i vitamina E i K. Osim u ishrani, ulje se koristi i u farmaceutskoj industriji, za proizvodnju preparata za negu suve kože.

Ulje šafranike, ali i cela biomasa, može da se koristi i za proizvodnju biogoriva. U novije vreme pojavili su se pokušaji da se genetski modifikovanom šafranikom proizvede insulin.

Šafranika se uzgaja u Aziji i Americi, sa preko polovine svoje proizvodnje u Indiji (uglavnom za domaće tržište biljnog ulja). Prosečni svetski prinos semena šafranike dostiže i do 900 kg/ha, međutim, proizvodnja je poslednjih godina nešto niža nego u prošlosti (FAOSTAT, 1994-2020).

Udeo ljuske u semenu šafranike je 35-45%. U zavisnosti od veličine ljuske, sadržaj ulja u semenu kreće se između 20 i 47% (Cosge i sar., 2007; Yeloojeh i sar., 2020; Kutsenkova i sar., 2020). Celo seme sadrži 27-32% ulja, 5-8% vlage, 14-17% proteina, 2-7% pepela i 32-40% sirovih vlakana (Gecgel i sar., 2007, Kutsenkova i sar., 2020, Kiproviski i sar., 2021).

Cilj ovog rada bio je ispitivanje uticaja lokaliteta na masnokiselinski sastav ulja semena dva genotipa šafranike iz kolekcije Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, kako bi se utvrdio potencijal za upotrebu ove slabo gajene, uljane, biljne vrste u prehrambenoj i prerađivačkoj industriji.

Materijal i metode rada

Masnokiselinski sastav i sadržaj ulja određen je u semenu (Slika 1) dva genotipa šafranike (SO1 i SO2) koji su deo kolekcije alternativnih uljanih vrsta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, u kojoj se nalazi veći broj divergentnih genotipova šafranike (Marjanović Jeromela i sar., 2016). Seme iz kog je dobijeno ulje za analizu proizvedeno je 2017. godine na lokalitetima Sombor, Pančevo i Rimski šančevi u ogledima u kojima je primenjena metodika komisije za priznavanje sorti, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede.

Ulje šafranike dobijeno je presovanjem semena uz pomoć hidraulične prese (Sirio, Mikodental, cc 400 bar). Uzorci ulja su čuvani u frižideru, u mraku na temperaturi od -40 °C do trenutka analize.

Masnokiselinski sastav ulja određen je gasnom hromatografijom. Priprema metilestara masnih kiselina izvedena je brzom modifikovanom metodom (Vukanović i sar., 1982). U epruvetu sa čepom dodato je ~150 mg ulja šafranike i 2,4 mL *n*-heksana, da bi se postiglo rastvaranje masti. Zatim je datom rastvoru dodato 0,6 mL 2 M KOH u metanolu i nakon mućkanja (20 sek), zatvorene epruvete su uronjene u vodeno kupatilo (70 °C) i inkubirane 1 min, pre dodavanja 1,2 mL M HCl u metanolu, kako bi se postiglo raslojavanje sadržaja u epruveti.



Slika 1. Seme šafranike

Nakon dekantovanja gornjeg sloja epruvete, u kojem se nalaze isparljivi metil estri masnih kiselina (FAME) u vijalu, 1 μ L dekanta je injektovano u gasni hromatograf (4000 HRGC Konik) koji je opremljen kapilarnom kolonom Omegawax 250 (30 m x 0,25 mm i.d. debljine filma 0,25 μ m, Supelco) i plameno-jonizujućim detektorom. Kontrola gasnog hromatografa, kao i akvizicija podataka izvedena je primenom softvera (Konikrom Plus version 2.3.0.195). Analize su izvedene primenom sledećeg temperaturnog programa: temperatura injektora 250°C, početna temperatura kolone od 150°C (1 min), uz porast brzinom od 12°C /min do konačne temperature od 250°C, koja je održavana narednih 8 min. Temperatura detektora iznosila je 250°C.

Kvalitativno određivanje masnokiselinskog sastava je izvedeno na osnovu retencionih vremena, a kvantitativno primenom modifikovane metode, pri čemu je standardni rastvor smeše metilestara korišćen za definisanje retencionih vremena i faktora odziva detektora (*response factor*).

Svi rezultati su statistički obrađeni uz pomoć programa *Microsoft Office Excel 2013*.

Rezultati i diskusija

Ulje šafranike odlikuje se jedinstvenim profilom masnih kiselina, pri čemu je dominantna linolna kiselina (C18:2, *cis*-9,12, ω -6, >70%) od polinezasićenih masnih kiselina (PUFA). Pored toga, ulje šafranike u većem udelu sadrži nezasićene masne kiseline i to oleinsku (C18:1, >10%), γ -linolensku (C18:3, ω -3, 0,2-0,25%) i arahidonsku (C20:4, 0,3-0,5%) kiselinu (Tabela 1 i 2).

Tabela 1. Sastav masnih kiselina (%) u ulju šafranike od SO1 genotipa

Masna kiselina (%)	Lokalitet			Prosek
	Sombor	Pančevo	Rimski šančevi	
Miristinska (C14:0)	0,18	0,15	0,15	0,16
Palmitinska (C16:0)	6,99	6,15	6,32	6,49
Stearinska (C18:0)	3,86	3,17	2,98	3,34
Oleinska (C18:1)	13,75	14,35	12,86	13,66
Linolna (C18:2)	74,10	75,24	76,64	75,33
Linolenska (C18:3)	0,31	0,24	0,29	0,28
Arahidonska (C20:4)	0,40	0,34	0,36	0,36
Eikozapentaenoinska (C20:5)	0,16	0,15	0,14	0,15
Behenska (C22:0)	0,25	0,23	0,26	0,25
Σ SFA	11,28	9,70	9,71	9,98
Σ MUFA	13,75	14,35	12,86	13,65
Σ PUFA	74,97	75,97	77,43	75,97

Σ SFA= suma zasićenim masnih kiselina; Σ MUFA= suma mononezasićenim masnih kiselina;
 Σ PUFA= suma polinezasićenih masnih kiselina

Sadržaj zasićenih masnih kiselina, dominantno palmitinske i stearinske kiseline, je nizak. Posmatrano po genotipovima, uočava se da je viši sadržaj linolne masne kiseline, u proseku za tri analizirana lokaliteta, zabeležen kod genotipa SO1 (75,33%) u odnosu na genotip SO2 (75,31%). Kod istog genotipa uočava se viši sadržaj oleinske (13,66%) i linolenske kiseline (0,28%), u odnosu na SO2 genotip u proseku za sve analizirane lokalitete. Posmatrajući sadržaj linolne kiseline u ulju pojedinačnih genotipova po lokalitetima uočavamo da je njen sadržaj bio

u rasponu od 73,39% (genotip SO2 na lokalitetu Sombor) do 76,90% (genotip SO2 na lokalitetu Pančevo), dok je sadržaj oleinske kiseline bio u rasponu od 11,18% (genotip SO2 na lokalitetu Pančevo) do 15,94% (genotip SO2 na lokalitetu Sombor). Najveće variranje uočeno je za oleinsku kiselinu po pojedinačnim genotipovima za genotip SO2 (11,18% na lokalitetu Pančevo do 15,94% na lokalitetu Sombor). Kod genotipa SO1 zabeleženo je najmanje variranje sadržaja eikozapentaenoinske kiseline u odnosu na pojedinačne lokalitete (0,14% na lokalitetu Rimski šančevi do 0,16% na lokalitetu Sombor).

Tabela 2. Sastav masnih kiselina (%) u ulju šafranike od SO2 genotipa

Masna kiselina (%)	Lokalitet			Prosek
	Sombor	Pančevo	Rimski šančevi	
Miristinska (C14:0)	0,14	0,18	0,17	0,17
Palmitinska (C16:0)	6,38	7,05	7,56	7,00
Stearinska (C18:0)	3,12	3,71	3,45	3,42
Oleinska (C18:1)	15,94	11,18	11,97	13,03
Linolna (C18:2)	73,39	76,90	75,65	75,31
Linolenska (C18:3)	0,25	0,20	0,32	0,26
Arahidonska (C20:4)	0,35	0,38	0,45	0,40
Eikozapenta-enoinska (C20:5)	0,19	0,16	0,15	0,17
Behenska (C22:0)	0,24	0,24	0,29	0,26
Σ SFA	9,88	11,18	11,47	10,84
Σ MUFA	15,94	11,18	11,97	13,03
Σ PUFA	74,18	77,64	76,57	76,13

Σ SFA= suma zasićenim masnih kiselina; Σ MUFA= suma mononezasićenim masnih kiselina;
Σ PUFA= suma polinezasićenih masnih kiselina

Masnokiselinski sastav je jedan od glavnih pokazatelja oksidacione sposobnosti ulja tokom skladištenja i termičke obrade (Radusheva i sar. 2019). Ulje bogato polinezasićenim masnim kiselinama (PUFA) sklono je oksidacionim promenama (degradaciji), što rezultuje nestabilnošću i kratkim rokom trajanja. Suprotno ovome, visok sadržaj stabilne, mononezasićene (MUFA), oleinske kiseline produžuje rok trajanja ulja, što ulje bogato ovom masnom kiselinom čini poželjnim u prehrambenoj

industriji. Najviši sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina (SFA) (11,47%) određen je u ulju šafranike kod analiziranog SO2 genotipa, na lokalitetu Rimski šančevi. Za isti genotip je zabeležen i viši sadržaj ukupnih SFA (10,84%), kao i PUFA (76,13%), u proseku za sva tri ispitivana lokaliteta. Sadržaj ukupnih MUFA (13,65%) bio je viši za analizirani genotip SO1, u proseku za sva tri ispitivana lokaliteta. Najveće variranje sadržaja MUFA u ulju šafranike po pojedinačnim genotipovima zabeleženo je kod genotipa SO2 (od 11,18% na lokalitetu Pančevo do 15,94% na lokalitetu Sombor). Kod SO1 genotipa zabeleženo je najmanje variranje sadržaja MUFA u ulju šafranike u odnosu na pojedinačne lokalitete (od 12,86% na lokalitetu Rimski šančevi do 14,35% na lokalitetu Pančevo).

Zaključak

Lokalitet gajenja ima značajan uticaj na sadržaj masnih kiselina u ulju semena šafranike. Genotip SO1 ostvario je viši sadržaj oleinske, linolne i linolenske kiseline, u proseku za sve ispitivane lokalitete. Veći sadržaji arahidonske, eikozapentaenoinske i behenske kiseline, u proseku za sve ispitivane lokalitete, zabeleženi su kod genotipa SO2. Ulje biljaka šafranike koje su gajene na lokalitetu Rimski šančevi imale su najviši sadržaj SFA, dok je najviši sadržaj MUFA zabeležen u ulju biljaka sa lokaliteta Sombor. Biljke šafranike gajene na lokalitetu Pančevo imale su najviši sadržaj PUFA u ulju.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Pokrajinskom sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, koji je podržao projekat “Potencijal ulja od lanika i šafranike kao funkcionalnog dodatka u hrani za kućne ljubimce” (EB: 142-451-2609/2021-01), kao i Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci (EB: 451-03-68/2022-14/ 200032). Rad je realizovan u okviru aktivnosti Centra izuzetnih vrednosti za inovacije u oplemenjivanju biljaka na promene klime - Climate Crops, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo.

Literatura

- Coşge, B., Gürbüz, B., Kiralan, M. (2007). Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1(3).
- Dajue Li, Hans-Henning Mündel (1996). Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7. Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute.
- FAOSTAT (FAOSTAT, 1994-2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (accessed on 22 Feb 2022).
- Gegel, U., Demirci, M., Esendal, E., Tasan, M. (2007). Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(1), 47-54. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-1007-3>
- Herdrich, N. (2001). Safflower Production Tips/Alternative Crops for Dryland Agriculture in the Intermountain Pacific Northwest. Cooperative extension Washington State University. EB1890. [https:// research.wsulibs.wsu.edu:8443/xmlui/bitstream/handle/2376/6906/eb1890.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://research.wsulibs.wsu.edu:8443/xmlui/bitstream/handle/2376/6906/eb1890.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Kiprovski B, Jaćimović S, Zeremski T, Grahovac N, Marjanović Jeromela A. (2021). Nutritional value of underutilised oil crop *Carthamus tinctorius* L. Working Group Seed Science and Certification (GPZ/GPW)– Section IV Seeds (VDLUFA), Scientific Seed Symposium “Seed Production in Times of Climate Change” 09-10.03.2021. Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) Online, p. 23.
- Kutsenkova, V.S., Nepovinnykh, N.V., Guo, Q., 2020. Using of safflower seeds as a protein fortifier for shortbread. *Food Hydrocolloids*, 105, 105808. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105808>
- Lazzez, A., Perri, E., Caravita, M. A., Khlif, M., Cossentini, M. (2008). Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the Chemlali variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 982-988.
- Marjanović-Jeromela A., Kondić Špika, A., Miladinović, D., Dimitrijević, A., Imerovski, I., Jocković, M., Simić, A., Terzić, S., (2016), Phenotypic and molecular evaluation of genetic diversity in NS safflower (*Carthamus tinctorius* L.) collection. *Matica Srpska J. Nat. Sci. Novi Sad*, № 131, 91-98.
- Vukanović, Lj., A. Timko i P. Zečević (1982), Jedna brza metoda za pripremanje metil estara, Savetovanje tehnologa industrije ulja, Zbornik radova, Beograd, 314 – 322.

Yeloojeh, K.A., Saeidi, G., Sabzalian, M.R. (2020). Drought stress improves the composition of secondary metabolites in safflower flower at the expense of reduction in seed yield and oil content. *Industrial Crops and Products*, 154, 112496. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112496>.

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)

606:63(082)

НАЦИОНАЛНИ научно-стручни скуп са међународним учешћем
Биотехнологија и
савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља (2022 ; Смедеревска
Паланка)

Zbornik radova / Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja,
Smederevska Palanka 3. novembar 2022. ; [urednici Slađana Savić, Marina
Dervišević]. - Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2022
(Starčevo : ArtVision). - 349 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 9: Predgovor / urednici. - Bibliografija uz svaki rad. -
Abstracts.

ISBN 978-86-89177-05-3

а) Биљке - Оплемењивање - Зборници б) Биотехнологија - Зборници

COBISS.SR-ID 78390537

ISBN 978-86-89177-05-3



9 788689 177053