

CENTAR ZA STRNA ŽITA I RAZVOJ SELA  
KRAGUJEVAC

Пољопривредна Огледна Контролна Станица

**Naučni skup nacionalnog karaktera  
125 GODINA PRIMENJENE NAUKE  
U POLJOPRIVREDI SRBIJE**

**Zbornik radova**

НАРОДНА РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ЗЕМАЉСКИ ИНСТИТУТ  
ЗА ПОЉОПРИВРЕДНА ИСТРАЖИВАЊА

КРАЉЕВИНА ЈУГОСЛАВИЈА  
ПОЉОПРИВРЕДНА ОГЛЕДНА И КОНТРОЛНА  
СТАНИЦА

ИНСТИТУТ  
ЗА ПОЉОПРИВРЕДНА ИСТРАЖИВАЊА  
КРАГУЈЕВАЦ

Kragujevac, 22. jun 2023. godine

КРАГУЈЕВАЦ

ЗБОРНИК РАДОВА

Пољопривредна Огледна Контролна Станица

ДРИВРЕДНО ДРУШТВО  
ЦЕНТАР ЗА  
СТРНА ЖИТА  
Д.О.О.  
КРАГУЈЕВАЦ

КРАЉЕВИНА ЈУГОСЛАВИЈА  
ПОЉОПРИВРЕДНА ОГЛЕДНА И КОНТРОЛНА  
СТАНИЦА

НАРОДНА РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ИНСТИТУТ ЗА РАТАРСТВО  
И ПОЉОПРИВРЕДНА ИСТРАЖИВАЊА  
КРАГУЈЕВАЦ

Пољопривредна огледна и контролна Станица  
ТОПЧИДЕР  
№ 151 а/III  
Station Agricole d'Essais et de Controle  
TOPČIDER - BEOGRAD (S. H. S.)

ИНСТИТУТ  
ЗА ПОЉОПРИВРЕДНА ИСТРАЖИВАЊА  
КРАГУЈЕВАЦ

Нижње Пољопривр  
Краљевина  
Југославија  
Крагујевац

ЗАВОД ЗА СТРНА ЖИТА  
Крагујевац

НАРОДНА РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ЗЕМАЉСКИ ИНСТИТУТ  
ЗА ПОЉОПРИВРЕДНА ИСТРАЖИВАЊА

ISBN 978-86-905494-0-5



9 788690 549405

CENTAR ZA STRNA ŽITA I RAZVOJ SELA KRAGUJEVAC

Naučni skup nacionalnog karaktera

**125 godina primenjene  
nauke u poljoprivredi Srbije**

ZBORNİK RADOVA

Kragujevac

22. jun 2023.

---

---

Zbornik radova  
125 godina primenjene nauke u poljoprivredi  
Srbije

Naučni skup nacionalnog karaktera

Kragujevac, 22. jun 2023.

**Izdavač**

Centar za strna žita i razvoj sela Kragujevac  
[www.strnazita.rs](http://www.strnazita.rs)

**Za izdavača**

dr Zorica Jestrović  
v.d. direktora Centra za strna žita i razvoj sela

**Glavni i odgovorni urednik**

dr Vladimir Perišić, naučni saradnik

**Urednici**

dr Kristina Luković, naučni saradnik  
dr Kamenko Bratković, naučni saradnik

**Štampa**

Maestro 111, Čačak

**Godina**

2023.

**Tiraž**

150 komada

**ISBN**

978-86-905494-0-5

---



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



**Grad Kragujevac je pokrovitelj obeležavanja 125 godina primenjene nauke u poljoprivredi Srbije i naučnog skupa**

---

---

**POČASNI ODBOR**

Dr Jelena Begović, ministarka nauke, tehnološkog razvoja i inovacija  
Jelena Tanasković, ministarka poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede  
Milan Krkobabić, ministar za brigu o selu  
Nikola Dašić, gradonačelnik Grada Kragujevca  
Prof. dr Nenad Filipović, rektor Univerziteta u Kragujevcu  
Prof. dr Tomo Milošević, dekan Agronomskog fakulteta u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu  
Prof. dr Dušan Živković, dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu  
Prof. dr Nedeljko Tica, dekan Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu  
Prof. dr Ivan Filipović, dekan Poljoprivrednog fakulteta u Kruševcu, Univerzitet u Nišu  
Prof. dr Božidar Milošević, dekan Poljoprivrednog fakulteta u Lešku, Univerzitet u Prištini sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici  
Prof. dr Nenad Đurić, direktor Instituta za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Dejan Sokolović, direktor Instituta za krmno bilje, Kruševac  
Prof. dr Jegor Miladinović, direktor Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad  
Dr Miodrag Tolimir, direktor Instituta za kukuruz „Zemun Polje“  
Dr Darko Jevremović, direktor Instituta za voćarstvo, Čačak  
Dr Mira Milinković, direktor Instituta za zemljište, Beograd  
Dr Elizabet Janić Hajnal, direktor Naučnog instituta za prehrambene tehnologije, Novi Sad  
Dr Milan Lukić, direktor Instituta za lekovito bilje „Dr Josif Pančić“  
Dr Svetlana Roljević Nikolić, direktor Instituta „Tamiš“, Pančevo  
Vladimir Sabadoš, direktor PSS Sombor

**PROGRAMSKI ODBOR**

Prof. dr Dragan Perović, Julius Kühn-Institut, Quedlinburg, Nemačka  
Prof. dr Aleksandar Lepasavić, Institut za voćarstvo, Čačak  
Dr Svetlana M. Paunović, Institut za voćarstvo, 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  
Prof. dr Goran Dugalić, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak  
Dr Zoran Lugić, Institut za krmno bilje, Kruševac  
Dr Jasmina Radović, Institut za krmno bilje, Kruševac  
Dr Jasmina Milenković, Institut za krmno bilje, Kruševac  
Dr Snežana Babić, Institut za krmno bilje, Kruševac  
Dr Snežana Anđelković, Institut za krmno bilje, Kruševac  
Dr Jelena Maksimović, Institut za zemljište, Beograd  
Prof. dr Veselinka Zečević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Milan Ugrinović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Slađana Savić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Dejan Cvikić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Slađan Adžić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Zdenka Girek, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Jelena Damjanović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Suzana Pavlović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Marina Dervišević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka  
Dr Ivana Živković, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka,  
Prof. dr Radivoje Jevtić, 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 Ankica Kondić Špika, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad  
Dr Bojan Jocković, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad  
Dr Vladimir Aćin, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad  
Dr Milan Mirosavljević, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad  
Dr Milosav Babić, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad  
Dr Sandra Cvejić, 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  
Prof. dr Sofija Petrović, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad  
Dr Vojka Babić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun  
Dr Vesna Kandić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun  
Dušan Urošević, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun  
Prof. dr Slaven Prodanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun  
Prof. dr Tomislav Živanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun  
Prof. dr Vladan Pešić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun  
Prof. dr Jasna Savić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun  
Prof. dr Ljubiša Kolarić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun  
Prof. dr Ljubiša Živanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun  
Dr Ivana Radović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun  
Dr Danica Mićanović, Privredna komora Srbije, Beograd  
Dr Nikola Hristov, Chemical Agrosava, Šimanovci  
Prof. dr Borislav Kobiljski, Biogranum, Novi Sad  
Akademik prof. dr Novo Pržulj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet u Istočnom Sarajevu  
Prof. dr Nebojša Deletić, Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet u Lešku  
Prof. dr Zoran Ilić, Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet u Lešku  
Prof. dr Milan Biberdžić, Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet u Lešku  
Dr Aleksandra Torbica, Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad  
Dr Miroslav Hadnađev, Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad  
Dr Tamara Dapčević Hadnađev, Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad

---

Prof. dr Milivoje Milovanović, Akademija tehničkih strukovnih studija,  
Primenjene inženjerske nauke, Požarevac  
Dr Markola Saulić, Akademija tehničkih strukovnih studija, Primenjene  
inženjerske nauke, Požarevac  
Prof. dr Drago Cvijanović, Univerzitet u Kragujevcu, Fakulteta za  
hotelijerstvo i turizam, Vrnjačka Banja  
Dr Vladimir Filipović, Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif  
Pančić”, Beograd  
Doc. dr Vesna Perišić, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet,  
Kruševac  
Prof. dr Vera Rajčić, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet,  
Kruševac  
Prof. dr Dragan Terzić, Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet,  
Kruševac  
Dr Mirela Matković Stojšin, Institut „Tamiš“, Pančevo  
Prof. dr Olivera Nikolić, Univerzitet Edukons, Sremska Kamenica,  
Fakultet ekološke poljoprivrede  
Dr Ratibor Štrbanović, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd  
Doc. dr Filip Vukajlović, Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno  
matematički fakultet, Kragujevac  
Dr Snežana Katić Živanović, lokalna samouprava Grada Kragujevca  
Mr Slobodan Lomović, lokalna samouprava Grada Kragujevca  
Dr Zorica Jestrović, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac  
Dr Vladimir Perišić, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac  
Dr Kristina Luković, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac  
Dr Kamenko Bratković, Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac

#### **ORGANIZACIONI ODBOR**

Dr Zorica Jestrović, predsednik  
Dr Vladimir Perišić,  
Dr Kristina Luković,  
Dr Kamenko Bratković,  
Blagoje Kovačević, dipl.inž.



## PREDGOVOR

Naučni skup “125 godina primenjene nauke u poljoprivredi Srbije” organizovan je sa željom da se širem auditorijumu ukaže na sve dobre stvari koje je domaća nauka dala na dar našem društvu do danas. Uticaji globalizacije, kako pozitivni tako i negativni, odavno su prisutni u svakodnevnom životu ali i nauci. Prihvatanje dobrih i odbacivanje loših strana ovog procesa treba da obezbedi dalji razvoj domaće nauke i održanje visokog nivoa ostvarenih rezultata naučno-istraživačkog rada.

Pored toga, cilj održavanja skupa je upoznavanje šire naučne i stručne javnosti sa rezultatima najnovijih naučnih istraživanja iz oblasti primenjenih poljoprivrednih nauka, čiji je cilj proučavanje različitih faktora koji u velikoj meri određuju današnju poljoprivrednu proizvodnju.

U Zborniku radova naučnog skupa “125 godina primenjene nauke u poljoprivredi Srbije” štampano je 20 radova, od kojih neki predstavljaju multidisciplinarna istraživanja iz oblasti biotehnologije. Osim sa naučnog, Zbornik će biti veoma vredna publikacija koja čitaoca upoznaje sa radom i istorijatom nekih od najvažnijih naučno-istraživačkih ustanova iz oblasti biotehnologije u Republici Srbiji.

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

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

Zahvaljujemo se Gradu Kragujevcu i Univerzitetu u Kragujevcu na podršci tokom organizacije skupa.

Kragujevac,  
22.06.2023.

Urednici

dr Vladimir Perišić  
dr Kristina Luković  
dr Kamenko Bratković

## SADRŽAJ

Mira Milinković, Darko Jaramaz, Vesna Mrvić, Dušica Delić, Radmila Pivić, Elmira Saljnikov, Aleksandra Stanojković Sebić, Olivera Stajković Srbinović, Aneta Buntić, Magdalena Knežević, Biljana Sikirić, Vladan Ugrenović, Zoran Dinić, Jelena Maksimović VIŠEVEKOVNI RAZVOJNI PUT INSTITUTA ZA ZEMLJIŠTE.....	12
Zoran Lugić, Dejan Sokolović, Jasmina Radović, Goran Jevtić, Snežana Babić, Jasmina Milenković, Snežana Anđelković INSTITUT ZA KRMNO BILJE, KRUŠEVAC, 140 GODINA U SLUŽBI RAZVOJA POLJOPRIVREDE.....	23
Darko Jevremović, Marijana Pešaković, Nebojša Milošević, Tatjana Vujović, Svetlana M. Paunović, Branko Popović INSTITUT ZA VOĆARSTVO, ČAČAK - MESTO GDE SE RAĐAJU NAJBOLJE SORTE VOĆAKA.....	33
Jegor Miladinović, Dragana Latković, Milan Mirosavljević INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO: PUT OD OGLEDNE I KONTROLNE STANICE DO INSTITUTA OD NACIONALNOG ZNAČAJA ZA REPUBLIKU SRBIJU.....	43
Milan Ugrinović, Zdenka Girek, Suzana Pavlović, Slađana Savić, Jelena Damnjanović, Slađan Adžić, Nenad Đurić ULOGA INSTITUTA ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA U PRIMENI NAUKE U POLJOPRIVREDI.....	51
Zorica Jestrović, Vladimir Perišić, Kristina Luković, Kamenko Bratković, Blagoje Kovačević NA TROMEDI VEKOVA - CENTAR ZA STRNA ŽITA I RAZVOJ SELA, KRAGUJEVAC.....	65
Sofija Petrović, Borislav Banjac, Miodrag Dimitrijević, Mirela Matković Stojšin, Milivoj Belić, Ljiljana Nešić VIŠEGODIŠNJI REZULTATI ISPITIVANJA REAKCIJE	

---

GENOTIPOVA PŠENICE NA USLOVE ABIOTIČKOG STRESA ALKALIZOVANOG ZEMLJIŠTA.....	73
Slaven Prodanović, Kristina Luković, Irena Radinović PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U OPLEMENJIVANJU POLJOPRIVREDIH BILJAKA.....	84
Snežana Babić, Dejan Sokolović, Jasmina Radović, Snežana Anđelković, Mirjana Petrović, Goran Jevtić, Mladen Prijović OPLEMENJIVANJE VIŠEGODIŠNJIH TRAVA U SRBIJI...	92
Slađan Adžić, Veselinka Zečević, Zdenka Girek, Kamenko Bratković, Slađana Savić, Dejan Cvikić, Nenad Đurić UTICAJ GENOTIPA I SPOLJNE SREDINE NA KLIJAVOST SEMENA KUPUSA.....	103
Zdenka Girek, Suzana Pavlović, Jelena Damnjanović, Milan Ugrinović, Lela Belić, Tomislav Živanović, Slaven Prodanović GENETIČKA EVALUACIJA LINIJA DINJE BLUP METODOM.....	113
Mirela Matković Stojšin, Veselinka Zečević, Danica Mićanović, Svetlana Roljević Nikolić, Kristina Luković, Dušan Urošević, Desimir Knežević POTENCIJAL ZA PRINOS RAZLIČITIH GENOTIPOVA PŠENICE GAJENIH NA RITSKOJ CRNICI.....	123
Vera Rajčić, Dragan Terzić, Vesna Perišić, Kristina Luković, Vladimir Perišić, Kamenko Bratković, Jasmina Knežević GENETSKI POTENCIJAL OZIME PŠENICE NA ZEMLJIŠTU TIPA SMONICE.....	133
Veselinka Zečević, Slobodan Milenković, Mirela Matković Stojšin, Nenad Đurić, Kristina Luković, Danica Mićanović, Desimir Knežević KVALITET GENOTIPOVA KRUPNIKA ( <i>TRITICUM SPELTA</i> L.) GAJENIH PO PRINCIPIMA ORGANSKE PROIZVODNJE.....	143

---

---

Kristina Luković, Vladimir Perišić, Zorica Jestrović Kamenko Bratković, Milivoje Milovanović, Veselinka Zečević, Sofija Mladenović MEĐUZAVISNOST PRODUKTIVNIH OSOBINA PŠENICE I NJIHOV UTICAJ NA KVALITET.....	153
Vesna Perišić, Vladimir Perišić, Kristina Luković, Kamenko Bratković, Vera Rajčić EFIKASNOST SPINOSADA I ABAMEKTINA PROTIV <i>RHYZOPERTHA DOMINICA</i> F. U STRNIM ŽITIMA.....	163
Lidija Milenković, Zoran Ilić, Dragana Lalević, Ljubomir Šunić UTICAJ SORTE NA MORFOLOŠKE OSOBINE I PRINOS SLATKOG KROMPIRA ( <i>IPOMEA BATATAS</i> L.).....	172
Jugoslav Aničić, Drago Cvijanović, Gordana Bejatović PROBLEMI POSLOVANJA POLJOPRIVREDNOG SEKTORA U GLOBALNIM USLOVIMA.....	183
Snežana Anđelković, Snežana Babić, Dejan Sokolović, Goran Jevtić, Jasmina Milenković, Mirjana Petrović, Vladimir Zornić ZASTUPLJENOST MIKROORGANIZAMA U ZEMLJIŠTU TRAVNJAKA NA TERITORIJI OPŠTINE SJENICA.....	193
Vladimir Filipović, Vladan Ugrenović , Milan Plećaš, Jovana Raičević, Snežana Dimitrijević, Željana Prijjić, Vera Popović AGROTEHNIČKI ASPEKT PRIMENE CVETNIH POJASEVA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI.....	203

---

**VIŠEVEKOVNI RAZVOJNI PUT INSTITUTA ZA ZEMLJIŠTE****THE EVOLUTIONARY TRAJECTORY OF THE INSTITUTE OF  
SOIL SCIENCE OVER CENTURIES**

Mira Milinković<sup>1</sup>, Darko Jaramaz<sup>1</sup>, Vesna Mrvić<sup>1</sup>, Dušica Delić<sup>1</sup>, Radmila Pivić<sup>1</sup>, Elmira Saljnikov<sup>1</sup>, Aleksandra Stanojković Sebić<sup>1</sup>, Olivera Stajković Srbinović<sup>1</sup>, Aneta Buntić<sup>1</sup>, Magdalena Knežević<sup>1</sup>, Biljana Sikirić<sup>1</sup>, Vladan Ugrenović<sup>1</sup>, Zoran Dinić<sup>1</sup>, Jelena Maksimović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut za zemljište, Teodora Drajzera 7, Beograd*

*Autor za korespondenciju: miramilinkovic@yahoo.com*

Sa željom da se odazovemo pozivu kolega iz „Centra za strna žita i razvoj sela“ i zajednički obeležimo jubilej primenjene nauke u poljoprivredi Srbije, podsetimo se i sačuvamo nasleđe naučnoistraživačkog rada za buduće generacije, u narednom kratkom pregledu predstavice istorijski razvoj i naučnoistraživačku građu Instituta za zemljište. Institut za zemljište sa sedištem u ulici Teodora Drajzera br. 7 u Beogradu baštini tradiciju osnivanja i razvoja poljoprivredne nauke sa prostora Topčidera o čemu će biti reči dalje u tekstu.

Naime, počeci proučavanja zemljišta u Srbiji, što je i danas osnovna delatnost Instituta, vezuju se za tradiciju organizovane poljoprivredne nauke koja datira od sredine 19. veka. Na talasu stvaranja moderne srpske države, nakon osnivanja Liceja 1838. godine, usledio je period podrške razvoja obrazovanja i nauke, kao i drugih relevantnih institucija zahvaljujući kojim se država privredno razvila. Razmere napredovanja nauke u tom periodu bile su mnogo veće nego u kasnijim stabilnijim i ekonomski razvijenijim periodima što je u svom radu istakla i Bojović (2012), gde se spominje da je Srbija u drugoj polovini 19. veka, za svega nekoliko decenija sustigla vekovne tradicije zapadnih zemalja i izborila svoje mesto u razvijenom svetu. Zlatno doba stvaralaštva iznedrilo je brojne velikane u nauci među kojima su i mnogi zaslužni za osnivanje i razvoj poljoprivredne nauke i institucija o kojima danas pišemo. Da bi smo bolje predstavili put osnivanja prve službe institutskog karaktera u poljoprivredi moramo se osvrnuti na same početke i postavljene temelje

---

za primenu nauke u poljoprivredi. Ono što je verovatno malo poznato i nespojivo obzirom na funkciju koju je obavljao, najzaslužniji za uvođenje poljoprivrednog obrazovanja u Srbiju je Ilija Garašanin, ustavobranitelj i tvorac Načertanija, tadašnji ministar unutrašnjih poslova. Sa idejom da iskoristi prednosti zemljoradničkih kapaciteta tadašnje Kneževine Srbije zarad ekonomskog i političkog prosperiteta uz obrazovanje stanovništva i resocijalizaciju osuđenika, zalagao se za osnivanje institucije koja će to omogućiti. Garašaninova ideja o praktičnoj zemljodelskoj školi po uzoru na školu iz Hofvila, kraj Berna nastala je 1845. godine, a razrađena 1847. godine o čemu svedoči njegovo delo „Osnovne misli“ u kom je detaljno opisan „Projekat Zemljodelske praktičeske primerne škole“ (Jovanović, 2022). Njegov projekat počinje sa realizacijom 1849. godine, donošenjem Ukaza o osnivanju prve državne ekonomije u Topčideru (Sbornik Zakona i Uredba, i Uredbeni ukaza izdani U Knjažestvu Srbiji (od početka 1849. do konca 1850. godine), V., 1853). Zakonskim rešenjem Kneza Aleksandra Karađorđevića od 29.11.1851. godine (Sbornik Zakona i Uredba, i Uredbeni ukaza izdani U Knjažestvu Srbiji (od početka 1851. do konca 1852. godine), VI., 1853) i Ustrojstvom ekonomsko-apsanskog zavedenja u Topčideru izdato od Ministarstva unutrašnjih dela 20.12.1851. (Зборник закона и уредаба у Књажеству Србији у досадањим зборницима нештампаних а изданих од 2. фебруара 1835. до 23. октобра 1875. год., бр, 30, 1877), utemeljen je razvoj Ekonomije na prostoru Topčidera sa svim njegovim brdima, šumama i livadom kod Careve ćuprije.

Sa zadatkom "da služi za obrazovanje i nauku svake zemaljske vrste" raspolagala je potrebnim resursima a rezultat rada bili su izvedeni prvi ogledi sa đubrenjem u Srbiji, prva meteorološka merenja, ukrštanja domaćih i uvezenih rasa stoke (Grupa autora Instituta za zemljište, 2001; Grupa autora Centra za strna žita Kragujevac, 1998). Najbliži saradnik u sprovođenju projekta i tehničkih zamisli Ilije Garašanina bio je Atanasije Nikolić, prvi rektor Liceja, u tom periodu starešina Odseka za ekonomsku politiku Ministarstva unutrašnjih poslova i upravnik spomenute Ekonomije (Stokes, 1972; Jovanović, 2022).

Važan državni projekat za to vreme, kako ga slobodno možemo nazvati, načinio je snažan doprinos unapređenju srpske poljoprivrede stručnim i upornim radom na poljima, oranicama i livadama Topčidera, najvećeg oglednog dobra u Srbiji (Jovanović, 2022). Logičan sled događaja bilo je osnivanje Poljoprivredne škole („Zemljodelska Skola“) u

Topčideru koja je počela sa po Đurđevdanu 1853. godine na osnovu Ukaza kneza Aleksandra Karađorđevića od 10.1.1853. godine (Sbornik Zakona i Uredba, i Uredbeni ukaza izdani U Knjažestvu Srbiji (od početka do konca 1853. godine), VII, 1854). Pod rukovodstvom Atanasija Nikolića osnovni cilj ustanove bio je da se unapredi domaća poljoprivreda, obrazuje srpska omladina u biljnoj i stočarskoj proizvodnji i prenose iskustva svom narodu. Tokom perioda rukovođenja objavio je četiri udžbenika sa prikladnom tematikom obrazovnog profila i oblasti rada škole (Николић, 1853; Николић, 1854a; Николић, 1854b; Николић, 1854c). Jedan od najznačajnijih obrazovanih ljudi toga doba koje je škola iznedrila, bio je Vladimir Jovanović, koji se nakon školovanja u inostranstvu, bavio administracijom u našoj školi, bio profesor Političke ekonomije na Velikoj školi, ministar finansija i državni savetnik i ideolog liberalne stranke (Stokes, 1970).

I pored nestabilnih prilika kroz koje je prolazila Srbija u tom periodu, razvoj poljoprivrede nastavio je svoj put te je tako nakon ukidanja škole posle šest godina, delatnost na istom prostoru nastavljena kroz Poljoprivredno društvo. Samo dve godine nakon formiranja Hemijsko-prirodnačkog odseka na Filozofskom fakultetu, osniva se Poljoprivredna i Hemijska Ogledna stanica u Topčideru. Stanica, koja je odlukom Ministarstva narodne privrede ustanovljena 1. maja 1898. godine, može se smatrati progresom u proučavanju poljoprivrednih nauka i preteča naučnih institucija budući da su iz sveobuhvatnog naučnoistraživačkog rada iz oblasti poljoprivrede proistekli brojni današnji Instituti.

Zaslugu za osnivanje i upravljanje Stanicom imao je Milan Bajić, hemičar Ministarstva narodne privrede i specijalista za oblast agrikulturne hemije, što je vrlo značajno spomenuti budući da je prvi profesor agrikulturne hemije Sima Lozanić nakon dugogodišnjeg napora tek 1920. godine osnovao Poljoprivredni fakultet u Zemunu. Stanica koja je kao ustanova osnovana da se njenom delatnošću unapređuje poljoprivreda, kontrolišu semena, ispituju veštačka đubriva, stočna hrana i daju odgovori na praktična pitanja iz oblasti poljoprivrede radila je do nemilih ratnih okolnosti.

Obnovom iz 1919. godine počinje sa radom kao Poljoprivredna ogledna i kontrolna stanica sa proširenim i specijalizovanim delokrugom kroz Agrobotanički, Agrohemijski, Fitopatološki i Pedološko-meteorološki odsek. Svaki odsek je ostvarivao zaseban doprinos koji je u određenim poglavljima rada zauzimaao sinhronizovan i multidisciplinarni

---

pristup proučavanja, a za istraživanja Agrohemijskog i Pedološko-meteorološkog odseka poznato je da su pretočena u današnji sadržaj rada Instituta za zemljište. Značajno je spomenuti da je Stanica imala i izdavačku delatnost i u kratkom periodu tokom 1926. i 1927. godine objavila dva broja naučnog časopisa „Letopis Poljoprivredne ogleadne i kontrolne stanice u Topčideru“.

Sledeće reorganizacije rada ustanove nastupile su posle Drugog svetskog rata (1945) pod novim nazivom kao Zemaljski zavod za poljoprivredna istraživanja u Beogradu – Topčideru u okviru koga su poslovali zavodi za Pedologiju i agroklimatologiju, Agrikulturnu hemiju, Ratarstvo, Voćarstvo i preradu voća, Vinogradarstvo i vinarstvo i Zaštitu bilja (Sl. Glasnik Srbije br. 6/1946) i 1948. godine kada se osniva Zemaljski institut za poljoprivredna istraživanja sa sedištem u Kragujevcu u čijem sastavu posluju zavodi za Ratarstvo, Stočarstvo, Agrohemiju, Zaštitu bilja, Pedologiju i Uprava poljoprivrednog dobra (Sl. Glasnik NRS br. 27/1948).

Prema publikacijama Instituta za zemljište (Grupa autora Instituta za proučavanje zemljišta, 1969.; Grupa autora Instituta za zemljište, 2001.) period 1945-1950. godine protekao je u nastojanju da se prevaziđu problemi izdvajanja Instituta, transformacije i reorganizacije naučne službe u Srbiji tog vremena.

Ovo nesigurno i opterećeno teškoćama posleratno vreme, završava se sa 1950. godinom, kada se izdvaja i osniva Institut za pedologiju i agrohemiju (sadašnji Institut za zemljište) Uredbom Vlade Narodne Republike Srbije (Sl. Glasnik NRS br. 1/1950). Zahvaljujući posvećenom rukovodstvu, u periodu od osnivanja kao samostalne ustanove, Institut počinje da se organizuje i oblikuje kao specijalizovana ustanova za proučavanje zemljišta.

Dalja reorganizacija rada ustanove datira iz 1960. i 1961. godine (Sl. glasnik NRS 23/60 i 19/61) gde su kao osnivači Instituta za proučavanje zemljišta definisani Izvršno veće Narodne skupštine Narodne Republike Srbije, Poljoprivredni i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Poslovno udruženje proizvođača mineralnih đubriva "Agrohemija" u Beogradu i Poljoprivredno-šumarska komora NRS.

Naučnoistraživačka delatnost Instituta u to vreme širi svoje zadatke i pored proučavanja zemljišta specijalizuje se za jako tražene i značajne usluge projektovanja i izradu mikrobioloških đubriva što je stvorilo



---

potrebu da ustanova, 1976. godine promeni naziv u Institut za zemljište pod čijim nazivom posluje i danas.

Nakon brojnih transformacija tokom evolucije poljoprivredne nauke kod nas, institucija je koja je ostala na temeljima ciljeva i ideja koje su postavili njeni osnivači i uspešno odoleva izazovima vremena koja su se pred njom nalazila o čemu svedočimo i govorimo danas 174 godine nakon početka rada Ekonomije u Topčideru.

I pored brojnih ustanova u kojima se obavlja istraživački rad iz naučne oblasti ispitivanja zemljišta, najstarija je i jedina specijalizovana institucija osnovana od strane Republike Srbije koja se u okviru svoje delatnosti bavi naučnim, razvojnim i aplikativnim problemima zemljišta, odnosno zemljišnog prostora. Akreditovan je od strane resornog Ministarstva kao istraživačko - razvojni institut u oblasti biotehničkih nauka – biotehnologija i poljoprivreda za obavljanje naučnoistraživačke delatnosti.

Današnje rukovodeće i istraživačko osoblje Instituta, kao sledbenici svojih uvaženih prethodnika, nastavljaju uhodanim naučnim putevima, uz ostvarivanje novih vizija i naučnih dostignuća u skladu sa savremenim potrebama i razvojem nauke, privrede i društva.

### ***Vekovni putevi naučnih istraživanja o zemljištu***

Dakle, svrha postojanja Instituta kao što je razvoj i primena naučnih saznanja kod rešavanja problema unapređenja i očuvanja osnovnih funkcija zemljišta Srbije kao deo resursa ukupnog svetskog bogatstva započeta još davnih dana, misija je i vizija koja se neguje i danas.

Prema raspoloživim podacima o kojima smo govorili na početku teksta, prvi ogledi sa đubrenjem u Srbiji izvedeni su na poljima Ekonomije u Topčideru, a opsežniji rad u oblasti proučavanja zemljišta počinje u Poljoprivrednoj oglednoj i kontrolnoj stanici, osnivanjem odseka za Agrohemiju i Pedologiju-meteorologiju i organizovanjem laboratorija sa neophodnom opremom. Glavni istraživački rad podrazumevao je eksperimentalno ispitivanje efikasnosti i ekonomičnosti primene veštačkih đubriva kod najvažnijih ratarskih useva, zatim ispitivanje hemijskih i fizičkih osobina zemljišta, hemijskog sastava đubriva i hemijskih sredstava koja se koriste u poljoprivredi. Osnova za razvoj pedoloških proučavanja, nastala je 20-tih godina 20. veka, ispitivanjem najznačajnijih tipova zemljišta, destruktivnih procesa, i njihovih osobina sa stanovišta rentabilne poljoprivredne proizvodnje na

lokalitetima širom tadašnje Kraljevine. Ispitivanja sprovedena u tom periodu stvorila su dobru naučnu osnovu na koju se i danas, decenijama kasnije, oslanjaju mnoga istraživanja i dobijaju značajni rezultati za razvoj poljoprivrede i zaštite životne sredine u Republici Srbiji. Poslovi na izradi pedološke karte koji su započeti 1931. godine nastavljeni su i u godinama nakon Drugog svetskog rata što je rezultiralo izdavanjem pedološke karte Srbije 1:50 000 koja je delo saradnje istraživača Instituta za zemljište, Instituta za poljoprivredna istraživanja iz Novog Sada (sadašnji Institut za ratarstvo i povrtarstvo) i Instituta za vodoprivredu Jaroslav Černi. Višedecenijski terenski i laboratorijski istraživački rad realizovan prilikom izrade karata pretočen je u 10 monografija od kojih je šest izdavač Institut za zemljište (Tanasijević i sar., 1965.; Tanasijević i sar., 1966.; Pavićević i sar., 1968.; Tanasijević, 1970.; Antonović i sar., 1974.; Antonović i sar., 1975.; Pavićević i sar., 1975.; Antonović i sar., 1976.; Antonović i sar., 1978.; Zemljišta sliva Nišave, 2008.).

Danas, Institut kao istraživačko-razvojna institucija, svoje zadatke ostvaruje u odsecima i odeljenjima laboratorije, formiranim prema vrsti naučne i stručne delatnosti, koji su međusobno povezani i saraduju na rešavanju naučnoistraživačkih zadataka. U zavisnosti od usmerenosti istraživanja, Institut je organizovan kroz odsek pedologije, agrohemijske ishrane biljaka, melioracije i erozije zemljišta i mikrobiologije. Laboratoriju za ispitivanje čine četiri odeljenja: hemija, fizika, mikrobiologija i genetika. U cilju unapređenja kvaliteta usluga ispitivanja zemljišta, laboratorija Instituta je preko 15 godina akreditovana od strane Akreditacionog tela Srbije prema standardu SRPS ISO/IEC 17025. Uspostavljen sistem menadžmenta usaglašen sa zahtevima standarda primenjuje se za uzorkovanje i ispitivanje zemljišta u odeljenjima hemije, fizike i mikrobiologije.

Naučnoistraživačko razvojna delatnost Instituta nastavlja viševjekovnu tradiciju istraživanja u oblasti geneze, klasifikacije i kartografije zemljišta, agrohemijske ishrane biljaka, mikrobiologije zemljišta, melioracije, erozije, rekultivacije i posebnim izazovom današnjeg vremena - zaštitom životne sredine i razvojem kadrova. Ova delatnost je iznedrila veliki broj odbranjenih doktorskih i magistarskih teza, monografija, brojnih naučnih publikacija i tehničkih rešenja.

Imajući u vidu dužinu tradicije Instituta i pobrojane reorganizacione transformacije kroz koje je institucija prolazila, teško je sa preciznošću govoriti o tačnom broju naučnih publikacija objavljenih od strane

istraživača angažovanih u Institutu kroz ceo period postojanja. Od ukupno objavljenih 860 radova u stogodišnjem periodu (1841-1941.) na temu pedološko proučavanje na području Jugoslovenskih zemalja sa ponosom ističemo da su petorica najznačajnijih istraživača Instituta objavila 89 radova (više od 10 %) od ukupnih publikacija vezanih za ovu tematiku (Stebut, A. – 29 radova, Nejgerbauer, V. i Nikolić, S. po 22 rada, Todorović, D. – 13 radova, Bajić, M. – 3 rada) (Zloković, 1949.). Uvidom u dostupne baze podataka i kolekciju biblioteke Instituta u periodu nakon Drugog svetskog rata do danas objavljeno je preko 1500 publikacija iz oblasti naučnoistraživačke delatnosti Instituta.

Neophodno je spomenuti da je zahvaljujući dugogodišnjim naučno-istraživačkim radom istraživačko osoblje mikrobiološke laboratorija Instituta za zemljište formiralo kolekciju sojeva rizobijalnih i drugih bakterija koja je registrovana u svetskom katalogu (World Data Center for Microorganisms, number 375 (WDCM) ISS WDCM 375 Collection of Bacteria, <https://ccinfo.wdcm.org/details?regnum=375>). Pored redovnog istraživačkog rada razvila je proizvodni program mikrobioloških azotnih đubriva koji se sastoji od sedam različitih preparata. Prema podacima Izveštaja o radu Instituta iz 1964. godine (Institut za proučavanje zemljišta, 1964) spominje se da je proizvodnja mikrobiološkog đubriva za potrebe privrednih subjekata započeta 50-tih godina 20. veka. Danas su ona registrovana u nacionalnom Registru sredstava za ishranu bilja i oplemenjivača zemljišta a nalaze se i na Listi registrovanih sredstava za ishranu bilja i oplemenjivača zemljišta koji se mogu koristiti u organskoj proizvodnji u Republici Srbiji. Proizvodni program mikrobioloških đubriva nosi zaštićen naziv „Azotofiksin“ od 24.01.1983. godine (patent br. 1780).

Naučni kadar Instituta godinama unazad aktivno učestvuje u uređenju časopisa Zemljište i biljka izdavača Srpskog društva za proučavanje zemljišta. U sklopu organizacionih jedinica, poseduje značajan bibliotečki fond u čijoj kolekciji najstarija sačuvana knjiga datira iz 1903. godine.

U okviru poslova upravljanja zemljištem kao resursom, Institut nastavlja tradiciju ispitivanja plodnosti i bioloških osobina zemljišta, opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje, kvaliteta mineralnih, organskih, mikrobioloških đubriva i oplemenjivača zemljišta, ispitivanja biljnog materijala, izvodi demonstracione ogledne u različitim agrekološkim uslovima i mnoga druga ispitivanja u cilju zaštite zemljišta

---

kao resursa zdrave životne sredine. Takođe, poseduje ovlašćenje od strane resornih ministarstava za poslove monitoringa zemljišta, određivanje osnovnih i dopunskih parametara plodnosti zemljišta, za izradu projekata pretvaranja neobradivog u obradivo poljoprivredno zemljište, fitosanitarni pregled i registraciju sredstava za ishranu bilja i oplemenjivača zemljišta.

Institut za zemljište je realizovao mnogobrojne projekte finansirane od strane resornih Ministarstava Republike Srbije, lokalnih samouprava i privrednih subjekata iz oblasti pedološkog kartiranja i izrada pedoloških karata, karakterizacije zemljišta, rekultivacije, melioracija i erozije, kontrola plodnosti i sadržaja opasnih i štetnih materija u zemljištu, stanja zemljišta nakon poplava, mikrobiološke karakterizacije zemljišta, organske proizvodnje, primene digitalnih tehnologija u poljoprivredi i mnogih drugih istraživačko-razvojnih projekata po potrebama naručilaca. Sa ponosom ističemo da je Institut bio realizator više projekata kojima su se proučavala zemljišta i rešavali problemi iz ove oblasti u Pakistanu, Libiji, Iraku, Peruu i Burmi. Takođe, bio je realizator i/ili partner na realizaciji više projekata iz programa osnovnih istraživanja, tehnološkog razvoja i integralnih interdisciplinarnih istraživanja finansiranih od strane resornog Ministarstva. Institut za zemljište trenutno je realizator projekta Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (po ugovoru br. 451-03-47/2023-01/200011), Programa Ideje po pozivu Fonda za nauku, Transfera tehnologije po pozivu Fonda za inovacionu delatnost i međunarodnog projekta finansiranog od strane Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Veliki broj eminentnih naučnih radnika, reputacije poznate široj međunarodnoj naučnoj zajednici, radio je u Institutu kroz sve navedene organizacione i statusne oblike, ostavljajući neprocenjivo nasleđe sadašnjoj generaciji kroz transfer znanja i iskustva koji smo zahvaljujući njima stekli. Doprinos na poslovima delatnosti Instituta tokom viševjekovnog rada na proučavanju zemljišta u Institutu dali su i mnogi profesori sa fakulteta kao spoljni saradnici, redovno zaposleni istraživači, stručni saradnici, laboranti, tehničko i pomoćno administrativno osoblje i postigli zavidne rezultate na polju naučnog rada, unapređenja poljoprivrede i zaštite životne sredine a prema kojima postoji nemerljiva zahvalnost. Viševjekovni put postojanja obeležili su sledeći rukovodioci: Atanasije Nikolić, Milan Bajić, Nikola Ranojević, Dragomir Ćosić, Branko Pešić, Marko Petrović, Ljubinko Nestorović, Đorđe Tanasijević,

---

Božidar Đurić, Života Aleksić, Đorđe Filipović, Petar Ivović, Života Vojinović, Milan Popadić, Gligorije Antonović, Nebojša Protić, Ljubiša Martinović, Srboljub Maksimović (Institut za zemljište, 2005), Biljana Sikirić, Milan Zdravković, Radmila Pivić i Mira Milinković koja danas obavlja funkciju direktora Instituta za zemljište.

Institut za zemljište trenutno ima zaposlenih trinaest doktora nauka u naučnom zvanju, četiri istraživača pripravnika i saradnika, osam stručnih savetnika i saradnika i šestoro tehničko-administrativnog osoblja. Noseći viševjekovnu naučnu energiju u sebi, istraživači Instituta za zemljište razvijaju nove multidisciplinarnе veštine sa željom da daju doprinos održivosti poljoprivredne proizvodnje uz zdravu životnu sredinu kroz nastavak tradicije prethodnika i u saradnji sa mnogobrojnim institucijama u zemlji i inostranstvu.

### **Zahvalnica**

Ovim putem želimo da se zahvalimo Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija na prepoznatom značaju potrebe postojanja institucije ovakvog profila i značaja za državu Srbiju i podržano finansiranje naučnoistraživačke delatnosti. Takođe, zahvaljujemo se Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede i Ministarstvu zaštite životne sredine na dugogodišnjoj podršci i saradnji. Zahvalnost dugujemo i svim „Topčiderskim đacima“ koji su tokom razvojnog puta utkali svoju energiju i znanje u temelje Instituta za zemljište.

### **Literatura**

- Antonović, G., Bogdanović, M., Živanović, Ž., Čorović, R., Trifunović, M. (1976). Zemljišta jugoistočnog Srema. Grad Beograd – Gradska geodetska uprava. Beograd
- Antonović, G., Bogdanović, M., Živanović, Ž., Čorović, R., Trifunović, M. (1978). Zemljište područja Beograda južno od Save i Dunava. Grad Beograd, Gradska geodetska uprava. Beograd.
- Antonović, G., Nikodijević, V., Tanasijević, Đ., Vojinović, Ljubica., Pavićević, N., Aleksić, Ž., Filipović, Đ., Jeremić, M. (1974). Zemljišta basena Timoka. Institut za proučavanje zemljišta Beograd.

- 
- Antonović, G., Nikodijević, V., Tanasijević, Đ., Vojinović, Lj. (1975). Zemljišta Braničevsko-Zviške oblasti i Homolja. Institut za proučavanje zemljišta Beograd.
- Bojović, S. (2012). Nauka i društvo u Srbiji u XIX veku. Knjiga radova Prvog naučnog simpozijuma sa međunarodnim učešćem „Teorija i praksa nauke u društvu: od krize ka društvu znanja sa obeležavanjem 40 godina katedre za nastavu hemije“. Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija, Novembar 14-16, 2012, 10-19.
- Grupa autora Centra za strna žita Kragujevac (1998). Centar za strna žita Kragujevac 1898-1948-1998. Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd, Zeleni venav 2/III.
- Grupa autora Instituta za proučavanje zemljišta (1969). Institut za proučavanje zemljišta, Beograd, T. Drajzera 7.
- Grupa autora Instituta za zemljište (2001). Institut za zemljište, Beograd, T. Drajzera 7.
- Institut za proučavanje zemljišta (1964). Izveštaj o radu za 1962 i 1963 godinu. Institut za proučavanje zemljišta, Beograd.
- Institut za zemljište (2005). Institut za zemljište u Topčideru. Zemljište i biljka, Vol. 54, br.3, 2005, I-XXXV.
- Jovanović, V. (2022). Zemljodelska škola u Topčideru i vizija Ilije Garašanina o državi blagostanja. Istorijski časopis knj. LXXI, 345–369, DOI: 10.34298/IC2271345J.
- Pavićević, N., Antonović, G., Nikodijević, V., Tanasijević, Đ. (1968). Zemljišta Starog Vlaha i Raške. Institut za proučavanje zemljišta. Beograd.
- Pavićević, N., Trifunović, M., Antonović, G., Bogdanović, M., Živanović, Ž., Janjić, M., Ćorović, R. (1975). Zemljišta Pančevačkog rita. Grad Beograd – Gradska geodetska uprava. Beograd.
- Sbornik Zakona i Uredba, i Uredbeni ukaza izdani U Knjažestvu Srbiji (od početka 1849. do konca 1850. godine), V. (1853). Beograd, Pravitelstvena Knjigopečatna, str 82.
- Sbornik Zakona i Uredba, i Uredbeni ukaza izdani U Knjažestvu Srbiji (od početka 1851. do konca 1852. godine), VI. (1853). Beograd, Pravitelstvena Knjigopečatna, str 65.
- Sbornik Zakona i Uredba, i Uredbeni ukaza izdani U Knjažestvu Srbiji (od početka do konca 1853. godine), VII. (1854). Beograd, Pravitelstvena Knjigopečatna, str 2-15.
- Stokes, G. (1970). Dissertation or Thesis: Vladimir Jovanovic and the serbian omladina: Liberalism, Nationalism, and the beginnings of modern politics in nineteenth-century Serbia. Indiana University ProQuest Dissertations Publishing, 7114472.

- 
- Stokes, G. (1972). "False Start: The Economic Enterprise at Topcider." Rice Institute Pamphlet - Rice University Studies, 58, no. 4, 123-132. Rice University: <https://hdl.handle.net/1911/63093>.
- Tanasijević, Đ. (1970). Pedološki pokrivač sliva Porečke reke. Institut za proučavanje zemljišta, Beograd.
- Tanasijević, Đ., Antonović, G., Aleksić, Ž., Pavićević, N., Filipović, Đ., Spasojević, M. (1966). Pedološki pokrivač zapadne i severozapadne Srbije. Institut za proučavanje zemljišta. Beograd.
- Tanasijević, Đ., Antonović, G., Kovačević, R., Aleksić, Ž., Popović, Ž., Pavićević, N., Filipović, Đ., Jeremić, M., Vojinović, Ž., Spasojević, M. (1965). Zemljišta basena Velike Morave i Mlave. Posebna publikacija Arhiva za poljoprivredne nauke. Beograd.
- Zemljišta sliva Nišave (2008). Izdavač: Institut za zemljište. Beograd.
- Zloковић, Đ. (1949). Bibliografska građa: za pedološko proučavanje jugoslovenskih zemalja = Bibliographie d'etudes pédologiques sur les pays yougoslaves. Beograd: Poljoprivredno izdavačko preduzeće.
- Зборник закона и уредаба у Књажеству Србији у досадањим зборницима нештампаних а изданих од 2. фебруара 1835. до 23. октобра 1875. год., бр, 30, (1877). Београд, 317-328.
- Николић, А. (1853). Земљдѣлско газдинство. Часть 1, Ратарство/за србскогъ земљдѣлца - У Београду: При Правительственной књигопечатњи, - [8], стр 220.
- Николић, А. (1854а). Земљдѣлско газдинство. Часть 2, Винодѣлство/за србскогъ земљдѣлца написао А. Николић. - У Београду : При Правительственной књигопечатњи, - [4], стр 107.
- Николић, А. (1854б). Земљдѣлско газдинство. Часть 3, Воћарство са шумарством/за србскогъ земљдѣлца написао А. Николић. - У Београду: При Правительственной књигопечатњи, - [4], стр 80.
- Николић, А. (1854с). Земљдѣлско газдинство. Часть 4, Скотоводство/за србскогъ земљдѣлца. - У Београду: При Правительственной књигопечатњи, [7], стр 294.

---

**INSTITUT ZA KRMNO BILJE, KRUŠEVAC, 140 GODINA U  
SLUŽBI RAZVOJA POLJOPRIVREDE**

**INSTITUTE FOR FOR FORAGE CROPS, KRUSEVAC, 140  
YEARS IN DEVELOPMENT OF AGRICULTURE**

Zoran Lugić, Dejan Sokolović, Jasmina Radović, Goran Jevtić, Snežana  
Babić, Jasmina Milenković, Snežana Anđelković

*Institut za krmno bilje, 37251 Globoder, Kruševac*

*Autor za korespondenciju: zoran.lugic@ikbks.com*

### **Izvod**

Institut za krmno bilje u Kruševcu je akreditovani istraživačko razvojni institut. Formiran je 1884. godine, kao Ugledno dobro i vrt, koje je imalo za cilj unapređenje ukupne poljoprivredne proizvodnje. Od 1959. godine, bavi se isključivo istraživanjem krmnog bilja. Glavna istraživanja u Institutu su proučavanje i očuvanje postojećih genetičkih resursa, unapređenje genetičkog potencijala krmnih biljaka, tehnologija proizvodnje i konzervisanja krmnog bilja na oranicama i travnjacima, a sve u cilju unapređenja stočarske proizvodnje. Do sada je u Institutu stvoreno preko 40 novih sorti krmnih vrsta. U poslednjih deset godina odbranjeno je 8 doktorskih disertacija, objavljeno preko 250 naučnih radova i saopštenja, a istraživači Instituta su učestvovali, pored nacionalnih i u međunarodnim projektima (EUREKA, TEMPUS, HORISON), što ukazuje da institut ima značajno mesto u domaćoj i međunarodnoj naučnoj zajednici. U saradnji sa Ministarstvom poljoprivrede i lokalnim samoupravama, realizovani su projekti na velikom broju gazdinstava, čiji je cilj primena dobijenih rezultata istraživanja u praksu. Dugogodišnja tradicija, iskustvo i dosadašnji rezultati čine da je Institut ustanova koja je i dalje u službi razvoja poljoprivrede, kojoj poljoprivredni proizvođači veruju.

**Ključne reči:** krmne leguminoze i trave, oplemenjivanje, prirodni i sejani travnjaci, istraživanja



**Abstract**

The Institute for forage crops Plants in Kruševac scientific organization, which was established in 1884, as a Reputable farm and garden, which aimed to improve overall agricultural production. Since 1959, he has been exclusively engaged in the research of forage crops. The main researches at the Institute are aimed at studying and preserving existing genetic resources, improving the genetic potential of forage crops, technologies for the production and conservation of forage crops on arable land and grasslands, all with the aim of improving livestock production. So far, over 40 new varieties of forage species have been created at the Institute. In the last ten years, 8 doctoral dissertations were defended, over 250 scientific papers were published, and the Institute's researchers participated in national and international projects, too (EUREKA, TEMPUS, HORISON), which indicates that the institute has an important place in the domestic and international scientific community. In cooperation with the Ministry of Agriculture and local governments, numerous projects were implemented on a large number of farms, which goal was to apply the obtained research results in practice. The long-standing tradition, experience and the previous results make the Institute an institution that is still at the service of agricultural development.

**Key words:** forage legumes and grasses, breeding, grasslands, research

**Uvod**

Institut za krmno bilje Kruševac je jedna od najstarijih naučno-istraživačkih organizacija u Srbiji. Osnovan je daleke 1884. godine odlukom Banovine Moravske kao Ugledno dobro i vrt i služio je opštem razvoju poljoprivrede. Tokom svoje duge istorije menjao je nazive, ali je njegova funkcija uvek bila podizanje nivoa znanja i unapređenje poljoprivredne proizvodnje. Tokom godina, kroz Institut je prošlo mnogo istraživača različitih oblasti istraživanja, koji su svako na svoj način, razvijali Institut, nadograđivali znanje i iskustvo na oglednim, ali i proizvodnim poljima. Sve to je doprinelo da Institut za krmno bilje bude i ostane naučna ustanova, prepoznata na nacionalnom i međunarodnom

---

nivou, sa dugom tradicijom, iskustvom i znanjem, sa kojom poljoprivredni proizvođači rado saraduju i čijim savetima veruju.

### ***Istorijat Instituta***

Institut za krmno bilje Kruševac kao specijalizovana naučno-istraživačka organizacija bavi se proučavanjem i unapređenjem proizvodnje stočne hrane od 1959. godine kada je Uredbom izvršnog veća NR Srbije br. 228 od 18. aprila te godine osnovan Institut za ratarstvo NR Srbije u Beogradu, a dotadašnji Zavod u Kruševcu se prevodi u Oglednu stanicu za ratarstvo specijalizovanu za rad na krmnom bilju sa početkom rada 01.07.1959. godine.

Međutim, u ovoj ustanovi postoji veoma duga tradicija započeta pre 139 godina. U to daleko vreme, nedugo od proglašenja Kraljevine Srbije i otvaranja prvih poljoprivrednih škola, Podružina kruševačka Srpskog poljoprivrednog društva na svom drugom glavnom zboru je donela odluku da se oformi Ugledni vrt i dobro „na osnovu tvrdog uverenja da se neposrednim primarnim radovima na oglednim dobrima, najjače i najbrže može dejstvovati na unapređenje poljoprivrede narodne“.

Turbulentna vremena su razlog što je dokumentacija iz tog perioda oskudna, ali se iz dnevnika radova iz 1931. godine vidi da se desilo prvo oranje traktorom. U to vreme naziv ove institucije je bio Poljoprivredna stanica.

Rešenjem Banske Uprave Moravske Banovine broj 21890 od 21.10.1932. godine Agrobotanički odsek Poljoprivredne ogledne i kontrolne stanice u Topčideru smešten na „Dobričevu“ u Čupriji se preseljava u Kruševac na imanje Poljoprivredne stanice i spaja u ustanovu „Ogledna stanica za proizvodnju i oplemenjivanje bilja Moravske Banovine u Kruševcu“.

U aprilu 1940. godine Ogledna stanica za proizvodnju i oplemenjivanje prelazi u nadležnost Ministarstva poljoprivrede i prerasta u „Zavod za poljoprivredna ispitivanja Kruševac“. Zbog postignutih rezultata u radu, nadležnost Zavoda se širi na 7 Okruga sa 8 podstanica u raznim krajevima u svrhu „sortno ogledne delatnosti“.

Rešenjem Izvršnog veća NR Srbije broj 99 od 27.03.1954. godine Zavod je proglašen za ustanovu sa samostalnim finansiranjem sa nazivom „Zavod za poljoprivredna istraživanja Kruševac“. Tokom dotadašnjeg perioda rada, u Zavodu se se odvijala istraživanja na skoro svim, a posebno na ratarskim poljoprivrednim kulturama.

Reorganizacija naučnog i stručnog rada u NR Srbiji sprovedena je Uredbom Izvršnog veća NR Srbije broj 228 od 18.04.1959. godine kada je osnovan Institut za ratarstvo NRS u Beogradu, a Zavod u Kruševcu dobija naziv „Ogledna stanica za ratarstvo, specijalizovana za rad na krmnom bilju“ i kao takva je nastavila sa radom 01.07.1959. godine.

Uredbom Izvršnog veća NR Srbije broj 124. od 25.03.1961. godine, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu i Poljoprivredno-šumarska komora NR Srbije zajednički osnivaju naučnu ustanovu „Zavod za krmno bilje“ u Kruševcu.

Krajem šezdesetih godina 20. veka, tačnije 27.12.1969. godine osnovan je „Institut za poljoprivredna istraživanja u Kragujevcu“, a Zavod za krmno bilje u Kruševcu je bio Osnovna organizacija udruženog rada, da bi se već 1971. godine sve naučne ustanove iz oblasti poljoprivrede integrisale u „Centar za poljoprivredna istraživanja SR Srbije“ u Beogradu koji se 1977. godine transformiše u „SOUR za istraživanja i razvoj poljoprivrede SRBIJA“ u Beogradu. Tada Zavod za krmno bilje iz Kruševca dobija naziv „Institut za krmno bilje“. Institut za krmno bilje iz Kruševca je bio član SOUR-a „Župski Rubin“ u Kruševcu i član SOUR-a „Voćar produkt“ u Beogradu.

Od 1989. godine do 2007. godine Institut iz Kruševca je bio deo „Instituta za istraživanja u poljoprivredi SRBIJA“ u Beogradu pod nazivom „Centar za krmno bilje Kruševac“.

Rešenjem Vlade Republike Srbije br. 05022-8484/2006 od 14.09.2006. godine formiran je, kao samostalna naučna institucija „Institut za krmno bilje Kruševac D.O.O.“, koji je Odlukom Vlade Republike Srbije br. 022-8972/2018 od 04.10.2018. godine promenio pravni status iz privrednog društva u ustanovu i postao „Institut za krmno bilje Kruševac“.

### ***Oblast rada Instituta***

Kroz veoma dugu istoriju postojanja ove ustanove, shodno državnim i društvenim promenama, menjao se status, naziv, organizacioni oblik i položaj Instituta. U prvim godinama postojanja, počev od 1884. godine, program rada je obuhvatao sve oblasti biljne i stočarske proizvodnje. Iz dokumentacije s kraja 19. veka se vidi da su tada uvedene kvalitetne sorte poljoprivrednog bilja (stočna repa i američke sorte vinove loze) i rase domaćih životinja. Postoje dokumenti o održanim kalemarskim i pčelarskim kursevima, a takođe i pohvalnice Srpskog poljoprivrednog

društva za izlagane proizvode. Formiranjem Ogledne stanice za proizvodnju i oplemenjivanje Moravske Banovine, utvrđen je sledeći program rada: proučavanje fiziologije i morfologije kulturnih biljaka, oplemenjivanje bilja, ispitivanje poljoprivrednih proizvoda za ljudsku i stočnu hranu, ispitivanje zemljišta i klime i uticaj na bilje, uticaj svih đubriva na biljnu proizvodnju, proučavanje obrade zemljišta i suzbijanje bolesti i štetočina. Osnovne kulture na kojima je rađeno su bile pšenica i kukuruz, a najvažniji rezultati tog rada su dve stvorene sorte pšenice (Kruševačka 22 i 2217) koje su u to vreme bile veoma važne za unapređenje proizvodnje hlebnog žita. Rad na ovim kulturama, kao i na ječmu, ovsu i stočnoj repi je nastavljen i nakon Drugog Svetskog rata. Stvoren je veliki broj genotipova koji su se koristili u oplemenjivanju i u proizvodnji, a sa formiranjem specijalizovanih instituta preneseni su u Institut za kukuruz u Zemun Polju i u Institut za strna žita u Kragujevcu.

Od 1959. godine, a naročito od 1961. godine sa formiranjem Zavoda za krmno bilje kao naučne ustanove, Institut za krmno bilje počinje da se bavi samo istraživanjima vezanim za proizvodnju stočne hrane u uslovima njivskog gajenja, kao i u planinskom gazdovanju gde je akcenat stavljen na proučavanje ekonomski važnih krmnih biljaka, livada i pašnjaka u ravničarskim, ali i u brdskim i planinskim područjima.

Tokom vremena oblasti istraživanja su se razvijale, proširivale i produbljavale u zavisnosti od materijalnih, tehničkih i kadrovskih mogućnosti ali su one ostajale konstantne u sledećim okvirima:

1. Genetička istraživanja i oplemenjivanje ekonomski najvažnijih krmnih leguminoza i trava u cilju proučavanja i očuvanja genetičkih resursa (Tomić *et al.* 2009), kreiranja visokoprinosnih sorti sa povećanom perzistentnošću, visokim kvalitetom krme, tolerantnošću na abiotske i biotske stresne uslove sredine i kompetitivnošću za gajenje u detelinsko-travnim smešama (Lugić *et al.*, 2002, Lugić *et al.*, 2006)

2. Proučavanje tehnologija proizvodnje stočne hrane na oranicama i travnjacima u cilju unapređenja tehnologija zasnivanja i proizvodnje krmnih leguminoza i trava, ispitivanja združenih i postrnih useva, ispitivanja mogućnosti usejavanja leguminoza u strna žita, kao i ispitivanja proizvodnje krme na sejanim i prirodnim travnjacima od ravničarskih do brdskih i planinskih rejona.

3. Proučavanje korišćenja i konzervisanja proizvedene biomase gajenih krmnih vrsta kroz razvoj novih i poboljšanih tehnologija spravljanja silaže i senaže od krmnih leguminoza i trava, jednogodišnjih

---

useva, smeša strnih žita i leguminoza, detelinsko travnih smeša, nusproizvoda u proizvodnji šećera, vina i voćnih sokova, kao i ispitivanje mogućnosti povećanja stabilnosti i kvaliteta senaže i silaže uz dodatak inokulanata, NPN supstanci i td..

4. Proučavanje tehnologija proizvodnje semena krmnih vrsta ispitivanjem uticaja tokova kosidbe, oprašivača, desikanata, atraktanata, setvene norme, vrste i količine hraniva na prinos i kvalitet semena (Lugić et al.2000, Sokolović et al. 2015).

### ***Postignuti rezultati***

Ostvareni rezultati naučno-istraživačkog rada su mnogobrojni. Oplemenjivačkim radom je kreirano preko 40 sorti ekonomski važnih višegodišnjih leguminoza I to (lucerke, crvene deteline, žutog zvezdana, bele deteline i esparzete) i višegodišnjih trava (ježevica, livadskog vijuka, visokog vijuka, engleskog ljulja, italijanskog ljulja, francuskog ljulja i mačjeg repa). Sorte se odlikuju visokim genetskim potencijalom za osnovna agronomska svojstva prinos biomase, kvalitet i perzistenciju (Radović et al., 2010, Sokolović et al. 2010) i u mnogome su doprinele razvoju poljoprivrede, a naročito stočarstva u našoj zemlji. Potrebno je posebno izdvojiti značaj višegodišnjih leguminoznih krmnih biljaka čije gajenje obezbeđuje niz dobrobiti u poljoprivrednoj proizvodnji, od ekonomskih, preko agronomskih do ekoloških koje su u ovom, ali i u budućem vremenu veoma važne u proizvodnji hrane za ljude i životinje.

Kreirane su i u praksi primenjene tehnologije zasnivanja, proizvodnje, konzervisanja i iskorišćavanja proizvedene krme u ravničarskim, ali i u brdsko-planinskim rejonima Srbije. Institut za krmno bilje Kruševac je pionir u proučavanju livada i pašnjaka i iznalaženja optimalnih rešenja njihovog održivog korišćenja i očuvanja. Proučeni su mnogi prirodni travnjaci i ispitan uticaj načina iskorišćavanja i primene nutrijenata na prinos i kvalitet proizvedene biomase. Proučavan je uticaj primenjenih mera na dinamiku promene florističkog sastava i biodiverzitet. Istraživači Instituta su prvi počeli sa uvođenjem sejanih travnjaka što je doprinelo efikasnijem korišćenju i zaštiti zemljišta brdskih i planinskih područja.

Posebno važni su rezultati dobijeni na polju konzervisanja stočne hrane radi povećanja njenog kvaliteta i dužeg čuvanja što su primarni zahtevi stočarske proizvodnje. Ispitivana je mogućnost i predlagana rešenja konzervisanja svih gajenih krmnih vrsta i velikog broja ratarskih kultura što je u mnogo čemu olakšalo i pojednostavilo obezbeđenje

dovoljnih količina kvalitetne kabaste stočne hrane. Dobijeni su značajni rezultati i niz tehnologija iz oblasti proizvodnje i dorade semena krmnih vrsta.

Tokom duge istorije Instituta objavljen je veliki broj stručnih i naučnih radova u domaćim i međunarodnim publikacijama, održano mnogo naučnih skupova, edukativnih radionica i nastupa u štampanim i elektronskim medijima sa ciljem promocije i popularizacije nauke i naučnih rezultata.

Sve vreme tokom postojanja, Institut za krmno bilje Kruševac je činio ogromne napore na primeni dobijenih naučnih rezultata u praksi. Najveći broj primenjenih rezultata je dao veliki doprinos ukupnom razvoju poljoprivrede, obezbeđenju dovoljnih količina hrane za ljude i životinje kroz efikasno korišćenje i očuvanje prirodnih resursa naše zemlje.

### ***Institut danas***

Sedište Instituta je do 2010. godine bilo u centru Kruševca, ali zbog širenja grada i otežanih uslova rada u gradskoj sredini, sedište je prebačeno na novu lokaciju, Globoder, 10 km od Kruševca, na kojoj su ogledna polja Instituta. Danas je u Institutu zaposleno ukupno 33 stalno zaposlenih. Od ukupnog broja zaposlenih, 17 su istraživači, od čega 12 doktora nauka i 5 doktoranada. Oblasti istraživanja naučnih radnika su vrlo raznorodne, od oplemenjivanja, agrotehnike, fitopatologije, mikrobiologije, do fitocenologije i hemije. Ovakav profil zaposlenih kadrova, omogućava proučavanje krmnog bilja sa različitih aspekata, što omogućava multidisciplinarni pristup istraživanjima i realizaciju osnovnih delatnosti Instituta.

Institut koristi oko 16 hektara poljoprivrednog zemljišta u Kruševcu i oko 20 hektara poljoprivrednog zemljišta u Čupriji. Institut raspolaže krupnom i sitnom mehanizacijom za obradu zemljišta i izvođenje poljskih eksperimenata. U okviru Instituta rade agrohemijska laboratorija za proučavanje kvaliteta zemljišta i biljne mase, mikrobiološka i fitopatološka laboratoriju, a laboratorija za molekularna istraživanja je u formiranju.

Institut za krmno bilje ima veoma razvijenu saradnju u zemlji sa Ministarstvom za nauku, tehnološki razvoj i inovacije, kao matičnim ministarstvom, pre svega kroz učešće na nacionalnim projektima, ali i kroz dva međunarodna projekta (EUREKA, TEMPUS) na kojima su istraživači Instituta učestvovali. Pored toga, Institut ima razvijenu

---

saradnju sa Ministarstvom za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo, lokalnim samoupravama, proizvođačima semena, distributerima semena, individualnim gazdinstvima, udruženjima stočara i velikim stočarskim farmama. Cilj te saradnje predstavlja unapređenje tehnoloških i inovativnih istraživanja, kao i primena naučnih rezultata u praksi.

U poslednjih deset godina, istraživači Instituta za krmno bilje Kruševac su objavili preko 250 naučnih radova i saopštenja i odbranili 8 doktorskih disertacija, realizovali 10 novih sorti i 3 tehnološka rešenja na nacionalnom nivou, kao i 2 sorte na međunarodnom nivou.

Takođe, Institut ima veoma razvijenu međunarodnu naučnu saradnju sa srodnim Institutima iz zemalja Evropske unije. Rezultate razvijene međunarodne saradnje predstavljaju niz bilateralnih poseta, studijskih boravaka, zajedničkih organizovanja naučnih skupova i učešća u realizaciji međunarodnih projekata. Kao rezultat ove dugogodišnje saradnje i angažovanja naučnih radnika, Institut je 2013. godine bio organizator međunarodnog 30<sup>th</sup> Meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section sa više od 100 učesnika iz Evrope i sveta. Istraživači Instituta za krmno bilje Kruševac, su već 12 godina predstavnici Jugoistočne Evrope u Upravnom odboru EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, što ukazuje da su rezultati rada Instituta za krmno bilje priznati i na međunarodnom nivou. Kao rezultat razvijene međunarodne saradnje, istraživači su učestvovali u realizaciji međunarodnog projekta EUCLEG (HORIZON2020), u kome su učestvovala 34 naučne organizacije iz Evrope i Kine, a od septembra 2023. godine počinje realizacija novog HORIZON projekta BELIS, na kome će istraživači Instituta za krmno bilje učestvovati.

Ostvareni rezultati, posebno u poslednjih 10 godina, ukazuju da je Institut prepoznatljiv kako u domaćoj, tako i u međunarodnoj naučnoj zajednici, što je za mali institut, kakav je Institut za krmno bilje u Kruševcu veliki uspeh. Zahvaljujući stalnoj prisutnosti na terenu, kroz projekte, radionice, predavanja i druge načine komunikacije sa poljoprivrednim proizvođačima, Institut za krmno bilje je prepoznat kao ustanova čijim se savetima i preporukama veruje i koja je uvek otvorena za poljoprivredne proizvođače.

### ***Budući pravci razvoja instituta***

Zahvaljujući kadrovskim, materijalnim i drugim resursima, Institut za krmno bilje Kruševac je po Zakonu o nauci i istraživanjima akreditovan kao Istraživačko razvojni Institut (IRI).

Naučni kadar Instituta, kao i istraživačko polje je multidisciplinarno, od biologa, genetičara, mikrobiologa, fitopatologa, tehnologa, hemičara, do fitocenologa i semenara, što je važno za očuvanje Instituta, kao vodeće ustanove u istraživanju krmnog bilja.

Institut se stara da stalno podmlađuje naučni kadar koji će na kvalitetan način odgovoriti novim izazovima u istraživanju i programu naučnog rada Instituta. Posebna pažnja se ulaže u izbor tema i realizaciju 5 doktorskih disertacija koje se trenutno realizuju u Institutu za krmno bilje, a koje prate trenutno aktuelne teme istraživanja na krmnom bilju.

Uz permanentno ulaganje države i sopstvenih sredstava u postojeće i nove ljudske i materijalne resurse, Institut za krmno bilje Kruševac će nastaviti sa naučno-istraživačkim radom u skladu sa novim izazovima i potrebama naše zemlje. I u narednom periodu istraživači Instituta će nastaviti svoj rad u službi razvoja poljoprivrede.

### **Zahvalnica**

Ovaj rad je realizovan uz finansijsku pomoć i podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj granta: 451-03-47/2023-01/ 200217).

### **Literatura**

- Lugić, Z., Radović, J., Terzić, D., Tomić, Z., Spasić, R. (2000). Semenarstvo višegodišnjih leguminoza u Centru za krmno bilje Kruševac. Selekcija i semenarstvo, VI, 3-4: 27-31.
- Lugić, Z., Tomić, Z., Radović, J., Sokolović, D. (2002). Nove sorte višegodišnjih leguminoza i trava. Zbornik radova III Savetovanja Nauka, praksa i promet u agraru, Soko Banja, 79-85.
- Lugić, Z., Radović, J., Sokolović, D., Vasić, T. (2006). Rezultati i pravci oplemenjivanja višegodišnjih krmnih leguminoza i trava u Centru za krmno bilje. Zbornik abstrakata trećeg Simpozijuma sekcije za oplemenjivanje organizama i društva genetičara Srbije, Zlatibor, 16-20. maj, 99.



- Radović, J., Katić, S., Lugić, Z., Vasiljević, S. (2010). Breeding of perennial forage legumes in Serbia, results and future direction. *Biotechnology in animal husbandry*, Vol 26, 1: 91-106
- Sokolović, D., Tomić, Z., Babić, S. (2010). Perennial forage grasses breeding in Serbia: achievements, limits and prospects. XII International Symposium on Forage Crops of Republic of Serbia, 26-28 May, Kruševac-Serbia, *Biotechnology in Animal Husbandry*, 26 (Spec. issue), 1: 91-106.
- Sokolović, D., Lugić, D., Radović, J., Babić, S., Jevtić, G. (2015). Savremeni trendovi u oplemenjivanju i semenarstvu višegodišnjih krmnih biljaka u Srbiji. *Zbornik abstrakata VIII naučno-stručnog skupa iz selekcije i semenarstva: 28-29. maj, Beograd*, 35.
- Tomić, Z., Sokolović, D., Lugić, Z., Radović, J., Vasiljević, S., Milić, D., Mikić, A. (2009). Genetički resursi krmnog bilja u Srbiji. SANU, *Naučni skupovi, Knjiga CXXVII, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka, Knjiga 3*, 35-46.

---

**INSTITUT ZA VOĆARSTVO, ČAČAK - MESTO GDE SE  
RAĐAJU NAJBOLJE SORTE VOĆAKA**

**FRUIT RESEARCH INSTITUTE, ČAČAK – A PLACE WHERE  
THE BEST FRUIT CULTIVARS ARE BORN**

Darko Jevremović, Marijana Pešaković, Nebojša Milošević, Tatjana  
Vujović, Svetlana M. Paunović, Branko Popović

*Institut za voćarstvo, Čačak, Kralja Petra I br. 9, 32102 Čačak*

*Autor za korespondenciju: djevremovic@institut-cacak.org*

**Izvod**

Institut za voćarstvo, Čačak, je vodeća naučna institucija iz oblasti voćarstva u Republici Srbiji i regionu, osnovana 17. jula 1946. godine. Osnovna delatnost Instituta je naučnoistraživački rad u oblasti voćarstva – istraživanje i eksperimentalni razvoj u biotehničkim naukama.

U Institutu su do danas stvorene 44 sorte različitih vrsta voćaka, od čega se posebno ističu sorte šljiva koje su unapredile šljivarstvo u nekadašnjoj SFRJ i brojnim zemljama Evrope. Šljive 'Čačanska rodna', 'Čačanska lepotica', 'Čačanska rana', 'Čačanska najbolja' i 'Valjevka' su sinonim za visokokvalitetne sorte i prepoznatljiv su brend Srbije i Čačka van granica zemlje. Veliki komercijalni uspeh čačanskih sorti pozicionirali su Institut kao jedan od vodećih oplemenjivačkih centara u Evropi iz oblasti voćarstva, a naročito šljive.

Osim oplemenjivanja voćaka, delatnost Instituta pokriva i ostale aspekte voćarske proizvodnje: agrotehnika, fiziologija voćaka, fitopatologija, prerada voća i proizvodnja sadnog materijala.

**Ključne reči:** voćarstvo, istraživanje, sorte, šljiva, Čačak

**Abstract**

The Fruit Research Institute, Čačak is a leading scientific institution in the field of fruit growing in the Republic of Serbia and the region, founded on July 17, 1946. The main activity of the Institute is scientific research work in the field of fruit growing - research and experimental development in biotechnical sciences.

There have been 44 cultivars of various fruit species created at the Institute to far, with the plum cultivars that have enhanced plum growing throughout the former SFRY and many other European countries standing out. The plums 'Čačanska rodna', 'Čačanska lepotica', 'Čačanska rana', 'Čačanska najbolja' and 'Valjevka' are synonymous for high-quality cultivars and are recognizable brands of Serbia and Čačak beyond the country's borders. The great commercial success of the Čačak's cultivars positioned the Institute as one of the leading breeding centers in Europe in the field of fruit growing, especially plums.

In addition to fruit tree breeding, the Institute's activities also cover other aspects of fruit production: agrotechnique, fruit tree physiology, phytopathology, fruit processing and production of planting material.

**Key words:** fruit growing, research, cultivars, plum, Čačak

**Uvod**

Institut za voćarstvo, Čačak, je istraživačko-razvojni institut koji se nalazi u poznatom voćarskom području Srbije. Na osnovu Zakona o unapređenju voćarstva i Pravilnika za izvršenje Zakona o unapređenju voćarstva iz 1898. godine (Anonymous, 1898a; 1898b) na današnjoj lokaciji Instituta, 1906. godine osnovan je sreski voćno-lozni rasadnik. Nakon osnivanja rasadnika, voćarstvu se u ovom kraju počela posvećivati posebna pažnja. Svest o značaju povezivanja naučnih dostignuća i voćarske prakse neprekidno se razvijala i doprinela da rasadnik preraste u Institut i da postane vodeća naučnoistraživačka ustanova iz oblasti voćarske proizvodnje, koja je prerasla okvire države i postala ugledan član međunarodne naučne zajednice.

Institut je rastao i razvijao se kao sastavni deo društva, prateći sve njegove promene. Istraživači Instituta su više decenija aktivno učestvovali i učestvuju u rešavanju važnih pitanja iz oblasti pomologije i oplemenjivanja voćaka, fiziologije i tehnologije gajenja voćaka, zaštite

---

voćaka, sertifikacije sadnog materijala i tehnologije prerade voća. Zahvaljujući angažovanju čitavog tima naučnog, stručnog i tehničkog osoblja, konstantne opredeljenosti da se kroz inovacije ostvari tehnološki napredak i time postigne tržišna konkurentnost, Institut je u proteklom periodu ostvario izuzetno zapažene rezultate, gde dominiraju 44 stvorene i priznate sorte voćaka. U Institutu su urađeni brojni magistarski i master radovi, doktorske disertacije i obrazovani brojni kadrovi osposobljeni za rešavanje složenih problema iz oblasti voćarstva.

Učešćem na bilateralnim i multilateralnim projektima, razmenom stručnjaka, biljnog materijala, naučnih i stručnih informacija Institut održava uspešnu saradnju sa brojnim naučnim i stručnim ustanovama, organizacijama i udruženjima u zemlji i širom sveta.

Institut za voćarstvo je član Zajednice instituta Srbije od njenog osnivanja 1990. godine, a jedan je od osnivača Naučno tehnološkog parka Čačak 2011. godine.

### ***Istorijat***

Na prvom kongresu voćara Jugoslavije, održanom 1932. godine u Čačku, voćari iz Čačka i okoline pokrenuli su inicijativu da se formira ogledno-istraživačka voćarska organizacija, koja bi na naučnoj osnovi radila na unapređenju voćarstva. Ovaj predlog je realizovan 1937. godine osnivanjem Državne ogledne voćarske stanice u Goraždu. Prvi saradnici ove institucije bili su upravo Čačani: inž. Milisav Gavrilović i inž. Gvozden Majstorović. Međutim, rad ove ustanove bio je kratkotrajan, jer je prekinut 1941. godine izbijanjem Drugog svetskog rata.

Po završetku rata, promenom društvenog uređenja, počelo se sa osnivanjem naučno-istraživačkih organizacija u vidu zavoda ili oglednih stanica. Među prvima u Socijalističkoj Federativnoj Republici Jugoslaviji (SFRJ), a na predlog inž. Milisava Gavrilovića, upravnika rasadnika, Ministarstvo poljoprivrede Narodne Republike Srbije je 17. jula 1946. godine osnovalo Zavod za voćarstvo i preradu voća. Za prvog direktora imenovan je Milisav Gavrilović koji je rukovodio institucijom sve do penzionisanja 1977. godine. Cilj zavoda bio je rešavanje osnovne problematike iz oblasti proizvodnje, zaštite i prerade voća, a posebno iz oblasti proizvodnje sadnog materijala voćaka. Po osnivanju zavoda, Ministarstvo poljoprivrede je, pod stručnim nadzorom Zavoda za voćarstvo u Čačku, osnovalo i četiri ogledne stanice u: Prokuplju, Novom Pazaru, Valjevu i Grockoj.

Radi stvaranja trajnijih uslova za solidan rad na naučno-istraživačkim zadacima iz oblasti voćarstva, Zavod za voćarstvo je već od 1948. godine počeo intenzivno da radi na prikupljanju i kolekcionisanju sorti svih umereno-kontinentalnih vrsta voćaka. Za samo šest godina stvorena je kolekcija od ukupno 1684 sorti i podloga voćaka: 651 sorta jabuke, 29 podloga za jabuku, 192 sorte kruške, 10 podloga za krušku, 10 sorti dunje, 216 sorti šljive, 204 sorte breskve, 83 sorte kajsije, 57 sorti trešnje, 33 sorte višnje, 6 sorti marele, 28 sorti leske, 49 sorti jagode, 42 sorte maline, 8 sorti kupine, 54 sorte crne, crvene i bele ribizle i 12 sorti ogrozda (Institut za voćarstvo u Čačku, 1969; Institut za voćarstvo, 1986). Sorte i podloge su prikupljane sa teritorije SFRJ i iz inostranstva. Najveći broj sorti je prikupljen od nekoliko ustanova i čuvenih voćara tog vremena: Srednja poljoprivredna škola u Bukovu kod Negotina; Ogledna voćarska stanica u Goraždu; kolekcionari zasada Đure Nikolića iz Guglja kod Požege, Kmetijski inštitut, Maribor; Ogledna voćarska stanica u Nju Džersiju, SAD (uglavnom preko inž. Mehmedalije Fazlagića iz Goražda); Visoka poljoprivredna škola u Lednici na Moravi, Češka; Institut za sadovodstvo u Skiernevicama, Poljska; i Ogledna voćarska stanica u Ist Mologu, Engleska.

Zahvaljujući ovim i drugim organizacijama i pojedincima, od kojih je Institut nabavljao kalem-grančice, podloge i sadni materijal, stvorena je najveća kolekcija sorti voćaka na Balkanu. Uporedo sa podizanjem kolekcionih zasada, istraživači Instituta su širom zemlje podizali ogledne zasade od najboljih sorti jabuke, kruške, šljive, trešnje i kajsije, radi utvrđivanja najpogodnijih sistema za gajenje u pojedinim voćarskim krajevima Srbije. Ubrzo nakon toga započinje i rad na stvaranju novih sorti voćaka.

Budući da je Institut još u toku prvih godina svog rada, postavio solidnu osnovu za nesmetan i uspešan rad na selekciji i oplemenjivanju voćaka, na pronalaženju najboljih introdukovanih sorti voćaka za gajenje i najboljih agrotehničkih mera za podizanje zasada, ishranu i zaštitu voćaka od bolesti i štetočina, Izvršno veće NR Srbije je 1961. godine Institut proglasilo republičkom naučnom ustanovom pod nazivom Institut za voćarstvo.

Kasnijom izmenom zakona o naučnoistraživačkim organizacijama u Srbiji nastala je potreba da se od postojećih instituta, zavoda i poljoprivrednih stanica formira Institut za poljoprivredna istraživanja sa sedištem u Beogradu. Formiranje Instituta je izvršeno 1971. godine, u

---

okviru koga je Institut za voćarstvo najpre poslovao kao OOUR do 1978. godine, nakon čega se Institut organizovao u složenu organizaciju pod nazivom SOUR za istraživanje i razvoj poljoprivrede „Srbija“ u Beogradu. Od tada Institut za voćarstvo je poslovao kao radna organizacija bez osnovnih organizacija udruženog rada. Institutu za voćarstvo je 1986. godine pripojen Institut za vinogradarstvo i vinarstvo „Medijana“ iz Niša, pa je nastavio da posluje pod nazivom Institut za voćarstvo i vinogradarstvo Čačak. Zakon o naučnoistraživačkoj delatnosti iz 1990. godine dovodi do novih promena u organizovanju instituta i zavoda iz oblasti poljoprivrede. Integracijom nekoliko instituta iz oblasti biotehnike, Institut za voćarstvo je od 1991. godine poslovao u sklopu Instituta za istraživanja u poljoprivredi „Srbija“, kao jedan od osam centara. Odlukom Vlade Republike Srbije od 14. septembra 2006. godine, Institut posluje kao samostalno pravno lice, pod nazivom Institut za voćarstvo, Čačak.

### ***Delatnost***

Osnovna delatnost Instituta je naučnoistraživački rad u oblasti biotehničkih nauka, u okviru naučnih disciplina: voćarstvo, zaštita bilja, tehnologija biljnih proizvoda i prehrambena biotehnologija, u okviru programa i projekata koji obuhvataju uglavnom primenjena i razvojna, i delom osnovna istraživanja kao osnovu za primenjena i razvojna istraživanja.

Institut obavlja i druge dopunske delatnosti (komercijalna, uslužna, izdavačka), uključujući i spoljnotrgovinsku.

### ***Naučnoistraživačka delatnost***

Naučnoistraživački rad Instituta baziran je na sledećim aktivnostima: genetička proučavanja i stvaranje novih sorti jabučastih, koštičavih, jezgrastih i jagodastih vrsta voćaka; biološka i ekološka proučavanja voćaka; selekcija i introdukcija voćaka; ispitivanje pomološko-bioloških osobina voćaka; fiziološka i agrotehnička proučavanja voćaka; proučavanje prouzrokovaca bolesti i štetočina voćaka i metoda njihovog suzbijanja; tehnološka proučavanja plodova voća; stvaranje i održavanje predosnovnog i osnovnog materijala voćaka; ispitivanje proizvodne i upotrebne vrednosti sorti i podloga voćaka (VCU testovi); ispitivanje različitosti, uniformnosti i stabilnosti sorti i podloga (DUS testovi);

kolekcionisanje i proučavanje domaćih i introdukovanih sorti voćaka za potrebe formiranja banke biljnih gena; transfer znanja i tehnologija i primena naučno-tehnoloških rešenja; stručna i zdravstvena kontrola proizvodnje sadnog materijala voćaka (Institut za voćarstvo, Čačak, 2016a).

### ***Rasadnička proizvodnja***

Osim naučnoistraživačkog rada, Institut se bavi i proizvodnjom sadnica voćaka kao dopunskom delatnošću. Institut već više decenija proizvodi standardni i sertifikovani reprodukcioni i sadni materijal, kako za potrebe sopstvenog rasadnika i istraživački rad, tako i u komercijalne svrhe za potrebe drugih korisnika. Cilj ove delatnosti je ostvarivanje dodatnih prihoda kroz komercijalizaciju naučnih dostignuća i promociju sorti koje su stvorene u Institutu. U proizvodnom programu dominiraju sadnice šljive i maline.

Posebno mesto u ovoj delatnosti zauzima proizvodnja najviših kategorija (predosnovnog i osnovnog) sadnog materijala kontinentalnih vrsta voćaka kao osnove za podizanje matičnih zasada. Institut je jedina institucija u zemlji i regionu koja u potpunosti sprovodi sve korake u sistemu sertifikacije sadnog materijala: odabiranje kandidat klonova, laboratorijske analize izdvojenog materijala na prisustvo patogena i ispitivanja sortne čistoće, do promovisanja dobijenog materijala u odgovarajuću kategoriju. Ovako dobijeni materijal čuva se u zaštićenom prostoru uz neprekidnu kontrolu njegovog zdravstvenog statusa od strane ovlašćenih službi.

### ***Uslužne delatnosti***

Značajne aktivnosti Instituta su usmerene na što brži transfer znanja, naučnih rezultata i tehnologija i njihovu implementaciju u praksi, kroz saradnju sa odgovarajućim državnim organima, privrednim organizacijama, gradskim i opštinskim upravama, centrima za razvoj sela, poljoprivrednim stručnim službama, udruženjima poljoprivrednih proizvođača i prerađivača, individualnim poljoprivrednim proizvođačima i drugim zainteresovanim korisnicima.

Institut se bavi pružanjem ekspertskih i stručnih usluga projektovanja i podizanja zasada voćaka, različitim vrstama laboratorijskih analiza i pruža savetodavne usluge u oblasti voćarstva, zaštite bilja, tehnologije

biljnih proizvoda i prehrambene biotehnologije. Institut je jedan od oglednih centara za sprovođenje DUS i VCU testova. Laboratorija za fitopatologiju je sastavni deo fitosanitarnog sistema Republike Srbije i vrši analize uzoraka bilja na prisustvo patogena. Institut vrši i usluge veštačenja, kao i druge vrste usluga po zahtevima privrednih subjekata i drugih zainteresovanih lica. Takođe, istraživači Instituta pružaju ekspertske usluge iz svojih naučnih oblasti.

### ***Izdavačka delatnost***

U okviru izdavačke delatnosti Instituta objavljeno je preko 70 monografija, knjiga, zbornika radova sa naučnih i stručnih skupova. Knjige i monografije iz oblasti voćarstva su postale značajan izvor podataka za brojne naučne radnike, profesore, studente, učenike i poljoprivredne proizvođače.

### ***Organizaciona struktura***

Istraživački rad Instituta je organizovan u okviru šest odeljenja: Odeljenje za pomologiju i oplemenjivanje voćaka, Odeljenje za tehnologiju gajenja voćaka, Odeljenje za fiziologiju voćaka, Odeljenje za zaštitu voćaka i sertifikaciju sadnog materijala, Odeljenje za tehnologiju prerade voća i Odeljenje za eksperimentalna polja.

U Institutu su organizovane i tri laboratorije: Laboratorija za hemijska ispitivanja, Laboratorija za fitopatologiju i Laboratorija za kulturu tkiva.

Kao posebna celina organizovana je Služba zajedničkih poslova.

### ***Ljudski resursi, infrastrukturna i tehnička opremljenost***

Institut danas zapošljava 49 radnika, od kojih su 19 naučni radnici (15 doktora nauka (3 naučna savetnika, 11 viših naučnih saradnika i 1 naučni saradnik) i 4 master inženjera (tri u zvanju istraživač saradnik i jedan u zvanju istraživač pripravnik), a 30 zaposlenih čini tehničko i pomoćno osoblje.

Institut je korisnik oko 139 ha zemljišta i 4.500 m<sup>2</sup> poslovnog prostora, od čega preko 450 m<sup>2</sup> laboratorijskog prostora. Takođe, poseduje potrebnu laboratorijsku opremu, više pratećih objekata (staklare, mrežarnici, hladnjače, meteorološka stanica), biblioteku, kao i kolekcione, eksperimentalne i proizvodne zasade u kojima se nalazi oko 800 različitih genotipova kontinentalnih vrsta voćaka.





jednom periodu bile značajne za voćarsku proizvodnju u SFRJ (Milenković i sar., 2006; Ogašanović i sar., 1996).

Priznate sorte i izdvojeni hibridi su poznati i priznati kako u našoj zemlji, tako i u svetu. Sorte šljive 'Čačanska rodna', 'Čačanska lepotica', 'Čačanska najbolja', 'Čačanska rana' i 'Valjevka' se gaje u velikom broju zemalja Evrope. Naše sorte su se koristile i koriste se u mnogim oplemenjivačkim programima, a naročito u Nemačkoj. Procenjena zastupljenost čačanskih sorti šljive u voćnjacima Srbije je oko 30% od ukupnog broja stabala šljive, kojih ima preko 40 miliona.

Pored šljive, značajan komercijalni uspeh postigle su i višnja 'Šumadinka', jabuka 'Čadel' i kupina 'Čačanska bestrna'. U jednom periodu, engleska firma Meiosis Limited bila je ovlašćena za zastupanje prava Instituta u širenju i sakupljanju licence za umnožavanje sorte 'Čačanska bestrna' na teritoriji Evropske Unije (Institut za voćarstvo, Čačak, 2016b). Poslednjih nekoliko godina značajan komercijalni uspeh postiže i šljiva 'Nada', koja se sve više širi u zasadima širom zemlje.

U Institutu su urađene 42 doktorske disertacije, 30 magistarskih i 7 master radova, objavljeno je preko 2500 naučnih i stručnih radova i razvijeno 21 tehničko rešenje ([www.institut-cacak.org/delatnost.html](http://www.institut-cacak.org/delatnost.html)).

### ***Nagrade i priznanja***

Institut i njegovi istraživači su dobitnici brojnih priznanja za ostvarene rezultate. Posebno se izdvajaju: Nagrada AVNOJ-a za stvaralaštvo i rad od opšteg značaja za razvitak SFRJ u oblasti poljoprivrede (voćarstva) iz 1974. godine i Sretenjski orden trećeg stepena za naročite zasluge i međunarodno priznate rezultate u primeni naučnih metoda i unapređenje voćarstva povodom 70 godina rada iz 2017. godine.

### **Zahvalnica**

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije prema ugovoru broj 451-03-47/2023-01/200215.

### **Literatura**

Anonymous (1898a). Pravilnik za izvršenje Zakona o unapređenju voćarstva. Kraljevska Srpska državna štamparija, Beograd.

- Anonymous (1898b). Zakon o državnim ekonomima sa Zakonom o unapređenju voćarstva i Zakonom o poljoprivrednim stanicama. Kraljevska Srpska državna štamparija, Beograd.
- Institut za voćarstvo u Čačku (1969). Dvadesetogodišnjak rada Instituta za voćarstvo u Čačku. Institut za voćarstvo u Čačku, Čačak.
- Institut za voćarstvo (1986). Četrdeset godina Instituta za voćarstvo u Čačku 1946–1986. Institut za voćarstvo i vinogradarstvo Čačak, Čačak.
- Institut za voćarstvo, Čačak (2016a). 70 godina Instituta za voćarstvo, Čačak. Institut za voćarstvo, Čačak, Čačak.
- Institut za voćarstvo, Čačak (2016b). Sorte voćaka stvorene u Institutu za voćarstvo, Čačak 1946–2016. Institut za voćarstvo, Čačak, Čačak.
- Milenković, S., Ružić, Đ., Cerović, R., Ogašanović, D., Tešović, Ž., Mitrović, M., Paunović, S., Plazinić, R., Marić, S., Lukić, M., Radičević, S., Leposavić, A., Milinković, V., Weber, C. (2006). Sorte voćaka stvorene u Institutu za voćarstvo – Čačak i nove sorte maline i kupine za tržište svežih plodova i prerađevina. Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd.
- Ogašanović, D., Ranković, M., Nikolić, M., Mitrović, M., Stamenković, S., Tešović, Ž., Stanisavljević, M., Papić, V., Garić, R., Plazinić, R. (1996). Nove sorte voćaka stvorene u Čačku, Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd.
- [www.institut-cacak.org/delatnost.html](http://www.institut-cacak.org/delatnost.html)
- [www.institut-cacak.org/sorte.html](http://www.institut-cacak.org/sorte.html)

**INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO: PUT OD  
OGLEDNE I KONTROLNE STANICE DO INSTITUTA OD  
NACIONALNOG ZNAČAJA ZA REPUBLIKU SRBIJU**

**INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLE CROPS: PATH FROM  
THE AGRICULTURAL EXPERIMENTAL AND CONTROL  
STATION TO THE NATIONAL INSTITUTE OF THE REPUBLIC  
OF SERBIA**

Jegor Miladinović<sup>1</sup>, Dragana Latković<sup>2</sup>, Milan Miroslavljević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Srbija*

<sup>2</sup>*Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija*

*Autor za korespondenciju: milan.miroslavljevic@ifvcns.ns.ac.rs*

## **Uvod**

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, ima tradiciju dugu 85 godina u prenošenju znanja i rezultata istraživanja u poljoprivrednu praksu, kako u zemlji tako i u međunarodnim okvirima. Glavna aktivnost Instituta fokusirana je na oplemenjivanje različitih biljnih vrsta ratarskih i povrtarskih kultura. Institutska istraživanja, sprovedena u okviru različitih odeljenja i laboratorija, poštuju propise Zakona o nauci i istraživanjima Republike Srbije, kao i strategije poput Strategija naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije "Moć znanja" i Strategija prioriternih oblasti pametne specijalizacije, kao i druge nacionalne, regionalne i evropske strategije. Obilje sorti ratarskih i povrtarskih kultura, registrovanih i u Srbiji i u inostranstvu, koje je Institut razvio, svedoče o uspehu oplemenjivačkog rada, potvrđujući lidersku ulogu u zemlji i regionu.

## ***Istorijat***

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, utemeljen je 15. septembra 1938. godine pod pokroviteljstvom Ministarstva poljoprivrede Kraljevine Jugoslavije kao

Poljoprivredna ogledna i kontrolna stanica u Novom Sadu. U svom dugom postojanju, Institut je prošao kroz promene u svom statusu i organizacionom okviru u skladu sa razvojem društvenih odnosa, prvenstveno u periodu Kraljevine Jugoslavije, potom za vreme Drugog svetskog rata, za vreme socijalističkog poredka SFRJ, kao i u Socijalističkoj Republici Jugoslaviji, a danas u Republici Srbiji. Početna godina njegovog rada je 1938, kada je Ministarstvo poljoprivrede Kraljevine Jugoslavije osnovalo Poljoprivrednu oglednu i kontrolnu stanicu u Novom Sadu, a 15. septembra 1938. je odredilo početak negove operativne funkcionalnosti.

Pripreme za početak rada Poljoprivredne stanice započete su 1937. godine kada je kupljeno zemljište za Institut na Rimskim šančevima, Novi Sad. Arhitekta Svetozar Matijašević izradio je projekat za zgradu Instituta koja se nalazila na adresi Cara Nikolaja 26 u Novom Sadu, koju je Komisija Kraljevske banske uprave 18. oktobra 1938. predala Poljoprivrednoj oglednoj i kontrolnoj stanici u Novom Sadu. Zgrada je u to vreme predstavljala jednu od najimpresivnijih građevina u gradu, sa spoljnom fasadom ukrašenom sa dva reljefa - orač za plugom sa dva konja i žetelac pri žetvi pšenice, koje je izradio vajar i keramičar Karlo Baranji. U to vreme, zgrada je imala odgovarajuću konstrukciju i raspored za potrebe Poljoprivredne stanice. Danas, ova zaštićena kulturna baština u Novom Sadu služi kao sedište Instituta od njegovog osnivanja 1938. godine. Nakon rasformiranja agrobotaničkog odseka na Državnom poljoprivrednom dobru "Kosančić" u Torži (sada Savino Selo) i reorganizacije poljoprivredne stanice u Osijeku, deo stručnog osoblja i materijala premešten je u novoosnovanu poljoprivrednu stanicu u Novom Sadu. Prvi kolektiv Poljoprivredne stanice činili su: inž. Božidar Jovanović (direktor), inž. Lazar Stojković, inž. Dušan Teodorović, inž. Stevan Šerban, inž. Sergije Kislovski, inž. Aleksandar Petrik, inž. Radoslav Miletić, Božidar Zečević, Gojko Vučković i Božidar Stojšić. Tokom prve godine rata, 1941. godine, Poljoprivredna stanica imala je 13 zaposlenih osoba, uključujući 10 stručnjaka i 3 administrativna službenika.

U vreme Drugog svetskog rata, područje Bačke je pripojeno Mađarskoj, što je dovelo do pripajanja Poljoprivredne stanice Poljoprivrednom institutu u Segedinu. Usprkos tome što je došlo do promene u upravi, stanica je zadržala svoju osnovnu funkciju u vezi sa oglednim i istraživačkim radom, kao i opremu i materijal za selekciju.

---

Nakon Drugog svetskog rata, u maju 1946. godine, Poljoprivredna stanica je prerasla u Pokrajinski zavod za poljoprivredna istraživanja, koji je imao zadatak da obavlja naučna istraživanja u Vojvodini. U periodu od 1945. do sticanja svojstva ustanove sa samostalnim finansiranjem, upravljanje tadašnjim Zavodom za poljoprivredna istraživanja obavljano je na način sličan drugim državnim organizacijama. Zadatke Zavodu određivalo je Izvršno veće Narodne skupštine AP Vojvodine, ono je imenovalo i direktora Zavoda, koji je bio neposredno odgovoran Izvršnom veću.

Sledeća značajna godina je 1954. kada je Institut proglašen za ustanovu sa samostalnim finansiranjem pod nazivom Zavod za poljoprivredna istraživanja, iste godine se formira i Savet zavoda. Savet se sastojao od predstavnika državnih organa i radnog kolektiva Zavoda, a u većini slučajeva je imao inicijativu i funkcionisao je samostalno. Kasnije je usvojen Zakon o organizaciji naučnog rada u Srbiji, kojim je Institutu dodeljena uloga upravljačkog organa.

Uredbom Izvršnog veća Republike Srbije od 18. maja 1959. godine, Zavod za poljoprivredna istraživanja je reorganizovan i promenjen mu je naziv u Institut za ratarstvo. Ova Uredba je proglasila Institut za naučnu ustanovu i definisala njegov zadatak da istražuje i primenjuje naučne rezultate u oblasti ratarstva. Direktor Instituta je postao neposredni rukovodilac u skladu sa zakonom i uredbom Izvršnog veća Narodne skupštine NR Srbije iz 1959. Na osnovu zakona i uredbe u Institutu su doneta pravila kojima se reguliše organizacija i naučni rad. Savet Instituta je bio ovlašćen da osniva zavode, ogledna polja, centre i druge jedinice u skladu sa pravilima.

Nakon promena u organizaciji Narodne Republike Srbije, Uredbom Izvršnog veća Narodne skupštine Republike Srbije od 25. marta 1961. preneti su prava i dužnosti osnivača Instituta na AP Vojvodinu. Odlukom Skupštine AP Vojvodine od 21. novembra 1961, Institut je dobio novog osnivača i novi naziv - Institut za poljoprivredna istraživanja. Pod ovim nazivom Institut je nastavio svoj rad u narednih 15 godina. Osnovni zadaci Instituta ostali su isti kao kod prethodnog Instituta za ratarstvo, ali je Institut dobio i novi zadatak - učestvovanje u organizaciji i izvođenju nastave na višem stepenu. Odlukom je predviđeno da Institut funkcioniše kao samostalna ustanova organizovana na principima društvenog samoupravljanja. Direktor Instituta je postavljen od strane Izvršnog veća

---

Narodne skupštine AP Vojvodine, a prof. dr Petar Drezgić je postao direktor. U tom periodu, u Institutu je radilo 374 zaposlenih radnika.

Kao jedinstvena organizacija sa statusom pravnog lica, Institut za poljoprivredna istraživanja je registrovan 16. januara 1974. Godine 1975. na inicijativu političkih struktura SAP Vojvodine, započeta je integracija naučno-istraživačkih organizacija u poljoprivredi i šumarstvu u Novom Sadu i okolini. Kao deo tog procesa, Institut za poljoprivredna istraživanja je integrisan sa Poljoprivrednim fakultetom u Novom Sadu. Integracija je sprovedena 31. decembra 1975. godine, preko registracije kao samostalne naučne ustanove. Time je stvorena nova osnovna organizacija udruženog rada Institut za ratarstvo i povrtarstvo sa statusom pravnog lica. Odsek za ratarstvo kao osnovna organizacija udruženog rada Poljoprivrednog fakulteta spojen je sa Institutom za poljoprivredna istraživanja, a svi radnici Odseka su prešli da rade u Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Poljoprivredni fakultet je takođe pripojio druge naučne ustanove iz oblasti poljoprivrede i šumarstva, stvarajući novu organizaciju sa 11 osnovnih organizacija udruženog rada u sastavu fakulteta. U sklopu Poljoprivrednog fakulteta, Institut je imao obrazovnu delatnost i formirao tri katedre: Katedru za genetiku i oplemenjivanje biljaka, Katedru za ratarstvo i povrtarstvo i Katedru za zemljište i ishranu biljaka.

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, u sastavu Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, funkcionisao je kao naučno-obrazovni institut osnovne organizacije udruženog rada tokom 20 godina. Tokom tog perioda, Institut je postigao značajan napredak u naučnom istraživanju, sa povećanim brojem naučnih radnika i značajnim naučnim rezultatima. Takođe, uložena su značajna sredstva u doradne kapacitete i opremu Instituta, što je dovelo do povećanog zapošljavanja. U 1984. godini, Institut je imao 737 stalno zaposlenih radnika. Ova organizaciona struktura Fakulteta je imala nesrazmernosti, pošto je broj zaposlenih i prihod Instituta bio veći od ukupnog broja zaposlenih i prihoda ostalih osnovnih organizacija u sastavu Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu.

Usled društveno-ekonomskih promena u zemlji započetih krajem osamdesetih godina, prestankom važnosti Zakona o udruženom radu otvoreno je i pitanje statusa Instituta kao osnovne organizacije u sastavu Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Potpunim prestankom važnosti Zakona o udruženom radu, tokom 1990. godine, prestale su osnove

dualizma u statusu pravnog lica. Novi zakonski propisi nisu omogućavali više opstanak Instituta u statusu pravnog lica u sastavu Fakulteta, kao drugog pravnog lica. To je nametnulo obavezu da se opredeli i drugačiji status Instituta, bilo kao radne jedinice u sastavu Fakulteta, bez svojstva pravnog lica i sopstvenog žiroračuna, ili izdvajanjem iz sastava Fakulteta u samostalnu naučnu ustanovu. Stoga je u Institutu 31. januara 1990. održan referendum na kome su se svi radnici lično izjašnjavali o daljem statusu Instituta. Većina radnika se izjasnila za izdvajanje Instituta iz sastava Fakulteta čime je započet postupak izdvajanja.

Sačinjen je elaborat o opravdanosti organizovanja Instituta u samostalni naučni institut, koji je usvojen na sednici Saveta Instituta 12. aprila 1994. zajedno s odlukom o izdvajanju Instituta iz sastava Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Na osnovu Elaborata i Odluke, Vlada Republike Srbije je svojom odlukom od 28. decembra 1994. godine dala saglasnost da se OOUR Naučno-obrazovni institut za ratarstvo i povrtarstvo izdvoji iz sastava Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu i da se deo sredstava u državnoj svojini koji je koristio Institut u sastavu Fakulteta prenese na novi Institut na osnovu deobnog bilansa. Osnivačka prava prema Institutu istom Odlukom preuzela je Republika Srbija. Istovremeno, doneto je i rešenje ministra za nauku i tehnologiju Republike Srbije da Institut i posle izdvajanja ispunjava uslove za obavljanje naučnoistraživačke delatnosti. U sudski registar upisan je kao Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, koji posluje kao samostalna naučna ustanova do marta 2007.

U maju 2018. godine Odlukom Vlade Republike Srbije, Institut za ratarstvo i povrtarstvo stiče status Instituta od nacionalnog značaja, zaslužen stekavši status upravo zbog svog uspešnog rada i vrhunskih rezultata implementiranih u poljoprivrednu praksu tokom 85 godina postojanja, zbog čega je postao i značajno ime u svetskoj nauci.

### ***Sadašnjost i budućnost***

Osnovna i primenjena istraživanja, koja su osnovna delatnost Instituta, usmerena su na stvaranje sorti i hibrida ratarskih, povrtarskih, kao i velikog broja krmnih, industrijskih, lekovitih i začinskih biljaka. S tim u vezi, primarne aktivnosti Instituta sprovode se u okviru 5 odeljenja i 3 laboratorije i 12 uslužnih jedinica. Odeljenja su: Odeljenje za strna žita, Odeljenje za kukuruz, Odeljenje za leguminoze, Odeljenje za suncokret i Odeljenje za povrtarske i alternativne biljne vrste. Laboratorije koje



---

funkcionišu u sklopu Instituta obuhvataju Laboratorija za zemljište i agroekologiju, Laboratorija za ispitivanje semena i Laboratorija za biotehnologiju.

Institut sprovodi istraživanja u okviru oblasti biotehničkih nauka, kao što su genetika i oplemenjivanje, semenarstvo, mikrobiologija, fiziologija i biohemija, agrohemijska, melioracija zemljišta, fitopatologija, entomologija, fitofarmacija i toksikologija i dr. Institut za ratarstvo i povrtarstvo ima jak naučni tim od preko 100 istraživača, od čega je više od 85 doktora nauka. Njima asistira više od 300 visokoobrazovanih i radnika različitih profesija, što predstavlja sigurnost kvaliteta svih aspekata ponude Instituta - semena, tehnologija, obrazovanje i usluge.

Kao državna ustanova u nadležnosti Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Vlade Republike Srbije, Institut realizuje brojne naučne projekte koje finansira država, a istovremeno učestvuje i u međunarodnim naučnim projektima. Ukupan broj nacionalnih projekata na kojima je Institut uzeo učešće ili bio nosilac od svog nastanka do danas je preko 200, a zavidan je i broj međunarodnih projekata gde je Institut bio učesnik ili nosilac, koji iznosi preko 100 projekata. Rezultati svih ovih projekata predstavljaju značajan doprinos svetskoj bazi naučnog znanja i unapređenju proizvodnje ratarskih i povrtarskih vrsta na nacionalnom, ali i na svetskom nivou.

Od svog osnivanja do danas, Institut posvećuje veliku pažnju oplemenjivanju biljaka. U ovoj oblasti, Institut je postao vodeća institucija u zemlji, ali je dobio i međunarodnu reputaciju. Tokom 80 godina postojanja, oplemenjivači Instituta stvorili su preko 1200 sorti i hibrida, od čega je više od 900 registrovano i gaji se i u inostranstvu. Široka lepeza i uspeh oplemenjivačkog rada ilustrovani su činjenicom da više od 1200 sorti i hibrida uključuje preko 50 biljnih vrsta. Institutske sorte i hibridi registrovani su i gaje se u preko 30 zemalja sveta, to su Ukrajina, Rusija, Rumunija, Bugarska, Mađarska, Slovačka, Iran, Argentina, Francuska, Indija, Kazahstan, Nemačka, Kina, Moldavija, Češka, Turska, Grčka, Kanadu, Maroko, Bosna i Hercegovina i mnoge druge.

U okviru oplemenjivačkih aktivnosti, Institut nastavlja da se fokusira na ostvarivanje visokih prinosa i vrhunskog kvaliteta, kao i na razvoj sorti i hibrida sa otpornošću na različite abiotičke i biotičke stresove. Dodatno, posebna pažnja se posvećuje razvoju sorti i hibrida namenjenih za specifične potrebe. Pored oplemenjivanja, Institut razvija i

tehnologiju gajenja sopstvenog sortimenta. Rezultati naučnih istraživanja se prenose u praksu na više načina: preko semena, kroz tehnologiju obrade zemljišta, tehnologiju gajenja pojedinih sorti i hibrida i njihovu zaštitu od bolesti, štetočina i korova.

Pored naučnoistraživačkog rada, Institut ima veoma razvijenu izdavačku delatnost koja se ogleda u izdavanju naučnih časopisa, knjiga i monografija, a ranije i stručnih dela, udžbenika i praktikuma. Naučna produkcija Instituta obuhvata više od 10.000 rezultata. Istraživači Instituta publikuju rezultate svog naučnog rada u mnogobrojnim nacionalnim i međunarodnim časopisima čime se vidljivost istraživačkih grupa, a i čitavog Instituta, značajno povećava u naučnim krugovima. Institut je trenutno izdavač dva nacionalna časopisa: *Ratarstvo i povrtarstvo* i *Alternative Crops and Cultivation Practices*. Pored časopisa koje izdaje, Institut je takođe suizdavač međunarodnog časopisa *Genetika*, nacionalnog časopisa *Selekcija i semenarstvo* i sponzor međunarodnog časopisa *Legume Perspectives*.

Seminar agronoma, danas Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije, u organizaciji Instituta predstavlja formu saradnje nauke i prakse za stručnjake iz ratarstva i povrtarstva, odnosno jedan je od oblika prenošenja naučnih dostignuća u proizvodnju. Savetovanje se održava svake godine počevši od 1967. do danas, u periodu van poljoprivredne sezone, tokom zime, i predstavlja školu za permanentno inoviranje i proširivanje znanja, ne samo za stručnjake iz neposredne proizvodnje, nego i iz poljoprivrednih stanica, stručnih službi i naučnih i obrazovnih ustanova. Dužina Savetovanja je varirala u rasponu od 3 do 12 dana, a u pojedinim godinama je broj učesnika prelazio 1350. Do danas je održano ukupno 57 Savetovanja na kojima je prisustvovalo preko 37.000 učesnika.

Razvoj nauke i tehnologije u poslednjem veku toliko je intenziviran da se ne može zamisliti uspešan kolektiv koji nema razvijenu međunarodnu saradnju. Institut je tokom dosadašnjeg postojanja i rada imao veoma bogatu i raznovrsnu saradnju na pomenutom nivou. Tako je Institut potpisao memorandume o razumevanju sa institucijama iz različitih zemalja, kao što su Kina, Tajland, Rusija, Ekvador, Bugarska, SAD, Kazahstan, Iran i dr. Institut je takođe potpisao i ugovore o naučno-tehničkoj saradnji sa velikim brojem institucija u inostranstvu, a neke od njih su iz Kine, Rusije, Mađarske, Izraela, Belorusije itd. Međunarodna saradnja se odvijala na polju nauke, obrazovanja i poslovanja.

---

Međunarodna naučna saradnja ostvarena je i boravkom na usavršavanju i postdoktorskim studijama velikog broja istraživača Instituta u vodećim naučnim institutima širom sveta, te članstvom istraživača Instituta u međunarodnim naučnim i stručnim organizacijama.

U smeru neprekidnog napretka i razvoja u oblasti semenarstva, Institut je prepoznao neophodnost izgradnje modernog i dobro opremljenog doradnog centra, koji bi zadovoljio zahteve i potrebe semenske proizvodnje. Smatralo se da bi Institut, kao lider u proizvodnji semena na ovim prostorima, morao da ima potpunu kontrolu dorade semena, ovog inače važnog i po mnogima ključnog segmenta semenarstva. Izgradnja sopstvenog doradnog centra omogućila je proizvodnju semena visokog kvaliteta, blagovremeno doradenog po čemu je Institut postao prepoznatljiv i time stekao određenu prednost na tržištu semena.

U narednom periodu, Institut će igrati ključnu ulogu u unapređenju poljoprivredne proizvodnje i razvoju novih metoda i tehnologija. Kako bi postigao dalji napredak i povećao kvalitet svojih usluga, Institut će prihvatiti nove tehnologije, promovisati održivost, usmeriti se na saradnju sa relevantnim grupama i biti otvoren prema široj društvenoj zajednici. Poseban fokus će biti stavljen na unapređenje istraživačkih programa radi razvijanja, poboljšanja i primene savremenih metoda u stvaranju novih sorti i hibrida, kao i drugih istraživanja koja doprinose razvoju poljoprivrede u Srbiji i regionu. U cilju povećanja efikasnosti procesa oplemenjivanja biljaka, Institut će upotrebiti nove tehnologije, uključujući savremene metode fenotipizacije i tehnike oplemenjivanja. Održivost je takođe od velikog značaja, posebno u razvoju sorti biljaka otpornih na nepovoljne klimatske uslove i promovisanju održive poljoprivrede. Jačanje saradnje sa interesnim grupama omogućiće Institutu da razvije nove istraživačke programe i pruži podršku poljoprivrednim proizvođačima i drugim zainteresovanim stranama. Saradnja sa poljoprivrednicima, naučnim institucijama i drugim organizacijama u poljoprivredi obezbediće razmenu znanja i iskustva, što će doprineti razvoju novih ideja i inovacija. Institut će se takođe povezivati s univerzitetima i istraživačkim institucijama i organizovati edukativne programe iz oblasti poljoprivrede za širu društvenu zajednicu.

---

**ULOGA INSTITUTA ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA  
PALANKA U PRIMENI NAUKE U POLJOPRIVREDI**

**THE ROLE OF THE INSTITUTE FOR VEGETABLE CROPS  
SMEDEREVSKA PALANKA FOR THE SCIENCE APPLICATION  
IN AGRICULTURE**

Milan Ugrinović<sup>1</sup>, Zdenka Girek<sup>1</sup>, Suzana Pavlović<sup>1</sup>, Slađana Savić<sup>1</sup>, Jelena  
Damnjanović<sup>1</sup>, Slađan Adžić<sup>1</sup>, Nenad Đurić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Karađorđeva 71, 11420  
Smederevska Palanka*

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

**Izvod**

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka je naučnoistraživačka ustanova sa tradicijom dužom od sedam i po decenija. Za to vreme, od praznih močvarnih parcela Institut je prerastao u zaokruženu instituciju, koja obuhvata više od 150 ha obradivih površina, istraživačko razvojne, laboratorijske, proizvodne, magacinsko-distributivne i komercijalno-prodajne kapacitete. Zahvaljujući višedecenijskom radu i zalaganju tehničkog i stručnog osoblja kao i oko 100 inženjera, magistara i doktora nauka, u proteklom periodu registrovano je više od 170 sorti i hibrida različitih vrsta povrća, objavljeno je više od 1300 referenci, odbranjeno 25 magistarskih radova i 26 doktorskih disertacija. Uprkos nepovoljnim okolnostima koje su zadesile Srbiju u prethodnom periodu, Institut je uspeo da se održi na domaćem i međunarodnom tržištu i sve vreme svog postojanja predano radi na unapređenju povrtarstva kroz širenje iskustava, uvođenje inovacija i implementaciju stečenih rezultata istraživanja u proizvodnju povrća, dajući svoj skroman doprinos primeni nauke u poljoprivredi.

**Ključne reči:** povrće, sorte, hibridi, nauka, inovacije, istraživanje

**Abstract**

The Institute of Vegetable Crops Smederevska Palanka is a scientific research institution with a tradition of more than seven and a half decades. During that time, the Institute has grown from empty swamp plots into a well-rounded institution that includes more than 150 ha of arable land, research and development facilities, laboratories, production, warehouse-distribution and commercial facilities. Thanks to decades of hard work and efforts of technical and professional staff as well as about 100 engineers, masters and doctors of science, in the past period more than 170 varieties and hybrids of different types of vegetables were registered, more than 1300 references were published, 25 master's theses and 26 doctoral dissertations were defended. Despite the unfavorable circumstances that occur in Serbia in the previous period, the Institute managed to maintain its position on the domestic and international market and throughout its existence has dedicatedly worked on the improvement of vegetable production through the dissemination of experiences, the introduction of innovations and the implementation of the obtained research results in the production of vegetables, giving its modest contribution to the application of science in agriculture.

**Key words:** vegetables, varieties, hybrids, science, innovations, research

**Uvod**

Mali broj institucija u Srbiji može da se pohvali višedecenijskim naučnoistraživačkim i stručnim radom, ostvarenim rezultatima i uspehom, uprkos turbulentnim dešavanjima koja su zadesila našu državu u proteklom periodu. Kao dan osnivanja Instituta za povrtarstvo navodi se 30. decembar 1946. godine, koji Institut obeležava i do danas. Toga dana u Ministarstvu poljoprivrede Narodne Republike Srbije (tada u sastavu FNR Jugoslavije), doneto je Rešenje K.br. 42840/XI o osnivanju tzv. "Reonskih oglednih poljoprivrednih stanica" u Zaječaru, Leskovcu i Prištini i "Podreonskih oglednih poljoprivrednih stanica" u Kragujevcu, Prokuplju i Smederevskoj Palanci (Šišković, 1958; Aleksić et al., 1996). Od pomenutih stanica, dve su prerasle u renomirane institute od kojih je

---

do danas opstao samo Institut za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci (IPSP 2023).

### ***Osnivanje i razvoj Instituta***

Osnovni preduslovi za osnivanje i razvoj Instituta za povrtarstvo bili su, osim raspoloživog zemljišta u neposrednoj blizini dve reke (Jasenice i Kubršnice), srednja poljoprivredna škola i rukovodeći kadar sa zavidnim iskustvom iz oblasti povrtarstva, stečenim još pre Drugog svetskog rata (Šišković, 1958).

Na imanju Poljoprivrednog dobra "Rudine", površine oko 230 ha, počela je izgradnja objekata Stanice i melioracija zemljišta koje je većinom bilo nepoljoprivredno. Srednja poljoprivredna škola je ustupila Stanici na raspolaganje 5 ha kvalitetnog obradivog zemljišta.

Zahvaljujući jasnoj viziji tadašnjeg direktora Milana Šiškovića i njegovih najbližih saradnika, rad i razvoj Poljoprivredne stanice u Smederevskoj Palanci, od samog početka bili su usmereni ka unapređenju povrtarstva (Pavlović, 2009). Međutim, za razliku od drugih istraživačkih stanica, u Smederevskoj Palanci je dosta urađeno na primeni rezultata istraživanja u praksi i njihovoj valorizaciji. Naučnoistraživačkim radom, proučavanjem postojećih sorti i populacija različitih vrsta povrća, stvaranjem novih sorti i hibrida, njihovim iskorišćavanjem i kasnijom semenskom proizvodnjom, na raspoloživom meliorisanom zemljištu, realizovan je ovaj cilj u narednim decenijama (Aleksić i sar., 1996).

Ostvarenim rezultatima omogućeno je da Podreonska ogledna poljoprivredna stanica u Smederevskoj Palanci, 27.03.1954. godine, preraste u Zavod za oplemenjivanje i semenarstvo povrća koji je imao nezavisno finansiranje. Pet godina kasnije, Izvršno veće NR Srbije donelo je Uredbu kojom je priznat naučni status Zavoda, sa novim nazivom - Institut za povrtarstvo.

Početkom 60-ih godina prošlog veka, Institut je raspolagao obradivom površinom od oko 310 ha u Smederevskoj Palanci i 132 ha u Ulcinju, staklenikom sa hidroponskom proizvodnjom od oko 0,5 ha, manjim oglednim staklenikom i staklenikom u Ulcinju (0,8 ha), novouspostavljenim proizvodnim pogonom za preradu povrća i pogonom za doradu semena. Usled neusaglašenog širenja delatnosti i nastalih gubitaka, pristupljeno je reformisanju Instituta.

Nakon Odluke o reorganizaciji, 7. aprila 1967. godine i prethodnog izdvajanja Fabrike za preradu voća i povrća "Voćar", iz sastava Instituta

izdvojeni su Ogledna stanica u Ulcinju (ustupljena Kombinat "13. juli Titograd", danas Podgorica), kao i objekti i osoblje Cvečarstva koji su predati Komunalnom preduzeću "Mikulja" u Smederevskoj Palanci. Uz smanjenje broja zaposlenih, pomoć Instituta za kukuruz iz Zemun Polja, Instituta za mehanizaciju poljoprivrede Zemun Polje i Preduzeća "Seme" iz Beograda, kao i drugih preduzetih mera, usledio je višegodišnji period dobrih finansijskih rezultata, obnove i dogradnje objekata, nabavke nove mehanizacije, povećanja proizvodnje, angažovanja i osposobljavanja novih naučnih i stručnih kadrova. Cvečarstvo i prerada povrća više nisu bile delatnosti Instituta, a sve aktivnosti su skoncentrisane na naučno-istraživački rad i proizvodnju semena povrća (Pavlović, 2009).

U period raspada SFRJ, ratove na našim prostorima, sankcije i hiperinflaciju, Institut ulazi kao Centar za povrtarstvo, jer od 01.01.1991. posluje kao organizaciona jedinica Instituta za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", zajedno sa još 7 centara širom Srbije. U ovom periodu, deo raspoloživog državnog zemljišta vraćen je prethodnim vlasnicima i naslednicima, kroz proces restitucije, tako da je zemljišni fond Instituta zaokružen na približno 150 ha obradivih površina. Početkom novog milenijuma nastaju problemi zbog neravnomerne raspodele dobiti i pokrivanja gubitaka pojedinih centara u okviru Instituta "Srbija", tako da se od septembra 2006. godine Centar u Smederevskoj Palanci izdvaja u posebno privredno društvo, Institut za povrtarstvo d.o.o. Smederevska Palanka.

U poslednje dve decenije, Institut za povrtarstvo se na tržištima Srbije i okolnih zemalja bori sa domaćom i inostranom konkurencijom, dampinškim cenama i birokratskim problemima. U protekle dve i po decenije, objekte, ogledno polje i proizvodne površine, u dva navrata su zadesile poplave sa ogromnom materijalnom štetom (RHMZRS 2023).

### ***Rezultati naučnog i stručnog rada***

Naučnoistraživačkim radom u Institutu za povrtarstvo, stvoren je značajan broj sorti i hibrida povrća. Kako navode Aleksić i sar. (1996), Savezna sortna komisija, od početka rada Instituta, priznala je 89 sorti i hibrida različitih vrsta povrća. Miladinović (1996) navodi, kao rezultat oplemenjivačko selekcionerskog rada istraživača Instituta, preko 100 novih sorti i hibrida. Tokom dugogodišnjeg rada, u Institutu je stvoreno oko 150 sorti i hibrida raznog povrća (Pavlović, 2009). U periodu od 1996. do 2016. godine registrovano je 77 sorti i hibrida, od kojih je

većina i danas u ponudi Instituta (Zečević i sar. 2016). Od tada pa do danas, priznate su još 4 sorte i hibrida, a još nekoliko ih je u procesu priznavanja (IPSP 2023).

Među priznatim sortama, svakako su najznačajnije sorte i hibridi paprike po kojima je Institut najpoznatiji, slede sorte paradajza, krastavaca, graška, boranije, pasulja i dr. povrtnarskih vrsta (tab. 1).

Ipak, kroz decenije rada, najznačajniji resurs Instituta bili su zaposleni. Među njima, oko sto inženjera, magistara i doktora nauka vrednim radom unapredili su poslovanje Instituta i učinili ga prepoznatljivim širom naše zemlje, ali i u inostranstvu. Usavršavajući se u naučnoistraživačkom radu, u Institutu je 25 istraživača odbranilo magistarsku tezu a 26 doktorsku disertaciju.

Istraživački timovi Instituta dali su značajan naučno-stručni doprinos, realizacijom velikog broja projekata kako Nacionalnih inovacionih tako i studijsko-istraživačkih, kao i programa vezanih za biotehnologiju i agroindustriju, uključujući i nekoliko međunarodnih projekata (Zečević i sar. 2016).

Rezultati vezani za različite publikacije kvantitativno su manje značajni, ali je njihova vrednost u tome što su usmereni pretežno na oblast povrtarstva, tako da predstavljaju odličnu bazu za obrazovno nastavne aktivnosti i buduća istraživanja u ovoj oblasti. Prema rezultatima pretrage, u Repozitorijumu Instituta za povrtarstvo nalazi se oko 600 radova (RIVEC 2023; IPSP 2023). Tome treba pridodati i veliki broj radova koji, zbog autorskih prava i tehničkih ograničenja, još uvek nisu dostupni posredstvom elektronskih pretraživača ali su dostupni u Biblioteci Instituta koja ima više od 3500 naslova monografskih publikacija i oko 200 naslova periodičnih izdanja (IPSP 2023).

Prema nekim internim podacima, zahvaljujući naporima istraživača Instituta, publikovano je više od 1300 referenci. Među njima je i nemali broj monografija i priručnika koji su u našoj zemlji i šire bili od koristi mnogobrojnim proizvođačima povrća, učenicima poljoprivrednih škola i studentima osnovnih i poslediplomskih studija poljoprivrednih fakulteta, visokih škola i akademija.



Tabela 1. Broj registrovanih sorti/hibrida najznačajnijih vrsta povrća selekcionisanih u Institutu za povrtarstvo Smederevska Palanka

Biljna vrsta	Latinski naziv	Br. sorti
Bamija	( <i>Hibiscus esculentus</i> L.)	1
Beli luk	( <i>Allium sativum</i> L.)	2
Boranija	( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	13
Bundeve	( <i>Cucurbita maxima</i> L.)	1
Cvekla	( <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>rubra</i> L.)	1
Celer	( <i>Apium graveolens</i> L.)	1
Crni luk	( <i>Allium cepa</i> L.)	3
Grašak	( <i>Pisum sativum</i> L.)	21
Karfiol	( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> L.)	1
Kelj	( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabauda</i> L.)	1
Krastavac	( <i>Cucumis sativus</i> L.)	16
Kukuruz šećerac	( <i>Zea mays</i> L. <i>Sacharata</i> Sturt.)	2
Kupus	( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.)	5
Lubenica i dinja	( <i>Citrulus vulgaris</i> L.) ( <i>Cucumis melo</i> L.)	3
Mrkva	( <i>Daucus carota</i> L.)	3
Paprika	( <i>Capsicum annuum</i> L.)	41
Paradajz	( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	29
Pastrnak	( <i>Pastinaca sativa</i> L.)	2
Pasulj	( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	11
Peršun	( <i>Petroselinum hortense</i> L.)	2
Plavi patlidžan	( <i>Solanum melongena</i> L.)	1
Praziluk	( <i>Allium porrum</i> L.)	1
Rotkva i rotkvica	( <i>Raphanus sativus</i> L.)	4
Salata	( <i>Lactuca sativa</i> L.)	6
Spanać	( <i>Spinacia oleracea</i> L.)	1
Tikvica	( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	1
Ukupno	<i>omnes simul</i>	173

Istraživači Instituta su tokom decenija rada održali brojna predavanja na naučnim i stručnim skupovima, predavanja poljoprivrednim proizvođačima, najčešće u okviru tzv. zimskih škola, predavanja u okviru

---

studentskih praksi studentima Poljoprivrednog fakulteta iz Zemuna i Agronomskog fakulteta iz Čačka, učenicima srednjih i osnovnih škola a sve sa ciljem širenja znanja i stečenih iskustava iz oblasti povrtarstva.

Među značajnim rezultatima Instituta je semenska proizvodnja i uspešna realizacija velikog broja stvorenih sorti i hibrida na domaćem i inostranom tržištu. Neke sorte i hibridi su, zahvaljujući svojim izvanrednim svojstvima, decenijama prisutne na tržištu, a pojedine su prošle i po nekoliko repriznavanja (Aleksić i sar. 1996; IPSP 2023).

Jedan od kurioziteta jeste i postavljanje i puštanje u rad prvog proizvodnog hidroponog sistema u ovom delu Evrope, pre više od šest decenija (Ivanović 1970). I za današnje standarde površina od 0,5 ha u ovom sistemu je imponantna i ozbiljna investicija i poduhvat, a tada je ovaj događaj bio objavljen i u brojnim novinskim člancima (Tanjug 1962). U poslednjim decenijama dvadesetog veka, u Institutu su selekcionisana i proizvedena semena hibrida najznačajnijih vrsta povrća. Prateći trendove na svetskom nivou, grupa istraživača aktivno je radila na širenju tehnologije gajenja povrća u zaštićenom prostoru. U prvim decenijama dvadesetprvog veka, Institut je na tržištu Srbije prvi ponudio sertifikovana organska semena povrća (boranija, sorta Palanačka rana).

U narednim godinama, uz tadašnji STAR projekat, proizvedena su sertifikovana organska semena, paradajza, paprike, tikvice, cvekles, zelene salate, bamije, pasulja i dr. sorti boranije. Uz to, objavljen je i značajan broj radova iz ove oblasti.

Uz naučnoistraživačku delatnost, u Institutu je dosta pažnje posvećeno i izdavačkoj delatnosti. Institut je samostalno i u okviru Instituta Srbija bio izdavač ili suizdavač brojnim priručnicima, zbornicima i monografijama iz oblasti oplemenjivanja, selekcije, agrotehnike i zaštite povrtarskih i ratarskih biljnih vrsta, kao i programa naučnoistraživačkog rada. Istraživači instituta su članovi različitih međunarodnih i nacionalnih naučnih i stručnih udruženja, koja se bave istraživanjima iz oblasti poljoprivrede, a posebno povrtarske proizvodnje.

### ***Institut danas***

Vlada Republike Srbije, 24. maja 2019. godine, donela je Odluku o osnivanju Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka i pod ovim imenom, kao naučnoistraživačka ustanova, Institut posluje do danas.

Institutom rukovodi direktor, uz podršku Upravnog odbora i pomoć Naučnog veća i Stručnog kolegijuma. Institut je akreditovan kao

---

istraživačko-razvojni i kao primarnu aktivnost obavlja naučnoistraživačku delatnost. Pored naučnoistraživačke delatnosti, u Institutu se obavljaju i drugi poslovi kojima se aktivno komercijalizuju rezultati naučnog i istraživačkog rada, pre svega proizvodnja semena povrća i rasada (IPSP 2023).

Sve aktivnosti u Institutu organizovane su u sedam organizacionih jedinica:

- Odeljenje za genetiku i oplemenjivanje povrća,
- Odeljenje za zaštitu povrća,
- Odeljenje za proizvodnju semena,
- Odeljenje za doradu i pakovanje semena,
- Laboratorija za ispitivanje semena i
- Odeljenje zajedničkih poslova.

*Odeljenje za genetiku i oplemenjivanje povrća* za svoj glavni zadatak ima oplemenjivanje i selekciju povrtarskih vrsta karakterističnih za naše prostore s ciljem stvaranja novih sorti i hibrida. Paprika, paradajz, kupus, krastavac, lubenica, dinja, boranija, pasulj i grašak najznačajnije su vrste koje su predmet proučavanja istraživačkih timova Instituta.

U okviru ovog odeljenja postoji i Banka biljnih gena čiji je neformalni rad započeo u vreme osnivanja prvobitne ogledne stanice (Aleksić i sar. 1996). U Institutu se godinama vrši sakupljanje i čuvanje biljnih genetičkih resursa povrtarskih vrsta. U Banci biljnih gena Instituta, u uslovima srednjeročnog čuvanja (temperatura 4-6°C, r.vlaž.vazduha 40-60%), čuva se više od 1.350 uzoraka i ovo predstavlja jednu od najvećih kolekcija semena lokalnih populacija i autohtonih sorti povrtarskih vrsta koje se gaje u našoj zemlji (IPSP 2023). Zahvaljujući raznovrsnosti genetičkog materijala, kojim raspolaže Banka biljnih gena (Pavlović i sar. 2011), selekcionerima i njihovom marljivom radu, redovno se prijavljuju nove sorte predviđene za priznavanje na domaćem tržištu, ali i u inostranstvu.

*Odeljenje za zaštitu povrća* bavi se biologijom i epidemiologijom prouzrokovala bolesti, kao i prognozom pojave ekonomski najznačajnijih štetočina i korova i njihovim suzbijanjem. Zaštita semenskih useva povrća i selekcionog materijala su prioritetni zadaci ovog odeljenja u okviru kojeg radi i Laboratorija za zaštitu bilja.

Aktivnosti *Odeljenja za agrotehniku i fiziologiju povrća* usmerene su na unapređenje tehnologije gajenja povrća, ali i na unapređenje

---

tehnologije proizvodnje semena kroz primenu različitih agrotehničkih mera, različitih sredstava za ishranu bilja i oplemenjivača zemljišta (IPSP 2023).

*Odeljenje za proizvodnju semena* ima za cilj produkciju što veće količine naturalnog semena, što boljeg kvaliteta pri čemu se obraća posebna pažnja na to da se očuva sortna čistoća uz pomoć prostorne izolacije i pažljivog rukovanja ubranim semenom u toku transporta. Na rad ovog odeljenja nadovezuju se aktivnosti *Odeljenja za doradu i pakovanje semena*, čiji su produkti manja ("hobi") i veća ("profesionalna") pakovanja semena povrća koja ispunjavaju sve zakonske propise za stavljanje u promet i prodaju na domaćem i inostranom tržištu (IPSP 2023).

*Laboratorija za ispitivanje semena* kao posebna organizaciona jedinica obavlja poslove kontrole kvaliteta semena proizvedenog u Institutu, kod kooperanata ali i za zainteresovana lica, za potrebe tržišta (klijavost, apsolutna težina, energija klijanja i dr.), usko saradujući sa Laboratorijom za zaštitu bilja koja kontroliše zdravstvenu ispravnost semena. Standardizovane metode ispitivanja semena verifikuju se periodično kroz postupak akreditacije (IPSP 2023).

*Odeljenje zajedničkih poslova* bavi se pravno-birotehničkim, knjigovodstvenim i komercijalnim poslovima, a u okviru ovog odeljenja je i naučno-stručna biblioteka. Biblioteka Instituta za povrtarstvo sadrži veliki broj naslova iz oblasti poljoprivrede i biotehnologije ali je konkretno, decenijama, nabavka literature bila usmerena na oblast povrtarstva. Biblioteka je snovana istovremeno sa formiranjem Stanice, još davne 1946. godine. U biblioteci je prisutan fond monografskih publikacija, kao i veliki broj naslova periodičnih izdanja iz oblasti povrtarstva i drugih oblasti biljne proizvodnje, što je čini posebno značajnom. Potrebno je napomenuti da se pojedini primerci bibliotečke građe mogu naći samo u ovoj biblioteci, pa je predviđeno formiranje on-line kataloga u saradnji sa sistemom COBISS. Uporedo s prikupljanjem, obradom i čuvanjem različitih naslova iz oblasti povrtarstva i drugih grana poljoprivrede, značajan je doprinos i u izdavačkoj delatnosti.

Od 2021. godine, Institut je organizator i domaćin nacionalnog naučnog skupa „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“.

***Budući pravci razvoja Instituta***

Rukovodstvo, istraživački i stručni timovi Instituta pred sobom imaju zacrtane ciljeve da održe nivo naučnog rada, naučnih i stručnih rezultata, kao i dosadašnjeg nivoa proizvodnje u skladu sa postojećim planovima i nasleđenom tradicijom. Saglasno tome, kao prioritetni zadaci izdvajaju se: Stvaranje sorti i hibrida povrtnarskih vrsta otpornih na prouzrokovane ekonomski najznačajnijih bolesti i štetočine, Razvoj postojećih i uvođenje novih tehnologija gajenja biljaka i Razvoj postojećih i uvođenje novih metoda u zaštiti povrtnarskih biljaka.

U okviru zadatka *Stvaranje sorti i hibrida povrtnarskih vrsta otpornih na najznačajnije ekonomske bolesti i štetočine, povećanje rodosti i poboljšanje biološko-tehnološkog kvaliteta*, program oplemenjivanja povrtnarskih biljaka obuhvatiće sledeće aktivnosti:

Umnožavanje, karakterizaciju i evaluaciju uzoraka u kolekcijama Banke gena Instituta, radi dopune pasoških podataka;

Sakupljanje, održavanje, ispitivanje i regeneraciju domaćih uzoraka povrtnarskih vrsta, kao i introdukcija novih uzoraka radi kreiranja genetičke baze i resursa za selekcion rad na pojedinim povrtnarskim vrstama;

Umnožavanje selekcionog materijala u visokim generacijama inbridinga, kao i obezbeđenje neophodnih količina semena čistih linija za zasnivanje predosnovnih, osnovnih i komercijalnih semenskih useva, kao i kontrolisanje (aprobacioni pregledi) genetičke čistoće linija i sorti;

Evaluaciju odabranih genotipova, sprovođenje komparativnih ogleda i sortno ispitivanje novostvorenih genotipova;

Morfološke i biohemijske evaluacije odabranih linija i hibridnih kombinacija ukrštanja povrtnarskih biljnih vrsta. Stvaranje novih kombinacija ukrštanja, testiranje i odabiranje potomstva za dalji rad na oplemenjivanju povrtnarskih vrsta;

Kreiranje sorti i hibrida povrća tolerantnih na biotičke i abiotičke faktore. Testiranje otpornosti roditeljskih linija na sušu i druge abiotičke i biotičke faktore u cilju izbora materijala za selekciju je od velikog značaja ako se imaju u vidu sve izraženije klimatske promene i nepovoljni uslovi koji se javljaju tokom vegetacionog perioda;

Istraživanja čiji je cilj ispitivanje genotipske varijabilnosti morfoloških parametara i kvalitativnih osobina povrća;

Evaluaciju, priznavanje i komercijalizaciju već prijavljenih sorti, ali i stvaranje novih sorti i hibrida u narednom periodu.

---

Zadatkom *Razvoj postojećih i uvođenje novih tehnologija gajenja biljaka koja se zasnivaju na istraživanjima u oblasti fiziologije i agrotehnike* obuhvatiće se sledeće aktivnosti:

Ispitivanje uticaja LED osvetljenja na proces klijanja, rast klijanaca, porast biljaka i aklimatizaciju različitih biljnih vrsta u cilju ispoljavanja potencijala za postizanje visokih prinosa. Takođe, istraživanja će obuhvatiti i uticaj LED osvetljenja na prekidanje procesa dormancije semena, proces somatske embriogeneze, kao i analizu ekspresije gena povezanih sa pomenutim procesima;

Ispitivanje antioksidativne aktivnosti, kao i njenih komponenti, u plodovima povrća. Ispitivanje sadržaja polifenolnih jedinjenja, pigmenta i drugih antioksidativnih materija u plodovima je veoma značajno jer pomenute materije imaju blagotvorno dejstvo na zdravlje ljudi. Takođe će se raditi na ispitivanju kvaliteta ulja, prvenstveno profila masnih kiselina, dobijenih iz semena različitih povrtarskih vrsta;

Proizvodnja rasada povrća u toplim lejama, plastenicima, staklenicima i na otvorenom polju, kao i upotreba različitog otpada biljnog porekla za kompostiranje, s ciljem smanjenja troškova proizvodnje rasada povrća i podizanja stepena održivosti navedene proizvodnje;

Ispitivanje mogućnosti korišćenja povrtarskih biljaka u fitoremedijaciji teških metala (Pb i Cd);

Ispitivanje uticaja primene različitih agrotehničkih mera i đubrenja, sa posebnim akcentom na primenu mikrobioloških đubriva, na prinos i produktivnost povrtarskih biljaka. Istraživanja će biti usmerena i na združene useve povrtarskih i lekovitih biljaka s ciljem postizanja pozitivnih efekata lekovitih biljnih vrsta na prinos i kvalitet plodova povrtarskih biljaka.

Unutar zadatka *Razvoj postojećih i uvođenje novih metoda u zaštiti povrtarskih biljaka*, planirane su sledeće aktivnosti:

Proučavanje biologije i epidemiologije prouzrokovaca bolesti, prognoze pojave ekonomski značajnih bolesti, štetočina i korova, radi iznalaženja najefikasnijih mera za njihovo suzbijanje;

Ispitivanje novih herbicida, insekticida i fungicida za suzbijanje dominantnih korova, prouzrokovaca bolesti i štetočina u povrtarskim biljnim vrstama na polju i zaštićenom prostoru;

Ispitivanje efikasnosti biofungicida i bioinsekticida u suzbijanju bolesti i štetočina povrtarskih biljaka;

---

Ispitivanje bioloških sredstava (ekstrakt nevena, odabranih sojeva *Bacillus*) u kontroli patogenih organizama i uticaja na prinose i kvalitet biljnih vrsta;

S ciljem što bolje kontrole i zdravstvene ispravnosti semena, radiće se istraživanja vezana za izolaciju mikroorganizama iz semena povrtarskih biljaka upotrebom poluselektivnih podloga, kao i njihova identifikacija molekularnim metodama;

Ispitivanje i uvođenje metoda tretiranja semena insekticidima i fungicidima kao ekološki i ekonomski najprihvatljivijeg načina kontrole bolesti i štetočina kod povrtarskih biljaka;

Analiza zemljišta i biljnog materijala na prisustvo fitoparazitnih nematoda i preporuka odgovarajućih mera za njihovo suzbijanje;

Interne aprobacije zdravstvenog stanja semenskih useva povrtarskih biljaka;

Savetodavne aktivnosti iz oblasti zaštite povrtarskih biljaka;

Dezinfekcija, dezinfekcija, deratizacija magacinskog prostora i suzbijanje korova na obradivim i neobradivim površinama u okviru Instituta;

Navedeni pravci naučnoistraživačkog rada u Institutu sprovodiće se kroz osnovna i primenjena istraživanja. Resursi u istraživačkom radu su već dokazani i valorizovani u praksi velikim brojem sorti i hibrida, što Institut svrstava u vodeću instituciju koja radi na unapređenju povrtarske proizvodnje u našoj zemlji i regionu. U daljem jačanju naučnoistraživačkog rada, Institut će usmeravati svoje kadrove na uvođenje i razvijanje najnovijih metoda i postupaka u oblasti biotehnologije i molekularne biologije. Očekuje se da će rezultati svih navedenih istraživanja imati praktičnu primenu u unapređenju proizvodnje povrća, kao i u racionalizaciji semenske proizvodnje. Testiranje tolerantnosti na stres doprineće izboru materijala za selekciju i dalji naučnoistraživački rad što je od velikog značaja ako imamo u vidu očekivanja u vezi sa neravnomernom količinom i rasporedom padavina kao i očekivane ekstremne temperature. Nove sorte i njihova komercijalizacija na nacionalnom i međunarodnom nivou bi trebalo da budu najznačajniji rezultat koji će proisteći iz naučnoistraživačkih aktivnosti koje se sprovode u Institutu za povrtarstvo. Takođe, značajan rezultat naučnoistraživačkih aktivnosti biće i razmena znanja i iskustva istraživača Instituta za povrtarstvo sa istraživačima drugih institucija, kao i publikacija radova, posebno u kategoriji časopisa međunarodnog

značaja. Institut će i narednih godina organizovati nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem pod nazivom „Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja“ i na taj način unaprediti saradnju sa drugim institucijama.

### **Zaključak**

Institut za povrtarstvo je ostvario ideal primene nauke u praksi i realizacije istraživanja na tržištu jasnim opredeljenjem za istraživanja u sferi povrtarstva, selekcijom i oplemenjivanjem novih sorti i hibrida, proizvodnjom semena novostvorenih sorti i njihovim plasmanom na tržištu. Predanim radom zaposlenih, osim naučnih i stručnih rezultata, ostvareni su i neki rezultati koji se tek u današnje vreme naglašavaju kao posebna vrednost. Tako su još 60-ih godina ostvareni rezultati tzv. "start-up" i "spin-off" kompanija a pre toga, sama Stanica, kasnije Institut, bili su tzv. "greenfield" investicija Republike Srbije.

Pred rukovodstvom i istraživačkim timovima Instituta ostaje zadatak da se nastavi višedecinijski rad u sferi primene savremenih naučnih i stručnih dostignuća u oblasti selekcije, oplemenjivanja, agrotehnike i zaštite povrća.

### **Zahvalnica**

Ovaj rad je realizovan uz finansijsku pomoć i podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj granta: 451-03-47/2023-01/200216). Posebnu zahvalnost dugujemo kolegicama i kolegama koji su svojim trudom i zalaganjem učinili ime Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka prepoznatljivim u našoj zemlji i šire, kao i svima koji i do danas čuvaju tradiciju, bezrezervno ulažući svoj trud i rad u održanje i dalji razvoj Instituta.

### **Literatura**

Aleksić, Ž., Aleksić, D., Marinković, N. (1996). 50 godina Centra za povrtarstvo 1946-1996. Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd. 1-144



- 
- Ivanović, T. (1970). Prva iskustva u gajenju povrća na inertnom supstratu. SFR Jugoslavija, Institut za povrtarstvo – Smederevska Palanka, Preštampano iz Zbornika radova, Beograd, 49-54.
- IPSP (2023) – Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, elektronska prezentacija, <https://institut-palanka.rs/rs> (pristupljeno: 25.09.2023)
- Miladinović, Ž. (1996). Sorte i hibridi povrća. Cenzar za povrtarstvo, Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Hibrid Beograd, 1-68.
- Pavlović, L. (2009). Bibliografija radova naučnih i stručnih saradnika Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci (Master's thesis, Beograd: Filološki fakultet, Univerzitet u Beogradu).
- Pavlović, N., Zdravković, J., Cvikić, D., Adžić, S., Girek, Z., Ugrinović, M., Zdravković, M. (2011). Plant gene bank and vegetable varieties biodiversity in Smederevska Palanka. *Selekcija i semenarstvo*, 17(2), 1-7.
- RHMZRS 2023 – Republički hidrometeorološki zavod Republike Srbije, <https://www.hidmet.gov.rs/>, (pristupljeno 27.04.2023. godine)
- RIVEC (2023) – Repozitorijum Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka, [https://rivec.institut-palanka.rs/?locale-attribute=sr\\_RS](https://rivec.institut-palanka.rs/?locale-attribute=sr_RS) (pristupljeno 29.04.2023. godine)
- Šišković, M. (1958): Dostignuća zavoda za oplemenjivanje i semenarstvo povrća u Smederevskoj Palanci koja su od koristi za praksu. U: Poljoprivreda, Organ društva poljoprivrednih inženjera i tehničara NR Srbije, Dobrila Matejić, Društvo poljoprivrednih inženjera i tehničara Narodne Republike Srbije, Beograd, godina 6, br. 6-7, str. 22-23
- Tanjug (1962). Prvi domaći paradajz odgojen bez zemlje. U: Dnevni list Borba, urednik Jože Smole, Nedeljno izdanje (09.091962. godine) str. 5, Beograd [http://istorijskenovine.unilib.rs/view/index.html#panel:pp|issue:UB\\_00064\\_19620909|article:page5|query:%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B0](http://istorijskenovine.unilib.rs/view/index.html#panel:pp|issue:UB_00064_19620909|article:page5|query:%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B0) (pristupljeno 29.04.2023. godine)
- Zečević, B., Girek, Z., Adžić, S., Pavlović, S., Damnjanović, J., Ugrinović, M., Đorđević, M. (2016). 70 godina uspešnog poslovanja: Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka. Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka, 1-160.

---

**NA TROMEDI VEKOVA - CENTAR ZA STRNA ŽITA  
I RAZVOJ SELA, KRAGUJEVAC**

**AT THE CROSSROADS OF THE CENTURIES - CENTRE FOR  
SMALL GRAINS AND RURAL DEVELOPMENT, KRAGUJEVAC**

Zorica Jestrović<sup>1</sup>, Vladimir Perišić, Kristina Luković, Kamenko Bratković,  
Blagoje Kovačević

<sup>1</sup>*Centar za strna žita i razvoj sela, Save Kovačevića 31, Kragujevac*

*Autor za korespondenciju: vperisic74@gmail.com*

**Izvod**

Centar za strna žita i razvoj sela Kragujevac predstavlja istraživačko-razvojnu ustanovu, čiji koreni datiraju od Poljoprivredne i hemijske ogledne stanice u Topčideru, prve naučne institucije formirane u Kraljevini Srbije. Tokom 75 godina samostalnog postojanja u Kragujevcu, u vidu Instituta, Zavoda ili Centra, brojni naučni radnici i ostali zaposleni dali su značajan doprinos razvoju poljoprivredne proizvodnje u Srbiji, u prvom redu strnih žita. Stvoreno je 95 sorti ozimih i jarih strnih žita i formirane su kolekcije genotipova svih vrsta strnih žita sa preko 4.000 uzoraka. Odbranjen je veliki broj magistarskih teza i doktorskih disertacija i objavljeno skoro 2000 radova. Očuvan je bibliotečki fond sa velikim brojem starih i vrednih knjiga iz oblasti poljoprivredne proizvodnje. Relizovan je veliki broj projekata u saradnji sa domaćim i inostranim institucijama.

**Ključne reči:** Centar, strna žita, sorta, kolekcije

**Abstract**

Centre for Small Grains and Rural Development in Kragujevac is a research and development institution, whose roots date back to the Agricultural and Chemical Experiment Station in Topčider, the first scientific institution formed in the Kingdom of Serbia. During the 75

---

years of independent existence in Kragujevac, in the form of an Institute or Center, numerous scientific workers and other employees made a significant contribution to the development of agricultural production in Serbia, primarily small grains. 95 varieties of winter and spring small grains were created and collections of genotypes of all types of small grains with over 4,000 samples were formed. A large number of master's theses and doctoral dissertations were created and almost 2000 papers were published. The library fund with a large number of old and valuable books in the field of agricultural production has been preserved. A large number of projects were realized in cooperation with domestic and foreign institutions.

**Key words:** Centre, small grains, cultivar, collections

## Uvod

Osamostaljivanje Srbije, započeto 1830. godine a završeno dobijanjem pune državnosti i samostalnosti nakon Berlinskog kongresa 1878. godine, omogućilo je nesmetan razvoj mlade kneževine. Ruralno društvo, sa slabo razvijenom poljoprivredom i nepostojanje drugih grana privrede predstavljali su glavne odlike tadašnje Srbije. Prema podacima iz popisa 1867. godine (Miljković Katić, 2014), samo 20% površine tadašnje Kneževine je bilo pod njivama, livadama i vinogradima. Pri tom se površina izražavala kao dani oranja, kosa trave i motika vinograda.

Osavremenjavanja srpske poljoprivrede tog vremena rezultat je rada retkih entuzijasta, među njima i Atanasija Nikolića (1803-1882), dramskog pisca i prevodioca, prvog rektora i profesora Liceja u Kragujevcu i Beogradu, načelnika Popečiteljstva unutrašnjih dela. Pod njegovim uticajem, Knjaz Aleksandar Karađorđević je 1851. godine ozvaničio osnivanje prve državne poljoprivredne ekonomije pod nazivom „Ekonomičesko zavedenije“ u Topčideru, a dve godine kasnije je potpisao i akt o "Ustroeniu Zemljodelske Škole" isto u Topčideru. Zadatak ekonomije je bio "da služi za obrazovanje i nauku svake zemaljske vrste" i da služi narodu kao primerna i opitna ustanova na kojoj su izvedeni prvi ogledi sa đubrenjem u Srbiji, prva meteorološka merenja, kao i prva ukrštanja domaćih i uvezenih rasa stoke (Vučo, 1981). Namena škole bila je "da se mladež naša zemljodstvu i skotovodstvu ima učiti",

kako bi to znanje prenosila po selima i opštinama iz kojih potiču (Vladisavljević, 1987).

Stvarni početak razvoja poljoprivredne nauke i struke u Srbiji vezuje se za Odluku Ministarstva narodne privrede od 1. maja 1898. godine, kojom se ustanovljava služba institutskog karaktera pod nazivom *Poljoprivredna i hemijska ogledna stanica*. Prvi upravnik stanice bio je Milan Bajić, hemičar Ministarstva narodne privrede i specijalista za oblast agrikulturne hemije. Stanica je bila smeštena u zgradi dvorca kneza Mihaila u Topčideru i tamo je ostala do rata 1914. godine. Značaj osnivanja ove ustanove vidi se i iz činjenice da je samo osam godina ranije osnovana čuvena eksperimentalna stanica u Rothamsted-u (Engleska). Zajedno sa današnjim Institutom za zemljište i Jugoinspektom iz Beograda, iz ove ustanove je ponikao i Centar za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu. Zato mi danas obeležavamo 125 godina od osnivanja prve matične naučne ustanove u Beogradu – Topčideru i 75 godina rada Centra za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu.

Ministarstvo narodne privrede Kraljevine Srbije propisalo je Pravila poljoprivredne hemijske i ogledne stanice, objavljena u Službenom dnevniku br.105 od 13. maja 1898. godine. Ova Pravila predstavljaju prve smernice za izvođenje naučnih i praktičnih ogleda i ispitivanja u poljoprivredi u ono vreme. Posebna pažnja je usmerena na „iznalaženje i ispitivanje najboljih varijeteta kulturnog bilja; ogleda sa aklimatizacijom stranih varijeteta; ispitivanje čistote, vernosti i klijavosti semena; ispitivanje vrednosti stočnog đubreta i ogleda sa veštačkim vrstama đubreta; ispitivanje i ogleda protivu biljnih i životinjskih parazita; utvrđivanje normi srpskih poljoprivrednih proizvoda; ispitivanje hranljive vrednosti raznih vrsta stočne hrane i biljaka za ishranu stoke; ogleda sa sredstvima i načinima za konzervisanje plodova i ostalih proizvoda”.

Nakon Prvog Svetskog rata, u jesen 1919. godine, počinje sa radom reorganizovana matična ustanova iz Topčidera pod nazivom *Poljoprivredna ogledna i kontrolna stanica*. Pravilnik o radu stanice donet je 10. novembra 1919. godine. Taj Pravilnik je 1922. godine prerastao u Zakon o poljoprivrednim oglednim i kontrolnim stanicama, čime će stanica biti preteča drugim oglednim i kontrolnim stanicama koje su se formirale u raznim područjima tadašnje Jugoslavije, pa i u Kragujevcu. U početku, u stanici su postojala tri odseka: Agrobotanički,

Fitopatološko-entomološki i Agrohemijski, a kasnije je formiran i Pedološko - agrometeorološki.

Nastavljen je naučni rad na kontroli kvaliteta semena i selekciji žita na oglednom polju, osnovana je Laboratorija za ispitivanje meljivosti i kvaliteta kao i ostalih komponenti kvaliteta brašna, testa i hleba. Postavljani su ogledi sa upotrebom veštačkih đubriva, praćena je pojava i širenje bolesti i štetočina i organizovano njihovo suzbijanje.

Izveštaji o radu iz tog perioda ukazuju da je veliki značaj pridavan prikupljanju i održavanju kolekcija gajenih biljaka, kao osnovi za rad na selekciji. Agrobotanički odsek je posedovao 1131 uzoraka pšenice, 339 uzoraka ječma, 200 uzorka ovsa, 159 uzoraka kukuruza, 88 lucerke, 75 crvene deteline, 351 uzorak raži, 304 uzoraka krompira i 468 uzoraka pasulja. Rad na selekciji u Topčideru sastojao se u izvođenju trogodišnjih uporednih sortnih oglada sa pšenicom dobijenom od Društva oplemenjivača bilja, oglada sa selekcionisanim sortama žita, sa krmnim biljkama, kao i oglada sa sojom. Posebno mesto u istraživanjima imao je pasulj zbog njegovog velikog značaja u ishrani naroda.

Prema izveštaju za 1932. godinu, bilo je razvijeno semenarstvo (elita, prvo i drugo umnožavanje) za veliki broj linija pšenice, ječma i ovsa.

Do Drugog Svetskog rata, *Poljoprivredna ogledna i kontrolna stanica* postigla je izvanredne naučne i stručne rezultate, posebno u periodu od 1928-1941. godine kada je direktor bio prof. dr Dragomir Čosić. Na taj način se stanica afirmisala kao najjača poljoprivredna naučnoistraživačka i stručna institucija tog vremena (Kostić i Popović, 1988).

### ***Istorijski razvoj Instituta/Zavoda/Centra u Kragujevcu***

Nakon Drugog Svetskog rata, od nekadašnje *Poljoprivredne ogledne i kontrolne stanice* formiran je 1945. godine *Zemaljski zavod za poljoprivredna istraživanja*, sa zadatkom da kao kompleksna poljoprivredna naučnoistraživačka ustanova nastavi sa stručnim i naučnoistraživačkim radom. Organizaciono, u svom sastavu je imao veći broj zavoda (za ratarstvo, zaštitu bilja, agrohemiju, pedologiju, vinogradarstvo i vinarstvo i kontrolu semena). Planovi naučno-istraživačkog rada iz tog perioda otkrivaju nam veoma obiman rad na selekciji većeg broja gajenih vrsta poljoprivrednog bilja (ozima i jara pšenica, ovas, ječam, proso, kukuruz, suncokret, pamuk, grahorica, grašak i krompir), kao i intenzivan rad u oblasti agrotehnike: plodored, obrada zemljišta, vreme gustina i način setve ratarskih kultura, nega

---

useva, uvođenje novih kultura: pamuka, ricinusa, šećernog sirka, biljaka za zeleno đubrenje, ispitivanje postrne setve.

Potreba da se nauka približi proizvodnji, iznedrila je odluku o preseljenju ove nove ustanove u Kragujevac, jer je ocenjeno da ta lokacija najviše odgovara edafskim i klimatskim prilikama u Srbiji. Tako je deo Zemaljskog zavoda preseljen 1948. godine iz Topčidera u Kragujevac i formiran je *Zemaljski institut za poljoprivredna istraživanja Beograd - Kragujevac*. Ovaj institut je imao u svom sastavu dva zavoda u Kragujevcu: Zavod za ratarstvo i Zavod za zaštitu bilja, a u njegovom sastavu su bili i Zavodi koji su ostali u Topčideru. Prvi direktor Instituta u Kragujevcu bio je dipl. inž. Radmilo Živković. Institut je smešten u zgradu tadašnje Niže poljoprivredne škole, čija je gradnja započeta uoči Balkanskih ratova, a završena je 1926. godine. Za potrebe naučnog i stručnog rada na korišćenje je dato zemljište Podreonske poljoprivredne stanice i Rasadnika u Petrovcu, kao i oko 400 hektara zemljišta poljoprivrednog dobra "Šumadija" (Grupa autora, 1968).

Institut je nastavio rad na selekciji pšenice i kukuruza sa materijalima prenetim iz Topčidera, ispitivanje sorata pšenice i kukuruza; agrotehnici pšenice, suncokreta i kukuruza; ispitivanje mogućnosti gajenja pamuka, koksagiza, arahisa, kikirikija i celulozne trske *Arundo donax* u Šumadiji. Zbog poznatih političkih previranja, 1948. godine je doneta odluka da se deo Instituta preseljen u Kragujevac samostalno razvija a da Zavodi za agrohemiju i pedologiju ostanu u Topčideru.

Tokom 1951. godine *Zemaljski institut za poljoprivredna istraživanja* u Kragujevcu postaje *Institut za poljoprivredna istraživanja*, a u Topčideru se formiraju Institut za pedologiju i agrohemiju i Zavod za kontrolu semena. U tom periodu, naučno-istraživački rad je bio usmeren na selekciju inbred linija iz domaćih sorti kukuruza radi stvaranja domaćih hibrida; ispitivanje agrotehnike kukuruza - obrada zemljišta, vreme setve, uticaj veštačkih đubriva na prinos kukuruza; selekcija strnih žita - ispitivanje hibrida između domaćih sorata pšenice, selekcija ovsu, selekcija ječma; agrotehnika pšenice - uticaj veštačkih đubriva na prinos i kvalitet strnih žita, vreme setve; selekcija i agrotehnika krmnog bilja; ispitivanje soje; kalcifikacija i humifikacija smonice; introdukcija italijanskih sorti pšenice američkih hibrida kukuruza u proizvodnju.

U nastojanju da se stvore bolji uslovi za razvoj nauke u oblasti poljoprivrede, 1959. godine doneta je odluka da se formira *Institut za ratarstvo Beograd*. U novoformirani Institut ušli su Zavod za ratarstvo

(koji je obuhvatio i Zavod za zaštitu bilja) u Kragujevcu, Zavod za krmno bilje u Kruševcu, Institut za kukuruz u Zemun Polju, sa Stanicom za selekciju krompira u Guči. Rad Zavoda u Kragujevcu je bio usmeren u tri osnovna pravca: selekcija i stvaranje novih sorata strnih žita i hibrida kukuruza, agrotehnika ovih kultura i proučavanje bolesti i štetočina uglavnom strnih žita.

Odluka tadašnjih vlasti da se intenzivira rad na stvaranju novih domaćih visokorodnih sorti pšenice doveo je do formiranja centara za selekciju pšenice u Kragujevcu, Novom Sadu i Zagrebu. Ova tri centra su presudno uticala na intenziviranje poljoprivredne proizvodne i postizanje samoodrživosti kroz povećanje prosečnih prinosa pšenice na nivou države i proizvodnje dovoljnih količina deklarisanog semena. Usmeravanje naučno-istraživačkog rada ka oplemenjivanju i proizvodnji strnih žita (pšenice, ječma, ovsu i raži), tadašnji Zavod za ratarstvo u Kragujevcu je tokom 1961. godine izdvojen iz Instituta za ratarstvo Beograd i transformisan u Zavod za strna žita. Zavod je bio organizovan u tri naučno-istraživačka odeljenja - za selekciju i genetiku, za agrotehniku i fiziologiju i za proučavanje bolesti i štetočina. Kao posebne organizacione jedinice postojale su još odeljenja oglednih polja i zajedničke službe i odsek za semenarstvo i saradnju sa privredom.

Nova reorganizacija, u cilju uspešnijeg i racionalnijeg rada naučnih ustanova na području centralne Srbije, sprovedena je 1970. godine kada je formiran *Institut za poljoprivredna istraživanja* sa sedištem u Kragujevcu. U njegov sastav su ušli Zavod za strna žita u Kragujevcu, Zavod za krmno bilje u Kruševcu i Institut za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci.

U tom periodu, istraživanjima iz oblasti strnih žita bavila se značajna grupa naučnih radnika u Zavodu (10 doktora nauka, 5 magistara i 6 stručnih saradnika i asistenata), iz oblasti selekcije i genetike, agrohemijske, fiziologije, fitopatologije, entomologije i semenarstva. Između ostalog, to je omogućilo da se 1975. godine ustanova preimenuje u *Institut za strna žita „Kragujevac“*. Rad Instituta je bio organizovan u tri naučno-istraživačka odeljenja: za selekciju i genetiku strnih žita; za agrotehniku i fiziologiju strnih žita; za proučavanje bolesti i štetočina strnih žita (Grupa autora, 1998).

Institut za strna žita je bio suosnivač Univerziteta “Svetozar Marković” u Kragujevcu (1976. godine), kao i jedan od osnivača Agronomskog fakulteta u Čačku (1978.). Na ovom fakultetu nastavu iz

---

oblasti ratarstva, agrohemijske, fiziologije biljaka, selekcije i genetike držali su saradnici Instituta.

Institut za strna žita je zadržao svoju samostalnost kao naučna ustanova sve do 1991. godine kada je, uz saglasnost većeg broja Instituta sa teritorije centralne Srbije, formiran Institut za istraživanja u poljoprivredi SRBIJA u Beogradu. Tada Institut u Kragujevcu dobija naziv *Centar za strna žita, Kragujevac*.

Gašenjem Instituta za istraživanje u poljoprivredi SRBIJA Beograd, odlukom Vlade Republike Srbije u septembru 2006. godine osnovano je privredno društvo „*Centar za strna žita*“ d.o.o. *Kragujevac*.

Grad Kragujevac je prepoznao vrednost tradicije duge više od jednog veka i značaj institucije, pa je 2016. godine doneo odluku o preuzimanju osnivačkih prava nad Centrom a 2021. godine Centru za strna žita pripojen je Centar za poljoprivredu i ruralni razvoj i nastaje *P.D. Centar za strna žita i razvoj sela d.o.o. Kragujevac*.

Tokom 75 godina postojanja Instituta – Zavoda - Centra, ostvareni su značajni rezultati u oblasti naučno-istraživačkog rada: stvoreno je 95 sorti ozimih i jarih strnih žita; formirana kolekcija genotipova svih vrsta strnih žita sa preko 4.000 uzoraka; odbranjeno je oko 20 magistarskih teza i 34 doktorske disertacije; objavljeno je skoro 2000 radova u međunarodnim i domaćim časopisima, nacionalnim i inostranim skupovima; očuvan bibliotečki fond sa velikim brojem starih i vrednih knjiga iz oblasti poljoprivredne proizvodnje; relizovane desetine projekata u saradnji sa Republičkim fondom, Republičkom zajednicom nauke, Ministarstvom za nauku, Ministarstvom poljoprivrede, Fondom za tehnološki razvoj, Srpskom akademijom nauka i umetnosti, međunarodnim partnerima, privrednim i drugim organizacijama. Najveća pažnja posvećena je stvaranju visokorodnih kvalitetnih sorti pšenice koje su u prošlosti, kao i danas imale značajnu ulogu u razvoju srpske poljoprivrede. Centar je postao i ostao prepoznatljiv po prvoj priznatoj sorti tritikalea KG 20, prvoj priznatoj sorti ozimog ovsa Vranac i prvoj priznatoj sorti ozime raži Raša, stvorenim na ovim prostorima. Zahvaljujući karakteristikama područja na kome su selekcionisane, sorte pšenice, ozime i jare forme dvorednih i višerednih sorti ječma, sorte tritikalea i ovsa odlikuju se širokom adaptabilnošću na različite klimatsko-edafske uslove proizvodnje, kao i izraženom otpornošću na stresne uslove i stabilnošću prinosa i kvaliteta.



Do danas, Centar se bavio isključivo stvaranjem novih sorti i proizvodnjom semena visokih kategorija semena strnih žita, ali sa pridruživanjem stručnog kadra iz oblasti voćarstva, stočarstva, organske poljoprivrede i ruralnog razvoja, stvorena je mogućnosti da danas pruža usluge iz skoro svih oblasti poljoprivredne proizvodnje i ostvaruje još širu i intenzivniju saradnju sa poljoprivrednim proizvođačima, organizatorima proizvodnje, privredom, naučnim i stručnim institucijama.

Tokom proteklih 125 godina, Centar je dvanaest puta reorganizovan i isto toliko puta je menjao svoj naziv. Turbulentna vremena na ovim našim prostorima zacrtala su put na kome se Centar, od svetski priznate i poznate institucije u oblasti strnih žita, našao u višegodišnjem zastoju, zanemaren, ostavljen i prepušten da se sam bori za opstanak.

Izvlačenje pouka iz prošlih vremena, uz sagledavanje današnjih potreba društva može, u velikoj meri, merodavnim lokalnim i državnim organima pomoći pri donošenju odluka o budućnosti Centra za strna žita i razvoj sela Kragujevac i potrebi za njegovim postojanjem.

## **Literatura**

- Vladislavljević, S. (1987). Zemljedelska škola u Topčideru. Godišnjak Grada Beograda, XXXIV, 121-134.
- Vučo, N. (1981). Topčiderska ekonomija 1851-1928. Godišnjak Grada Beograda, XXVIII, 69-78.
- Grupa autora (1968). Zavod za strna žita Kragujevac. Monografija.
- Grupa autora (1998). Centar za strna žita Kragujevac 1898-1948-1998. Monografija
- Kostić, M i Popović, A. (1988). Razvoj i važniji rezultati rada. Institut za strna žita, Kragujevac.
- Miljković Katić, B. (2014). Poljoprivreda Kneževine Srbije (1834-1867). 65, Istorijski institut, Beograd.

---

**VIŠEGODIŠNJA ISPITIVANJA SORTI PŠENICE NA  
SOLONJECU – O POJAVI NEGATIVNE HERITABILNOSTI**

**MULTI-YEAR TRIALS OF WHEAT VARIETIES ON SOLONETZ  
SOIL – ON NEGATIVE HERITABILITY PHENOMENA**

Sofija Petrović<sup>1</sup>, Borislav Banjac<sup>1</sup>, Mirela Matković Stojšin<sup>2</sup>, Milivoj Belić<sup>1</sup>,  
Ljiljana Nešić<sup>1</sup>, Miodrag Dimitrijević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i  
povrtarstvo, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad*

<sup>2</sup>*Istraživačko-razvojni institut Tamiš Pančevo, Novoseljanski put 33, 26000  
Pančevo*

*Autor za korespondenciju: sonjap@polj.uns.ac.rs*

**Izvod**

Problem prehrambene obezbeđenosti sve više zahteva intenzivnije korišćenje slabije proizvodnih površina. U svrhu ispitivanja mogućnosti iskorišćenja halomorfnog, alkalizovanog zemljišta tipa solonjec, postavljen je dvodecenijski ogled na lokalitetu Kumane u Banatu. Tokom tog perioda ispitivan je veći uzorak sorti hlebne pšenice i sakupljen je i obrađen veliki broj podataka. Međutim, kao što je gajenje pšenice u stresnim uslovima solonjeca složen poduhvat, tako je i obrada prikupljenih podataka složena i postavlja niz izazova, koji se najčešće ne javljaju u ogledima u normalnim uslovima gajenja. Uslovi stresa smanjuju razlike između genotipova, povećavaju pogrešku i nekontrolisanu varijaciju i smanjuju ponovljivost ogleda. Ovo se odražava na komponente fenotipske varijabilnosti, a time može da dovede do pojave negativne vrednosti heritabilnosti u širem smislu. Negativna heritabilnost se uglavnom smatra posledicom pogreške u obradi podataka, ili samim podacima, te se kao takva odbacuje. Ali da li je to uvek tako? Ovaj rad se bavi razmatranjem i drugih mogućnosti.

**Ključne reči:** genetika, pšenica, abiotički stres, solonjec, heritabilnost

## Abstract

The problem of food security requires more intensive use of low-productive soil. The possibility of using halomorphic, alkalized solonetz soil type, has been studied in two-decades experiment at the village Kumane in Banat. A number of bread wheat varieties was examined and a large amount of data was collected and processed. As the wheat trial in the stressful conditions is a complex endeavour, so is the data processing complex with a number of challenges, which commonly do not occur in experiments under normal growing conditions. Stress diminishes differences between genotypes, increase uncontrolled variation, and reduce trial repeatability. This affects phenotypic variability components, and could lead to a negative broad-sense heritability value. Negative heritability is generally considered to be a consequence of errors in data processing, or the data itself, and is dismissed as such. But is that always the case? This paper deals with the consideration of other possibilities.

**Key words:** genetics, wheat, abiotic stress, solonetz, heritability

## Uvod

Rešavanje problema prehrambene obezbeđenosti sve više zahteva intenzivnije korišćenje slabije proizvodnih površina. Ove površine su često i stresne za poljoprivredne kulture, te su pogodne i za ispitivanje reakcije biljaka u takvim uslovima. Time se proširuju naša saznanja o bihejviorizmu biljaka, odnosno o složenim procesima ponašanja biljaka na osnovu reakcije na spoljne nadražaje. Ovo je važno za opstanak u uslovima abiotičkog stresa, pošto su biljke sedelački (sesilni) organizmi i nisu u stanju da izbegnu stres promenom sredine, kao što to mogu životinje kretanjem sa nepovoljnije u povoljniju životnu sredinu. Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je veoma rasprostranjena ratarska kultura, koja je značajan izvor energije za ljudsku populaciju, kao i umereno tolerantna na stresne uslove proizvodnje. Pšenica takođe uspeva u aridnim i semiaridnim uslovima, gde se najčešće pojavljuju halomorfna zemljišta. Time je pogodna za ispitivanja proširenja genetičke varijabilnosti u cilju boljeg iskorišćavanja tipova zemljišta slabije produktivnosti, u koje spada i solonjec (Petrović et al., 2016). Pored preovlađujućih plodnih zemljišta, kakav je černozem, koji ima dubok humusno-akumulativni horizont,

povoljan, ilovast mehanički sastav, na teritoriji Vojvodine, pre svega u Banatu, na oko 68.000 ha je zastupljen solonjec, kao niskoproduktivno zemljište, sa visokim sadržajem gline i adsorbovanog natrijuma u Bt horizontu, koji dovodi do jake alkalne reakcije nepovoljnih hemijskih, fizičkih, vazdušnih i vodnih osobina (Belić et al., 2012). Ovo čini zemljišta tipa solonjec izvorom abiotičkog stresa kada se koristi u biljnoj proizvodnji. Međutim, uz mere popravke i pravilan izbor genetičke varijabilnosti visoke tolerantnosti na sodičnost, koja postoji u pšenici, upotrebna vrednost solonjeca može da se značajno poboljša (Banjac, 2015). Pri postavljanju ogleada kojim bi se prepoznala i izdvojila poželjna genetička varijabilnost, bilo iz postojećeg genofonda, bilo iz novostvorene genske varijabilnosti treba da se ima u vidu da niskoproduktivne eko-sredine smanjuju fenotipske razlike između genotipova, povećavaju pogrešku i smanjuju ponovljivost uslova tokom sezona (Dimitrijević et al., 2019). Posledično, za što pravilnije zaključke su potrebni dugotrajni ogledi i pažljiv izbor pogodnih metoda za analizu podataka. Ovo tim pre, jer u stresnim uslovima mogu da se pojave problemi u obradi podataka, koji se retko pojavljuju u analizi ogleada postavljenih u normalnim uslovima gajenja. Takav problem je i pojava negativne vrednosti heritabilnosti. Heritabilnost je indeksna vrednost, koja je posledica genetičkih činilaca i predstavlja genotipsku vrednost u relativnom odnosu sa fenotipskom vrednošću, odnosno ukupnom fenotipskom varijacijom određene osobine. Heritabilnost varira zavisno od ekoloških uslova i populacije u kojima je procenjivana. U zavisnosti od širine obuhvaćene genetičke varijacije, deli se na heritabilnost u *užem* i u *širem smislu*. Heritabilnost u *užem smislu* ( $h^2$ ) se izračunava na bazi aditivnog efekta gena individualnih lokusa, što se naziva i “prosečnim efektom alela”, dok se heritabilnost u *širem smislu* (H) zasniva na ukupnoj genetičkoj varijaciji izazvanoj aditivnim i neaditivnim genskim efektima. Fisher (1941) je aditivnost vezivao za nasledni deo genetičke varijacije, onaj deo koji se prenosi na potomstvo, dok su neaditivni efekti (dominacija i epistaza) nenasledni, jer predstavljaju alelne odnose, ali ne i alele *per se*. Aditivna varijansa je najveći i važan deo genetičke varijanse za oplemenjivanje, jer predstavlja njen deo na koji se selekcijom direktno utiče i ukazuje na odgovor populacije na selekcionu pritisak. Međutim, ukupna genetička varijansa koja sadrži sve izvore genotipske varijacije tj. aditivnu varijansu, ali i neaditivne varijanse tj. varijanse dominacije i interakcija, koja proističe iz intra i interalelnih odnosa (dominaciju i

epistazu) stavljena u odnos sa fenotipskom varijansom, daje oplemenjivaču potpuniju informaciju o odgovoru populacije na selekciju. Ona obuhvata genetičku varijaciju ne samo prenosivu, već i neprenosivu na sledeću generaciju, mada treba da se ima u vidu da i intraalelni odnosi (dominantna varijacija) mogu ponekad da se direktno prenose u sledeću generaciju (inbreeding, selekcija heterozigota). Heritabilnost u užem smislu se smatra korisnijom u kvantitativno genetičkim istraživanjima, dok heritabilnost u širem smislu je važnija u oplemenjivanju biljaka, jer obuhvata ne samo varijaciju alela *per se*, već i varijaciju proisteklu iz njihovih novouspostavljenih odnosa po rekombinaciji roditeljskih alela, u potomstvu (Johnson et al., 1955). Pored informacija koje pruža sama po sebi, heritabilnost je važna i za procenu genetičke dobiti od selekcije, oplemenjivačke vrednosti, indeksa selekcije i drugih parametara, na koje direktno ili indirektno utiče (Falconer and MacKey, 1996). Heritabilnost je u sebi spojila kvantitativnu genetiku i oplemenjivanje biljaka, te pomogla saznanju o nasleđivanju i varijaciji osobina, kao i adaptaciji biljaka, odnosno organizama uopšte, na uslove sredine (Hallauer et al., 2010; Bernardo, 2020). Dakle, heritabilnost je mera varijacije osobine čiji su izvor genetički činiooci i kreće se u rasponu od 0 do 1 (0 do 100%), pri čemu 0 ukazuje da genetički činiooci ne utiču na varijaciju osobine, dok je 1 znak da su jedini izvori fenotipske varijacije upravo genetički činiooci. Prema tome, negativna heritabilnost ne bi mogla da se javi u genetičkim analizama. Međutim, Haldane (1996) u posthumno objavljenom radu prvi put pominje pojam „negativne heritabilnosti“, mada postoje pretpostavke da ga je Haldan pomenuo i ranije oko 1960. (Steinsaltz et al., 2020). Kasnije je pojava negativne vrednosti heritabilnosti objavljivana u nizu naučnih radova, gde je ovaj rezultat pripisivan neodgovarajućoj obradi podataka, greškama u samim podacima ili analizi podataka, odnosno postavci eksperimenta, greškama pri obradi uzoraka, neodgovarajućim genetičkim modelima obrade podataka i odbacivan kao “nemoguć” (Bridges Jr. and Knapp, 1987). Postoje mišljenja da bi problem pojave negativne heritabilnosti trebao da se uzme u ozbiljnija razmatranja. Ovo tim pre, što je polazni osnov pri proceni heritabilnosti taj da aditivna varijansa čini najveći deo genetičke vrednosti. Međutim, delovanje gena je mnogo složenije od aditivnog genetičkog modelovanja. Vežanost gena, epistatički odnosi, dominacija, složena genomska arhitektura, uticaji spoljne sredine, ukazuju da pogledi na heritabilnost zasnovani na klasičnoj kvantitativnoj genetici upućuju na potrebu detaljnije analize i

razmatranja heritabilnosti, te da je potrebna otvorenost ka mogućnosti da negativna heritabilnost nije uvek posledica grešaka, već odražava genetičke procese u određenim uslovima sredine (Steinsaltz et al., 2020).

Cilj rada je da razmotri pojavu negativne heritabilnosti u višegodišnjem eksperimentu analize fenotipske varijabilnosti sorti pšenice u stresnim uslovima gajenja na solonjecu i mogućnosti rešavanja problema u analizi do kojih ta pojava može da dovede.

### **Materijal i metode rada**

Višegodišnji ogledi za ispitivanje tolerantnosti na stresne uslove gajenja na alkalizovanom zemljištu u okviru postojeće genetičke varijabilnosti sorti hlebne pšenice, kao i stvaranja nove poželjne varijabilnosti su postavljeni na lokalitetu Kumane u centralnom Banatu (45,539° s.g.š., 20,228° i.g.d., 73 m n.v.). Kontrolni deo oglada je paralelno vođen na eksperimentalnom polju na Rimskim Šančevima (45,325° s.g.š., 19,843° i.g.d., 84 m n.v.) Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada u Južnoj Bačkoj. Ova dva lokaliteta deli oko 60 km putne i 37,32 km vazdušne linije. Lokalitet Kumane karakteriše zemljište tipa solonjec (pH = 9,86), prirodno formirano halomorfno zemljište, gde visok sadržaj Na u Bt horizontu dovodi do jake alkalne reakcije. Ovo je zemljište nepovoljnih fizičko-hemijskih osobina sa visokim sadržajem gline, što dovodi do vodoleža. Lokalitet Rimski Šančevi se nalazi na zemljištu tipa černozem (pH = 6,86), koje se smatra veoma povoljnim za gajenje pšenice i ostalih kultura, zbog svog vodnog, vazdušnog i temperaturnog režima, te bogatog sadržaja humusa i neutralne reakcije (Belić *et al.*, 2012). Klasična priprema zemljišta za ogled je praćena sa 130 kg ha<sup>-1</sup> NPK mineralnog đubriva (15:15:15), sa 200 kg KAN dodatno primenjenih u proleće. Na lokalitetu Kumane nisu bile primenjene nikakve mere popravke zemljišta u delu parcele na kome je ogled postavljen. Podaci analizirani u ovom radu su deo podataka prikupljenih tokom 21 godine (1999-2020.) vođenja ovog dugoročnog oglada. Obrađene su četiri proizvodne sezone: 2004/2005., 2011/2012., 2015/2016. i 2019/2020. i četiri intenzivne, polupatuljaste, ozime sorte pšenice (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*, 2n=6x=42) Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada: Pobeda, Sara, Renesansa i Pesma. Za potrebe ove analize, izdvojena je jedna osobina klasa pšenice - broj

zrna po klasu (BZK). Statistička obrada obuhvata izračunavanje aritmetičke sredine ( $\bar{x} = \Sigma x/n$ , gde je  $\Sigma x$  zbir mera obeležja, a  $n$  predstavlja ukupan broj merenih vrednosti obeležja), kao i dva modela analize varijanse (ANOVA), iz kojih je procenjena fenotipska vrednost na osnovu fenotipske varijanse, kao i njene komponente, na osnovu kojih je izračunata heritabilnost u širem smislu (H). Vrednost heritabilnosti je ocenjena po skali, gde se vrednost heritabilnosti manja od 30% smatra niskom, od 30 do 60% umerenom i preko 60% visokom (Johnson et al., 1955):

*I. ANOVA eksperimentalni model broj 18 (a x b x c faktorijalni model) po slučajnom blok sistemu na istim lokalitetima i po slučajnom rasporedu svake godine (MSTAT-C, 1991)*

Izvori varijacije	df	MS	Očekivana sredina kvadrata
Lokalitet (L)	l-1	$MS_L$	$\sigma_e^2 + rg\sigma_{YL}^2 + rgy\sigma_L^2$
Ponavljjanje [R(L)]	l(r-1)	$MS_{R(L)}$	-
Godina (Y)	y-1	$MS_Y$	$\sigma_e^2 + rg\sigma_{YL}^2 + rgl\sigma_Y^2$
L x Y	(l-1)(y-1)	$MS_{LY}$	$\sigma_e^2 + rg\sigma_{YL}^2$
RY(L)	yl(r-1)	$MS_{RY(L)}$	-
Genotip (G)	g-1	$MS_G$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GYL}^2 + rl\sigma_{GY}^2 + ry\sigma_{GL}^2 + ryl\sigma_G^2$
G x L	(l-1)(g-1)	$MS_{GL}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GYL}^2 + ry\sigma_{GL}^2$
G x Y	(y-1)(g-1)	$MS_{GY}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GYL}^2 + rl\sigma_{GY}^2$
L x Y x G	(l-1)(y-1)(g-1)	$MS_{GLY}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{GYL}^2$
Pogreška	yl(r-1)(g-1)	$MS_e$	$\sigma_e^2$

gde je df-stepen slobode, MS-sredina kvadrata, r-broj ponavljanja, l-broj lokaliteta, y-broj godina, g-broj genotipova

Komponente fenotipske varijanse:

$$\sigma_e^2 = MS_e$$

$$\sigma_{GYL}^2 = (MS_{GLY} - MS_e)/r$$

$$\sigma_{GY}^2 = (MS_{GY} - MS_{GLY})/rl$$

$$\sigma_{GL}^2 = (MS_{GL} - MS_{GLY})/ry$$

$$\sigma_G^2 = (MS_{GL} - MS_{GY} - MS_{GLY})/ryl$$

Heritabilnost u širem smislu:

$$H = \sigma_G^2 / \sigma_G^2 + (\sigma_{GY}^2/y) + (\sigma_{GL}^2/l) + (\sigma_{GYL}^2/yl) + (\sigma_e^2/ryl)$$

## II. ANOVA po potpuno slučajnom blok sistemu (Hallauer et al., 2010)

Izvori varijacije	df	MS	Očekivana sredina kvadrata
Ponavljanja	r-1	MS <sub>R</sub>	-
Genotipovi	g-1	MS <sub>G</sub>	$\sigma_e^2 + r\sigma_G^2$
Pogreška	(r-1)(g-1)	MS <sub>e</sub>	$\sigma_e^2$

Komponente fenotipske varijanse:

$$\sigma_e^2 = MS_e$$

$$\sigma_G^2 = (MS_G - MS_e)/r$$

Heritabilnost u širem smislu:

$$H = \sigma_G^2 / \sigma_G^2 + (\sigma_e^2/r)$$

Za ANOVA po potpuno slučajnom blok sistemu, kao i za računanje fenotipske i genotipske varijanse, te heritabilnosti u širem smislu, je korićen *Microsoft Office Excel 2013 for Windows*.

## Rezultati i diskusija

Složeni uslovi ogleda se ogledaju u fenotipskoj varijaciji broja zrna po klasu, izraženoj kroz srednje vrednosti. Razlike između agrometeoroloških uslova tokom ispitivanih sezona, posebno tokom 2011/12., koja se odlikovala temperaturnim ekstremima od niskih do visokih temperatura (<https://www.hidmet.gov.rs>) su, pored tipa zemljišta, izazvale široku varijaciju srednjih vrednosti BZK, posebno u povoljnijim uslovima gajenja (tab. 1).

Tabela 1. Srednje vrednosti broja zrna po klasu za četiri sorte pšenice u ogledima na dva lokaliteta i u četiri godine

Sorte	Kumane				$\bar{x}_G$	Rimski Šančevi				$\bar{x}_G$
	04/05	11/12	15/16	19/20		04/05	11/12	15/16	19/20	
Pobeda	39,3	36,5	29,1	30,1	33,8	37,1	32,7	52,0	57,0	44,7
Sara	33,1	33,5	37,4	26,7	32,7	47,1	37,1	50,2	56,9	47,8
Renesansa	36,2	43,4	26,3	29,2	33,8	44,2	30,0	48,6	56,4	44,8
Pesma	29,6	41,9	30,6	26,8	32,2	50,1	33,1	45,8	58,4	46,9
$\bar{x}_E$	34,6	38,8	30,9	28,7	33,3	44,6	33,2	49,1	56,7	45,9

Složena priroda varijacije analizirane u ogledu je uslovlila da su svi izvori varijacije, kako aditivni, tako i multivarijacioni, bili statistički značajni, izuzev varijacije genotipa (tab. 2). Ako se doda da stresni uslovi uvećavaju multivarijacionu komponentu ukupne varijacije ogleda, te da



postoji mogućnost da stres aktivira epigenetičke procese u biljkama, postoji osnov za pretpostavku da je negativna vrednost heritabilnosti posledica upravo visoke ekološke varijanse, pa i bioloških procesa, a ne greške u prikupljanju i obradi podataka, kao i grešaka metodološke prirode.

*Tabela 2. ANOVA lokalitet x godina x sorta faktorijalni model po slučajnom blok sistemu za broj zrna po klasu za četiri sorte pšenice u ogledima na dva lokaliteta i u četiri godine*

Izvori varijacije	df	SS	MS	F	p
Lokalitet (L)	1	3478.838	3478.838	310.1125	0.0000
Ponavljanje [R(L)]	4	80.727	20.182	1.799	0.1445
Godina (Y)	3	351.123	117.041	10.4333	0.0000
L x Y	3	3426.933	1142.311	101.8285	0.0000
RY(L)	12	132.717	11.06	0.9859	
Genotip (G)	3	67.121	22.374	1.9945	0.1274
G x L	3	164.002	54.667	4.8732	0.0049
G x Y	9	217.613	24.179	2.1554	0.0425
L x Y x G	9	734.148	81.572	7.2715	0.0000
Pogreška	48	538.463	11.218	310.1125	0.0000

Komponente fenotipske varijanse: Heritabilnost u širem smislu:

$$\sigma_e^2 = 11.218$$

$$H = -3.46\%$$

$$\sigma_{GYL}^2 = 23.45133333$$

$$\sigma_{GY}^2 = 0.121277778$$

$$\sigma_{GL}^2 = 2.601305556$$

$$\sigma_G^2 = -0.158329861$$

Jedan od načina da se prevlada pojava negativne heritabilnosti je sredinski specifična heritabilnost („environment-specific heritability“). Da bi se izrazila genetička komponenta, heritabilnost se računa za svaku ekološku sredinu posebno, a zatim se vrednosti dobijaju prosekom (tab. 3).

Tabela 3. ANOVA, komponente fenotipske varijanse i heritabilnost za broj zrna po klasu za četiri sorte pšenice u ogledima u 8 ekoloških sredina (E)

Izvori varijacije	df	SS	MS	F	p	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_G$	H %
2004/05 Kumane (E1)								
Ponavljanja	3	48.12	16.04	0.82	0.530			
Genotipovi	2	82.05	41.03	2.09	0.205	19.63	-1.20	-6.49
Pogreška	6	117.78	19.63					
2004/05 Rimski Šančevi (E2)								
Ponavljanja	3	278.64	92.88	3.15	0.108			
Genotipovi	2	40.50	20.25	0.69	0.539	29.52	21.12	41.71
Pogreška	6	177.10	29.52					
2011/12 Kumane (E3)								
Ponavljanja	3	191.24	63.75	11.81	0.006			
Genotipovi	2	0.33	0.16	0.03	0.970	5.40	19.45	78.27
Pogreška	6	32.39	5.40					
2011/12 Rimski Šančevi (E4)								
Ponavljanja	3	76.98	25.66	2.39	0.168			
Genotipovi	2	1.97	0.99	0.09	0.914	10.75	4.97	31.61
Pogreška	6	64.52	10.75					
2015/16 Kumane (E5)								
Ponavljanja	3	198.54	66.18	20.53	0.001			
Genotipovi	2	24.64	12.32	3.82	0.085	3.22	20.99	86.69
Pogreška	6	19.34	3.22					
2015/16 Rimski Šančevi (E6)								
Ponavljanja	3	62.08	20.69	2.25	0.183			
Genotipovi	2	6.12	3.06	0.33	0.729	9.20	3.83	29.39
Pogreška	6	55.21	9.20					
2019/20 Kumane (E7)								
Ponavljanja	3	27.88	9.29	0.70	0.587			
Genotipovi	2	17.65	8.82	0.66	0.550	13.33	-1.34	-11.22
Pogreška	6	79.96	13.33					
2019/20 Rimski Šančevi (E8)								
Ponavljanja	3	15.64	5.21	0.73	0.569			
Genotipovi	2	10.04	5.02	0.71	0.530	7.11	-0.63	-9.76
Pogreška	6	42.66	7.11					
$\bar{x}$ za $\sigma^2_e$ , $\sigma^2_G$ i H na lokalitetu Kumane za sve E:						10.39	9.47	36.81
$\bar{x}$ za $\sigma^2_e$ , $\sigma^2_G$ i H na lokalitetu R. Šančevi za sve E:						14.15	7.32	23.24
$\bar{x}$ za $\sigma^2_e$ , $\sigma^2_G$ i H za sve E:						12.27	8.40	30.02

---

## Zaključak

Heritabilnost je u upotrebi već skoro stotinu godina. Saznanja u genetici su za to vreme uznapredovala, te otvorila puteve da atipični rezultati heritabilnosti mogu da budu posledica bioloških i ekoloških procesa.

## Literatura

- Banjac, B. (2015). Potencijal za prinos i adaptacija pšenice na stresne uslove solonjeca. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Belić, M., Nešić, Ljiljana, Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Ćirić, V., Pekeč, S., Vasin, J. (2012). Impact of reclamation practices on the content and qualitative composition of exchangeable base cations of the solonetz soil. *Australian journal of crop science*, 6 (10): 1471-1480.
- Bernardo, R. (2020). Reinventing quantitative genetics for plant breeding: something old, something new, something borrowed, something BLUE. *Heredity*, 125: 375-385. doi: 10.1038/s41437-020-0312-1.
- Bridges, W.C., Knapp, S.J. (1987). Probabilities of negative estimates of genetic variances. *Theoretical and Applied Genetics*, 74(2): 269–274. doi:10.1007/bf00289979
- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Banjac, B., Sekulić, P. (2019). Grain yield, yield components, macro and microelements variation analysis in wheat grown on solonetz soil. X International Scientific Agricultural Symposium “Agrosym 2019”, Jahorina, 3-6. October. Book of proceedings: 560-566.
- Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th Edition, Addison Wesley Longman, Harlow.
- Fisher, R.A. (1941). Average excess and average effect of a gene substitution. *Annals of Eugenics* 11: 53-63. doi: 10.1111/j.1468-1809.1941.tb02272.x
- Hallauer, A.R., Carena, M.J., Miranda Filho, J.B. (2010). *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Springer New York Dordrecht Heidelberg London. doi: 10.1007/978-1-4419-0766-0.
- Haldane, J.B.S. (1996). The negative heritability of neonatal jaundice. *Annals of Human Genetics*, 60(1): 3-5. doi: 10.1111/j.1469-1809.1996.tb01165.x
- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. (1955). Estimates of Genetic and Environmental Variability in Soybeans. *Agronomy Journal*, 47: 314-318. doi: 10.2134/agronj1955.00021962004700070009x.

- MSTAT-C ver. 2.1 (1991). A Software Program for Design, Management, and Analysis of Agronomic Research Experiments. Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, East Lansing, MI, U.S.A.
- Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Banjac, B., Mladenov, V. (2016). Selection of wheat superior genetic variation for growing in halomorphic soil conditions. Proc. VII International Scientific Agriculture Symposium „Agrosym 2016“, 6–9 October 2016., Jahorina, East Sarajevo, Republic of Srpska, BiH: 193-199.
- Steinsaltz, D., Dahl, A., Wachter, K.W. (2020). On Negative Heritability and Negative Estimates of Heritability. *Genetics*, 215(2): 343-357. doi: 10.1534/genetics.120.303161

---

**PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U OPLEMENJIVANJU  
POLJOPRIVREDIH BILJAKA**

**APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE  
BREEDING OF AGRICULTURAL PLANTS**

Slaven Prodanović<sup>1</sup>, Kristina Luković<sup>2</sup>, Irena Radinović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd*

<sup>2</sup>*Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac*

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

**Izvod**

Pri donošenju odluka o selekcionom materijalu na osnovu prikupljenih podataka, oplemenjivači širom sveta sve češće koriste veštačku inteligenciju. Termin „veštačka inteligencija“ (VI) opisuje sposobnost mašina da oponašaju ljudsku inteligenciju. Ovaj rad ima za cilj da prikaže način funkcionisanja VI uz objašnjenje odgovarajućih termina, kao što su: algoritam, mašinsko učenje, duboko učenje, neuronska mreža, stabla odlučivanja, mašine vektora podrške, obuka ili trening za razvoj VI, računarstvo u oblaku, grafičke procesorske jedinice (GPU) i lokalni klasteri GPU. U radu se navode aktuelni oblici korišćenja VI u oplemenjivanju biljaka i diskutuju mogućnosti i izazovi primene VI u narednom periodu.

**Ključne reči:** mašinsko učenje, model, genotip, fenotipiranje, izazovi

**Abstract**

When making decisions about selection material based on collected data, breeders around the world are increasingly using artificial intelligence. The term "artificial intelligence" (AI) describes the ability of machines to imitate human intelligence. This paper aims to show how AI works by explaining the relevant terms, such as: algorithm, machine learning, deep learning, neural network, decision trees, support vector

---

machines, training for AI, cloud computing, graphics processing units (GPUs) and local GPU clusters. The paper lists the current forms of using AI in plant breeding and discusses the possibilities and challenges of using AI in the future.

**Key words:** machine learning, model, genotype, phenotyping, challenges

## Uvod

Oplemenjivanje biljaka kao interdisciplinarna nauka se izuzetno brzo razvija. Uvode se nove tehnologije koje unapređuju i ubrzavaju stvaranje novih sorti. Saznanja o genetičkoj osnovi biljaka se kontinuirano multipliciraju. Sekvencirani su genomi svih značajnih poljoprivrednih biljaka (Elshire et al., 2011). Stvorene su ogromne baze podataka o DNK, RNK i proteinima. Proširio se spektar naučnih disciplina, nastao je niz omika, kao što su genomika, proteomika, metabolomika, kompjutomika i druge. U prikupljanju podataka sve veću ulogu imaju robotika, senzori, dronovi, imaging i slično. Za uspešno oplemenjivanje, pri donošenju odluka o selekcionom materijalu na osnovu prikupljenih podataka, oplemenjivači sve češće koriste veštačku inteligenciju (= VI, eng. artificial intelligence, AI) (Naik et al., 2017, Yoosefzadeh-Najafabadi et al., 2021).

Termin „veštačka inteligencija“ opisuje sposobnost mašina da oponašaju ljudsku inteligenciju. VI se primenjuje u skoro svakom sektoru ljudskih delatnosti. Na ulici se vide automobili bez vozača, a na prugama vozovi bez mašinovođa. Na nebu se nalaze sateliti koji snabdevaju podacima VI radi prognoziranja vremena. Studenti koriste Open AI za pisanje seminarskih radova, milioni ljudi četuju na internetu sa VI. Gugl dupleks (= eng. Google Duplex) je tehnologija VI koja omogućuje oponašanje ljudskog glasa i može da obavlja telefonske pozive u ime osobe. Nesagledive su mogućnosti i sama budućnost VI. VI je skopčana sa kontraverzama, kao i GMO. Postoji strah od VI, kao i zahtevi da se zaustavi svaki dalji rad na VI.

Ovaj rad ima za cilj da prikaže način funkcionisanja VI uz objašnjenje odgovarajućih termina, kao i da navede kako se trenutno koristi VI u oplemenjivanju biljaka i koje su mogućnosti i izazovi primene VI u narednom periodu. S obzirom da do sada VI još nije primenjena u

oplemenjivačkoj praksi u Srbiji, jedan od ciljeva rada je da podstakne istraživanja u ovoj oblasti.

### ***Način funkcionisanja veštačke inteligencije i odgovarajući termini***

**Algoritam** - Algoritam je procedura kojom se rešava određeni problem ili izvodi određena kalkulacija/procedura. Algoritam predstavlja listu instrukcija za sprovođenje radnje korak po korak u rutinama zasnovanim na hardveru ili softveru. Algoritmi se široko koriste u svim oblastima IT. Za izražavanje algoritma koje izvršava računar upotrebljavaju se programski jezici. Ulazni podaci u funkcionisanju algoritma su u obliku brojeva ili reči. Oni prolaze kroz niz preciznih koraka ili proračuna, uključujući aritmetičke procese i procese donošenja odluka. Izlaz je poslednji korak u algoritmu. Postoji nekoliko tipova algoritama, a oni se razlikuju po tome za koje zadatke su dizajnirani. Na primer: 1. Algoritam pretraživača vrši pretragu svoje baze podataka prema ključnim rečima, 2. Algoritam šifrovanja ili enkripcije (eng. Encryption) transformiše podatke kako bi ih zaštitio od neovlašćene upotrebe, 3. Greedy algoritam rešava probleme optimizacije pronalazanjem lokalno najboljeg rešenja, itd.

**Mašinsko učenje** koristi različite algoritme. Mašinsko učenje može biti: 1. pod nadzorom ili 2. bez nadzora. Pri nadziranom mašinskom učenju, operateri snabdevaju složene algoritme sa označenim trening podacima i definišu varijable koje žele da algoritam reši. Navedeni su i ulaz i izlaz algoritma. Pri mašinskom učenju bez nadzora koriste se algoritmi koji se treniraju na neobebeženim podacima. Algoritmi za mašinsko učenje bez nadzora pregledaju neoznačene podatke da bi potražili obrasce koji se mogu koristiti za grupisanje tačaka podataka u podskupove.

**Duboko učenje** je specifičan tip mašinskog učenja koji omogućava veštačkoj inteligenciji da uči i poboljšava se obradom podataka. Većina vrsta dubokog učenja su algoritmi bez nadzora.

Mašinsko učenje i duboko učenje se zasniva na primeni neuronskih mreža (NN), stabla odlučivanja (DT), mašine vektora podrške (= eng. Support Vector Machine, SVM) i drugih algoritama.

**Neuronske mreže** su veoma slične biološkim neuronskim mrežama u ljudskom mozgu. Najpoznatija NN je konvolucijska neuronska mreža. Ime je dobila ime po konvolucionim filtrima, čija je uloga da izoštravaju i zamućuju slike, kao i da detektuju ivice pomoću kojih se otkrivaju objekti

na slici. Za konvolucijske neuronske mreže vezuje se pojam dubokog učenja. Glavni element od koga je sačinjena mreža jeste neuron. Na ulaz mreže dovode se slike. Ako se dovede slika manjih dimenzija 100x100, u tri kanala (RGB, eng. red, green, blue), to čini 30 000 neurona na ulazu i predstavlja veliki broj za treniranje mreže. Zbog toga konvolucijska mreža ne sadrži potpuno povezane slojeve do samog kraja. Najčešće ove mreže sadrže veći broj slojeva kako bi se otkrile bitne osobine, odnosno kreirale mape karakteristika objekata kao izlaz algoritma.

**Stablo odlučivanja** (= DT, eng. Decision Tree) je neparametarski nadzirani algoritam učenja, koji se koristi i za svrstavanje podataka u grupe i za regresijske zadatke. DT ima hijerarhijsku strukturu stabla, sastavljenu od: 1. nodusa korena, 2. grana, 3. internih nodusa i 4. nodusa listova koji predstavljaju sve moguće ishode unutar skupa podataka. Mašinsko učenje stabla odlučivanja sprovodi pretragu radi identifikovanja optimalnih tačaka razdvajanja unutar stabla. Ovaj proces razdvajanja se zatim ponavlja na rekurzivni način odozgo prema dole dok svi ili većina zapisa ne budu klasifikovani pod određenim oznakama klasa. Kao klasifikator može se koristiti algoritam slučajne šume (eng. Random forest) koji daje tačnije rezultate kada pojedinačna stabla nisu u korelaciji jedno sa drugim.

**Mašina vektora podrške** (= SVM, eng. Support Vector Machine) je algoritam za mašinsko učenje pod nadzorom koji se uglavnom koristi pri vršenju klasifikacije i regresije. Cilj SVM algoritma je da stvori najbolju liniju ili granicu odluke koja može da odvoji n-dimenzionalni prostor u klase tako da možemo lako da stavimo novu tačku podataka u ispravnu kategoriju u budućnosti. Ova granica najbolje odluke naziva se hiper-ravan. SVM bira ekstremne tačke/vektore koji pomažu u kreiranju hiper-ravni. Ovi ekstremni slučajevi se nazivaju vektori podrške, pa otuda naziv algoritma.

**Obuka**, odnosno trening, neophodan je deo u realizaciji projekta mašinskog učenja da bi se razvila funkcionalna veštačka inteligencija. Kao što dete mora da prođe kroz proces obrazovanja, tako se VI mora obučiti da pravilno percipira i tumači podatke i na osnovu njih donosi tačne odluke. Obuka je složeni proces, koji se sastoji od tri faze: 1. inicijalnog treninga, 2. validacije i 3. testiranja.

**Inicijalni trening** se odvija kroz davanje skupa podataka modelu VI i traženje da se na osnovu njih donese odluka. U ovoj fazi VI može doneti čudne i pogrešne odluke, jer tek počinje da uči. Operater treba da uoči



ove greške i da izvrši prilagođavanja koja pomažu VI da postane tačnija. Broj podataka za trening, odnosno veličina trening populacije, zavisi od tipa projekta. Bitno je da se za mašinsko učenje obezbede visokokvalitetni, dobro obeleženi podaci. VI mora imati kontekstualne smernice koje joj pomažu da pravilno uči i interpretira podatke, na primer da razlikuje zdravo od bolesnog tkiva, da razlikuje koren od stabla. Ako se VI trenira pomoću podataka nezadovoljavajućeg kvaliteta ili pogrešno označenih, na izlazu će se dobiti loše odluke, na šta ukazuje GIGO pravilo: smeće unutra, smeće napolje (= eng. garbage in garbage out). Takođe treba izbegavati preterivanje (ili prepunjavanje), a što se odnosi na slučaj kada se model mašinskog učenja tako blisko uskladi sa određenim skupom podataka da ga on pamti, a ne uči iz njega, usled čega VI često nije u stanju da pravilno protumačiti nove podatke.

**Validacija** je faza nakon inicijalnog treninga, u kojoj operater posmatra kako VI radi kada mu se da novi skup podataka. Ako se VI ponaša prema očekivanju onda nema potrebe za dodatnim treningom.

**Testiranje** je završna faza obuke u kojoj se procenjuje da li VI donosi tačne odluke na osnovu podataka koji ne sadrže nikakve oznake. Ukoliko je to slučaj, započinje se sa primenom VI u skladu sa namenom. Od dobrih modela VI očekuje se da budu robusni, odnosno prilagođeni za različite uslove i varijante. Na primer, robusan je model koji može prepoznati sorte pšenice na osnovu slike načinjene po sunčanom i po oblačnom vremenu.

Sprovođenje obuke vrši se uz pomoć računarstva u oblaku, grafičke procesorske jedinice (GPU) i lokalnih klastera GPU.

**Računarstvo u oblaku** (= eng. Cloud Computing) je koncept da se informatičke usluge isporučuju korisnicima putem interneta. Suština uvođenja oblaka je da korisnik ne mora da čuva na svom personalnom računaru (PC) složene softvere i baze podataka koje zahtevaju puno memorije i da ne mora da stalno nabavlja najsavremenije hardvere. Dovoljno je da ima pametni telefon, tablet ili najjeftiniji PC sa web pretraživač kako bi pristupio Internetu, a dalje se svo opterećenje prenosi na oblak. Usluge su merljive i plaćaju se provajderu, slično kao račun za struju ili gas. Servisi koji rade na principu oblaka su Gmail, Yahoo, Google, Amazon itd.

**Grafičke procesorske jedinice** (GPU) imaju osnovnu ulogu u obradi grafike posebno pri igranju igrica na PC, ali su razvijene njihove nove mogućnosti u mašinskom učenju, VI i drugim sadržajima. Savremene

GPU imaju izuzetne računarske sposobnosti, one mogu da isporuče neverovatno grafičko ubrzanje u operacijama kao što je prepoznavanje slika i praćenje zraka. Lider u tehnologiji za obradu grafike je Intel.

### ***VI u oplemenjivanju biljaka – mogućnosti i primena***

Vasiljević et al. (2018) su vršili karakterizaciju i evaluaciju uzoraka 46 genotipova crvene deteline. Na osnovu podataka o fenotipskim vrednostima ove germplazme moguće je razviti model VI za prepoznavanje svake od ispitivanih populacija. Sličan pristup može se primeniti i za druge poljoprivredne biljake koje su fenotipirane u istraživanjima sprovedenim u agroekološkim uslovima Srbije, na primer za pšenicu (Luković et al., 2020), kukuruz (Popović et al., 2020), suncokret (Jocković et al., 2019), itd. Onoliko koliko je oplemenjivač sposoban da prepozna određenu sortu u kolekciji sorti, toliko je sposobna i VI ako je trenirana odgovarajućim podacima. Primenom VI bi se uštedelo vreme i ogroman rad koji se ulaže za fenotipizaciju i selekciju eksperimentalnog selekcionog materijala. Kod pšenice, VI se može obučiti da na osnovu fotografija određuje dužinu klasa, broj klasića u klasu i broj zrna u klasu. Kod kukuruza bi se VI mogla koristiti za sledeće komponente rodnosti: dužinu klipa, broj redova zrna, broj zrna u redu, broj zrna u klipu, oblik zrna i slično. Na osnovu fotografija iz vazduha mogla bi se primenom VI odrediti tolerantnost svake eksperimentalne linije ili F<sub>1</sub> hibrida na sušu ili proceniti njihov prinos. U više-sredinskim ogledima VI može analizirati interakciju G×E i izvršiti procena stabilnosti i adaptabilnosti sorti. Radinović et al. (2017) su obavili molekularnu karakterizaciju 46 populacija crvene deteline koje su prethodno fenotipizirane. Primenom VI moguće je povezati molekularni profil svakog genotipa sa njegovim fenotipskim vrednostima i odrediti da li postoji doprinos individualnih markera ovim vrednostima. Perić et al. (2021) su procenjivali heterozis i kombinacione sposobnosti kod kukuruza na osnovu genetičke distance između roditelja. VI može preporučiti roditelje za ukrštanja u cilju dobijanja prinosa potomstava na osnovu genotipa, transkriptoma, metabolitoma i fenotipa roditelja.

U brojnim oplemenjivačkim programima i zadacima, širom sveta, već se primenjuje VI. Ioosefzadeh-Najafabadi et al. (2021) su primenili algoritam mašinskog učenja za predviđanje prinosa soje na osnovu hiperspektralne refleksije. Naik et al., (2017) su pomoću dubokog mašinskog učenja automatizovali proces identifikacije, klasifikacije i

kvantifikacije stresa u biljkama. Konstruisali su veoma tačan model koji ne samo da može da pruži performanse na nivou obučenog patologa, već može i da objasni koji vizuelni simptomi se koriste za predviđanje. Zhang et al. (2017) su koristili mašinsko učenje za proučavanje asocijativnog mapiranja i genomske predviđanje. Postoji na stotine naučnih radova o primeni VI u oplemenjivanju poljoprivrednih biljaka.

## **Zaključak**

**O perspektivi i izazovima VI** - Pred naučnom zajednicom i čovečanstvom nalaze se nesagledive mogućnosti VI, ali i brojni izazovi koji nas očekuju u narednom periodu. Teorijski, VI može biti uspešnija od oplemenjivača. VI obavlja proračune sa ogromnim brojem podataka velikom brzinom, ne iziskuje nadoknadu za svoju aktivnost i daje objektivnu i vrlo preciznu procenu ili rezultat. Za očekivati je da će VI koja se primenjuje u oplemenjivanju biljaka biti povezana sa VI u svim drugim oblastima ljudskih delatnosti. Možda jednom VI ne bude samo pomoćni alat oplemenjivačima, nego postane mehanizam koji određuje šta oplemenjivači treba da rade. Neophodno je nastaviti rad na razvoju primene VI, jer nauku je nemoguće zaustaviti, ali je neophodno da se unapređenju potencijala VI pristupa vrlo pažljivo.

## **Zahvalnica**

Ovaj rad je deo projekta Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R Srbije.

## **Literatura**

- Elshire, R.J., Glaubitz, J.C., Sun, Q., Poland, J.A., Kawamoto, K., Buckler, E.S., Mitchell, S.E. (2011). A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. *PLoS ONE*, 6: e19379.
- Jockovic, M., Jovic, S., Prodanovic, S., Cvejic, S., Jockovic, J., Radanovic, A., Jockovic, B. (2019). Genetic Advance and Regression Analysis in Sunflower. *Genetika-Belgrade*, 51(3): 1075-1087.

- 
- Lukovic, K., Prodanovic, S., Perisic, V., Milovanovic, M, Rajicic, V., Zecevic, 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.
- Naik, H.S., Zhang, J., Lofquist, A., Assefa, T., Sarkar, S., Ackerman, D., Singh, A., Singh, A.K., Ganapathysubramanian, B., (2017). A real-time phenotyping framework using machine learning for plant stress severity rating in soybean. *Plant methods*, 13(1): 1-12.
- Peric, S., Stevanovic, M., Prodanovic, S., Mladenovic-Drinic, S., Grcic, N., Kandic, V., Pavlov, J. (2021). Genetic Distance of Maize Inbreds for Prediction of Heterosis and Combining Ability. *Genetika-Belgrade*, 53(3): 1219-1228.
- Popovic, A., Kravic, N., Babic, M., Prodanovic, S., Secanski, M., Babic, V. (2020). Breeding potential of maize landraces evaluated by their testcross performance. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107(2): 153-160.
- Radinovic, I., Vasiljevic, S., Brankovic, G., Ahsyee, R., Momirovic, U., Perovic, D., Surlan-Momirovic, G. (2017). Molecular characterization of red clover genotypes utilizing microsatellite markers. *Chilean J. Agric. Res.*, 77(1): 41-47.
- Vasiljević, S., Radinović, I., Zorić, M., Branković, G., Milošević, B., Živanović, T., Prodanović, S. (2018). Fenotipska varijabilnost crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) korišćenjem morfoloških markera. Zbornik apstrakata, 6. Simpozijum Sekcije za oplemenjivanje organizama Društva genetičara Srbije i 9. Simpozijum Društva selekcionera i semenara Republike Srbije, Vrnjačka Banja, 7-11.05.2018., 2018, 17-18. Izdavač: Društvo genetičara Srbije, Beograd i Društvo selekcionera i semenara Republike Srbije, Beograd. ISBN: 978-86-87109-14-8.
- Yoosefzadeh-Najafabadi, M., Earl, H. J., Tulpan, D., Sulik, J., & Eskandari, M. (2021). Application of machine learning algorithms in plant breeding: predicting yield from hyperspectral reflectance in soybean. *Frontiers in plant science*, 11, 624273.
- Zhang, J., Naik, H.S., Assefa, T., Sarkar, S., Reddy, R.V.C., Singh A., Ganapathysubramanian B., Singh A.K. (2017). Computer vision and machine learning for robust phenotyping in genome-wide studies. *Sci Rep* 7, art. no. 44048.

## **OPLEMENJIVANJE VIŠEGODIŠNJIH TRAVA U SRBIJI**

### **BREEDING OF PERENNIAL RYEGRASS IN SERBIA**

Snežana Babić, Dejan Sokolović, Jasmina Radović, Snežana Anđelković,  
Mirjana Petrović, Goran Jevtić, Mladen Prijović

*Institut za krmno bilje Kruševac, 37251 Globoder*

*Autor za korespondenciju: snezana.babic@ikbks.com*

#### **Izvod**

Višegodišnje trave kao baza održivog stočarstva i industrije stočne hrane, predstavljaju osnovnu hranu preživara u oblastima umerenog klimata. Kao komponente prirodnih i sejanih travnjaka koriste se putem ispaše, kosidbe, senaže i silaže. Najvažnije vrste za stočnu hranu su: ježevica, engleski ljulj, livadski vijuk, visoki vijuk, mačji rep, italijanski ljulj, francuski ljulj, crveni vijuk i bezosni vlasen. Genotip, odnosno sorta u prinosu višegodišnjih trava učestvuje i više od 50%. Najbitniji preduslov uspešnog oplemenjivanja je visok stepen genetičke varijabilnosti u početnom oplemenjivačkom materijalu. Osnovne osobine na koje se vrši selekcija su prinos i kvalitet suve materije, vreme stasavanja, perzistentnost i tolerancija na sušu i prinos semena. Najčešće korišćena metoda oplemenjivanja je fenotipska rekurentna selekcija, modifikovana u cilju skraćanja ciklusa selekcije i redukcije nepoželjnih ukrštanja, praćena polikros metodom ukrštanja i formiranjem sintetičke sorte. Dugogodišnjim oplemenjivačkim radom u Institutu za krmno bilje Kruševac je stvorena 21 krmna i 1 parkovska sorta višegodišnjih trava.

**Ključne reči:** višegodišnje trave, oplemenjivanje, kriterijumi, metode, sorte.

---

## Abstract

Perennial grasses, as the basis of sustainable animal husbandry and the animal feed industry, represent the main food of ruminants in areas with a moderate climate. As components of natural and sown grasslands, they are used as pasture, cutting, haylage and silage. The most important species for livestock feed are cocksfoot, perennial ryegrass, meadow fescue, tall fescue, timothy, italian ryegrass, tall oatgrass, red fescue and smooth brome grass. Genotype, cultivars, contributes more than 50% to the yield of perennial grasses. The most important prerequisite for successful breeding is the high level of genetic variability in the initial breeding material. The basic traits which are the focus selection are dry matter yield and quality, heading time, persistence and drought tolerance, and seed yield. The most commonly used breeding method is phenotypic recurrent selection, modified to shorten the selection cycle and reduce undesirable crossings, followed by the polycross method and the creation of a synthetic cultivar. Through long-term breeding work at the Institute for Forage Crops Kruševac, 21 forage and 1 park cultivar of perennial grasses were created.

**Key words:** perennial grasses, breeding, criteria, methods, cultivars.

## Uvod

Višegodišnje trave predstavljaju kompleksnu i raznovrsnu grupu monokotiledonih biljaka za koje je zajedničko da pripadaju subfamiliji *Pooideae*, familiji *Poaceae*. U ovu grupu biljaka su svrstane vrste koje žive širom planete na različitim geografskim širinama i u različitim klimatima, ali je u našim uslovima akcenat stavljen na višegodišnje travne vrste hladne sezone koje su prilagođene smeni godišnjih doba, zimskim klimatskim uslovima i niskim temperaturama.

Široka prilagodljivost različitim agroekološkim uslovima uspevanja bitno uvećava agronomski značaj višegodišnjih trava, posebno na prirodnim ili sejanim travnjacima na većim nadmorskim visinama i geografskim širinama gde se druge poljoprivredne kulture ne mogu gajiti.

Bez obzira na veliku brojnost ove grupe biljaka, mali broj vrsta se koristi za proizvodnju krme i formiranje ukrasnih travnjaka. One čine osnovnu hranu preživara u oblastima umerenog klimata kao komponente

prirodnih i sejanih pašnjaka (Stošić et al., 2005) i livada (Lazarević et al., 2001), koje se mogu koristiti putem kosidbe u obliku sena (Stošić and Radojević, 1980), senaže ili silaže (Dinić et al., 2003). Gajenjem višegodišnjih trava postižu se niske cene kabaste stočne hrane, znatno niže od koncentrovanih hraniva. Najbitnije vrste za stočnu hranu su: ježevica (*Dactylis glomerata* L.), engleski ljulj (*Lolium perenne* L.), livadski vijuk (*Festuca pratensis* Huds.), visoki vijuk (*Festuca arundinacea* Schreb.), mačji rep (*Phleum pratense* L.), italijanski ljulj (*Lolium multiflorum* Lam.), francuski ljulj (*Arrhenatherum elatius* (L., P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl.)), crveni vijuk (*Festuca rubra* L.), lisičji rep (*Alopecurus pratensis* L.) i bezosni vlasen (*Bromus inermis* Leyss).

Višegodišnje trave imaju vrlo bitnu ulogu u zaštiti zemljišta od erozije, dok se pojedine vrste (engleski ljulj, crveni vijuk, visoki vijuk, prava livadarka i rosulje) koriste kao glavne parkovske vrste umerenog klimata.

Višegodišnje trave se odlikuju odličnom produkcijom zelene mase, odnosno suve materije koja može biti visokog kvaliteta, ako se usev kosi u početku klasanja. Za krmu se vrlo retko seju pojedinačno, već se obično seju u smešama sa leguminozama i drugim travama. Sadrže visok procenat šećera zbog čega su pogodne za siliranje. Omogućavaju siliranje združenih useva sa leguminozama.

Oplemenjivanje višegodišnjih trava otpočelo je krajem 19. veka u Velikoj Britaniji i SAD i od tada se razvija konstantno i ubrzano. Za oplemenjivanje višegodišnjih trava u Evropi posebno je bitno formiranje Welsh Plant Breeding Station u Aberystwyth-u 1919. godine.

Uspeh selekcije i oplemenjivanja zavise od genetičke varijabilnosti prisutne u početnom oplemenjivačkom materijalu. Proučavanje početnog materijala, radi utvrđivanja varijabilnosti i osnovnih karakteristika, je prvi i osnovni korak u selekciji (Sokolović et al., 2011; Sokolović et al., 2016; Babić et al., 2016; Sokolovic et al., 2019). Pored autohtonih, prirodnih populacija, postojanje varijabilnosti se na početku oplemenjivačkog procesa proučava i na materijalu koji je ranije prošao određenu selekciju (sorte i oplemenjivačke populacije) (Babić et al., 2017; Babić et al., 2018).

Obzirom da je gencentar porekla višegodišnjih trava Mediteran ili Bliski istok, u Srbiji u spontanoj flori žive skoro sve najbitnije krmne vrste. Široko dostupna genetička varijabilnost oplemenjivačkog materijala, odnosno bogatstvo različitih genotipova obezbeđuje glavni preduslov za uspešno oplemenjivanje, tako da su glavne komponente

domaćih oplemenjivačkih procesa uz proverene strane materijale i domaće populacije višegodišnjih trava prikupljene sa brojnih lokaliteta širom Srbije koje se odlikuju različitim pozitivnim karakteristikama.

### ***Najvažniji kriterijumi oplemenjivanja višegodišnjih trava***

Oplemenjivanje i selekcija višegodišnjih trava su dugotrajni i u neku ruku neprekidni procesi. Ova činjenica rezultuje postojanjem konstantne težnje oplemenjivača za unapređenjem već postojećih i kreiranjem novih sorti sa poboljšanim osobinama. Takođe, stalno se menjaju zahtevi tržišta, odnosno krajnjih korisnika, pa potreba za unapređenim sortama postaje još veća.

Najbitniji i najzastupljeniji kriterijumi na koje se vrši oplemenjivanje u našim uslovima a koji se mogu primeniti na sve višegodišnje trave su: prinos suve materije i komponente prinosa, vreme stasavanja, kvalitet suve materije, poljska perzistencija, produkcija semena ali i povećana tolerantnost na stresne uslove sredine, što se pre svega odnosi na sve prisutnije sušne uslove sredine, kao i na najvažnije bolesti.

Najvažniji i najčešće primenjivani kriterijum pri oplemenjivanju višegodišnjih trava za krmu je prinos suve materije. Ova agronomski najbitnija osobina svake sorte predstavlja donju granicu svakog oplemenjivačkog programa, odnosno "bottom line" ispod koje se pri oplemenjivanju ne može ići. To znači da se prilikom oplemenjivanja, odnosno unapređenja bilo koje osobine, mora u isto vreme zadržati ili unaprediti i prinos suve materije. Veoma je mali broj istraživanja koja se odnose na povećanje prinosa *per se* (Burton, 1982; Ceccarellii et al., 1980), već se većina oplemenjivačkih modela oslanja na oplemenjivanje različitih osobina koje utiču na viši prinos (različite tolerantnosti, perzistentnost, regeneracija i vigor biljaka). Imajući u vidu činjenicu da se za proizvodnju krme višegodišnje trave vrlo retko seju pojedinačno, već u smešama sa leguminozama i drugim travama, zbog upotpunjavanja vegetacionog prostora i ekonomičnosti eksploatacije, neophodno je selekcionisati materijal povećane kompatibilnosti sa leguminozama i kompetitivnosti sa drugim travama.

Vreme stasavanja je vrlo bitna osobina višegodišnjih trava a odnosi se na vreme klasanja, odnosno metličanja ili vreme cvetanja proučavanog materijala. Iako je poligenog karaktera, vreme stasavanja se može veoma uspešno modifikovati oplemenjivanjem, jer se radi o visoko heritabilnoj osobini. Formiranjem palete sorti različitog stasavanja najbitnijih vrsta



višegodišnjih trava (Babić et al., 2017a) stvara se mogućnost kreiranja detelinsko travnih smeša različitog načina, vremena i trajanja iskorišćavanja.

Kvalitet suve materije, odnosno njen hemijski sastav takođe predstavlja nezaobilazan kriterijum prisutan u svakom programu oplemenjivanja krmnih sorti višegodišnjih trava (Sokolović et al., 2009; Babić et al., 2012; Sokolović et al., 2013; Babić et al., 2021).

Prinos semena višegodišnjih trava kao kriterijum za oplemenjivanje je izuzetno bitan, jer nakon dugotrajne i složene selekcije koja na kraju rezultira priznavanjem nove sorte, predstoji još dug put do široke primene te sorte u proizvodnji. Sorta se mora odlikovati dobrim prinosom semena. Vrlo često je ova osobina u negativnoj korelaciji sa drugim važnim osobinama na koje se vrši selekcija. Oplemenjivanje ove osobine se vrši *per se*, ili preko brojnih komponenti prinosa semena kao što su broj generativnih izdanaka, dužina klasa odnosno metlice, broj klasića, odnosno bočnih grana metlice, masa hiljadu zrna, kvalitet semena (Lakić et al., 2013; Babić et al., 2012a; Sokolović et al., 2019).

S obzirom da se proizvodnja krme u našim uslovima uglavnom odvija u suvom ratarenju, nedostatak vlage u zemljištu predstavlja vrlo bitan ograničavajući faktor za uspešnu proizvodnju. U Srbiji se zadnjih godina sve češće javljaju sušni periodi i postaju sve izraženiji problem koji se može ublažiti oplemenjivanjem genotipova tolerantnih na sušne uslove (Sokolović et al., 2011a). Strani selekcionisani materijali najviše prisutni na našem tržištu (zapadno evropski) su obično prilagođeni humidnijim uslovima gajenja, tako da se usevi ovih sorti vremenom proređuju i umanjuju prinos krme. Tu na značaju dobijaju domaći genotipovi višegodišnjih trava prilagođeni lokalnim agroekološkim uslovima jer su pretežno selekcionisani od autohtonih populacija.

### ***Metode oplemenjivanja višegodišnjih trava***

Ne postoji jedinstvena metoda oplemenjivanja za sve višegodišnje trave, ali su fenotipska masovna ili rekurentna selekcija najčešće primenjivane metode oplemenjivanja višegodišnjih trava. Fenotipskom rekurentnom selekcijom postiže se brzo povećanje frekvencije poželjnih gena uz održavanje genetičke varijabilnosti i minimiziranje inbridinga unutar populacija.

Eliminisanjem polena nepoželjnih genotipova, kontrolom oplodnje i klonskim razmnožavanjem, moguće je skratiti ciklus oplemenjivanja i

ubrzati sam proces rekurentne selekcije. Na fenotipsku rekurentnu selekciju, kao osnovu u oplemenjivanju ove grupe biljaka, nadograđuju se savremene metode oplemenjivanja (molekularni markeri, kultura tkiva).

Konvencionalno oplemenjivanje krmnih trava najčešće je bazirano na dobijanju sintetičkih sorti i populacija (Sokolović et al., 2007; Sokolović et al., 2019a). Sintetičke sorte se dobijaju međusobnim ukrštanjem odabranih roditelja u svim mogućim kombinacijama, da bi se proizvelo oplemenjivačko seme (prva sintetička generacija, S1). Ono se postepeno umnožava do dovoljne količine sertifikovanog semena (S3 ili S4) u izolaciji. Majčinske biljke (roditelji) se odabiraju zbog na osnovu potencijalno visokih kombinacionih sposobnosti za agronomski važne karakteristike koje se mogu potvrditi polikros testom.

Proces oplemenjivanja višegodišnjih trava najčešće počinje proučavanjem bazične populacije od 2000 do 5000 genotipova, od kojih se bira približno 200 genotipova svrstanih u jednu ili više grupa, u zavisnosti od vremena stasavanja. Odabrani genotipovi se ukrštaju u polikrosu unutar grupa. Nakon *half sib* analiza odabiraju se superiorne majčinske biljke, ponovo ukrštaju u polikrosu dajući sintetik 1 sastavljen od 5 do 10 roditeljskih komponenti koji prolazi jedan ciklus umnožavanja semena.

Heterozis se kod krmnih trava proučava, kao i kod ostalih kultura, dosta dugo, ali su rezultati i primena u praksi ograničeni sistemom oplodnje i nemogućnošću dobijanja dovoljne količine semena hibridne generacije. Već nakon jednog ciklusa umnožavanja semena nove hibridne sorte, heterotični efekat se smanjuje za 50%. Iz tih razloga do sada nema komercijalnih hibrida višegodišnjih trava. Postoji mogućnost proizvodnje "polu-hibrida" (semihibrida), koji nastaju ukrštanjem odabranih populacija, prethodno umnoženih, da bi se u F<sub>1</sub> generaciji dobilo dovoljno semena za komercijalnu upotrebu.

Jedan od bitnih metoda selekcije za formiranje potpuno nove germplazme je proizvodnja poliploidnih sorti koje se odlikuju poboljšanim karakteristikama u odnosu na diploide. Ovo se može postići dupliranjem broja hromozoma u vegetativnim izdancima dejstvom vodenog rastvora kolhicina. Ovako dobijeni poliploidi imaju veću produkciju zelene i suve materije, broj izdanaka i broj procvetalih izdanaka od diploida od kojih potiču.

Takođe, hibridizacija različitih vrsta istog roda (*interspecies*) ili čak i različitih rodova (*intergeneric*) postaje zanimljiv metod za dobijanje

hibrida poboljšanih i kombinovanih karakteristika. Ovakav vid ukrštanja među biljnim vrstama prisutan je u prirodi, naročito među travama, a istraživanja su bazirana na proučavanju *Lolium-Festuca* kompleksa (Sokolović et al., 2016a; Babić et al., 2022).

Primena molekularnih tehnika omogućava korišćenje sofisticiranijih metoda u proučavanju varijabilnosti, dijagnostici i kategorizaciji oplemenjivačkog materijala. Osim toga, primena metoda molekularnih markera je veoma značajna i u drugim oblastima selekcije, kao što je identifikacija individualnih gena koji u određenoj meri utiču na kvantitativne osobine. Mapiranjem lokusa kvantitativnih osobina (QTL) mogu se dobiti podaci o broju genskih lokusa koji utiču na pojedine osobine, lociranosti lokusa na hromozomima, jačini uticaja pojedinih lokusa na ispoljavanje osobine, plejotropnom i epistatičkom efektu i variranju ekspresije gena u različitim sredinama. Takođe, značajna je mogućnost utvrđivanja genetičke sličnosti odnosno distance metodom analize izozimskog sastava, čime se mogu predvideti najbolji genotipovi i populacije za ukrštanje. Molekularne metode postaju sve značajnije i u zaštiti sorti i linija.

### **Dosadašnji rezultati oplemenjivanja višegodišnjih trava u Srbiji**

Oplemenjivanje višegodišnjih trava se u Srbiji obavlja od 1961. godine kada je formiran Zavod za krmno bilje u Kruševcu, specijalizovana naučno-stručna ustanova za oplemenjivanje i proučavanje iskorišćavanja krmnog bilja, u čijem delokrugu rada su se našle i višegodišnje trave kao bitne komponente stočne hrane. Trenutno je Institut za krmno bilje, kao pravni naslednik Zavoda za krmno bilje, sa 60-togodišnjim iskustvom u ovoj naučnoj oblasti jedina naučna institucija u zemlji koja se bavi oplemenjivanjem višegodišnjih trava u Srbiji. Kao rezultat tog rada priznate su 22 sorte višegodišnjih trava i to 21 krmna i 1 parkovska sorta.

Sve domaće sorte višegodišnjih trava za proizvodnju stočne hrane se odlikuju visokim genetičkim potencijalom produkcije biomase dobrog kvaliteta, ali i brojnim specifičnim osobinama kao što su različito vreme stasavanja, pojačana perzistencija i tolerantnost na stresne uslove sredine, prvenstveno na sušu.

Tabela 1. Sorte višegodišnjih trava stvorene u Institutu za krmno bilje

Vrsta	Latinski naziv	Sorta	Godina priznavanja
Ježevica	<i>Dactylis glomerata</i>	K – 6	1976
		K – 7	1976
		K – rana	1992
		K – 40	2001
		K – 24	2011
		K – 25	2012
Engleski ljulj	<i>Lolium perenne</i>	K – 11	2006
Italijanski ljulj	<i>Lolium multiflorum</i>	K - 13	1979
		K – 29 t	1994
		K - 29	2015
Francuski ljulj	<i>Arrhenatherum elatius</i>	K - 12	1979
		K - 16	2007
Livadski vijuk	<i>Festuca pratensis</i>	K - 21	1986
		K – 49	2021
Visoki vijuk	<i>Festuca arundinacea</i>	K – 19	1982
		K – 20	1982
Crveni vijuk	<i>Festuca rubra</i>	K – 14	1979
		K – park	1989
Mačji rep	<i>Phleum pratense</i>	K – 15	1979
		K – 41	2002
Lisičji rep	<i>Alopecurus pratensis</i>	K – 48	2020
Bezosi vlasen	<i>Bromus inermis</i>	K - 46	2017

### Zahvalnica

Istraživanja su finansirana od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, broj ugovora 451-03-47/2023-01/ 200217.

---

**Literatura**

- Babić, S., Sokolović, D., Šurlan Momirović, G., Dinić, B., Andjelković, S., Marković, J. (2012). Variability of herbage quality of meadow fescue populations and cultivars. Proceedings of the 24<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, 3-7 June, Lublin, Poland. In: Golinski P. et al (eds.). Grassland Science in Europe, 17: 332-334.
- Babić, S., Sokolović, D., Lugić, Z., Rakonjac, V., Anđelković, S. (2012a). Varijabilnost komponenti prinosa semena livadskog vijuka. Zbornik radova XVII Savetovanja o biotehnologiji, 17. (19), 6-7. april, Čačak, 151-155.
- Babić, S., Sokolović, D., Radović, J., Lugić, Z., Andjelković, S., Vasić, T., Simić, A. (2016). Variability of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) autochthonous populations collected in Serbia. Proceedings of VII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2016" Jahorina, October 06 - 09, 406-412.
- Babić, S., Sokolović, D., Radović, J., Lugić, Z., Jevtić, G., Andjelković, S., Vasić, T. (2017). Diversity of tall fescue (*Festuca arundinacea* Scherb.) autochthonous populations and cultivars. Book of proceedings VIII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2017", 05-08 October, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 612-617.
- Babić, S., Sokolović, D., Radović, J., Lugić, Z., Anđelković, S., Vasić, T., Petrović, M. (2017a). Oplemenjivanje sorti ježevice različitog vremena stasavanja. Selekcija i semonarstvo, 23(1): 1-9.
- Babić, S., Sokolović, D., Radović, J., Anđelković, S., Lugić, Z., Vasić, T., Simić, A. (2018). Analysis of variability of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) populations and cultivars. Proceedings of IX International Agricultural Symposium "Agrosym 2018", Jahorina, October 4-7, 419-424.
- Babić, S., Sokolović, D., Andjelković, S., Petrović, M., Marković, J., Prijović, M., Lazarević, Đ. (2021). Productivity and forage quality of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) collection. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 24 (1): 110–125.
- Babić, S., Sokolović, D., Kopecky, D., Ghesquière, M., Andjelković, S., Petrović, M., Prijović, M. (2022). Persistency and productivity of *Festulolium* cultivars in agroecological conditions of Serbia. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 25(3): 74–88.
- Burton, G.W. (1982). Improved recurrent restricted phenotypic selection increases bahiagrass forage yields. Crop Sci., 22: 1058-1061.
- Ceccarelli, S., Falcinelli, M., Damiani, F. (1980). Selection for dry matter yield in *Lolium perenne* L. I Direct response to selection. Can. J. Plant Sci., 60: 491-500.

- 
- Dinić, B., Lazarević, D., Ignjatović, S., Đordjević, N. (2003). The influence of development phase and dry matter level on quality and nutritive value of orchardgrass silage. Proceeding of 11th International Scientific Symposium "Forage Conservation", 9-11. 09., Nitra, Slovak Republic, 130-131.
- Lakić, Ž., Sokolović, D., Babić, S., Vojin, S., Ikanović, J., Valjović, T., Balalić, I. (2013). Genetic variability of seed yield and seed yield components of autochthonous *Lolium perenne* L. populations. Genetika, 45(2): 553-563.
- Lazarević, D., Stošić, M., Dinić, B. (2001). Produktivnost sejanog travnjaka u različitim sistemima iskorišćavanja. Arhiv za poljoprivredne nauke. 63(220): 251-259.
- Sokolović, D., Lugić, Z., Radović, J., Tomić, Z., Babić, S., Vučković, M. (2007). Agronomska svojstva nove sorte engleskog ljujla Kruševački-11 (K-11). Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 44(I): 169-175.
- Sokolović, D., Babić, S., Marković, J., Radović, J., Živković, B., Simić, A. (2009). Dry matter production and nutritive value of perennial ryegrass cultivars collection. Proceedings of the 28<sup>th</sup> Meeting of the Fodder Crops and Amenity Grasses Section of Eucarpia, 11-14 May, La Rochelle, France. In: C. Huyghe (ed.) Sustainable Use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding, Springer, Ch 48: 341-346.
- Sokolović, D., Lugić, Z., Radović, J., Živanović, T., Babić, S., Simić, A., Maletić, R. (2011). Evaluation of morphological traits, dry matter yield and quality of *Lolium perenne* L. autochthonous populations from Serbia through multivariate analysis. Genetika, 43(1): 129-140.
- Sokolović, D., Babić, S., Radović, J., Milenković, J., Lugić, Z., Anđelković, S., Vasić, T. (2011a). Genetic variations of root characteristics and deep root production in perennial ryegrass cultivars contrasting in field persistency. Proceedings of the 29<sup>th</sup> Eucarpia fodder crops amenity grasses section, 4-8 September, Dublin, Ireland. In: S. Barth and D. Milbourne (eds.) Breeding Strategies for Sustainable Forage and Turf Grass Improvement, Springer, Ch 36: 275-281.
- Sokolović, D., Dinić, B., Babić, S., Radović, J., Lugić, Z., Tomić, Z., Jevtić, G. (2013). Forage quality, production and conservation on perennial grasses. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium 2-4 Oct, Belgrade, Serbia. In: Pavlovski Z. (ed) Modern Trends in Livestock Production, 364-381.
- Sokolović, D., Babić, S., Radović, J., Petrović, M., Jevtić, G., Lugić, Z., Simić, A. (2016). Evaluation of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) autochthonous Serbian germplasm in pre-breeding. Proceedings of the 31<sup>th</sup> Eucarpia fodder crops amenity grasses section, 13-17. 09. Ghent, Belgium. In: I. Roldán-Ruiz, J. Baert, D. Reheul, (eds.): Breeding in a World Scarcity, 89-97.
- Sokolović D., Humphreys M., Ghesquière M., Cernoch V., Baert J., Barth S., Østrem L., Zwierzykowski Z., Babić S., Simić A., Radović J., Lugić Z. (2016a): Summer persistency of different *Festulolium* hybrids in Serbian
-

- climate. In: Stočes, S., Kopecky D. (eds), Book of abstracts of VI Festulolium Eucarpia Working Group Workshop, 5-6 April, Olomouc, Češka Republika, 12.
- Sokolović, D., Babić, S., Radović, J., Lugić, Z., Simić, A., Zornić, V., Petrović, M. (2019). Study of forage and seed yield of tall oatgrass populations from Serbia. Proceedings of the Joint 20th Symposium of the European Grassland Federation and 33rd Meeting of the EUCARPIA Section Fodder Crops and Amenity Grasses, 24-27 June, Zurich, Switzerland, 412-414.
- Sokolović, D., Babić, S., Radović, J., Lugić, Z., Vymyslický, T., Knotová, D., Petrović, M. (2019a). Breeding and agronomic performance of new smooth brome grass cultivar Kruševački 46 (K-46). *Selekcija i semenarstvo*, 25(1): 15-22.
- Stošić, M., Radojević, D. (1980). Duration and suitability of grass-legume mixtures for age production in the mountain regions of Serbia. Proceedings 8th EGF general meeting, Zagreb, 93-101.
- Stošić, M., Lazarević, D., Dinić, B., Terzić, D., Simić, A. (2005). Natural grasslands as basic of livestock development in hilly-mountainous regions of central Serbia. 8th International Symposium "Modern Trends in Livestock Production". *Biotechnology in Animal Husbandry*. 21(1): 265-273.

---

**UTICAJ GENOTIPA I SREDINE NA KLIJAVOST SEMENA  
KUPUSA**

**INFLUENCE OF GENOTYPE AND ENVIRONMENT ON SEED  
GERMINATION IN CABBAGE**

Sladjan Adžić<sup>1</sup>, Veselinka Zečević<sup>1</sup>, Zdenka Girek<sup>1</sup>, Kamenko Bratković<sup>2</sup>,  
Sladana Savić<sup>1</sup>, Dejan Cvikić<sup>1</sup>, Nenad Đurić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Karađorđeva 71, Smederevska  
Palanka*

<sup>2</sup>*Centar za strna žita i razvoj sela, Save Kovačevića 31, Kragujevac*

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

**Izvod**

Uticao genotipa i sredine (sezona, roka setve, tretmana hormonom GA<sub>3</sub>) na klijavost semena kupusa kod tri roditeljska genotipa i tri njihova hibrida, selekcionisanih u dialelnom ukrštanju, ispitivana je u sezonama koje su bile: jedna ekstremno hladna, jedna veoma topla i jedna prosečna. Seme kupusa proizvedeno je tako što je iskorišćena mogućnost vernalizacije, tj. pojava cvetnog mehanizma tipičnog za uljanu repicu. Ogled je postavljen u rokovima setve pogodnim za proizvodnju uljane repice, a jedan od ciljeva bio je da se izbegne formiranje glavice iz razloga njene neotpornosti na niske temperature. Analizom varijanse potvrđena je statistička značajnost uticaja svih ispitivanih faktora na klijavost semena. Hibridi su pokazali izvesne vrednosti apsolutnog i relativnog heterozisa na osobinu klijavosti u odnosu na roditeljske genotipove. Analiza varijanse AMMI modela ukazala je na značajne razlike između genotipova i spoljne sredine: tretmana, rokova setve i godina kao i njihovih interakcija (genotip x spoljna sredina) na klijavost semena. U ukupnoj sumi kvadrata, 53,5% se odnosilo na efekat spoljne sredine, što je 6,14 puta više nego vrednost sume kvadrata genotipova.

**Cljučne reči:** Kupus, klijavost semena, vernalizacija, genotip, sredina, AMMI analiza



## Abstract

The influence of genotype and environment (season, sowing date, GA<sub>3</sub> hormone treatment) on the germination of cabbage seeds in three parents and three F1 hybrids selected in a diallel cross was examined in seasons that were: one extremely cold, one very warm and one average. Cabbage seeds produced by utilizing the possibility of vernalization, i.e. the appearance of a flower mechanism typical of oilseed rape. The experiment was set up in the sowing dates typical for the production of oilseed rape, and one of the goals was to avoid the formation of the head due to its lack of resistance to low temperatures. Analysis of variance confirmed the statistical significance of the influence of all factors on seed germination. The hybrids showed certain values of absolute and relative heterosis for the germination trait in relation to the parental genotypes. Analysis of the variance of the AMMI model shows significant differences between genotypes and external environment: treatments, sowing dates and years, as well as their interactions (genotype x external environment) on seed germination. 53.5% of the sum of squares was related to the effect of the external environment, which is 6.14 times more than the value of the sum of squares of the genotypes.

**Key words:** Cabbage, seed germination, vernalization, genotype, environment, AMMI analysis

## Uvod

Kupus glavičar (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) je jedna od ekonomski najznačajnijih povrtarskih vrsta u svetu i kod nas. U svetu se gaji na oko 2,4 miliona hektara. Najveći proizvođači kupusa na svetu su Kina koja proizvodi kupus na oko milion hektara, Indija 400.000 ha. U Srbiji se kupus gaji na površini oko 20.000 ha. Ukupna proizvodnja u svetu se kreće između 75 i 90 miliona tona (FAO, 2017).

Klijavost semena i njegova životna sposobnost uslovljene su mnogim biotičkim i abiotičkim faktorima. Predstavlja kompleksno svojstvo, koje je uslovljeno različitim metaboličkim, hormonalnim, genetičkim faktorima i uticajima spoljašnje sredine (Boter et al., 2019). Može se posmatrati kao klijavost koja se određuje u laboratoriji pod propisanim uslovima temperature, vlage, svetlosti i vremena i kao klijavost u

spoljašnjim uslovima, u zemljištu. Klijanje je najznačajnija osobina semena i presudna je za stabilno zasnivanje useva. Takođe je klijavost semena važna i za ujednačenost nicanja, odražava se i na prinos i kvalitet budućeg useva. Klijanje semena u agroekološkim uslovima objašnjeno je kroz proučavanje mehanizama različitih endogenih fizioloških procesa i hormonskog stanja tokom faza razvoja semena – klijanja i ranog razvoja primarnog korena i stabla, razvoja kotiledonih listova do pojave prvih stalnih listova (Basnet et al., 2015; Finch-Savage and Bassel, 2016).

Biljni hormoni, posebno giberelinska kiselina ( $GA_3$ ) ima važnu ulogu u procesu vernalizacije i cvetanja (Aryal and Ming 2014). Poznato je da egzogeni tretman giberelinskom kiselinom može kompenzovati uslove dugog dana i niske temperature izazivajući pojavu cvetova (Pearce and Dubcovsky, 2013; Hu et al., 2016). Kod *Arabidopsis thaliana* tretman giberelinom pokazao je dvojako dejstvo, izazvao je prekid vegetativnog stadijuma biljke ali je inhibirao pojavu cvetova (Yamaguchi et al., 2014). Utvrđeno je da  $GA$  stimuliše klijanje semena i da je apsolutno neophodna za klijanje kod nekih biljnih vrsta kao što su *Arabidopsis thaliana* i paradajz (Ge and Steber, 2018). Zhen et al. (2010) su ustanovili da egzogeni uticaj giberelinske kiseline može značajno povećati klijavost u uslovima abiotičkog stresa. Egzogeni uticaj tretmana  $GA_3$  pri većim koncentracijama (300 i 400 ppm) može da poremeti endogenu sintezu istog, što će poremetiti odnos  $GA_3/ABA$  koji negativno utiče na klijavost (Baydar et al., 2002).

Varijacije u temperaturi su jedan od glavnih faktora koji pokreću fenologiju biljaka, a vernalizacija je fiziološki proces koji se pokreće prolaznim izlaganjem niskim pozitivnim temperaturama (Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006., Kim et al., 2009). Sezonske promene temperature takođe podstiču mnoge razvojne procese, među ostalima i cvetanje, nalivanje semena i klijanje. Međutim, pojava temperaturnog stresa ograničava produktivnost mnogih važnih useva, odražava se na prinose, zdravstvenu ispravnost i klijavost semena (Rodríguez et al., 2015).

U ovom radu, analizirana je klijavost semena divergentnih genotipova kupusa, postavljenih u različitim fenofazama rozete, u prosečnim i optimalnim temperaturnim uslovima, kao i u uslovima temperaturnog stresa *in vivo*. Takođe je analiziran uticaj egzogenog tretmana  $GA_3$  hormona, tokom procesa prezimljavanja biljaka, na klijavost semena u optimalnim uslovima i u uslovima temperaturnog stresa.

## Materijal i metode rada

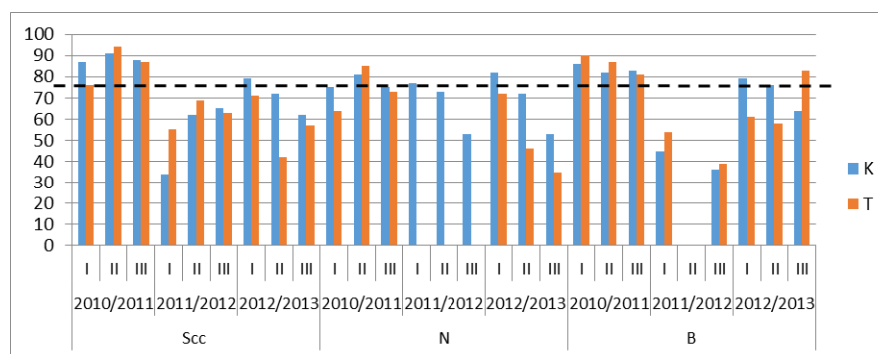
U cilju istraživanja, odabrana su tri roditeljska genotipa divergentna po dužini vegetacionog perioda i geografskom poreklu. *Scs* genotip, srednje kasni, dužine vegetacionog perioda 120 dana od setve, geografskog porekla SGŠ: 44.4886038°, IGD: 21.0857171°. *B* genotip, srednje kasni, dužine vegetacionog perioda 135 dana od setve, geografskog porekla SGŠ: 44.774885°, IGD: 19.255086°. *N* genotip, srednje rani, dužine vegetacionog perioda 90 dana od setve, geografskog porekla SGŠ: 56.040868, IGD: 37.304445. U dialelu su selekcinisana 3 F1 hibira: *Scs* x *B*; *Scs* x *N*; *B* x *N*.

Trogodišnji ogled sa ukupno 6 genotipova (3 roditeljska i tri F1 hibrida) je postavljen u tri roka setve: prvi – 15. avgust, drugi – 1. septembar i treći – 15. septembar, u kontroli i sa tretmanom GA<sub>3</sub>. Tri temperaturno različite sezone: prva sezona – 2010-2011 prosečna po temperaturi vazduha u periodu zime, suma srednjih dnevnih temperatura 4049,5°C; druga – 2011-2012, u kojoj se dogodio temperaturni stres tokom februara, koji je bio karakterističan po kontinuiranom trajanju temperatura nižim od -20°C, a suma srednjih dnevnih temperatura iznosila je 4274,6°C; treća – 2012-2013, sa temperaturama u januaru iznad standardne normale, kada je suma srednjih dnevnih temperatura iznosila 4363,8°C. Tretman GA<sub>3</sub> vršen je dva puta tokom perioda prezimljavanja, u koncentraciji 300 ppm-a (Mobin et al., 2007). Ogled je izveden od avgusta do jula meseca, a sadnja rasada je urađena 20. oktobra, vegetacioni prostor je iznosio 70 x 50 cm, sa gustinom useva od 28500 biljaka ha<sup>-1</sup>. Analiza klijavosti urađena je u akreditovanoj Laboratoriji za ispitivanje semena Instituta za povrtarstvo po standardnoj metodi za ispitivanje klijavosti semena kupusa.

Obrada podataka je urađena primenom četvorofaktorske analize varijanse (ANOVA), a LSD test je korišćen za testiranje značajnosti razlika. Pošto ANOVA ne pruža detaljnu analizu interakcije genotip-sredina – G x E (Mahalingam et al., 2006), korišćena je AMMI analiza za opis G x E interakcije (Gauch, 1988). AMMI analizom su ponovo izračunate vrednosti glavnih komponenti genotipova i sredine, koje predstavljaju G x E interakciju (Naveed et al., 2007).

## Rezultati i diskusija

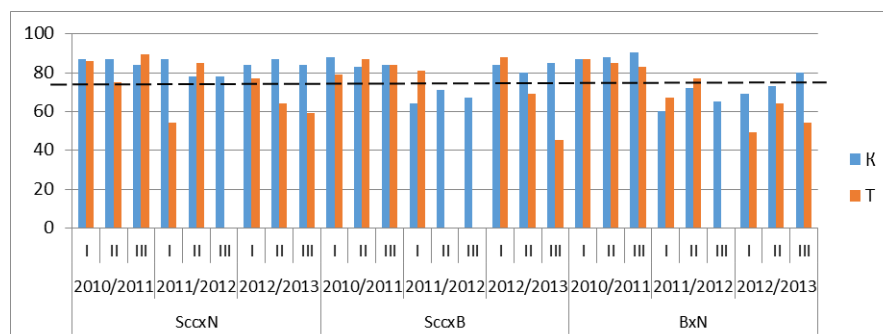
Prve sezone (prosečno hladne – 2010/11), nezavisno od genotipa i roka setve, obezbeđena je odgovarajuća tržišna klijavost semena od 75%. Druga godina (2011/12) je bila nepovoljna za prezimljavanje useva, ali bila je dobar pokazatelj uticaja tretmana giberelinskom kiselinom u cilju ostvarivanja kvaliteta u pogledu klijavosti, što se naročito odrazilo kod hibridnih biljaka u ranijim rokovima setve (Adhikary et al., 2013), (Grafikoni 1 i 2). U trećoj (toploj godini – 2012/13), kod roditeljskih biljaka, komercijalna klijavost je obezbeđena u prvom roku setve, dok je pod uticajem giberelina kod kasnog roditelja (B) obezbeđen kvalitet semena trećeg roka setve (Zhen et al. 2010). Sve hibridne kombinacije, osim B x N, su u svim rokovima treće godine postigle komercijalni minimum klijavosti, dok je pomenuti hibrid samo u trećem roku setve imao klijavost veću od 75%, a kod njega je zabeležen i najmanji heterozis (Tabela 1). U odnosu na sezone, u prvoj (2010/11), prosečno hladnoj i drugoj (2011/12), hladnoj godini bile su značajno više vrednosti klijavosti u prvom i drugom roku setve, dok je u toploj sezoni (2012/13) najkvalitetnije seme, po klijavosti, imao prvi rok setve.



Grafikon 1 - Klijavost (%) kod roditeljski genotipova kroz rokove setve (I – 15 avgust; II – 1. septembar; III – 15. septembar;) i sezone setve – poređenje prosečnih vrednosti mase biljke u kontroli (plavo) i u tretmanu GA3 (crveno) (isprekidana linija pokazuje graničnu komercijalnu klijavost od 75%)

Kod roditeljskih genotipova, u 83% slučajeva druge (2011/12) i treće (2012/13) sezone, prvi rok setve je pokazao statistički značajno višu vrednost klijavosti u odnosu na drugi i treći rok. Kod hibridnih genotipova, klijavost se značajno menjala u odnosu na roditelje u zavisnosti od rokova setve. Uočena je stabilnost u 33,33% slučajeva kod

drugog roka setva, što je u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima (Wan et al., 2022).



Grafikon 2 - Klijavosti (%) kod F1 hibridnih genotipova kroz rokove setve (I – 15 avgust; II – 1. septembar; III – 15. septembar;) i sezone setve – poređenje prosečnih vrednosti mase biljke u kontroli (crno) i u tretmanu GA3 (sivo) (isprekidana linija pokazuje graničnu komercijalnu klijavost od 75%)

Analiza varijanse AMMI modela (tab. 2) pokazuje značajne razlike između genotipova i tretmana, rokova setve i godina (spoljna sredina), kao i njihovih interakcija (genotip x spoljna sredina) na klijavost semena i to čak 53,5% ukupne sume kvadrata se odnosilo na efekat spoljne sredine, što je 6,14 puta više nego vrednost sume kvadrata genotipova.

Tabela 1. Srednje vrednosti i heterozis za klijavost semena (%)

F1 hibrid	Klijavost (%)				Heterozis (%)	
	P1	P2	MP	F1	Ha	Hr
Scc x N	71,00	71,00	71,00	84,00	13,00	18,31
Scc x B	71,00	69,00	70,00	78,00	8,00	11,43
B x N	69,00	71,00	70,00	76,00	6,00	8,57

P1, P2 – srednje roditeljske vrednosti za klijavost semena, MP – srednja vrednost zbira (srednjih vrednosti) klijavosti semena, F1 – klijavost semena kod hibrida, Ha – apsolutni heterozis, Hr – relativni heterozis

Velika vrednost sume kvadrata spoljnih sredina označava divergentnost između spoljnih sredina i velike razlike između njihovih srednjih vrednosti, što dovodi do zaključka da su one uticale velikim udelom na varijabilnost klijavosti semena. Vrednost sume kvadrata interakcije je 4,15 puta veća u odnosu na vrednost sume kvadrata genotipova, što potvrđuje postojanje značajnih razlika između reakcije genotipova u okviru različitih spoljašnjih sredina. Rezultati takođe

pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 66,7% sume kvadrata interakcije.

*Tabela 2. Analiza varijanse AMMI modela*

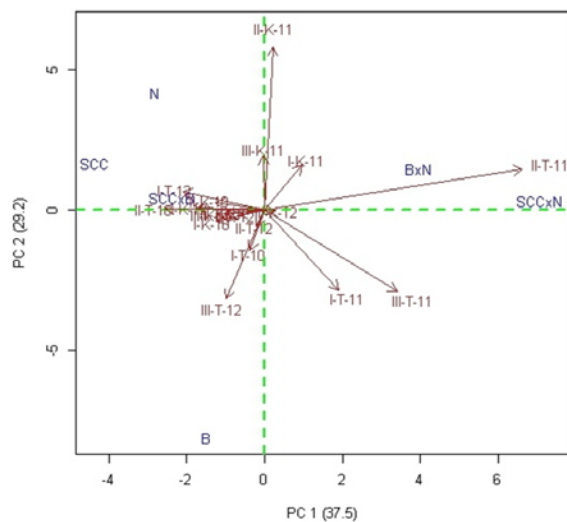
Izvor variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Suma kvadrata(%)	Sredina kvadrata	F vrednost
Genotip (G)	5	25.937,00	8,71	5.187,40	380,43
Ponavljanja (spoljne sred.)	54	1.108,00	0,37	20,50	1,51
Spoljašnja sred. (SS)	17	159.344,00	53,50	9.373,20	456,89
G x SS	85	107.767,00	36,18	1.267,80	92,98
PC1	21	40.435,50	37,52	1.925,50	141,21
PC2	19	31.447,63	29,18	1.655,14	121,38
PC3	17	21.010,66	19,50	1.235,92	90,64
PC4	15	11.660,75	10,82	777,39	57,01
PC5	13	3.212,08	2,98	247,08	18,12
PC6	11	0	0	0	0
Greška	270	3.682,00	1,24	13,60	
Ukupno	431	297.838,00	100,00		

Na grafikonu 3 uočava se najveća stabilnost kod hibrida Scc x B, tj. najniži nivo interakcije genotipova i spoljašnje sredine (godina, rok setve, tretman) naročito u trećoj, prosečno hladnoj sezoni (2010/2011), u I roku kontrole. Oko ovog hibrida primetno je grupisanje mnogih spoljnih sredina, što takođe svedoči njegovu stabilnost kroz ispitivane sredine. Sva tri roditeljska genotipa: Scc, B i N imaju manje srednje vrednosti u odnosu na prosek, a takođe i negativnu vrednost PC1 (B ima najvišu a Scc najnižu). Hibrid Scc x N se vidno izdvaja od svih ostalih i ima prosečnu vrednost klijavosti semena iznad ukupnog proseka i pozitivnu vrednost PC1.

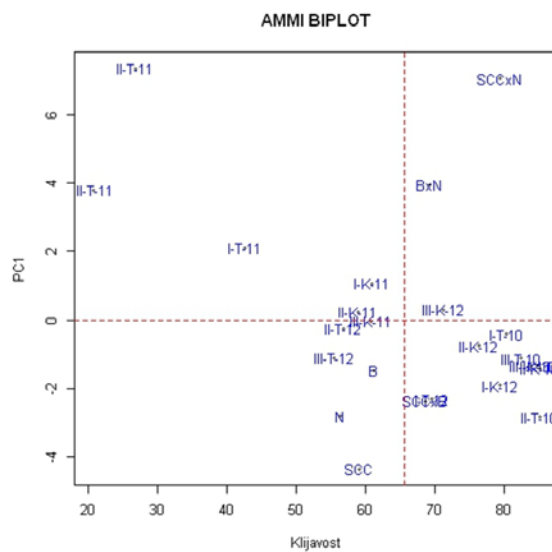
Prosečna vrednost klijavosti veća je kod hibrida u odnosu na ukupnu prosečnu vrednost. Hibridi se odlikuju pozitivnim vrednostima PC1 (za razliku od roditelja koji se odlikuju nižim vrednostima osobine od ukupnog proseka i negativnim vrednostima PC1, grafikon 1.

Odnos prosečne vrednosti svojstva i prve glavne komponente, kao i grupisanje genotipova i spoljnih sredina je prikazano na AMMI 1 biplotu (Grafikon 4). Genotipovi su grupisani u 4 grupe u odnosu na vrednosti prve glavne komponente i prosečne vrednosti klijavosti semena. Svi

hibridi se odlikuju vrednostima prinosa semena iznad ukupnog proseka, s tim da hibrid  $ScxN$  ima najvišu pozitivnu vrednost PC1.



Grafikon 3 – AMMI 2 biplot za 6 genotipova kupusa



Grafikon 4 - AMMI 1 biplot za 6 genotipova kupusa

---

## Zaključak

Postizanje komercijalne klijavosti semena kupusa više zavisi od faktora spoljašnje sredine nego od genotipa. Upotreba hormona GA<sub>3</sub> u stresnim temperaturnim uslovima može uticati na povećanje vrednosti klijavosti, kao i pojavu hibridne snage kod selekcionisanih hibrida.

## Zahvalnica

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

## Literatura

- Adhikary, P., Tarai, P. (2013). Effects of Temperature and Gibberellic Acid (GA<sub>3</sub>) on seed Germination of *Vicia sativa*, *Chenopodium album* and *Physalis minima*. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 6. 629. 10.5958/j.2230-732X.6.4.042
- Aryal, R., Ming, R. (2014). Sex determination in flowering plants: papaya asamodel system. *Plant Sci*. 217–218: 56–62. doi:10.1016/j.plantsci.2013.10.018
- Basnet, R. K., Duwal, A., Tiwari, D. N., Xiao, D., Monakhos, S., Bucher, J. (2015). Quantitative trait locus analysis of seed germination and seedling vigor in *Brassica rapa* reveals QTL hotspots and epistatic interactions. *Front. Plant Sci*. 6, 1032. doi: 10.3389/fpls.2015.01032
- Baydar, H., Gokmen, O.Y., Fried, W. (2003). Hybrid seed production in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) following the induction of male sterility by gibberellic acid. *Plant Breeding*. 122 (5): 459–461. doi:10.1046/j.1439-0523.2003.00901
- Boter, M., Calleja-Cabrera, J., Carrera-Castaño, G., Wagner, G., Hatzig, S.V., Snowdon, R.J., Legoahec, L., Bianchetti, G., Bouchereau, A., Nesi, N., Pernas, M., Oñate-Sánchez, L. (2019). An Integrative Approach to Analyze Seed Germination in *Brassica napus*. *Front. Plant Sci*. 10: 1342. doi: 10.3389/fpls.2019.01342
- FAO (2017). FAOSTAT database. <http://fao.org/faostat>. Accessed: 05/05/2023
- Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytol*. 171(3): 501-23. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x. PMID: 16866955



- 
- Finch-Savage, W. E., Bassel, G. W. (2016). Seed vigour and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. *J. Exp. Bot.* 67: 567–591. doi: 10.1093/jxb/erv49
- Gauch, H. G. (1988). Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics* 44: 705–715. doi: 10.2307/2531585
- Hu, C.B., Chen, Y.F., Liu, S.H., Peng, J.T. (2016). Regulation of flowering time of Chinese cabbage by Paclobutrazol and Gibberellin. *J. Mount. Agric. Biol.* 35: 73–75. doi: 10.15958/j.cnki.sdnyswx.2016.02.014
- Kim, D.H., Doyle, M.R., Sung, S., Amasino, R.M. (2009). Vernalization: winter and the timing of flowering in plants. *Annu Rev Cell Dev Biol.* 25: 277–99. doi: 10.1146/annurev.cellbio.042308.113411. PMID: 19575660
- Mahalingam, L., Mahedran, S., Chandra Babu, R., Atlin, G. (2006). AMMI analysis for stability of grain yield in rice (*Oryza sativa* L.): *International Journal of Botany* 2(2): 104–106. doi: 10.3923/ijb.2006.104.106
- Mobin, M., Rahman, H., Khan, A. N. (2007). Timming og GA3 application to indian mustard (*Brassica juncea* L.) dry matter distribution, growt analysis and nutrient uptake. *Journal of Agronomy* 6(1): 53–60. doi: 10.3923/ja.2007.53.60
- Naveed, M., Nadeem, M., Islam, N. (2007). AMMI analysis of some upland cotton genotypes for yield stability in different milieus. *World Journal of Agricultural Sciences* 3(1): 39–44.
- Pearce, S., and Dubcovsky, J. (2013). Exogenous gibberellins induce wheat spike development under short days only in the presence of vernalization1. *Plant Physiol.* 163: 1433–1445. doi: 10.1104/pp.113.225854
- Rodríguez, V.M., Soengas, P., Alonso-Villaverde, V. (2015). Effect of temperature stress on the early vegetative development of *Brassica oleracea* L.. *BMC Plant Biol* 15: 145. doi:10.1186/s12870-015-0535-0
- Ge, W.J., Steber, C.M. (2018). Positive and negative regulation of seed germination by the Arabidopsis GA hormone receptors, GID1 a, b, and c *Plant Direct*, 2 (9) 1:11 doi:10.1002/pld3.83 Article e00083
- Wan, J., Wang, Q., Zhao, J. (2022). Gene expression variation explains maize seed germination heterosis. *BMC Plant Biol* 22: 301. doi:10.1186/s12870-022-03690-x
- Yamaguchi, N., Winter, C. M., Wu, M. F., Kanno, Y., Yamaguchi, A., Seo, M. (2014). Gibberellin acts positively then negatively to control onset of flower formation in Arabidopsis. *Science* 344: 638–641. doi: 10.1126/science.1250498
- Zhen, L. (2010). Evaluation of drought tolerance in varieties of rapeseed (*Brassica napus* L.) and regulate by exogenous GA<sub>3</sub>. Masters Th. Chinese Academy of Agricultural Sciences.

---

**ANALIZA STABILNOSTI MASE PLODA KOD LINIJA DINJE  
AMMI I BLUP METODOM**

**ANALYSIS OF FRUIT MASS STABILITY IN MELON LINES BY  
AMMI AND BLUP METHODS**

Zdenka Girek<sup>1\*</sup>, Suzana Pavlović<sup>1</sup>, Jelena Damnjanović<sup>1</sup>, Milan Ugrinović<sup>1</sup>, Lela Belić<sup>1</sup>, Tomislav Živanović<sup>2</sup>, Slaven Prodanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za povrtarstvo, Karađorđeva 71, 11420 Smederevska Palanka

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd -  
Zemun

Autor za korespondenciju: [zdnkgirek@yahoo.com](mailto:zdnkgirek@yahoo.com)

**Izvod**

U ovom radu su ispitivana dva metoda analize stabilnosti kod 23 genotipa dinje gajenih tokom osam vegetacionih sezona na lokalitetu Smederevska Palanka (ogledno polje Instituta za povrtarstvo). Analiza je vršena AMMI metodom i BLUP metodom, koje se zasnivaju na analizi interacije genotip x spoljna sredina (G×E). Najvažniji cilj rada je bio da se odrede genotipovi dinje koji se karakterišu stabilnošću bez obzira na uslove spoljašnje sredine. Ogledi su sprovedeni u periodu od 2014. do 2021. godine. Ispitivana osobina je bila masa ploda. Utvrđeno je da se genotipovi, čija je prosečna masa ploda ispod ukupnog proseka, karakterišu manje varijabilnim vrednostima mase ploda u odnosu na genotipove koji su prinoseniji. Kao najstabilniji genotipovi, bez obzira na vodni režim u toku cvetanja i zametanja plodova izdvojili su se G3 i G16 (AMMI analiza) i G7, G14 i G20 (BLUP analiza).

**Ključne reči:** Adaptabilnost, *Cucumis melo* L., genotip, selekcija, spoljašnja sredina.

---

## Abstract

In this paper, in 23 melon genotypes grown during eight growing seasons at the Smederevska Palanka location (the open field of the Institute of Vegetables), two methods of stability analysis were examined. The analysis was performed using the AMMI method, and BLUP method, which are based on genotype x environment (G×E) interaction analysis. The most important goal of this paper was to determine the melon genotypes that are characterized by stability regardless of the conditions of the environment. The trials were conducted in the period from 2014 to 2021. The examined trait was fruit weight. It was determined that genotypes whose average fruit weight is below the overall average are characterized by less variable fruit weight values compared to genotypes that are more productive. G3 and G16 (AMMI analysis), and G7, G14, and G20 (BLUP analysis) stood out as the most stable genotypes regardless of the water regime during the flowering and fruit set.

**Key words:** Adaptability, *Cucumis melo* L., genotype, selection, environment.

## Uvod

Dinja (*Cucumis melo* L.) se odlikuje izraženim diverzitetom, pogotovo kada su u pitanju osobine ploda: veličina, oblik, boja egzokarpa, boja mezokarpa (Pitrat, 2016). Masa ploda kod dinje, u zavisnosti od genotipa, može da varira od 35 g do 35 kg (Pan i sar., 2020). Na biljkama jednog istog genotipa, u zavisnosti od uslova spoljašnje sredine, mogu da se razviju plodovi različitih veličina. Kreiranje sorti dinje koje se odlikuju većom stabilnošću osobina kao što su masa i veličina ploda, odnosno većom adaptibilnošću na abiotičke stresove, je od izuzetnog značaja (Koundinya i sar., 2018).

U programima oplemenjivanja i kod kreiranja novih sorti i hibrida analiza fenotipske stabilnosti je jako važna. Danas postoji nekoliko metoda koje se koriste za analizu stabilnosti posmatrane osobine u specifičnim uslovima spoljašnje sredine. S obzirom da je veoma teško da se odabere odgovarajući metod sa kojim se može obuhvatiti potpuna interakcija genotipa i spoljašnje sredine, selekcioneri fenotipsku

stabilnost analiziraju uz pomoć nekoliko dostupnih metoda (Koundinya i sar., 2021).

AMMI analiza (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Models*) je najčešće upotrebljavan model za analizu fenotipske stabilnosti (Sa'diyah i Hadi, 2016; Olivoto i sar., 2019; Annuradha i sar., 2022). Na osnovu podataka dobijenih iz AMMI analize (Gauch, 1988) može se utvrditi stabilnost posmatrane osobine na određenom lokalitetu, kao i stabilnost te osobine kroz nekoliko različitih spoljašnjih sredina. Ova analiza se bazira na vrednostima prve dve glavne komponente genotipova i spoljašnjih sredina, kao i odnosa GxE (Naveed i sar., 2007).

AMMI analiza se često koristi zajedno sa GGE analizom (Vaezi i sar., 2017; Enyew i sar., 2021). GGE analiza (Genotip + Genotip × Spoljašnja sredina) se takođe zasniva na metodi glavnih komponenti i vrši grupisanje spoljašnjih sredina u nekoliko većih klastera (Hagos i Abay, 2013). BLUP analiza (*Best Linear Unbiased Predictor*) je analiza koja se u početku koristila prilikom analize podataka dobijenih kod oplemenjivanja životinja, međutim, sada ima sve veću upotrebu i kod oplemenjivanja biljaka (Oliveira i sar., 2016; Sood i sar., 2020). BLUP analiza se zasniva na predviđanju vrednosti za posmatrane osobine kod svakog genotipa u određenim uslovima spoljašnje sredine (Koundinya i sar., 2021).

Cilj ovog rada je analiza interakcije genotipa i spoljašnje sredine kod dinje, identifikacija stabilnih genotipova dinje za posmatranu osobinu masa ploda tokom osam vegetacionih sezona, kao i selekcija genotipova dinje koji mogu da se preporuča za gajenje u posmatranim uslovima spoljašnje sredine.

## Materijal i metode rada

Ogled 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). Iz kolekcije genotipova dinje koji se čuvaju u okviru Gen banke Instituta za povrtarstvo odabrano je 23 genotipa dinje koji su bili uključeni u predselekcioni program. U toku osam vegetacionih sezona vršena je evaluacija mase ploda kod posmatranih 23 genotipa dinje. Ogled je postavljen u pet ponavljanja. Semena dinje su sejana u prvoj dekadi aprila, u saksije promera 11 cm. Biljke su negovane i držane u staklenoj bašti Instituta do faze 5 stalnih

listova, nakon čega su rasadene na otvoreno polje. Ogled je postavljan po potpuno slučajnom blok sistemu. Razmak između biljaka u redu je bio 100 cm, a međuredni razmak 150 cm. Merena su po dva sazrela ploda sa svake biljke.

Berba prvih plodova je sprovedena 50 dana nakon što su biljke rasadene na stalno mesto. Berbe su sprovedene sukcesivno, dva do tri puta nedeljno. Prikupljeni podaci su statistički analizirani uz pomoć R softvera 4.1.3 i upotrebom paketa „metan“ (Olivoto, 2019). Svi prikupljeni podaci su analizirani AMMI i BLUP analizom.

## Rezultati i diskusija

Vegetaciona sezona biljke dinje na otvorenom traje od maja do kraja avgusta. U toku maja se razvijaju vegetativni organi kod biljaka dinje, u toku juna dolazi do cvetanja i zametanja plodova. Period cvetanja i zametanja plodova se nastavlja i u toku jula, kad počinje sazrevanje prvih plodova. U našem ogledu su se izdvojila 3 klastera u zavisnosti od količine padavina u toku osam posmatranih vegetacionih sezona. Tokom četiri godine (2014, 2018, 2020, 2021), u toku cvetanja i zametanja plodova zabeležene su veće količine padavina i niže prosečne mesečne temperature u toku juna i jula. Tokom 2015., 2017. i 2019. godine količine padavina su bile niske, a cvetanje i zametanje plodova se odvijalo otežano usled suše i visokih temperatura. Na osnovu meteoroloških podataka utvrdili smo da se 2016. godina odlikovala najpovoljnijim uslovima za gajenje dinje (tab. 1.).

*Tabela 1. Prosečne mesečne temperature i padavine u toku proizvodnje dinje (2014 – 2021)*

Godine	Maj		Jun		Jul		Avgust	
	T(°C)	P(mm)	T(°C)	P(mm)	T(°C)	P(mm)	T(°C)	P(mm)
2014	16,0	238,2	20,2	65,2	22,4	149,3	21,4	97,1
2015	17,7	58,9	20,6	84,2	25,1	1,7	24,2	65,2
2016	16,3	100,7	21,7	81,7	23,1	48,4	20,7	65,9
2017	17,2	91,7	23,1	23,4	24,7	27,0	24,6	43,7
2018	19,8	90,7	20,9	180,2	21,9	144,0	23,5	17,9
2019	14,7	122,5	23,0	92,5	22,7	33,3	24,1	35,3
2020	15,9	94,9	20,2	104,7	22,0	142,4	22,9	94,0
2021	16,6	50,3	22,3	22,0	25,0	175,4	22,0	57,5

Analiza varijanse AMMI modela je pokazala veliku značajnost kod genotipa, spoljašnje sredine i njihovih interakcija (tab. 2).

Tabela 2. Analiza varijanse AMMI modela

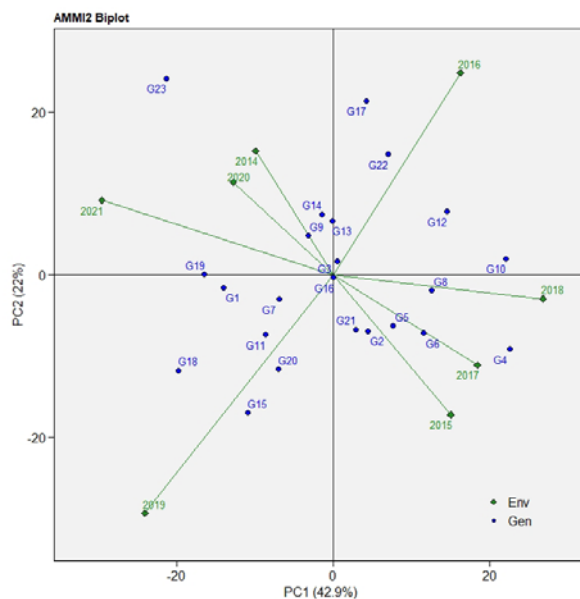
Izvor varijacije	df	SS%	MS	F
Genotip (G)	22	51,90	8894026	579,33
REP (E)	32	0,10	15352	0,92
Godine (E)	7	15,00	9818410	588,76
GxE	154	30,10	813067	48,76
PC1 (42,9%)	28	42,90	1918655	115,05
PC2 (22,0%)	26	22,00	1058435	63,47
PC3 (15,8%)	24	15,80	823121	49,36
PC4 (9,7%)	22	9,70	552179	33,11
PC5 (5,0%)	20	5,00	313908	18,82
PC6 (2,9%)	18	2,90	200473	12,02
PC7 (1,7%)	16	1,70	136317	8,17
Greška	704	2,80	16676	
Ukupno	919			

*df* – stepeni slobode; *SS%* - udeo u ukupnoj sumi kvadrata; *MS* – sredina kvadrata; *PC* – glavna komponenta; *REP* - ponavljanja

Najveći udeo u ukupnoj sumi kvadrata je utvrđen za genotipove (51,90%), a udeo efekta spoljašnje sredine je bio manji (15,00%). Udeo interakcije GxE je izraženiji i iznosi 30,10%. Efekat interakcije G×E je dalje podeljen na interakcije glavnih komponenti. Prve dve glavne komponente u sumi kvadrata interakcije GxE učestvuju sa 64,90%.

Na grafikonu 1 je prikazan AMMI 2 model biplot (odnos prve i druge glavne komponente), odn. grafički prikazana interakcije G×E. Sezone su se razdvojile po kvartilima i to tako da se u pozitivnom desnom izdvojila 2016. godina. Genotipovi koji su najbliži vektoru 2016. godine (G17 i G22) su dali i najstabilnije vrednosti za pozitivne uslove koji su vladali te godine. Vegetacione sezone koje su se odlikovale suviškom padavina u toku cvetanja i zemetanja plodova su se izdvojile u negativnom levom kvartilu, a genotipovi koji su dali najstabilnije rezultate u ovim uslovima su G9, G14, G19 i G23. Čak 10 genotipova (G2, G4, G5, G6, G7, G11, G15, G18, G20, G21) su najbolje intereagovali sa vegetacionim sezonama u toku kojih je zabeležen manjak padavina tokom perioda cvetanja i zemetanja plodova kod biljaka dinje. Selekcija genotipova koji su stabilni u svim vodnim režimima je jako komplikovana, ali je od izuzetnog značaja (Naroui Rad i Bakhshi, 2021). U našem ogledu su se

izdvojila dva genotipa (G3 i G16) koja su bila dovoljno stabilna kroz svih 8 posmatranih vegetacionih sezona.



Grafikon 1. AMMI2 biplot za 23 genotipa dinje

Rangiranje na osnovu srednjih vrednosti izdvojilo je genotipove 10 i 23 sa najvećom masom ploda, dok su najmanje plodove imali genotipovi 8 i 2. Stabilnost genotipova smo odredili i uz pomoć koeficijenta AMMI stabilnosti gde smo takođe utvrdili da su genotipovi G16, G3, G21 i G13 pokazali najveću adaptibilnost na sve uslove koji su vladali tokom osmogodišnjih ogleđa. Najveći uticaj spoljašnje sredine zabeležen kod genotipova 23, 4, 10 i 18. Na osnovu ovih podataka možemo da zaključimo da su genotipovi koji se karakterišu najvećom masom ploda najvećim udelom pod uticajem uslova spoljašnje sredine. Ovo je u skladu i sa rezultatima dobijenim od strane Girek i sar. (2013).

BLUP metodom smo dobili drugačije rezultate. Analizom predviđene mase ploda izdvojilo se 13 genotipova sa pozitivnom vrednošću i 10 sa negativnom (tab. 3). Najstabilniji genotipovi, kod kojih nema previše odstupanja u odnosu na realne vrednosti su G7, G14 i G20. Stabilnost koja je određena kod ovih genotipova u odnosu na ASV je rangirana sa 8, 6 i 11. Kada se uzmu u obzir obe analize, najbolje rangirani genotipovi po stabilnosti za masu ploda su G9, G5, G16 i G13 (tab. 3).

Tabela 3. Srednja vrednost, vrednost koeficijenta AMMI stabilnosti i rangovi stabilnosti kod genotipova

Genotip	Masa ploda		PC1	PC2	ASV	Rang	BLUP	Rang
	<i>m</i>	Rang						
G1	1533,48	12	-14,03	-1,59	27,45	17	84,2	5
G2	645,68	22	4,46	-6,93	11,13	7	-749,0	20
G3	878,54	20	0,51	1,64	1,91	2	-535,0	18
G4	1319,60	17	22,64	-9,15	45,14	22	-130,0	8
G5	1344,25	16	7,67	-6,29	16,25	10	-108,0	6
G6	835,14	21	11,54	-7,16	23,65	14	-575,0	19
G7	1461,60	14	-6,89	-3,00	13,79	8	-0,1	1
G8	575,69	23	12,56	-1,91	24,59	15	-813,0	22
G9	1620,41	9	-3,24	4,83	7,96	5	146,0	9
G10	2604,08	1	22,06	1,99	43,13	21	1048,0	23
G11	1705,20	5	-8,68	-7,36	18,48	12	223,0	13
G12	1544,61	11	14,51	7,77	29,38	18	76,1	4
G13	1788,09	4	-0,16	6,65	6,66	4	299,0	14
G14	1419,08	15	-1,49	7,45	8,00	6	-39,0	3
G15	1598,86	10	-10,93	-16,95	27,26	16	126,0	7
G16	1024,83	18	0,04	-0,36	0,37	1	-401,0	15
G17	1638,38	8	4,25	21,37	22,92	13	162,0	10
G18	1692,71	6	-19,83	-11,76	40,48	20	212,0	12
G19	1650,68	7	-16,52	0,10	32,26	19	173,0	11
G20	1503,13	13	-6,99	-11,58	17,90	11	38,0	2
G21	892,35	19	2,93	1,06	5,81	3	-522,0	17
G22	2028,74	3	6,98	-8,00	15,80	9	520,0	16
G23	2293,06	2	-21,36	-18,16	45,48	23	763,0	21

*m* – srednja vrednost, *PC* – glavna komponenta; *ASV* – vrednost koeficijenta AMMI stabilnosti; *BLUP* – vrednost *BLUP* koeficijenta

Na osnovu podataka koji su prikupljeni u toku osam različitih vegetativnih sezona određeni su i različiti genetički parametri (tab. 4). Kod posmatrane osobine je utvrđena veoma visoka vrednost fenotipske varijanse koja je posledica velike varijabilnosti dobijenih prosečnih vrednosti mase ploda posmatranih 23 genotipa (od 350 g do 3980 g). Heritabilnost u širem smislu nije bila izrazito visoka i iznosila je 0,561. Kod kreiranja novih sorti i hibrida, od izuzetnog značaja je informacija da li je variranje posmatrane osobine kod biljne vrste nastalo usled uticaja spoljašnjih ili genetičkih faktora (Wray i Visscher, 2008). Učešće varijacije interakcije  $G \times E$  u ukupnoj varijaciji odnosno koeficijent



determinacije interakcije je iznosio 0,397. Genotipski koeficijent varijacije je veoma izražen, dok je preciznost selekcije takođe jako visoka.

*Tabela 4. Genetički parametri i komponente varijanse*

<b>Parametri*</b>	<b>Masa ploda</b>
Fenotipska varijansa	401089
Heritabilnost	0,561
GEI <sup>2</sup>	0,397
$h^2_{mg}$	0,917
Preciznost	0,958
$r_{ge}$	0,905
$Cv_g$	32,5
$Cv_r$	8,84
Cv odnos	3,67

\*Heritabilnost – u širem smislu;  $GEI^2$  – koeficijent determinacije interakcije efekata;  $h^2_{mg}$  – heritabilnost glavne osnove; Preciznost – preciznost izbora;  $r_{ge}$  – korelacija između genotipa i spoljašnje sredine;  $Cv_g$  – genotipski koeficijent varijacije;  $Cv_r$  – koeficijent varijacije ostatka; Cv odnos – odnos između genotipskog koeficijenta varijacije i koeficijenta varijacije ostatka

## Zaključak

Cilj ovih ogleda je bio da se uz pomoć analiza stabilnosti odrede najstabilniji genotipovi za osobinu masa ploda i da se kasnije uvrste u selekcionu program kao bazni materijal za dalje planove oplemenjivanja dinje. Za posmatranu osobinu masa ploda utvrđena je veoma značajna varijabilnost i između genotipova i između posmatranih godina, ali i interakcije G×E. Fenotipska varijacija je u ovom ogledu izrazito velika.

Obe analize su izdvojile nekoliko različitih genotipova koji su se prema vrednostima dobijenih koeficijenata pokazali kao najstabilniji. Genotipovi G9, G5, G16 i G13 su se izdvojili kao najstabilniji kada se uzmu u obzir rezultati dobijeni iz obe analize stabilnosti za masu ploda. Utvrđeno je da su genotipovi sa manjim vrednostima za masu ploda bili stabilniji i da su se bolje adaptirali na postojeće uslove spoljašnje sredine u ovom osmogodišnjem ogledu. AMMI analiza stabilnosti kod dinje je dala više detalja i više mogućnosti da se izvedu zaključci za dalji rad u selekciji u odnosu na BLUP metodu.

---

## Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije na finansijskoj pomoći i podršci (Evidencioni broj: 451-03-47/2023-01/200216).

## Literatura

- Anuradha, N., Patro, T.S.S.K., Singamsetti, A., Sandhya Rani, Y., Triveni, U., Nirmala Kumari, A., Tonapi, V.A. (2022). Comparative study of AMMI-and BLUP-based simultaneous selection for grain yield and stability of finger millet [*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.] genotypes. *Frontiers in Plant Science*, 12: 786839. doi: 10.3389/fpls.2021.786839
- Enyew, M., Feyissa, T., Geleta, M., Tesfaye, K., Hammenhag, C., Carlsson, A. S. (2021). Genotype by environment interaction, correlation, AMMI, GGE biplot and cluster analysis for grain yield and other agronomic traits in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Plos One*, 16(10): e0258211. doi: 10.1371/journal.pone.0258211
- Gauch, H.G. (1988). Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics*, 44: 705-715.
- Girek, Z., Prodanović, S., Živanović, T., Zdravković, J., Đorđević, M., Adžić, S., Zdravković, M. (2013). Analiza GxE interakcije primenom AMMI modela u oplemenjivanju dinje. *Zbornik naučnik radova Instituta PKB Agroekonomik*, 19(1-2): 165-173.
- Hagos, H.G., Abay, F. (2013). AMMI and GGE biplot analysis of bread wheat genotypes in the northern part of Ethiopia. *Journal of Plant Breeding and Genetics*, 1(1): 12-18.
- Koundinya, A.V.V., Kumar, P.P., Ashadevi, R.K., Hegde, V., Arunkumar, P. (2018). Adaptation and mitigation of climate change in vegetable cultivation: a review. *Journal of Water and Climate Change*, 9(1): 17–36. doi: 10.2166/wcc.2017.045.
- Koundinya, A.V.V., Ajeesh, B.R., Hegde, V., Sheela, M.N., Mohan, C., Asha, K.I. (2021). Genetic parameters, stability and selection of cassava genotypes between rainy and water stress conditions using AMMI, WAAS, BLUP and MTSI. *Scientia Horticulturae*, 281: 109949 (pp. 1-11). doi:10.1016/j.scienta.2021.109949
- Naroui Rad, M.R., Bakhshi, B. (2021). GGE biplot tool to identify melon fruit weight stability under different drought conditions. *International Journal of Vegetable Science*, 27(3): 220-230. doi: 10.1080/19315260.2020.1805538

- 
- Naveed, M., Nadeem, M., Islam, N. (2007). AMMI analysis of some upland cotton genotypes for yield stability in different milieus. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(1): 39-44.
- Oliveira, G.H., Buzinaro, R., Revolti, L., Giorgenon, C.H., Charnai, K., Resende, D., Moro, G.V. (2016). An accurate prediction of maize crosses using diallel analysis and best linear unbiased predictor (BLUP). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 76(3): 294-299. doi: 10.4067/S0718-58392016000300005
- Olivoto, T. (2019). *Metan: Multi Environment Trials Analysis*. R Package Version 1.1.0. <https://github.com/TiagoOlivoto/metan>.
- Olivoto, T., Lúcio, A.D., da Silva, J.A., Marchioro, V.S., de Souza, V.Q., Jost, E. (2019). Mean performance and stability in multi-environment trials I: combining features of AMMI and BLUP techniques. *Agronomy Journal*, 111(6): 2949-2960. doi: 10.2134/agronj2019.03.0220
- Pan, Y., Wang, Y., McGregor, C., Liu, S., Luan, F., Gao, M., Weng, Y. (2020). Genetic architecture of fruit size and shape variation in cucurbits: a comparative perspective. *Theoretical and Applied Genetics*, 133: 1-21. doi: 10.1007/s00122-019-03481-3
- Pitrat, M. (2016). Melon Genetic Resources: Phenotypic Diversity and Horticultural Taxonomy. In: Grumet, R., Katzir, N., Garcia-Mas, J. (eds) *Genetics and Genomics of Cucurbitaceae*. *Plant Genetics and Genomics: Crops and Models*, vol 20. Springer, Cham. doi: 10.1007/7397\_2016\_10
- Republički hidrometeorološki zavod Srbije (2014-2021). *Meteorološki godišnjaci za period 2014 – 2021*. [https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija\\_godisnjaci.php](https://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php)
- Sa'diyah, H., Hadi, A.F. (2016). AMMI Model for yield estimation in multi-environment trials: A comparison to BLUP. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9: 163-169. doi: 10.1016/j.aaspro.2016.02.113
- Sood, S., Bhardwaj, V., Kumar, V., Gupta, V.K. (2020). BLUP and stability analysis of multi-environment trials of potato varieties in sub-tropical Indian conditions. *Heliyon*, 6(11): e05525. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05525
- Vaezi, B., Pour-Aboughadareh, A., Mohammadi, R., Armion, M., Mehraban, A., Hossein-Pour, T., Dorii, M. (2017). GGE biplot and AMMI analysis of barley yield performance in Iran. *Cereal Research Communications*, 45(3): 500-511. doi: 10.1556/0806.45.2017.019
- Visscher, P.M., Hill, W.G., Wray, N.R. (2008). Heritability in the genomics era-concepts and misconceptions. *Nature reviews genetics*, 9(4): 255-266. doi: 10.1038/nrg2322
-

---

**POTENCIJAL ZA PRINOS RAZLIČITIH GENOTIPOVA  
PŠENICE GAJENIH NA RITSKOJ CRNICI****YIELD POTENTIAL OF DIFFERENT WHEAT GENOTYPES  
GROWN ON HUMOGLEY SOIL**

Mirela Matković Stojšin<sup>1</sup>, Veselinka Zečević<sup>2</sup>, Danica Mićanović<sup>3</sup>, Svetlana Roljević Nikolić<sup>1</sup>, Kristina Luković<sup>4</sup>, Dušan Urošević<sup>5</sup>, Desimir Knežević<sup>6</sup>

<sup>1</sup> *Istraživačko-razvojni institut Tamiš Pančevo, Novoseljanski put 33, 26000 Pančevo*

<sup>2</sup> *Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Karađorđeva 71, 11420 Smederevska Palanka*

<sup>3</sup> *Privredna komora Srbije, Resavska 13 – 15, 11000 Beograd*

<sup>4</sup> *Centar za strna žita i razvoj sela, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac*

<sup>5</sup> *Institut za kukuruz "Zemun Polje", Slobodana Bajića 1, 11185, Beograd*

<sup>6</sup> *Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, 38228 Lešak*

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

**Izvod**

U dvogodišnjem istraživanju, sprovedenom na ritskoj crnici, analiziran je uticaj genotipa, vegetacione sezone i njihove interakcije na varijaciju prinosa zrna po biljci i mase 1000 zrna kod 16 genotipova pšenice. Uslovi povećane suše su značajno uticali na smanjenje ispitivanih osobina kod svih analiziranih genotipova. Faktor interakcije je imao najveći doprinos fenotipskoj ekspresiji prinosa zrna (47,74%), dok je faktor godina imao najveći udeo u varijaciji mase 1000 zrna (79,77%). Najveći prinos zrna u obe vegetacione sezone je ostvario genotip Skopjanka. Genotipovi Dukat i Iskra se karakterišu najslabijom reakcijom na stres, uz postignut visok prinos zrna u uslovima suše. Genotip Iskra se izdvaja najvećom vrednošću mase 1000 zrna u uslovima stresa suše, dok je genotip Dunavka postigao najveću vrednost mase 1000 zrna u povoljnim uslovima sredine.

**Ključne reči:** pšenica, ritska crnica, stres suše, tolerantnost

**Abstract**

A two-year study on the humogley examined the effects of genotype, vegetation season, and their interaction on the variation in grain yield per plant and thousand grain weight in 16 wheat genotypes. Increased drought had a significant impact on the reduction of both investigated traits. The interaction of factors had the largest contribution to the phenotypic expression of grain yield per plant (47.74%), while the factor of vegetation season had the largest share in the variation of thousand grain weight (79.77%). Genotype Skopjanka achieved the highest grain yield per plant in both growing seasons. Genotypes Dukat and Iskra are characterized by the weakest reaction to stress and a high grain yield achieved under drought conditions. Genotype Iskra is distinguished by having the highest thousand grain weight under drought stress, while genotype Dunavka achieved the highest thousand grain weight under favorable environmental conditions.

**Key words:** wheat, humogley, drought stress, tolerance

**Uvod**

Pšenica je osnovna životna namirnica za milione ljudi širom sveta, koja na dnevnom nivou obezbeđuje 20% ukupnih kalorija i proteina u ljudskoj ishrani (Shiferaw et al., 2013). Prema podacima Organizacije za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih nacija (FAO), pšenica se u 2021. godini proizvodila na preko 220 miliona hektara, što je čini najrasprostranjenijim usevom na svetu (FAOSTAT, 2023). Shodno navedenom, pšenica je široko adaptabilan usev koji se može uspešno gajiti u različitim klimatima i na različitim tipovima zemljišta. Ipak, uspešna proizvodnja svih biljnih useva, uključujući i pšenicu, se suočava sa klimatskim promenama u vidu ekstremnih temperatura, praćenim sušom i degradacijom zemljišta (Raza et al., 2019; Chaudhry and Sidhu, 2021). Istraživanja koja su sprovedli Belić et al. (2011) u Banatu, pokazuju da u uslovima suše, koja je česta pojava u Vojvodini, većina profila ritske crnice, usled visokog sadržaja gline, ima karakteristike vertisola — u stanju su da se skupe kada se osuše i da nabubre u uslovima vlage, što značajno limitira poljoprivrednu proizvodnju na ovim zemljištima. Mnoga istraživanja pokazuju da su suša i visoka temperatura dva glavna

abiotička faktora koja ograničavaju proizvodnju pšenice, uzrokujući drastično smanjenje prinosa zrna (Qaseem et al., 2019; Tyagi and Pandey, 2022; Frantová et al., 2022; Sareen et al., 2023). Nalivanje zrna je najkritičnija faza razvoja pšenice u uslovima suše, kada pojava suše utiče na skraćanje faze nalivanja zrna, a time i na smanjenje veličine zrna, što na kraju uzrokuje značajno sniženje prinosa (Farooq et al., 2014; Abid et al., 2018; Islam et al., 2022, Frantová et al., 2022). Istraživanja pokazuju da uslovi suše smanjuju prinos zrna po klasu za 16,2% kod tolerantnih sorti pšenice i za 27,9% kod osetljivih sorti (Tyagi and Pandey, 2022). Zbog toga je stvaranje i identifikacija genotipova tolerantnih na sušu od krucijalnog značaja u minimiziranju negativnih efekata suše i visokih temperatura na razvoj biljke.

Cilj ovog istraživanja je da se ustanovi uticaj faktora genotipa, vegetacione sezone i njihove interakcije na prinos zrna po biljci i masu 1000 zrna kod različitih genotipova pšenice. Takođe, cilj je da se izdvoje genotipovi pšenice koji pokazuju najmanju reakciju na uslove stresa, odnosno najveću tolerantnost na stres, kao i oni koji u stresnim uslovima ostvaruju visoke vrednosti analiziranih osobina.

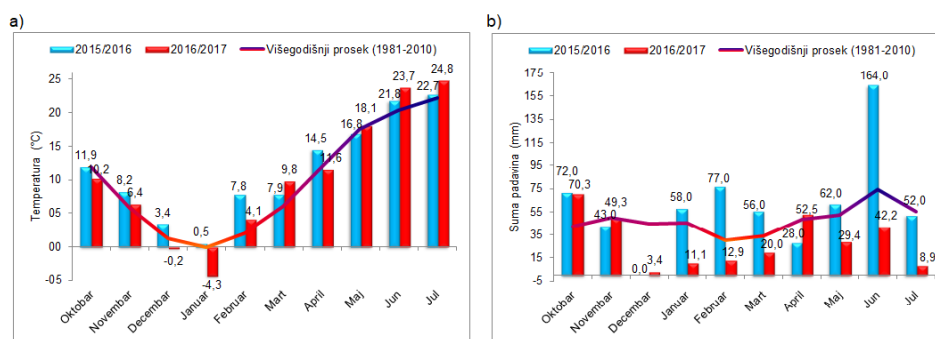
### **Materijal i metode rada**

Zasnovan je dvogodišnji ogled (2015–2017) sa 16 genotipova pšenice (Dukat, Dunavka, Fundulea 4, Iskra, Jedina, Jugoslavija, Kavkaz, Mačvanka 1, Marija, NS 58-04, Pitoma, Poljana, Skopjanka, Tamiš, Vali PKA-7114, i Zvezda), po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, gde je veličina osnovne parcelice iznosila 2 m<sup>2</sup>. Ogled je izveden u Novom Bečeju (Banat, Vojvodina) na zemljištu ritska crnica (humoglej). Ritsku crnicu u ovom području Banata karakteriše visok sadržaj gline (58,3%), loš vazdušno-vodni režim i visoka pH vrednost (Belić et al., 2011).

Setva pšenice je obavljena sa međurednim rastojanjem od 12 cm i gustinom setve od 650 semena po m<sup>2</sup>. Žetva je izvedena u fazi pune zrelosti, kada je vlaga zrna pala ispod 14%. Za analizu morfoloških parametara uzorkovano je 30 biljaka po genotipu.

Tokom izvođenja oglada, zabeležene su velike razlike u agrometeorološkim uslovima između analiziranih vegetacionih sezona, naročito u pogledu suma padavina. Duplo veća količina padavina je zabeležena u 2015/2016. vegetacionoj sezoni u odnosu na 2016/2017.

(612, odnosno 300 mm). Shodno navedenom, 2016/2017. je okarakterisana kao sušna vegetaciona sezona. U 2015/2016. vegetacionoj sezoni srednje mesečne temperature su se kretale u okviru višegodišnjeg proseka, a suma padavina je bila značajno veća od proseka gotovo u svim mesecima. Obilne padavine u junu (164,0 mm) su produžile period nalivanja zrna, pa je žetva u pomenutoj sezoni obavljena u prvoj nedelji jula. Sa druge strane, 2016/2017. vegetaciona sezona se odlikovala značajno višim temperaturama od proseka, i izraženim deficitom padavina, naročito u periodu nalivanja zrna, što je uslovalo raniju žetvu useva u pomenutoj sezoni (<http://www.hidmet.gov.rs/>).



*Grafikon 1. Srednje mesečne temperature (a) i sume padavina (b) tokom izvođenja oglea*

U cilju analize uticaja ispitivanih faktora (genotip, godina i njihova interakcija) na varijaciju prinosa zrna po biljci (g) i mase 1000 zrna (g), sprovedena je dvofaktorijalna analiza varijanse, pomoću programa IBM SPSS Statistics Trial Version, 22.0 (<https://www.ibm.com/>). Značajnost razlika je testirana LSD testom na dva nivoa značajnosti, 1% i 5%.

## Rezultati i diskusija

Na osnovu sprovedene dvofaktorijalne analize varijanse, uočava se značajan uticaj analiziranih faktora (genotip i godina), kao i njihove interakcije na varijabilnost prinosa zrna po biljci. Interakcija genotipa i godine ima najveći udeo u fenotipskoj varijaciji osobine (47,74%), zatim faktor godine (31,11%), dok je najmanji udeo u varijaciji imao faktor genotip (14,77%). Visok udeo interakcije faktora proizilazi iz velikih

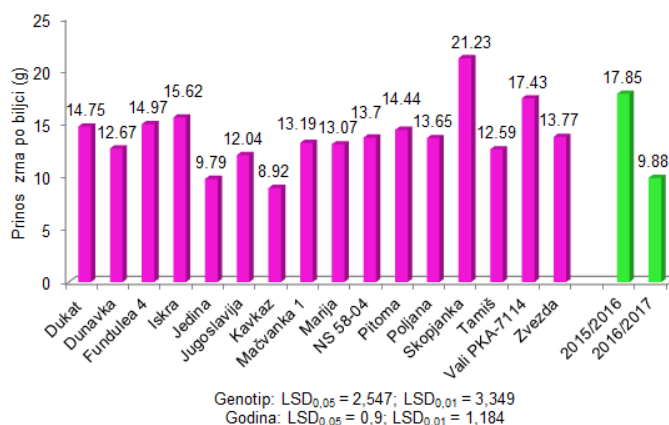
razlika u uslovima spoljašnje sredine, koje su doprinele promeni u rangiranju genotipova po sezonama (tab. 1).

*Tabela 1. Dvofaktorijalna analiza varijanse za prinos zrna po biljci kod genotipova pšenice gajenih u različitim uslovima spoljašnje sredine*

Izvori varijacije	Df	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F – vrednost	p – vrednost
Genotip (A)	15	725,32	48,35	8,13	0,000**
Godina (B)	1	1527,37	1527,37	256,82	0,000**
A × B	15	2343,89	20,82	311,15	0,000**
Greška	64	312,30	5,95	-	-
Ukupno	95	4908,88	-	-	-

\*\*p<0,01

Uslovi suše, koji su naročito bili izraženi u periodu nalivanja zrna u 2016/2017. vegetacionoj sezoni, uticali su na smanjenje prinosa zrna po biljci za 45,26% u odnosu na prinos ostvaren u povoljnoj 2015/2016. sezoni. Do sličnih rezultata su došli Qaseem et al. (2019) i Sareen et al. (2023), ističući da sinergističko delovanje toplotnog stresa i stresa suše smanjuje prinos pšenice za 56,5%, odnosno 48,6%. Kombinovano dejstvo stresnih faktora ima posebno štetno dejstvo u reproduktivnom razvoju biljke, što za posledicu ima smanjenje kapaciteta akceptora asimilativa (Mitler, 2006; Liu et al., 2018).



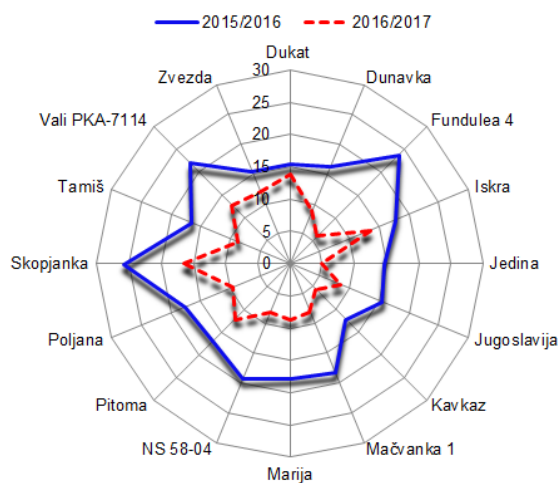
*Grafikon 2. Prinos zrna po biljci kod genotipova pšenice gajenih na ritskoj crnici u toku dve vegetacione sezone*



Najveća vrednost prinosa zrna po biljci, u proseku za obe vegetacione sezone, je ustanovljena kod genotipa Skopjanka (21,23 g), a najmanja kod genotipa Kavkaz (8,92 g), graf. 2.

Radijalni grafikoni pokazuju da je najmanje smanjenje prinosa zrna po biljci ispoljava genotip Dukat, koji je u povoljnijoj 2015/2016. sezoni ostvario vrednost analizirane osobine nešto nižu od prosečne za datu vegetacionu sezonu, a u sušnoj 2016/2017. vegetacionoj sezoni vrednost za 40% veću od prosečne. Takođe, genotip Iskra je pokazao zadovoljavajuću tolerantnost na sušu, ostvarivši veoma visok prinos zrna po biljci u sušnoj 2016/2017. sezoni. Sa druge strane, genotip Fundulea 4 je ispoljio najveću osetljivost na stres suše, ostvarivši za 75% manji prinos u sušnoj sezoni.

Međutim, pomenuti genotip je dobro iskoristio povoljne uslove 2015/2016. vegetacione sezone za postizanje visokog prinosa. Genotip Skopjanka se odlikovao najvećim prinosom zrna u obe vegetacione sezone i pogodan je za gajenje u različitim uslovima sredine. Takođe, ovaj genotip može poslužiti kao genetički resurs za oplemenjivanje na povećanu tolerantnost na sušu (graf. 3).



*Grafikon 3. Radijalni dijagram prinosa zrna po biljci (g) kod genotipova pšenice, po analiziranim vegetacionim sezonama*

Ustanovljen je statistički visokoznačajan ( $p < 0,01$ ) uticaj genotipa, godine i njihove interakcije na varijaciju mase 1000 zrna. Najveći doprinos fenotipskoj varijaciji ima faktor godina (79,77%), dok udeo

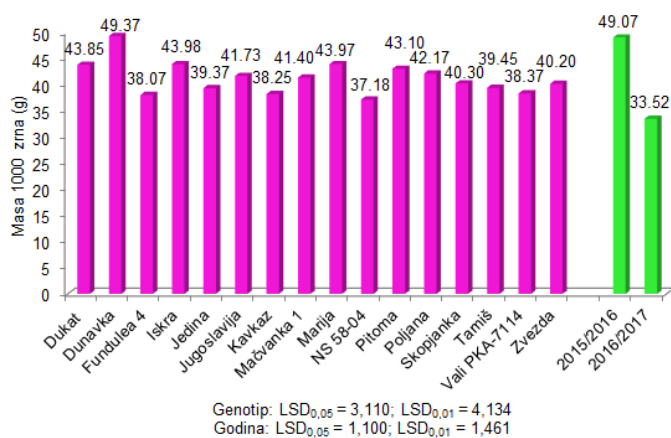
faktora genotip iznosi 11,94%. Interakcija genotipa i godine doprinosi varijaciji mase 1000 zrna sa 5,08%, što pokazuje da je masa 1000 zrna više uslovljena aditivnim nego multivarijacionim efektima (tab. 2).

*Tabela 2. Dvofaktorijalna analiza varijanse za masu 1000 zrna kod genotipova pšenice gajenih u različitim uslovima spoljašnje sredine*

Izvori varijacije	Df	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F – vrednost	p – vrednost
Genotip (A)	15	868,55	57,90	15,93	0,000**
Godina (B)	1	5801,39	5801,39	1595,74	0,000**
A × B	15	369,66	24,64	6,78	0,000**
Greška	64	232,67	3,64		
Ukupno	95	7272,28			

\*\*p<0,01

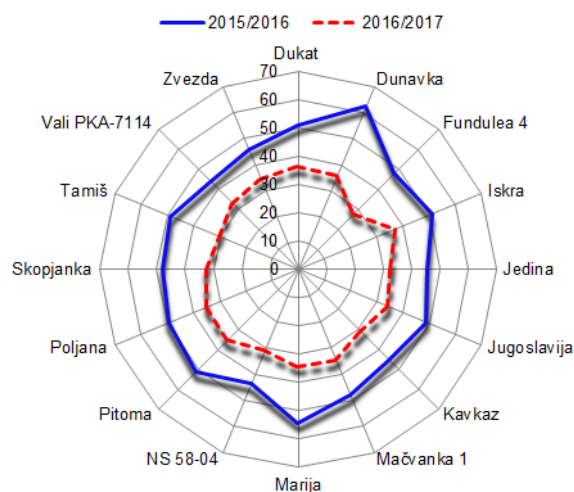
Uslovi suše koji su karakterisali 2016/2017. vegetacionu sezonu umanjili su vrednost mase 1000 zrna za 32%. Pour-Aboughadareh et al. (2020) i Islam et al. (2022) su ustanovili slično smanjenje mase 1000 zrna pšenice pri delovanju faktora suše u fazi nalivanja zrna.



*Grafikon 4. Masa 1000 zrna kod genotipova pšenice gajenih na ritskoj crnici u toku dve vegetacione sezone*

Najveću vrednost mase 1000 zrna imao je genotip Dunavka (49,37 g) i visokoznačajno ( $p<0,01$ ) se razlikovao u odnosu na ostale genotipove

(graf. 4). Sa druge strane, rezultat velike razlike u ostvarenoj masi 1000 zrna kod genotipa Fundulea 4 je veoma niska vrednost tolerantnosti pomenutog genotipa na uslove suše, u kojima je ostvario najnižu vrednost ispitivane osobine. Najmanje smanjenje vrednosti mase 1000 zrna pod uticajem stresa je zabeleženo kod genotipova Vali PKA-7114 i Zvezda. Navedeni genotipovi su u povoljnim uslovima sredine imali ispodprosečne vrednosti mase 1000 zrna, a u nepovoljnim uslovima vrednosti u okviru prosečnih za date uslove. Najveću vrednost mase 1000 zrna u uslovima stresa je postigao genotip Iskra, koji je i u povoljnim uslovima sredine imao vrednost mase 1000 zrna veću od opšteg proseka u datim uslovima (graf. 5).



*Grafikon 5. Radijalni dijagram mase 1000 zrna (g) kod genotipova pšenice, po analiziranim vegetacionim sezonama*

## Zaključak

Uslovi suše su usloveli smanjenje prinosa zrna po biljci i mase 1000 zrna kod svih analiziranih genotipova. Interakcija genotipa i godine imala je najveći udeo u varijaciji prinosa zrna, pri čemu je došlo do promene u rangiranju genotipova po sredinama. Suprotno ovome, varijaciji mase 1000 zrna najviše je doprinio faktor godine, a najmanje interakcija faktora, pri čemu su genotipovi podjednako reagovali na stres. Genotip

Skopjanka je ostvario najveći prinos zrna i u povoljnim i u nepovoljnim uslovima sredine. Genotipovi Dukat i Iskra su ispoljili najmanju reakciju na stres, uz dostizanje visokog prinosa zrna u uslovima suše. Najveća vrednost mase 1000 zrna u stresnim uslovima sredine ustanovljena je kod genotipa Iskra, dok se genotip Dunavka može preporučiti za gajenje u povoljnim uslovima sredine, u kojima je ostvario najveću vrednost osobine.

### Zahvalnica

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

### Literatura

- Abid, M., Ali, S., Qi, L.K., Zahoor, R., Tian, Z., Jiang, D., Snider, J.L., Dai, T. (2018). Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific Reports*, 8, 1–15. doi: 10.1038/s41598-018-21441-7
- Belić, M., Nešić, Lj., Ćirić, V., Vasin, J., Milošev, D., Šeremešić, S. (2011). Characteristics and classification of gleyic soils of Banat. *Field and Vegetable Crop Research*, 48(2): 375–382. doi: 10.5937/ratpov1102375B
- Chaudhry, S., Sidhu, G.P.S. (2022). Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: A comprehensive review. *Plant Cell Reports*, 41(1): 1–31. doi: 10.1007/s00299-021-02759-5
- FAOSTAT (2023). Crops and livestock products. Dostupno online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (pristupljeno 20. 4. 2023.)
- Farooq, M., Hussain, M., Siddique, K.H.M. (2014): Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 33(4): 331–349. doi: 10.1080/07352689.2014.875291
- Frantová, N., Rábek, M., Elzner, P., Středa, T., Jovanović, I., Holková, L., Martinek, P., Smutná, P., Prášil, I.T. (2022). Different drought tolerance strategy of wheat varieties in spike architecture. *Agronomy*, 12(10): 2328. doi: 10.3390/agronomy12102328
- IBM SPSS Statistics, Trial Version 22.0. Dostupno online: <https://www.ibm.com/> (pristupljeno 1.2. 2021).
- Islam, M.A., De, R.K., Hossain, M.A., Haque, M.S., Uddin, M.N., Fakir, M.S.A., Kader, M.A., Dessoky, E.S., Attia, A.O., El-Hallous, E.I., Hossain,

- A. (2021). Evaluation of the tolerance ability of wheat genotypes to drought stress: dissection through culm-reserves contribution and grain filling physiology. *Agronomy*, 11(6): 1252. doi: 10.3390/agronomy11061252
- Liu, Z., Qin, J., Tian, X., Xu, S., Wang, Y., Li, H., Wang, X., Peng, H., Yao, Y., Hu, Z., Ni, Z., Xin, M., Sun, Q. (2018). Global profiling of alternative splicing landscape responsive to drought; heat and their combination in wheat *Triticum aestivum* L. *Plant Biotechnology Journal*, 16(3): 714-726. doi: 10.1111/pbi.12822
- Mittler, R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Science*, 11(1): 15–19. doi: 10.1016/j.tplants.2005.11.002
- Pour-Aboughadareh, A.; Mohammadi, R.; Etmnan, A.; Shooshtari, L.; Maleki-Tabrizi, N.; Poczai, P. (2020). Effects of drought stress on some agronomic and morpho-physiological traits in durum wheat genotypes. *Sustainability*, 12, 5610. doi: 10.3390/su12145610
- Qaseem, M.F.; Qureshi, R.; Shaheen, H. (2019). Effects of pre-anthesis drought, heat and their combination on the growth, yield and physiology of diverse wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes varying in sensitivity to heat and drought stress. *Scientific Reports*, 9, 6955. doi.org/10.1038/s41598-019-43477-z
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., Xu, J. (2019). Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *Plants*, 8(2): 34. doi: 10.3390/plants8020034
- Republički hidrometeorološki zavod. Dostupno online: <https://www.hidmet.gov.rs/> (pristupljeno 15.08.2021.)
- Sareen, S.; Budhlakoti, N.; Mishra, K.K.; Bharad, S.; Potdukhe, N.R.; Tyagi, B.S.; Singh, G.P. (2023). Resilience to terminal drought, heat, and their combination stress in wheat genotypes. *Agronomy*, 13(3): 891. doi: 10.3390/agronomy13030891
- 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. Doi: 10.1007/s12571-013-0263-y
- Tyagi, M., Pandey, GC. (2022). Physiology of heat and drought tolerance in wheat: An overview. *Journal of Cereal Research* 14(1): 13–25. doi: 10.25174/2582-2675/2022/122868

---

**GENETSKI POTENCIJAL OZIME PŠENICE NA ZEMLJIŠTU  
TIPA SMONICE**

**GENETIC POTENTIAL OF WINTER WHEAT ON SMONITZA  
TYPE SOIL**

Vera Rajčić<sup>1</sup>, Dragan Terzić<sup>1</sup>, Vesna Perišić<sup>1</sup>, Kristina Luković<sup>2</sup>,  
Vladimir Perišić<sup>2</sup>, Kamenko Bratković<sup>2</sup>, Jasmina Knežević<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet, Kosačićeva 4, 37000 Kruševac, Srbija

<sup>2</sup>Centar za strna žita i razvoj sela, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Srbija

<sup>3</sup>Univerzitet u Prištini-Kosovska Mitrovica, Poljoprivredni fakultet,  
Kopaonička bb, 38228 Lešak, Srbija

Autor za korespondenciju: verarajic74@gmail.com

**Izvod**

Poljski ogled sa sortama pšenice Takovčanka, Kruna i Aleksandra postavljen je na zemljištu tipa smonica tokom dve vegetacione sezone. Cilj istraživanja je bio da se kod tri kragujevačke sorte pšenice analizira prinos, masa 1000 zrna i hektolitarska masa. Najveće vrednosti ispitivanih osobina ustanovljene su u vegetacionoj 2019/20. godini. Najveći prinos zrna tokom dvogodišnjeg istraživanja ustanovljen je kod sorte Kruna. Sorta Takovčanka odlikovala se najvećom masom 1000 zrna. Najveće vrednosti hektolitarske mase ustanovljene su kod sorte Aleksandra, u obe ispitivane godine. Analizom varijanse ustanovljen je visoko značajan uticaj interakcije agroklimatskih uslova na prinos, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu i značajan uticaj genotipa na hektolitarsku masu kod ispitivanih sorti ozime pšenice.

**Ključne reči:** prinos zrna, pšenica, sorta

**Abstract**

The field experiment with the wheat varieties Takovčanka, Kruna and Aleksandra was set up on the smonitza-type soil during the two growing

seasons. The aim of the research was to analyse the yield, weight of 1000 grains and hectolitre weight of three Kragujevac wheat varieties. The highest values of the observed properties were established in the 2019/2020 vegetation year. Variety Kruna had the highest grain yield during the two-year study. The Takovčanka variety was characterized by the highest weight of 1000 grains. The highest values of hectolitre weight were found in the Aleksandra variety in both study years. The analysis of variance established a highly significant influence of agro climatic conditions on the yield, weight of 1000 grains and the hectolitre weight and significant influence of genotype on the hectolitre weight of the tested varieties of winter wheat.

**Key words:** grain yield, variety, wheat

## Uvod

Ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.) jedna je od najznačajnijih ratarskih kultura u Srbiji. Prosečni prinosi pšenice zadnjih 10 godina u glavnim proizvodnim područjima Srbije kreću se od 4,5-8,0 t ha<sup>-1</sup>. Proizvodnja pšenice u Srbiji u velikoj meri zavisi od faktora spoljne sredine. Prosečni prinosi zrna ozime pšenice u našoj zemlji i potencijal rodosti uzgajanih sorti se znatno razlikuju, naročito u brdsko-planinskim predelima Srbije (Jevtić and Đekić, 2018). Prinos i komponente prinosa zrna ozime pšenice značajno variraju u zavisnosti od sistema obrade, primenjenih doza azota, sorte i uslova godine, kao i njihovih kompleksnih interakcija (Terzić et al., 2018; Rajičić et al., 2021). 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, ali i zahtevima sorte (Rajičić et al., 2019; Biberdzic et al., 2020; Đurić et al., 2020; Luković 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 (Djuric et al., 2018; Terzić et al., 2018; Rajičić et al., 2020). Klimatski uslovi su faktori koje ne možemo uskladiti već im se moramo prilagođavati. 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 i sar., 2015a; Đurić et al., 2019; Tmušić et al., 2021; Terzić et al., 2022).

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**

### ***Poljski ogledi, biljni material i metode rada***

Eksperiment je izveden na oglednom polju poljoprivrednog gazdinstva u blizini Čačka (43°53' N širina, 20°21' E dužina, 204 m nadmorske visine), tokom dve vegetacione sezone (2018/19. i 2019/20.) u uslovima suvog ratarenja, sa ciljem analize prinosa i osnovnih pokazatelja kvaliteta zrna ozime pšenice i utvrđivanja izbora boljih sorti za uslove proizvodnje u zapadnom delu centralne Srbije.

Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u pet ponavljanja, sa veličinom elementarne parcele 1000 m<sup>2</sup> (50 x 20 m). Zemljište na kome je ogled postavljen pripada tipu smonice. Predusev u obe godine je bio kukuruz. Setva je obavljena mehaničkom sejalicom u obe godine, polovinom treće dekade oktobra meseca na međurednom rastojanju od 12 cm. Količina semena po kvadratnom metru iznosila je 650 kljalih semena. Ukupne količine đubriva 300 kg ha<sup>-1</sup> NPK 15:15:15 zajedno sa jednom trećinom azota rasturene su po površini oranja pred predsetvenu pripremu zemljišta. Na početku intenzivnog porasta biljaka, u fazi 2-3 lista, početkom marta meseca kao prihrana primenjeno je 200 kg ha<sup>-1</sup> KAN-a.

Kao materijal za ogled odabrane su sorte pšenice Takovčanka, Kruna i Aleksandra poreklom iz Centra za strna žita i razvoj sela iz Kragujevca. Analizirane su sledeće osobine: prinos zrna (t ha<sup>-1</sup>), masa 1000 zrna (g) i hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>). Nakon žetve izmeren je prinos zrna sa svake parcele i preračunat na prinos u t ha<sup>-1</sup> na osnovu 14% vlage zrna, nakon čega je uzet uzorak za analizu mase 1000 zrna i hektolitarske mase.



### **Zemljišni uslovi**

Ogled je izveden na zemljištu tipa smonice, povoljnih fizičkih karakteristika i slabo kisele pH vrednosti (pH=6,18). Zemljište je dobro snabdeveno humusom (5,32) i dobre je mikrobiološke aktivnosti, zbog unošenja stajnjaka. Karakteriše ga visok sadržaj raspoloživog azota (0,27 mg100g<sup>-1</sup> zemljišta), fosfora (40,0 mg100g<sup>-1</sup> zemljišta) i kalijuma (40,0 mg100g<sup>-1</sup> zemljišta).

### **Meteorološki uslovi**

Istraživanje je sprovedeno tokom dve vegetacione sezone (2018/19. i 2019/20.) u selu Mrčajevci koje se nalazi u Čačanskoj kotlini koja pripada regionu Zapadne Morave. Zemljište proučavanog područja je u zoni umereno kontinentalne klime, sa neujednačenom distribucijom padavina po mesecima.

*Tabela 1. Minimalne, maksimalne i srednje mesečne temperature vazduha i padavine u Čačku (1991-2021)*

Meseci	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	Pros.
Min. tem (°C)	6,8	2,3	-2,5	-4,2	-3,2	0,4	5,0	9,6	13,6	3,08
Mak. tem (°C)	16,7	11,5	5,0	4,0	6,1	11,2	16,5	20,8	24,3	12,9
Pros. tem (°C)	11,4	6,3	0,9	-0,5	1,1	5,7	10,9	15,4	19,2	7,82
Padavine (mm)	55	54	62	55	55	71	76	92	85	605
Vlažnost (%)	78	80	83	82	78	72	69	72	71	73,6
Kišni dani	6	7	9	8	8	9	9	10	9	8

Podaci u tabeli 1 jasno pokazuju da prosečna godišnja količina padavina u sezoni uzgoja pšenice iznosi 605 mm. Prosečna temperatura tokom vegetacione sezone iznosi 7,82°C sa vlažnošću od 73,6%, a karakterišu je topla leta i hladne zime. Prosečna temperatura u junu iznosi 19,2°C, dok u januaru iznosi -0,5°C.

### **Statistička analiza**

Na osnovu postignutih rezultata istraživanja izračunati su pokazatelji deskriptivne statistike: prosečne vrednosti i standardna devijacija. Eksperimentalni podaci su analizirani deskriptivnom i analitičkom statistikom korišćenjem statističkog modula Analist Program GenStat

(2013) za PC/Windows 7. Sve procene značajnosti su urađene na osnovu ANOVA testa za nivoe značajnosti 5% i 1%.

## Rezultati i diskusija

### *Prinos zrna i komponente prinosa*

Prosečne vrednosti prinosa, mase 1000 zrna i hektolitarske mase kod ispitivanih kragujevačkih 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 7,516 t ha<sup>-1</sup>. Najveći prosečan prinos zrna od 7,939 t ha<sup>-1</sup> kod ispitivanih sorti pšenice ostvaren je u vegetacionoj 2019/20. sezoni i bio je viši za 0,846 t ha<sup>-1</sup> u odnosu na prinos u 2018/19. godini (7,093 t ha<sup>-1</sup>). Najveći prosečan prinos zrna tokom dvogodišnjeg istraživanja imala je sorta Kruna (7,707 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji sorta Aleksandra (7,364 t ha<sup>-1</sup>).

*Tabela 2. Prosečne vrednosti ispitivanih osobina kod ozime pšenice*

Sorte	2018/19		2019/20		Prosek	
	x	Sd	x	Sd	x	Sd
<b>Prinos (t ha<sup>-1</sup>)</b>						
Takovčanka	7,059	0,692	7,892	0,539	7,475	0,731
Kruna	7,317	0,454	8,097	0,328	7,707	0,555
Aleksandra	6,902	0,134	7,827	0,297	7,364	0,534
Prosek	7,093	0,482	7,939	0,391	7,516	0,609
<b>Masa 1000 zrna (g)</b>						
Takovčanka	41,98	0,392	45,52	0,877	43,75	1,975
Kruna	41,35	1,040	44,21	0,713	42,78	1,726
Aleksandra	41,66	0,900	45,41	0,654	43,53	2,108
Prosek	41,66	0,981	45,04	0,747	43,35	1,922
<b>Hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>)</b>						
Takovčanka	75,77	0,576	78,40	0,252	77,08	1,448
Kruna	76,65	0,707	78,75	0,364	77,70	1,227
Aleksandra	77,77	0,228	79,51	0,332	78,64	0,956
Prosek	76,73	0,985	78,89	0,564	77,81	1,351

U ekološkim uslovima Srbije, visoke temperature i deficit vode tokom maja i juna dovode do redukovanja prinosa i pogoršanja tehnoloških

osobina zrna. Đekić et al. (2013), ispitivali su pet ozimih sorti pšenice (Takovčanka, KG 100, KG 56S, Ana Morava i Lazarica). Prosečan prinos zrna kod ispitivanih sorti pšenice kretao se u intervalu od 3,011 t ha<sup>-1</sup> do 3,774 t ha<sup>-1</sup>. Đurić i sar. (2013), navode da su prinosi bili vrlo visoki i kretali su se od 8,00 t ha<sup>-1</sup> kod sorte Esperia do 9,60 t ha<sup>-1</sup> kod Pobede i Talasa. Đurić et al. (2016) ističu da je sorta PKB Vizantija postigla prosečan prinos zrna od 8,356 t ha<sup>-1</sup>. Rajičić et al. (2021), ustanovili su da je najveći prinos ozime pšenice od 4,673 t ha<sup>-1</sup> dobijen kod sorte Renesansa. Analiza varijanse pokazala je veoma značajan uticaj godine na prinos pšenice.

Zrno ispitivanih sorti pšenice odlikuje se dobrim fizičkim osobinama, posebno masom 1000 zrna. Masa 1000 zrna u 2019/20 godini bila je značajno veća u odnosu na 2018/19. godinu (tab. 2). Najveću masu 1000 zrna tokom dvogodišnjeg perioda imala je sorta Takovčanka (43,75 g), a najmanju sorta Kruna (42,78 g).

Đurić et al. (2013), navode da se masa 1000 zrna kretala od 38,80 g kod sorte NS 40S do 46,50 g kod sorte Pobeda. Đekić et al. (2013), ističu da se prosečna vrednost mase 1000 zrna kod ispitivanih sorti pšenice kretala u opsegu od 36,23 g do 42,70 g. Đekić i sar. (2015a), ističu da je u prvoj godini istraživanja, sorta Vizija ostvarila veću masu 1000 zrna (42,65 g), dok je nešto nižu imala sorta Kruna (41,63 g). Đekić i sar. (2015b) na osnovu dvogodišnjeg ispitivanja zaključili su da je najveća dvogodišnja prosečna vrednost mase 1000 zrna utvrđena kod sorte Planeta (44,22 g), dok je najmanju ostvarila sorta Vizija (37,53 g). Đurić i sar. (2017) su u dvogodišnjim istraživanjima utvrdili, da u godini koja je u vegetativnoj sezoni imala više padavina za 176 mm, i prosečne temperature niže za 3,1°C, masa 1.000 zrna imala veće vrednosti. Do sličnih rezultata su došli Jevtić and Đekić (2018) koji su u dvogodišnjim istraživanjima utvrdili, da u godini koja je u vegetativnoj sezoni imala više padavina 2012/13., masa 1.000 zrna je imala veće vrednosti. Ispitujući pet sorti pšenice (Kruna, Renesansa, Pobeda, NS 40S i Takovčanka) tokom dve vegetacione sezone u agroekološkim uslovima zapadne Srbije, Rajičić et al. (2021), su ustanovili da je najveća masa 1000 zrna dobijena kod sorte Renesansa (43,72 g).

Dobijeni podaci o hektolitarskoj masi, nezavisno od godine, pokazali su da između genotipova postoji značajna razlika, pri čemu je prosečno za ispitivane godine najveću hektolitarsku masu imala sorta Aleksandra (78,64 kg hl<sup>-1</sup>). Prosečna vrednost hektolitarske mase tokom

dvogodišnjeg istraživanja iznosila je 77,81 kg hl<sup>-1</sup>. Prosečna vrednost hektolitarske mase po godinama varirala je od 76,73 kg hl<sup>-1</sup> u vegetacionoj 2019. godini do 78,89 kg hl<sup>-1</sup> u 2020. godini (tab. 2).

Dobijene vrednosti hektolitarske mase bile su nešto veće od vrednosti do kojih su došli Jevtić and Đekić (2018). Uglavnom se smatra da je zrno sa većom hektolitarskom masom boljeg kvaliteta u odnosu na ono sa nižim vrednostima mase (Đekić i sar., 2015b; Rajičić et al., 2021).

### ***Analiza varijanse ispitivanih osobina kod ozime pšenice***

Analiza varijanse prinosa, mase 1000 zrna i hektolitarske mase kod ispitivanih kragujevačkih sorti ozime pšenice tokom dve vegetacione sezone prikazane su u tabeli 3.

Na osnovu analize varijanse, može se zaključiti da je interakcija sorta godina kod ispitivanih sorti pšenice visoko značajno uticala na prinos zrna, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu. Uticaj vegetacije (godine) na prinos, masu 1000 zrna i hektolitarsku kod ispitivanih sorti ozime pšenice bio je visoko značajan. Između ispitivanih genotipova pšenice nije ustanovljen značajan uticaj sorte na prinos zrna i masu 1000 zrna, dok je kod hektolitarske mase ustanovljena signifikantna razlika.

*Tabela 3. Analiza varijanse analiziranih osobina (ANOVA)*

<b>Uticaj godine</b>					
Osobina	Sredina kvadra	Sr. kv. greška	F (1, 28)	p-vred.	
Prinos	5,368	0,193	27,846	0,000**	
Masa 1000 zrna	85,818	0,760	112,926	0,000**	
Hektolitarska masa	34,884	0,644	54,170	0,000**	
<b>Uticaj genotipa</b>					
Osobina	Sredina kvadra	Sr. kv. greška	F (2, 27)	p-vred.	
Prinos	0,306	0,376	0,813	0,454 <sup>ns</sup>	
Masa 1000 zrna	2,597	3,774	0,688	0,511 <sup>ns</sup>	
Hektolitarska masa	6,133	1,505	4,074	0,028*	
<b>Uticaj interakcije godina x genotip</b>					
Osobina	Sredina kvadra	Sr. kv. greška	F (1, 24)	p-vred.	
Prinos	5,368	0,198	27,070	0,000**	
Masa 1000 zrna	85,818	0,625	137,217	0,000**	
Hektolitarska masa	34,884	0,198	175,775	0,000**	

Veći broj autora (Đurić et al., 2013; Đekić i sar., 2015b; Jevtić and Đekić, 2018; Biberdzic et al., 2020; Luković et al., 2020; Rajičić et al.,

2021; Tmušić et al., 2021) 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. U istraživanjima Đekić i sar. (2016) analizom varijanse kod pet ispitivanih sorti hlebne pšenice, utvrđen je statistički visoka značajan uticaj genotipa za prinos zrna (6,003\*\*), masu 1000 zrna i hektolitarsku masu (13,992\*\*). Rajčić et al. (2021) i Terzić et al. (2022) su ustanovili visoko značajan uticaj godine na prinos i hektolitarsku masu i visoko značajan uticaj genotipa na masu 1000 zrna i hektolitarsku masu kod ispitivanih sorti pšenice. Terzić et al. (2022), ističu da masa 1000 zrna u visokom stepenu zavisi od uslova spoljne sredine.

### Zaključak

Na osnovu ostvarenih rezultata može se zaključiti da je ozima sorta pšenice Kruna postigla najbolje rezultate u prinosu zrna, dok je sorta Takovčanka imala nešto veću masu 1000 zrna, a sorta Aleksandra hektolitarsku masu u posmatranom dvogodišnjem periodu. Najveći prinos zrna pšenice, mase 1000 zrna i hektolitarske mase ustanovljen je u vegetacionoj sezoni 2019/20. Prinos zrna kod ispitivanih sorti pšenice u dvogodišnjem periodu varirao je u opsegu od 7,364 t ha<sup>-1</sup> (Aleksandra) do 7,364 t ha<sup>-1</sup> (Kruna). Masa 1000 zrna tokom dvogodišnjeg perioda istraživanja iznosila je 43,35 g. Prosečna hektolitarska masa tokom dvogodišnjeg istraživanja iznosila je 77,81 kg hl<sup>-1</sup>, sa variranjem od 76,73 kg hl<sup>-1</sup> u vegetacionoj 2018/19. do 78,89 kg hl<sup>-1</sup> u vegetacionoj 2019/20, godini.

Prinos zrna pokazuje tendenciju rasta u godinama sa većom sumom i boljim rasporedom padavina tokom kritičnih faza razvika biljaka. Analizom varijanse ustanovljen je vrlo značajan uticaj interakcije godina sorta na prinos, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu kod ispitivanih sorti pšenice, dok je uticaj vegetacione sezone na sve ispitivane osobine bio statistički opravdan.

Odlučujuću ulogu u formiranju prinosa zrna ima veći broj osobina. Doprinos svake pojedinačne osobine može biti različit kod raznih genotipova i u raznim uslovima sredine. To proističe iz interakcije među osobinama unutar svakog genotipa i interakcije genotipa sa faktorima spoljašnje sredine. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da

strukturu setve treba temeljiti na više od jedne sorte, kako bi se smanjio rizik koji nosi nepredvidivost svake pojedine vegetacije, bez obzira na pouzdanost kriterijuma izbora sortimenta za setvu u pojedinoj godini istraživanja.

### Zahvalnica

Istraživanja 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.
- Đekić, V., Staletić, M., Jelić, M., Popović, V., Branković, S. (2013). The stability properties of wheat production on acid soil. Proceedings, 4<sup>th</sup> International Symposium "Agrosym 2013", 03-06. Oktober, Jahorina, 84-89.
- Đekić, V., Milovanović, M., Milivojević, J., Staletić, M., Popović, V., Simić, D., Mitrović, M. (2015a). Uticaj godine na prinos i kvalitet zrna ozime pšenice. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, 21(1-2): 79-86.
- Đekić, V., Milovanović, M., Milivojević, J., Jelić, M., Popović, V., Branković, S., Perišić, V. (2015b). Uticaj godine na prinos i kvalitet zrna ozimih sorti pšenice. Zbornik radova XX Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 13-14. mart, Čačak, 20(22): 39-44.
- Đekić, V., Milivojević, J., Staletić, M., Milovanović, M., Popović, V., Branković, S., Luković, K. (2016). Uticaj sezone i genotipa na prinos i kvalitet zrna kod ozimih sorti pšenice. Zbornik radova XXI Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 21(23): 187-191.
- 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.
- Đurić, N., Cvijanović, G., Dozet, G., Matković, M., Branković, G., Đekić, V. (2016). Correlation analysis of more significant production traits of certain winter wheat PKB varieties. Agronomy Journal, 78(2-3): 85-96.
- Đurić, N., Cvijanović, G., Dozet, G., Branković, G., Cvijanović, V., Abuatwarat, S. (2017). Fenotipske promjene pri sortnoj reprodukciji pšenice. Agronomski glasnik, (5-6): 259-274.

- Đurić, N., Grčić, V., Cvijanović, G., Rajčić, 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., Rajčić, 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>
- 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.
- GenStat Release 16.2 (PC/Windows 7) (2013). GenStat Procedure Library. Release PL24.2. VSN International Ltd. Rothamsted, UK.
- Jević, A., Đekić V. (2018). Influence of growing season on some agronomic characteristics of winter wheat cultivars. *Biologica Nyssana*, 9(2): 133-139. DOI: 10.5281/zenodo.2538606.
- Luković, K., Prodanović, S., Perišić, V., Milovanović, M., Perišić, V., Rajčić, V., Zečević, V. (2020). Multivariate analysis of morphological traits and the most important productive traits of wheat in extreme rainfall conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(4), 5857-5871. [http://dx.doi.org/10.15666/aecer/1804\\_58575871](http://dx.doi.org/10.15666/aecer/1804_58575871)
- Rajčić, V., Milivojević, J., Popović, V., Branković, S., Đurić, N., Perišić, V., Terzić, D. (2019). Winter wheat yield and quality depending on the level of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Agriculture and Forestry*, 65 (2): 79-88. DOI: 10.17707/AgricultForest.65.2.06
- Rajčić, V., Terzić, D., 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
- Rajčić, V., Terzić, D., Babić, V., Perišić, V., Dugalić, M., Đokić, D., Branković, S. (2021). Yield components and genetic potential of winter wheat on pseudogley soil of Western Serbia. *Biologica Nyssana*, 12(2): 141-150. DOI: 10.5281/zenodo.5759859
- Terzić, D., Đekić, V., Milivojević, J., Branković, S., Perišić, V., Perišić, V., Đokić, D. (2018). Yield components and yield of winter wheat in different years of research. *Biologica Nyssana*, 9(2): 119-131. DOI: 10.5281/zenodo.2538604.
- Terzić D., Rajčić V., Biberdžić M., Perišić V., Dugalić M., Đokić D., Branković S. (2022). Genetic potential of Novi Sad winter wheat varieties on smonica-type soil. *Biologica Nyssana*, 13(2): 129-139. DOI: 10.5281/zenodo.7437258
- Tmušić, N., Ćirić, S., Nikolić, K., Knežević, J., Rajčić, V. (2021). Effects of different fertilization treatments on the yield performance, yield parameters and grain quality of winter wheat grown on vertisol soil type. *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(6): 4611-4627. [http://dx.doi.org/10.15666/aecer/1906\\_46114627](http://dx.doi.org/10.15666/aecer/1906_46114627).

**KVALITET GENOTIPOVA KRUPNIKA (*Triticum spelta* L.)  
GAJENIH PO PRINCIPIMA ORGANSKE PROIZVODNJE****QUALITY OF SPELT GENOTYPES (*Triticum spelta* L.) GROWN  
ACCORDING TO ORGANIC PRODUCTION PRINCIPLES**

Veselinka Zečević<sup>1\*</sup>, Slobodan Milenković<sup>2</sup>, Mirela Matković Stojšin<sup>3</sup>, Nenad Đurić<sup>1</sup>, Kristina Luković<sup>4</sup>, Jelena Bošković<sup>5</sup>, Danica Mićanović<sup>6</sup>, Desimir Knežević<sup>7</sup>

<sup>1</sup>*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Karađorđeva 71, Smederevska Palanka*

<sup>2</sup>*Univerzitet Edukons, Fakultet ekološke poljoprivrede, Vojvode Putnika 87, Sremska Kamenica*

<sup>3</sup>*Istraživačko - razvojni institut Tamiš, Novoseljanski put 33, Pančevo*

<sup>4</sup>*Centar za strna žita i razvoj sela Kragujevac, Save Kovačevića 31, Kragujevac*

<sup>5</sup>*Univerzitet Metropolitan, Tadeuša Koščuška 63, Beograd*

<sup>6</sup>*Privredna Komora Srbije, Resavska 15, Beograd*

<sup>7</sup>*Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet Kosovska Mitrovica-Lešak, Kopaonička bb, Kosovo i Metohija*

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

**Izvod**

U ovom radu su ispitivane osobine kvaliteta zrna pet genotipova ozimog krupnika (Nirvana, KG-37-8/3, KG-54-7/3, KG-54-8/1 i KG-54-2/3). Ogledi su izvedeni po principima organske proizvodnje tokom dve vegetacione sezone. Urađene su analize sadržaja proteina u zrnu i hektolitarska masa zrna. Sadržaj proteina, u proseku, se kretao u rasponu od 12,03% (KG-54-8/1) do 13,06% i 13,02% (KG-54-2/3 i KG-54-8/1). Vrednosti su bile statistički značajno veće (13,59%<sup>\*\*</sup>) u prvoj nego u drugoj godini istraživanja (11,90%<sup>\*\*</sup>). U ovim istraživanjima, u proseku za obe godine, najveću hektolitarsku masu imala je linija KG-37-8/3 (82,46 kg hl<sup>-1</sup>), koja je imala i najveću vrednost u celom ogledu (88,30 kg hl<sup>-1</sup>), a zatim linije KG-54-7/3 (79,16 kg hl<sup>-1</sup>) i KG-54-2/3 (78,80 kg hl<sup>-1</sup>). Analizom varijanse su ustanovljene statistički visoko značajne razlike



između genotipova, godina i njihovih interakcija za obe ispitivane osobine kvaliteta zrna krupnika.

**Ključne reči:** pšenica, krupnik, organska proizvodnja, sadržaj proteina u zrnju, hektolitarska masa.

### Abstract

In this work, the grain quality characteristics of five genotypes of winter wheat (Nirvana, KG37-8/3, KG-54-7/3, KG-54-8/1 and KG-54-2/3) were examined. The experiments were carried out according to the principles of organic production during two growing seasons. Analyses of grain protein content and hectoliter grain weight were performed. The protein content, on average, ranged from 12,03% (KG-54-8/1) to 13,06% and 13,02% (KG-54-2/3 and KG-54-8/1, respectively). The values were statistically significantly higher (13,59%<sup>\*\*</sup>) in the first than in the second year of the research (11,90%<sup>\*\*</sup>). In these studies, on average for both years, line KG-37-8/3 (82,46 kg hl<sup>-1</sup>) had the highest hectoliter weight, which also had the highest value in the entire trial (88,30 kg hl<sup>-1</sup>), and then lines KG-54-7/3 (79,16 kg hl<sup>-1</sup>) and KG-54-2/3 (78,80 kg hl<sup>-1</sup>). Analysis of variance revealed statistically highly significant differences between genotypes, years and their interactions for both tested grain quality traits.

**Key words:** wheat, spelt, organic production, grain protein content, hectoliter weight.

### Uvod

Krupnik (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) pripada vrsti hlebne pšenice koja ima specifične osobine kvaliteta zrna. U prošlosti se ovo žito tradicionalno gajilo u severnoj Evropi, ali su ga potisnule visokoprinosne sorte hlebne pšenice, na čijem oplemenjivanju se intenzivno radilo u drugoj polovini 20. veka. Međutim, poslednjih godina krupnik (spelta) je dobio na značaju zbog kvaliteta zrna, jer su istraživanja pokazala da zrno krupnika ima veći sadržaj proteina i minerala od hlebne pšenice, posebno Fe, Zn, Cu, Mg i P (Ruibal-Mendieta et al., 2005; Khmeleva et al., 2019). Potražnja pekara za brašnom krupnika je posebno izražena poslednjih godina kako bi se izašlo u susret potrošačima koji vode računa o zdravoj

ishrani, a samim tim to je doprinelo i povećanju površina pod ovom vrstom. Ovo žito je u današnje vreme postalo alternativa hlebnoj pšenici, jer su istraživanja pokazala da je germplazma krupnika genetski raznolika u sadržaju proteina i minerala u zrnu, kao što su Zn i Fe i stoga se smatra veoma perspektivnim izvorom genetskog diverziteta ovih osobina (Gomez-Becerra et al., 2010; Balk et al., 2019). Krupnik se od hlebne pšenice razlikuju po morfologiji klasa, jer ima plevice pripijene uz zrno, što otežava vršidbu i zahteva dodatno mehaničko ljuštenje plevica (Dvorak et al., 2012). Krupnik se može uspešno gajiti na zemljištima lošijeg kvaliteta i u manje povoljnim agroklimatskim uslovima (Sugar et al., 2019). Takođe, krupnik je otporan na štetočine i bolesti, ali je manje tolerantan na abiotski stres suše (Wang et al., 2021). Negativne osobine krupnika su osetljivost na poleganje i nemogućnost jednofazne vršidbe klasova, što otežava žetvu i zahteva dodatno mehaničko ljuštenje zrna. Ipak, zahvaljujući svojim nutritivnim osobinama i skromnim zahtevima u pogledu uslova zemljišta i agrotehnike, proizvodnja krupnika dobija sve veći značaj u poslednje dve decenije (Dolijanović et al., 2022).

Cilj ovog rada je da se prouči uticaj genotipa i ekoloških faktora na sadržaj proteina u zrnu i hektolitarsku masu genotipova krupnika u uslovima organske proizvodnje.

### **Materijal i metode rada**

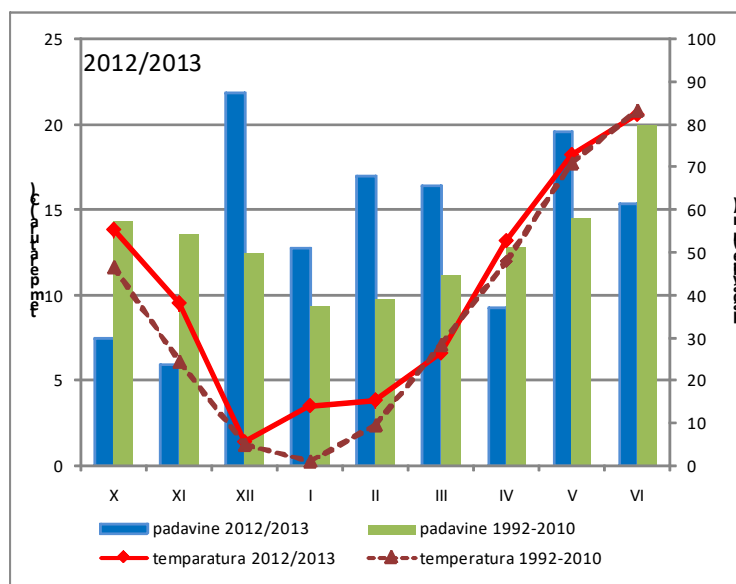
U radu je urađeno ispitivanje osobina kvaliteta zrna pet genotipova ozimog krupnika, jedne sorte Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad (Nirvana) i četiri perspektivne linije Centra za strna žita i razvoj sela, Kragujevac (KG-37-8/3, KG-54-7/3, KG-54-8/1 i KG-54-2/3). Istraživanja su urađena na sertifikovanom organskom gazdinstvu u Čačku (Mršinci) tokom dve vegetacione sezone (2012/2013. i 2013/2014.), na zemljištu koje pripada tipu glinovita ilovača. Setva ogleda je obavljena u prvoj dekadi novembra, u obe godine istraživanja. Ogled je izveden po principima organske proizvodnje, po slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja, sa veličinom parcele od 5 m<sup>2</sup>. Ishrana biljaka je vršena organskim đubrivima firme *Italpollina* prema preporuci proizvođača. U jesen su primenjene dve tone organskog đubriva *Italpollina* (4:4:4) - 80 kg ha<sup>-1</sup> čistog azota, a u proleće, u fazi bokorenja biljaka, primenjeno je 500 kg ha<sup>-1</sup> organskog đubriva *Dix 10* (10:3:3) - 50 kg ha<sup>-1</sup> čistog azota.

Zemljište je obrađeno samo rotofrezom. Setva je obavljena 6. novembra 2012. i 25. oktobra 2013. godine sa 600 zrna po metru kvadratnom. Nega biljaka tokom vegetacije bila je po principima organske proizvodnje.

Analiza sadržaja proteina u zrnju genotipova krupnika urađena je po Kjeldahl metodi. Rezultati analiza su statistički obrađeni dvofaktorijalnom analizom varijanse, korišćenjem MSTAT-C programa (Michigan State University, 1990). Značajnost razlika između srednjih vrednosti određena je LSD testom.

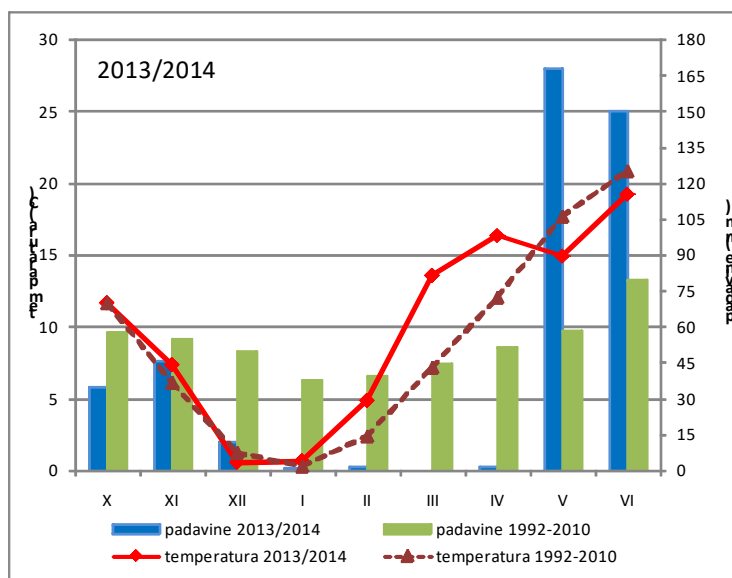
### *Klimatski faktori*

Ispitivane vegetacione sezone su se razlikovale prema ukupnoj količini i rasporedu padavina (graf. 1 i graf. 2). U 2012/2013. je zabeleženo 503 mm po metru kvadratnom, a u 2013/2014. bilo je 414 mm padavina. Oktobar je imao sličnu količinu padavina u obe vegetacione sezone, dok je novembar 2013. godine bio povoljniji za klijanje i nicanje biljaka, jer je u ovom mesecu zabeleženo 45,6 mm padavina, a u istom mesecu 2012. godine 23,7 mm padavina.



Grafikon 1. Srednje temperature vazduha i ukupne padavine za 2012/2013. godinu i višegodišnji proseki (1992-2010)

U poređenju sa višegodišnjim prosekom (1992-2010), u 2012/2013. je palo 30 mm kiše više, a u 2013/2014. 50 mm manje. Raspored padavina, osim u novembru 2013. godine, bio je povoljniji za razvoj biljaka u vegetacionoj 2012/2013. godini nego u 2013/2014. godini, u kojoj je zabeležena suša od januara do aprila meseca, a u maju (167,8 mm) i junu (149,8 mm) izuzetno visoke količine padavina.



Grafikon 2. Srednje temperature vazduha i ukupne padavine za 2013/2014. godinu i višegodišnji prosek (1992-2010)

## Rezultati i diskusija

Rezultati za sadržaj proteina u zrnju krupnika gajenog po principima organske proizvodnje prikazani su u tabeli 1. Sadržaj proteina, u proseku, se kretao u rasponu od 12,03% kod genotipa KG-54-8/1 do 13,06% kod genotipa KG-54-2/3 i 13,02% kod genotipa KG-54-8/1. Najveća zabeležena vrednost za sadržaj proteina bila je u prvoj godini istraživanja kod genotipa 14,66% (KG-54-8/1). Sorta Nirvana je u 2012/2013. godini imala 13,22% proteina, a 12,17% u 2013/2014. U prvoj godini su vrednosti bile statistički značajno veće (13,59%<sup>\*\*</sup>) u poređenju sa drugom godinom istraživanja (11,90%<sup>\*\*</sup>), što ukazuje da sadržaj proteina u visokom stepenu zavisi od ekoloških faktora. Klimatski uslovi tokom

maja i juna 2014. godine bili su nepovoljni za razvoj biljaka, zbog obilnih padavina i nižih temperatura vazduha, što je negativno uticalo na nalivanje i sazrevanje zrna, a time i na sadržaj i kvalitet proteina.

Najmanju varijabilnost sadržaja proteina u zrnju po godinama ispoljile su linija KG-54-7/3, sorta Nirvana i linija KG-54-2/3.

Analizom varijanse ustanovljene su statistički visoko značajne razlike za genotipove, godine i njihove interakcije.

*Tabela 1. Srednje vrednosti i analiza varijanse za sadržaj proteina u zrnju krupnika (%)*

Genotip	Godina		Prosek
	2012/2013	2013/2014	
Nirvana	13,22 <sup>d</sup>	12,17 <sup>fed</sup>	12,69 <sup>C</sup>
KG-37-8/3	13,94 <sup>b</sup>	11,92 <sup>g</sup>	12,93 <sup>B</sup>
KG-54-7/3	12,52 <sup>e</sup>	11,54 <sup>h</sup>	12,03 <sup>D</sup>
KG-54-8/1	14,66 <sup>a</sup>	11,37 <sup>i</sup>	13,02 <sup>A</sup>
KG-54-2/3	13,60 <sup>c</sup>	12,52 <sup>e</sup>	13,06 <sup>A</sup>
Prosek	13,59	11,90	12,75
LSD	Genotip (A)	Godina (B)	A×B
0,05	0,051	-	0,072
0,01	0,084	-	0,119

Razlike između sredina sa istim slovima nisu značajne ( $P \leq 0,05$ ) – LSD test

U istraživanjima (Kliuchevych et al., 2020), sadržaj proteina u zrnju organski proizvedenog krupnika iznosio je od 10,57% do 11,4%, dok su u našim istraživanjima prosečne vrednosti bile između 12% i 13%, što ukazuje na varijabilnost sadržaja proteina u zavisnosti od genotipa i ekoloških faktora. Slične vrednosti sadržaja proteina u zrnju krupnika (10,50-13,94%) ustanovili su Vojnov et al. (2020).

U istraživanjima Takač et al. (2021), sorte krupnika su sadržale više proteina i glutena, posebno glijadina koji uzrokuju veću rastegljivost testa, dok su sorte hlebne pšenice imale značajno veću količinu glutenina i pogodnije su za proizvodnju hleba od krupnika.

Hektolitarska masa i masa 1000 zrna se smatraju osobinama tzv. fizičkog kvaliteta zrna i direktno utiču na izbrašnjavanje i količinu brašna određene sorte. U ovim istraživanjima, u proseku za obe godine, najveću hektolitarsku masu imala je linija KG-37-8/3 (82,46 kg hl<sup>-1</sup>), a zatim linije KG-54-7/3 (79,16 kg hl<sup>-1</sup>) i KG-54-2/3 (78,80 kg hl<sup>-1</sup>). U prethodnim istraživanjima (Zečević i sar., 2021), linija KG-37-8/3 je imala i najveću

masu 1000 zrna (41,68 g), što ukazuje na činjenicu da ove dve osobine kvaliteta imaju pozitivnu korelaciju. Svi ispitivani genotipovi su imali hektolitarsku masu zrna veću od 77,7 kg hl<sup>-1</sup>, što se može smatrati dobrim kvalitetom zrna ove biljne vrste. Linija KG-54-8/1 je pokazala najmanju varijabilnost hektolitarske mase po godinama (78,70 kg hl<sup>-1</sup>; 78,07 kg hl<sup>-1</sup>). Prosečna vrednost za hektolitarsku masu na nivou celog ogleada iznosila je 79,30 kg hl<sup>-1</sup>, pri čemu je u prvoj godini bila veća (80,85 kg hl<sup>-1</sup>) u poređenju sa drugom (77,76 kg hl<sup>-1</sup>). Uočena razlika se može objasniti povoljnijim klimatskim uslovima u prvoj u poređenju sa drugom godinom, tokom koje se faza naliivanja zrna odvijala pri većoj količini padavina što je prouzrokovalo smanjenje kvaliteta zrna krupnika.

Vrednosti za hektolitarsku masu su u saglasnosti sa istraživanjima koja su u Australiji sprovedi Neeson et al. (2008) na genotipovima spelte u organskoj proizvodnji.

*Tabela 2. Srednje vrednosti i analiza varijanse za hektolitarsku masu zrna krupnika (kg hl<sup>-1</sup>)*

Genotip	Godina		Prosek
	2012/13	2013/14	
Nirvana	78,02 <sup>c</sup>	77,44 <sup>f</sup>	77,73 <sup>E</sup>
KG-37-8/3	88,30 <sup>a</sup>	76,62 <sup>g</sup>	82,46 <sup>A</sup>
KG-54-7/3	79,13 <sup>c</sup>	79,18 <sup>c</sup>	79,16 <sup>B</sup>
KG-54-8/1	78,70 <sup>d</sup>	78,06 <sup>e</sup>	78,38 <sup>D</sup>
KG-54-2/3	80,13 <sup>b</sup>	77,48 <sup>f</sup>	78,80 <sup>C</sup>
Prosek	80,85	77,76	79,30
LSD	Genotip (A) <sup>**</sup>	Godina (B) <sup>**</sup>	A×B <sup>**</sup>
0,05	0,258	-	0,366
0,01	0,429	-	0,606

Razlike između sredina sa istim slovima nisu značajne ( $P \leq 0,05$ ) – LSD test

Analizom varijanse utvrđene su statistički visoko značajne razlike za hektolitarsku masu između ispitivanih genotipova. Razlike po godinama su, takođe, bile statistički visoko značajne, kao i interakcija genotip×godina (tab. 2). Komponente kvaliteta zrna pšenice su kvantitativne osobine na koje značajno utiču faktori spoljašnje sredine (Zečević i sar., 2018; Curzon et al., 2021), kao i primenjena tehnologija gajenja, posebno mineralna ishrana biljaka (Wang et al., 2021). U

---

prethodnim istraživanjima, kvalitet zrna krupnika, sadržaj proteina i glutena, odnosno kvalitet proteina, bio je na nivou kvaliteta hlebne pšenice (Ratajezak et al., 2020), što ukazuje da sorte krupnika mogu biti korisne za pekarsku industriju, a takođe i vredan izvor gena za proučavanje osobina u programima oplemenjivanja.

### Zaključak

U ovim istraživanjima, prema sadržaju proteina, posebno su se istakle linije KG-54-2/3 i KG-54-8/1, koje su imale oko 13% proteina, dok je linija KG-37-8/3 imala najveću hektolitarsku masu zrna ( $82,46 \text{ kg hl}^{-1}$ ).

Ispitivani genotipovi krupnika su pogodni za gajenje u organskoj proizvodnji, jer su manje osetljivi na prouzrokovane bolesti i štetočine u poređenju sa hlebnom pšenicom. Rezultati pokazuju da krupnik može da ostvari dobar kvalitet u organskoj proizvodnji, i može biti alternativa hlebnjoj pšenici u mlinarskoj i pekarskoj industriji.

### Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan uz finansijsku pomoć i podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (evidencioni brojevi: 451-03-47/2023-01/200216, 451-03-47/2023-01/200054 i TR 31092 (MPNTR RS)).

### Literatura

- Balk, J., Connorton, J.M., Wan, Z., Lovegrove, A., Moore, K.L., Uauy, C., Sharp, P.A., Shewry, P.R. (2019). Improving wheat as a source of iron and zinc for global nutrition. *Nutrition Bulletin*, 44, 53-59. <https://doi.org/10.1111/nbu.12361>
- Dolijanović, Ž., Roljević Nikolić, S., Subić, J., Jovović, Z., Oljača, J., Bačić, J. (2022). Organic spelt production systems: Productive and financial performance in three orographic regions. *Italian Journal of Agronomy*, 17:2025. doi:10.4081/ija.2022.2025
- Dvorak, J., Deal, K.R., Luo, M.C., You, F.M., Borstel, K., Dehghani, H. (2012). The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat. *Journal of Heredity*, 103, 426–441. <https://doi.org/10.1093/jhered/esr152>

- 
- Gomez-Becerra, H. F., Erdem, H., Yazici, A., Tutus, Y., Torun, B., Ozturk, L., Cakmak, I. (2010). Grain concentrations of protein and mineral nutrients in a large collection of spelt wheat grown under different environments. *Journal of Cereal Sci.* 52, 342-349. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.05.003>
- Khmeleva, E., Osipova, G., Rummyantseva, V., Berezina, N., Makarova, N. (2019). Prospects for the use of spelt in organic farming. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 315 (2019) 052048, doi:10.1088/1755-1315/315/5/052048
- Kliuchevych, M. M., Nykytiuk, Yu. A., Stoliar, S. H., Retman, S. V., Vygera, S. M. (2020). Protection of winter spelt against fungal diseases under organic production of phyto - products in the Ukrainian polissia. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020, 10(1), 267-272, doi: 10.15421/2020\_42
- Curzon, A.Y., Kottakota, C., Nashef, K., Abbo, S., Bonfil, D.J., Reifen, R., Bar-El, S., Rabinovich, O., Avneri, A., Ben-David, R. (2021). Assessing adaptive requirements and breeding potential of spelt under Mediterranean environment. *Scientific Reports*, 11:7208. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86276-1>
- MSTAT-C (1991). A software program for the design, management and analysis of agronomic research experiments. Michigan State University, East Lansing, U.S.A.
- Neeson, R., Evans, J., Burnett, V., Lockett, D., Wellings, C., Taylor, H., Raman, H, Van Meeuwen, E., Bowden, P. (2008). Optimising the quality and yield of spelt under organic production in SE Australia. *Global Issues Paddock Action. Proceedings of the 14th Australian Agronomy Conference. September 2008, Adelaide South Australia.* © Australian Society of Agronomy [www.agronomy.org.au](http://www.agronomy.org.au). Edited by M.J. Unkovich.
- Ratajczak, K., Sulewska, H., Grażyna, S., Matysik, P. (2020). Agronomic traits and grain quality of selected spelt wheat varieties versus common wheat, *Journal of Crop Improvement*, 34:5, 654-675, DOI: [10.1080/15427528.2020.1761921](https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1761921)
- Ruibal-Mendieta, N. L., Delacroix, D. L., Mignolet, E., Pycke, J.M., Marques, C., Rozenberg, R., Petitjean, G., Habib-Jiwan, J. L., Meurens, M., QuetinLeclercq, J., Delzenne, N. M., Larondelle, Y. (2005). Spelt (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) as a source of bread making flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53, 2751–2759. [doi.org/10.1021/jf048506e](https://doi.org/10.1021/jf048506e).
- Sugár, E., Fodor, N., Sándor, R., Bónis, P., Vida, G., Árendás, T. (2019). Spelt wheat: An alternative for sustainable plant production at low N-levels. *Sustainability*, 11(23):6726. [doi.org/10.3390/su11236726](https://doi.org/10.3390/su11236726)
- Takač, V., Tóth, V., Rakszegi, M., Mikić, S., Mirosavljević, M., Kondić-Špika, A. (2021). Differences in processing quality traits, protein content and composition between spelt and bread wheat genotypes grown under conventional and organic production. *Foods*, 10, 156. <https://doi.org/10.3390/foods10010156>
-



- Vojnov, B., Manojlović, M., Latković, D., Milošev, D., Dolijanović, Ž., Simić, M., Babec, B., Šeremešić, S. (2020). Grain yield, yield components and protein content of organic spelt wheat (*Triticum spelta* L.) grown in different agro-ecological conditions of northern Serbia. Ratar. Povrt., 57 (1): 1-7.
- Wang, J., Baranski, M., Korkut, R., Kalee, H.A., Wood, L., Bilsborrow, P., Janovska, D., Leifert, A., Winter, S., Willson, A., et al. (2021). Performance of modern and traditional spelt wheat (*Triticum spelta*) varieties in rain-fed and irrigated, organic and conventional production systems in a semi-arid environment. Agronomy, 11, 890. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050890>
- Zečević, V., Milenković, C., Matković, M., Mićanović, D., Jauković, M., Luković, K., Bošković, J. (2018): Fenotipska varijabilnost osobina klasa krupnika (*Triticum spelta* L.) u organskoj proizvodnji. Prvi domaći naučno stručni skup, Održiva primarna poljoprivredna proizvodnja u Srbiji-stanje, mogućnosti, ograničenja i šanse, Megatrend univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, 26. oktobar, 2018., Zbornik radova, 45-52.
- Zečević, V., Milenković, S., Đurić, N., Luković, K., Matković Stojšin, M., Đorđević, R., Knežević, D. (2021). Analiza prinosa krupnika (*Triticum spelta* L.) u organskoj proizvodnji. Zbornik radova, Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Smederevska Palanka, 15.12.2021., 237-244.

---

**MEĐUZAVISNOST PRODUKTIVNIH OSOBINA PŠENICE I  
NJIHOV UTICAJ NA KVALITET**

**INTERDEPENDENCE OF PRODUCTIVE CHARACTERISTICS  
OF WHEAT AND THEIR INFLUENCE ON QUALITY**

Kristina Luković<sup>1</sup>, Vladimir Perišić<sup>1</sup>, Zorica Jestrović<sup>1</sup>, Kamenko Bratković<sup>1</sup>,  
Milivoje Milovanović<sup>2</sup>, Veselinka Zečević<sup>3</sup>, Sofija Mladenović<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centar za strna žita i razvoj sela, Save Kovačevića 31, Kragujevac

<sup>2</sup>Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Nemanjina 2, Beograd

<sup>3</sup>Institut za povrtarstvo, Karađorđeva 71, Smederevska Palanka

<sup>4</sup>Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun

Autor za korespondenciju: kika@kg.ac.rs

**Izvod**

U radu su prikazani rezultati perspektivnih genotipova pšenice, gajenih u različitim agroekološkim uslovima, tokom 2013/2014. godine. Analizirane su produktivne osobine i kvalitet zrna, i utvrđene su korelacione veze između njih. Zapaža se da su genotipovi sa nižim prinosom imali bolji kvalitet zrna i obrnuto. Kao najprinosniji genotip, istakao se KG-60-3/3 (5,6 t ha<sup>-1</sup>), dok su genotipovi KG-52/3 i KG-47/21 imali najveće prosečne vrednosti sedimentacije proteina (43,6 ml i 40,7 ml) i sadržaja vlažnog glutena (36,2% i 35,1%).

Uočena je jaka zavisnost između mase zrna po klasu, mase zrna po biljci i mase 1000 zrna. Ove komponente prinosa su pozitivno korelisane sa prinosom zrna. Sa druge strane, između prinosa i kvaliteta zrna utvrđena je negativna korelacija, što otežava proces oplemenjivanja u cilju stvaranja genotipova sa pozitivnom ekspresijom obe osobine.

**Ključne reči:** pšenica, produktivne osobine, kvalitet, korelacije

**Abstract**

The paper presents the results of perspective wheat genotypes, grown in different agroecological conditions, during 2013/2014. Productive traits and grain quality were analyzed, and correlations between them were established. It is observed that genotypes with lower yield had better grain quality and vice versa. As the most productive genotype, it stood out KG-60-3/3 (5.6 t ha<sup>-1</sup>), while genotypes KG-52/3 and KG-47/21 had the highest average protein sedimentation values (43.6 ml & 40.7 ml) and wet gluten content (36.2% & 35.1%).

A strong dependence was observed between the mass of grains per ear, the mass of grains per plant and the mass of 1000 grains. These yield components are positively correlated with grain yield. On the other hand, a negative correlation was established between yield and grain quality, which makes the breeding process difficult in order to create genotypes with positive expression of both traits.

**Key words:** wheat, productive traits, quality, correlations

**Uvod**

Pored oplemenjivanja na visok prinos, poseban zadatak u oplemenjivanju strnih žita je kreiranje novih kvalitetnih sorti. Ostvarenje ovog cilja je dosta složeno s obzirom da su prinos i kvalitet u negativnoj korelaciji (Rakszegi i sar., 2016; Sourour i sar., 2018; Kondić-Špika i sar., 2019). Osim toga, na prinos zrna utiče veći broj kvantitativnih osobina koje su međusobno povezane i zavisne, usled čega unapređenje jedne osobine može uticati na povećanu ili slabiju ekspresiju druge osobine (Terzić i sar., 2018; Sabouri i sar., 2022; Al-Ashkar i sar., 2023). Dužina klasa i broj klasića imaju veliki uticaj na broj i masu zrna koji se formiraju u klasu (Khaliq i sar., 2004; Mohammadi i sar., 2012). Sorte sa dužim klasom i većim brojem klasića obrazuju veći broj zrna, veće apsolutne mase (Varsha i sar., 2019). Prema Milovanović i sar. (2019), broj zrna po klasu se smatra jednim od najvažnijih pokazatelja fertiliteta klasa kod strnih žita. Autori navode da se klasovi sa većim brojem zrna po klasu i većom masom lako mogu zapaziti u procesu odabiranja iz generacija razdvajanja, pa zato ovi pokazatelji produktivnosti klasa imaju važnu ulogu u budućem povećanju prinosa. Međutim, povećanje broja

zrna po klasu, mase zrna po klasu ili dužine klasa kod pšenice ne rezultira uvek u povećanju prinosa, dok su povećan broj klasova  $m^{-2}$  i povećan indeks klasa indikatori većeg prinosa zrna (Kobiljski i Denčić, 1996). Zbog toga, poznavanje korelacionih veza između osobina pruža dragocene informacije za uspešan rad na oplemenjivanju i kreiranju novih genotipova pšenice sa poboljšanim osobinama.

Cilj ovog rada je bio da se prouči prinos i kvalitet zrna perspektivnih genotipova ozime pšenice gajenih u različitim agroekološkim uslovima, kao i da se utvrdi međusobni stepen zavisnosti produktivnih osobina, kao i njihov uticaj na kvalitet pšenice.

### Materijal i metode rada

Kao materijal istraživanja u ovom radu, korišćeno je 13 perspektivnih linija ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.), selekcionisanih u Centru za strna žita i razvoj sela, i jedna standardna sorta Pobeda. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, na oglednom polju Agroinstituta u Somboru, Instituta za krmno bilje u Kruševcu i Centra za strna žita i razvoj sela u Kragujevcu, u toku 2013/2014. godine. Setva je obavljena mašinski, upotrebom 600-650 klijavih zrna po  $m^2$ . Veličina osnovne parcelice iznosila je  $5 m^2$ , u okviru parcelice zasejano je 10 redova. U fazi pune zrelosti, sa svakog lokaliteta, uzet je uzorak koji se sastojao od 45 biljaka (15 biljaka po ponavljanju). Na uzorcima je u laboratoriji Centra, izvršeno merenje sledećih produktivnih osobina: dužina klasa (cm), broj klasića primarnog klasa, broj fertilnih klasića primarnog klasa, masa zrna primarnog klasa (g), masa zrna po biljci (g). Nakon žetve, izmeren je prinos zrna za svaku parcelicu, a potom preračunat u  $t ha^{-1}$ . Hektolitarska masa, masa 1000 zrna, sedimentacija proteina i sadržaj vlažnog glutena analizirani su u laboratoriji Centra, primenom standardnih metoda (JUS E.B1.200; JUS E.B1.200; Zeleny, ICC No. 116/1, 1972; ICC No. 106/2, 1992). Testiranje značajnosti razlika između genotipova pšenice i lokacija vršeno je *Duncan*-ovim testom, pri čemu su za označavanje značajnih razlika između genotipova korišćena mala latinična slova. Stepem povezanosti navedenih produktivnih osobina i osobina kvaliteta pšenice, kvantifikovan je *Pearson*-ovim koeficijentom linearne korelacije:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x s_y}$$

Statistička analiza podataka je urađena upotrebom računarskog programa Minitab 20.4.

Prosečne vrednosti srednjih mesečnih temperatura vazduha i sume padavina po pojedinim mesecima, u periodu izvođenja ogleada, prikazane su u istraživanjima Luković (2020).

## Rezultati i diskusija

### *Produktivne osobine i kvalitet zrna*

Poznato je da prinos i kvalitet zrna pšenice zavise od genetskog potencijala sorte. Ipak, uslovi spoljne sredine u velikoj meri mogu uticati na varijabilnost ovih osobina. U istraživanjima Zečević i sar. (2021) navodi se da prinos i komponente prinosa pšenice značajno variraju u zavisnosti od primenjene agrotehnike, naročito kompleksne mineralne ishrane. Sa druge strane, Rajčić i sar. (2019) i Luković i sar. (2021) ističu da realizacija kako prinosa, tako i kvaliteta zrna, u najvećoj meri zavisi od klimatskih uslova u kritičnih fenofazama rasta i razvoja biljkaka.

Period izvođenja ogleada karakteriše niža temperature vazduha i velika količina padavina tokom aprila, maja i juna na sva tri lokaliteta. Nepovoljni vremenski uslovi imali su presudnu ulogu na ekspresiju analiziranih osobina pšenice. Prinos zrna proučavanih genotipova pšenice, u proseku za sva tri lokaliteta, varirao je od 3,9 t ha<sup>-1</sup> (KG-244/4) do 5,6 t ha<sup>-1</sup> (KG-60-3/3). Najmanju masu 1000 zrna imao je genotip KG-27/6 (38,9 g), dok se najkrupnijim zrnom odlikovao genotip KG-52/23 (43,5 g). Intenzivne padavine, zabeležene tokom fenofaza klasanja, cvetanja i nalivanja zrna, uslovile su formiranje sitnijeg i smežuranog zrna, lošijeg tehnološkog kvaliteta. Shodno tome, analizirani genotipovi pšenice postigli su niže vrednosti hektolitarske mase zrna, koja se kretala u rasponu od 72,7 kg hl<sup>-1</sup> (KG-27/6) do 76,8 kg hl<sup>-1</sup> (KG-1/6). Međutim, i pored izuzetno nepovoljnih klimatskih uslova koji su obeležili 2014. godinu, određen broj proučavanih genotipova pšenice zadržao je dobar kvalitet zrna. U tom pogledu, naročito su se istakli genotipovi KG-52/3 i KG-47/21 koji su imali najveće prosečne vrednosti sedimentacije proteina (43,6 ml i 40,7 ml) i sadržaja vlažnog glutena (36,2% i 35,1%), tabela 1.

Tabela 1. Prosečne vrednosti produktivnih osobina i kvaliteta zrna

Genotip	PZ (t ha <sup>-1</sup> )	HM (kg ha <sup>-1</sup> )	MHZ (g)	SP (ml)	VG (%)
KG-27/6	4,5 <sup>a-e</sup>	72,7 <sup>a</sup>	38,9 <sup>a</sup>	29,6 <sup>a</sup>	31,2 <sup>cde</sup>
KG-244/4	3,9 <sup>a</sup>	76,1 <sup>cd</sup>	42,8 <sup>de</sup>	30,7 <sup>ab</sup>	31,4 <sup>cde</sup>
KG-199/4	4,8 <sup>b-e</sup>	76,6 <sup>d</sup>	41,8 <sup>b-e</sup>	32,2 <sup>abc</sup>	29,8 <sup>b-e</sup>
KG-307/4	4,9 <sup>c-f</sup>	74,5 <sup>b</sup>	42,6 <sup>de</sup>	29,8 <sup>a</sup>	28,4 <sup>a-d</sup>
KG-28/6	4,4 <sup>a-e</sup>	72,1 <sup>a</sup>	38,9 <sup>a</sup>	30 <sup>ab</sup>	31,9 <sup>def</sup>
KG-162/7	4,3 <sup>a-d</sup>	72,9 <sup>a</sup>	39,9 <sup>abc</sup>	30,2 <sup>ab</sup>	28,6 <sup>a-e</sup>
KG-191/5-13	4,9 <sup>c-f</sup>	77,2 <sup>d</sup>	41,3 <sup>a-e</sup>	26,8 <sup>a</sup>	27,8 <sup>abc</sup>
KG-40-39/3	4,2 <sup>abc</sup>	74,9 <sup>bc</sup>	40,2 <sup>a-d</sup>	37,9 <sup>bcd</sup>	31,2 <sup>cde</sup>
KG-52/23	5,1 <sup>ef</sup>	75,1 <sup>bc</sup>	43,5 <sup>e</sup>	31,3 <sup>abc</sup>	26,6 <sup>ab</sup>
KG-60-3/3	5,6 <sup>f</sup>	75,8 <sup>bcd</sup>	39,2 <sup>ab</sup>	28,4 <sup>a</sup>	26,7 <sup>ab</sup>
KG-1/6	4,7 <sup>b-e</sup>	76,8 <sup>d</sup>	41 <sup>a-e</sup>	32,6 <sup>abc</sup>	25,8 <sup>a</sup>
KG-52/3	4,4 <sup>a-d</sup>	75,8 <sup>bcd</sup>	39,4 <sup>ab</sup>	43,6 <sup>d</sup>	36,2 <sup>g</sup>
KG-47/21	4,1 <sup>ab</sup>	76,2 <sup>cd</sup>	39,6 <sup>abc</sup>	40,7 <sup>d</sup>	35,1 <sup>fg</sup>
Pobeda	5 <sup>def</sup>	76 <sup>bcd</sup>	42,1 <sup>cde</sup>	38,7 <sup>cd</sup>	32,3 <sup>ef</sup>
Total	4,6	75,2	40,8	33	30,2

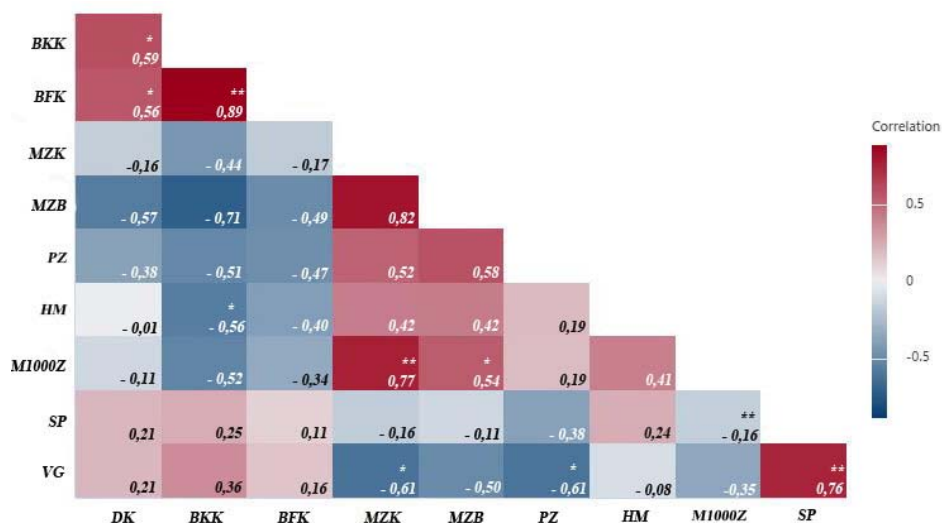
Legenda: PZ-prinos zrna; HM- hektolitarska masa; MHZ-masa 1000 zrna; SD-sedimentacija proteina; VG-sadržaj vlažnog glutena

### Korelacije osobina

U oplemenjivanju biljaka, proces selekcije se zasniva na praćenju većeg broja kvantitativnih i kvalitativnih osobina. Pri tome je veoma važno da se utvrdi stepen njihove međusobne povezanosti, jer povećanje vrednosti jedne osobine može uticati na povećanje ili smanjenje vrednosti druge osobine. Stepenn ovog uticaja se može kvantifikovati pomoću koeficijenta proste linearne korelacije. Ovaj koeficijent može uzeti vrednosti u intervalu od -1 do +1 i što je po apsolutnoj vrednosti bliži jedinici to je stepen linearne povezanosti veći.

Stepen zavisnosti produktivnih osobina i prinosa zrna, kao i njihov uticaj na kvalitet pšenice utvrđen je pomoću *Pearson*-ovog koeficijenta korelacije (graf. 1).

Dužina klasa je pozitivno korelisana sa brojem klasića po klasu i brojem fertilnih klasića a negativno sa masom zrna po biljci. Negativna korelacija utvrđena je između broja fertilnih klasića i komponenti prinosa: mase zrna po klasu, mase zrna po biljci, hektolitarske mase, mase 1000 zrna, kao i samog prinosa (graf. 1).



Grafikon 1. Koeficijenti korelacije produktivnih osobina i kvaliteta zrna

Legenda: DK-dužina primarnog klasa; BKK-broj klasića primarnog klasa; BFK-broj fertilnih klasića; MZK-masa zrna primarnog klasa; MZB-masa zrna po biljci; PZ-prinos zrna; HM-hektolitarska masa; MHZ-masa 1000 zrna; SP-sedimentacija proteina; VG-sadržaj vlažnog glutena.

\*korelacija je značajna na nivou 0,05; \*\*korelacija je značajna na nivou 0,01;

U prilog ovih rezultata ide činjenica da su se faze vlatanja, klasanja, cvetanja i nalivanja zrna odvijale pri nižoj temperaturi vazduha i ekstremno velikoj količini padavina tokom 2014. godine. Ovako nepovoljni vremenski uslovi negativno su uticali na proces nalivanja zrna pšenice uslovljavajući formiranje sitnijih, slabo nalivenih zrna. Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima razlikuju se od rezultata Haq i sar. (2010) i Đurić i sar. (2016), koji ističu da broj klasića po klasu direktno utiče na broj i masu zrna po klasu sa kojima su u visoko značajnoj pozitivnoj korelaciji. Međutim, Hristov i sar. (2011) ističu negativan direktan uticaj broja klasića po klasu na prinos po biljci što ukazuje na potrebu unapređenja njihove fertilnosti. Problem ozrnjenosti klasa, naročito pri njegovoj osnovi, negativno utiče na broj zrna po klasu. Autori navode da iako direktan efekat broja klasića nije značajan, pažnja se mora posvetiti pojavi sterilnih klasića koji u znatnoj meri mogu da umanje ukupan prinos.

Jaka zavisnost utvrđena je između mase zrna po klasu, mase zrna po biljci i mase 1000 zrna. Ove komponente prinosa su pozitivno korelisane

sa prinosom zrna. Masa zrna po biljci i masa zrna po klasu se nalaze u pozitivnoj korelaciji sa prinosom zrna, što ukazuje na njihov značajan doprinos u ukupnom povećanju prinosa. Do sličnih rezultata došli su Prodanović i sar. (1999) koji su saopštili da najveći uticaj na prinos zrna ima masa zrna po klasu.

Sedimentacija proteina je snažan indikator kvaliteta proteina koji je u velikoj meri genetski određen (Payne i sar., 1987). U ovim istraživanjima je utvrđena visoko značajna pozitivna korelacija, između sedimentacije proteina i sadržaja vlažnog glutena. Ovo su važne osobine kvaliteta zbog njihove pozitivne korelacije sa drugim parametrima tehnološkog kvaliteta pšenice (Vázquez i sar., 2012; Laidig i sar., 2017). U istraživanjima Peighambardoust i sar. (2011), ističe se jaka međusobna povezanost sedimentacije proteine sa zapreminom i visinom hleba.

Između prinosa i ovih pokazatelja kvaliteta zrna ustanovljena je negativna korelacija. Postojanje negativne zavisnosti između prinosa i kvaliteta zrna (Rakszegi i sar., 2016; Sourour i sar., 2018; Kondić-Špika i sar., 2019) otežava proces selekcije u cilju stvaranja visokoprinosa genotipova pšenice odličnog tehnološkog kvaliteta.

Vegetaciona sezona 2013/2014. godine je bila nepovoljna za rast i razvoj biljaka, pa se vrednosti pojedinih koeficijenata korelacije mogu objasniti reakcijom biljaka na stresne uslove spoljne sredine. Malik i sar. (1987) saopštavaju da agroekološki uslovi mogu izazvati varijabilnost ne samo prinosa i komponenti prinosa, već i razlike u njihovoj uzajamnoj korelaciji. U istraživanjima Rajčić i sar. (2019), navodi se jak uticaj vegetacione sezone na korelaciju prinosa i mase 1000 zrna. Prema Banjac i sar. (2010), nepovoljni uslovi vodnog režima u pojedinim godinama dovode do neočekivanih vrednosti korelacionih koeficijenata između produktinih osobina. Autori ističu da su, sa stanovišta oplemenjivanja pšenice, značajne one korelacije koje pokazuju ponovljivost bez obzira na variranje uslova spoljne sredine. Stoga, poznavanje korelacionih veza između osobina pruža dragocene informacije koje omogućavaju uspešan rad na oplemenjivanju pšenice i kreiranju novih genotipova sa poboljšanim osobinama.



## **Zaključak**

U godini sa izrazito nepovoljnim klimatskim uslovima, kakvim se odlikovala 2014., genotipovi pšenice nisu uspeli da ispolje svoj genetski potencijal za prinos i kvalitet zrna. Niža temperatura vazduha i ekstremno velika količina padavina u fazi vlatanja, klasanja i nalivanja zrna imale su presudnu ulogu na ekspresiju analiziranih osobina pšenice. U takim uslovima, uticaj genotipa na ekspresiju produktivnih osobina i tehnološkog kvaliteta zrna bio je niži od uticaja ekoloških faktora.

Pozitivna veza između mase zrna po klasu i komponenti prinosa ima značajan doprinos u ukupnom povećanju prinosa. Povećanje mase zrna po klasu utiče na povećanje žetvenog indeksa zrna, osobine kod koje je u prethodnom periodu ostvarena najveća genetska dobit i koja je u velikoj meri doprinela povećanju prosečnih prinosa zrna.

Između prinosa zrna i osobina kvaliteta utvrđena je negativna korelacija. Istovremeno, povećanje prinosa i kvaliteta zrna predstavlja važan cilj svakog oplemenjivača. Ostvarenje ovog cilja moguće je postići pravilnim izborom roditelja, donora važnih gena za prinos i kvalitet zrna.

## **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 nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

## **Literatura**

- Al-Ashkar, I., Sallam, M., Almutairi, K.F., Shady, M., Ibrahim, A., Alghamdi, S.S. (2023). Detection of High-Performance Wheat Genotypes and Genetic Stability for Complex Interplay between Genotypes and Environments. *Agronomy*, 13, 585. <https://doi.org/10.3390/agronomy130205>
- Banjac, B., Petrović, S., Dimitrijević, M., Dozet, D. (2010). Procena korelacione povezanosti komponenta prinosa pšenice u uslovima utresa. *Letopis Naučnih Radova*, 34 (I), 60-68.
- Đurić, N., Cvijanović, G., Dozet, G., Matković, M., Branković, G., Đekić, V. (2016): Correlation analysis of more significant production traits of certain winter wheat PKB varieties. *Agronomy Journal*, 78 (2-3), 85-96.

- Haq, W.U., Munir, M., Akram, Z. (2010). Estimation of interrelationships among yield and yield related attributes in wheat lines. *Pakistan Journal of Botany*, 42 (1), 567-573.
- Hristov, N., Mladenov, N., Kondić-Špika, A., Marjanović-Jeromela, A., Jocković, B., Jaćimović, G. (2011). Effect of environmental and genetic factors on the correlation and stability of grain yield components in wheat. *Genetika*, Belgrade, 43 (1), 141-152.
- Khaliq, I., Parveen, N., Chowdhry, M. A. (2004). Correlation and path coefficient analyses in bread wheat. *International Journal of Agricultura and Biology*, 6 (4), 633-635.
- Kobiljski, B., Denčić, S. (1996). Karakteristike klasa - Selekcioni kriterijum za prinos pšenice. *Selekcija i semenarstvo*, IV (3-4), 17-22.
- Kondić-Špika, A., Mladenov, N., Grahovac, N., Zorić, M., Mikikić, S., Trkulja, D., Marjanović-Jeromela, A., Miladinović, D., Hristov, N. (2019). Biometric analyses of yield, oil and protein contents of wheat (*Triticum aestivum* L.). Genotypes in diferent environments. *Agronomy*, 9, 270; 2-18, doi:10.3390/agronomy9060270.
- Luković, K. (2020): Karakterizacija KG-linija pšenice po morfološkim osobinama i tehnološkom kvalitetu zrna. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- 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 of the XII International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2021"*, Jahorina, October 07-10, 2021, 200-205. <http://agrosym.ues.rs.ba/>
- Laidig, F., Piepho, H. P., Rentel, D., Drobek, T., Meye, 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.
- Malik, B. S., Rao, M. V., Menon, T. C. M. (1987). Stability of homogeneous and heterogeneous population of wheat for yield components. *Genetica Agraria*, 41 (1), 9-16.
- Minitab, llc. (2021). *Minitab*. Retrieved from <https://www.minitab.com>
- Milovanović, M., Staletić, M., Perišić, V., Luković, K., Stojićević, D. (2019). Manifestacija heterozisa nekih osobina klasa kod hibrida heksaploidnih tritikalea-osobine fertilnosti klasa. *Zbornik radova Visoke tehničke škole, Požarevac*, 1, 23-36.
- Mohammadi, M., Karimizadeh, R., Sabaghnia, N., Shefazadeh, M. K. (2012). Genotype × environment interaction and yield stability analysis of new improved bread wheat genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 17 (1), 67-73.

- Payne, P. I., Nightingale, M. A., Krattiger, A. F., Holt, L. M. (1987). The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 40, 51-65.
- Peighambaroust, S. H., Ghamari, M., Naghavi, S. (2011). Application of Gel-protein analysis compared to conventional quality tests in characterisation of Iranian wheat cultivars. *Cereal Research Communications*, 39 (3), 394-404.
- Prodanović, S., Šurlan-Momirović, G., Perović, D., Stančić, I., Nikolić, Z., Veselinović, Z. (1999). Promena strukture populacija pšenice pod uticajem bulk selekcije I. Srednje vrednosti i odnosi svojstava. Zbornik abstrakta „Drugi Kongres Genetičara Srbije“ Sokobanja, 10-13.
- Rajičić, V., Perišić, V., Madić, M., Popović, V., Perišić, V., Luković, K., Terzić, D. (2019). Grain yield and quality of winter wheat cultivars. Proceedings of the X International Scientific Agricultural Symposium “Agrosym 2019”, Jahorina, October 07-10, 2019, 152-157.
- Rakszegi, M., Mik, P., Loschenberger, F., Hiltbrunner, J., Aebi, R., Knapp, S., Tremmel-Bede, K., Megyeri, M., Kovacs, G., Molnar-Lang, M., Vida, G., Laszlo, L., Bedo, Z. (2016). Comparison of quality parameters of wheat varieties with different breeding origin under organic and low-input conventional conditions. *Journal of Cereal Science*, 69, 297-305.
- Sourour, A., Othmani, A., Bechrif, S., Rezgui, M., Ben, Younes, M. (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.
- 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.
- Varsha, P. Verma, P. Saini, V. Singh, S. Yashvee (2019): Genetic variability of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for agro-morphological traits and their correlation and path analysis. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 2290-2294.
- Vázquez, D., Berger, A. G., Cuniberti, M., Bainotti, C., Miranda, M. Z., Scheeren, P. L., Jobet, C., Zúñiga, J., Cabrera, G., Verges, R., Peña, R. J. (2012). Influence of cultivar and environment on quality of Latin American wheats. *Journal of Cereal Science*, 56, 196-203.
- Zečević, V., Milenković, S., Bošković, J., Roljević Nikolić, S., Luković, K., Đorđević, R., Knežević, D. (2021). Influence of foliar nutrition on yield and yield components of durum wheat (*Triticum durum desf.*) grown in system of organic production. *Applied Ecology And Environmental Research* 20(1):171-187. DOI: [http://dx.doi.org/10.15666/aecer/2001\\_171187](http://dx.doi.org/10.15666/aecer/2001_171187)

---

**EFIKASNOST SPINOSADA I ABAMEKTINA PROTIV  
*Rhizopertha dominica* F. U STRNIM ŽITIMA**

**EFFECTIVENES OF SPINOSAD AND ABAMECTIN  
AGAINST *Rhizopertha dominica* F. IN SMALL GRAINS**

Vesna Perišić<sup>1</sup>, Vladimir Perišić<sup>2</sup>, Kristina Luković<sup>2</sup>, Kamenko Bratković<sup>2</sup>, Vera Rajčić<sup>1</sup>

*Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Nišu, Kosančićeva 37000 Kruševac,  
Centar za strna žita i razvoj sela, Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac*

*Autor za korespodenciju: vperisic@kg.ac.rs*

**Izvod**

U radu je prikazana uporedna efikasnost dva insekticida prirodnog porekla, Spinosada i Abamektina, koji nisu registrovani za uskladištenu zrnastu robu, ali su u širokoj upotrebi u organskoj proizvodnji. Efikasnost ovih insekticida ispitivana je na žitnom kukuljičaru *Rhizopertha dominica* F., kao primarnoj štetočini koja može da infestira sve vrste uskladištenih strnih žita. Insekticidi Laser 240 SC i Abastate EC primenjeni su u količini 0,25, 0,5 i 1,0 g a.s. kg<sup>-1</sup> žita (pšenica, raž, tritikale, ječam i ovas). Utvrđena je veća inicijalna efikasnost Spinosada, čijom primenom nije ustanovljen „efekat zrna“. Povećanjem doze primene i dužine ekspozicije povećava se efikasnost Abamektina i smanjuje razlika u efikasnosti između ispitivanih vrsta žita. Deset sedmica posle tretiranja Spinosadom i Abamektinom nije utvrđena pojava potomstva *R. dominica*. Iako imaju različite mehanizme delovanja, rezultati ukazuju na moguću upotrebu i Spinosada i Abamektina u zaštiti uskladištenog strnog žita.

**Ključne reči:** Spinosad, Abamektin, *Rhizopertha dominica*, strna žita, efikasnost

---

## Abstract

This paper analyzed the comparative effectiveness of two insecticides of natural origin, Spinosad and Abamectin, which are not registered for grain storage, but are widely used in organic production. The effectiveness of these insecticides was tested on the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* F. as a primary pest that can infest all types of small grains. The insecticides Laser 240 SC and Abastate EC were applied in the amount of 0.25, 0.5 and 1.0 g a.s. kg<sup>-1</sup> grain (wheat, rye, triticale, barley and oats). A greater initial efficiency of Spinosad was established, with the application of which no "grain effect" was recorded. Increasing the application dose and the length of exposure of *R. dominica* increases the effectiveness of Abamectin, and reduces the difference in the effectiveness to the tested types of grain. Ten weeks after exposure to Spinosad and Abamectin the research did not determine the presence of *R. dominica* offspring. Although they have different mechanisms of action, the results indicate the possible use of Spinosad and Abamectin in the protection of stored small grains.

**Key words:** Spinosad, Abamectin, *Rhyzopertha dominica*, small grains, efficacy

## Uvod

U slučaju infestacije uskladištene zrnaste robe insektima, neophodno je primeniti hemijske mere suzbijanja, što dovodi do pojave rezidua sintetičkih insekticida u žitu. Osim toga, česta upotreba piretroida u može dovesti do pojave rezistentnosti populacija insekata štetočina uskladištenog žita.

Kako bi se približili rešenju ovih problema u radu je prikazana uporedna efikasnost dva insekticida prirodnog porekla, Spinosada i Abamektina, koji nigde nisu registrovani za uskladištenu zrnastu robu, ali su u širokoj upotrebi u organskoj proizvodnji. Spinosad je biopesticid koji predstavlja mešavinu spinosina A i spinosina D, zapravo produkt fermentacije zemljišne aktinomicete *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao (Mertz i Yao, 1990). Mehanizam delovanja spinosina je alosterična aktivacija nikotinskih receptora acetilholina (Hertlein i sar., 2011), tako što aktivira nikotinski receptor za acetilholin, vezujući se na drugom

mestu u odnosu na neonikotinoide. Kao posledica ekscitacije neurona, u CNS dolazi do nevoljnih kontrakcija i podrhtavanja mišića. Spinosad je ograničeni sistemik. Zbog izrazito malog ili zanemarljivog negativnog delovanja na korisne organizme, u svetu se široko primenjuje u programima integralne zaštite, kao i u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji (Hertlein i sar., 2011). Ovaj insekticid je registrovan u Srbiji za primenu na vinovoj lozi, u proizvodnji krastavca i krompira.

Abamektin je insekticid iz grupe avermektina. Sintetiše se iz prirodnih produkata fermentacije zemljišne bakterije *Streptomyces avermitilis* (Kim i Godfellow, 2002). Stimuliše aktivnost transmitera u nervnom sistemu, što dovodi do poremećaja u protoku nervnih impulsa u telu štetočina (Tomlin, 2009). Ishrana jedinki prestaje u roku od nekoliko sati od ingestije, a uginuće nastupa 2–4 dana kasnije. Ovaj mehanizam delovanja se razlikuje od većine insekticida i akaricida i omogućuje visoku efikasnost u suzbijanju štetočina.

Efikasnost ovih insekticida ispitivana je na žitnom kukuljičaru *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) kao primarnoj štetočini u skladištima svih vrsta strnih žita (Rees, 2004; Mason i McDonough, 2012).

Cilj ovoga istraživanja je ukazivanje se na mogućnost primene novih, prirodnih insekticida, čime se ublažava problem rezistentnosti štetočina i unapređuje kvalitet i bezbednost ljudske i životinjske hrane.

## Materijal i metode rada

U eksperimentu su korišćeni adulti *R. dominica* gajeni u Centru za strna žita na celim zrnima pšenice u laboratorijskim uslovima na  $T 26 \pm 1$  °C i RH  $60 \pm 5$  %. Tretirana su imaga dve do četiri nedelje starosti.

Korišćeno je pet komercijalno dostupnih vrsta strnih žita (pšenica, ječam, ovas, raž i tritikale), selekcionisanih u Centru za strna žita u Kragujevcu, Srbija.

Testirana su dva insekticida prirodnog porekla – Laser 240 SC (240 g/L spinosada, Dow AgroSciences, Austrija) i Abastate EC (18 g/L abamektina, Galenika-Fitofarmacija, Srbija)

Efikasnost ispitivanih preparata je posle aplikacije na strna žita određivana prema modifikovanoj metodi koju je opisao Collins (1990) i metodama za ocenu biološke efikasnosti insekticida u suzbijanju skladiš-

nih insekata (OEPP/EPP0, 2004a,b). U staklene tegle zapremine 1000 ml stavljano je po 500 g pšenice, ječma, raži, ovsu ili tritikalea. Potom je naneto po 5 ml vodenih rastvora insekticida Spinosada i Abamektina u količini 0,25, 0,5 i 1,0 g a.s. kg<sup>-1</sup> žita. Žito koje je korišćeno kao kontrola za ispitivanje efikasnosti insekticida tretirano je sa 5 ml destilovane vode. Posle ručnog protresanja tretiranog žita u trajanju od 30 sekundi, uzorci su mešani na obrtnoj mešalici u trajanju od 10 minuta. Nakon toga u plastične posude od 200 ml sipano je po 50 g tretiranog žita, postavljano je u termostat na T 26±1 °C i RH 60±5%. Posle 24h u svaku posudu, je ubačeno po 25 imaga *R. dominica*, posude zatvorene pamučnom tkaninom pričvršćenom gumicom. Za svaku varijantu postavljane su po četiri plastične posude, to jest četiri ponavljanja. Smrtnost je utvrđivana isejavanjem i prebrojavanjem uginulih imaga posle 7, 14. i 21. dana ekspozicije. Posle 21. dana izlaganja svi insekti su izbačeni, i uzorci vraćeni u termostat. Posle sedam sedmica posude sa žitima su prosejane kako bi se utvrdila eventualna pojava potomstva i procenat njegove redukcije.

Ostvareni podaci u ispitivanju efikasnosti insekticida posle aplikacije na različite vrste žita, izraženi su u procentima (%) mortaliteta sa izračunatom standardnom greškom (SG). Pre analize je *arcsin* transformacija upotrebljena za procenat smrtnosti, dok su rezultati količine oštećenog zrna i prašine transformisani formulom *sqrt(x)*.

Dobijeni podaci su obrađeni jednofaktorijalnom 1 analizom varijanse (MANOVA) softverskim paketom StatSoft version 7.1 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma), a značajnost razlika srednjih vrednosti je određena prema Tukey-Kramer (HSD) testu (P=0,05) po principima koje su opisali Sokal i Rohlf (1995).

## Rezultati i diskusija

Upotrebom Spinosada, posle 7 dana izlaganja, primenom doza od 0,5 i 1 mg a.s. kg<sup>-1</sup> žita ostvarena je visoka smrtnost *R. dominica* (≥98%) za sve testirane vrste žita. Najniža primenjena doza je izazvala smrtnost od 94,5% (u pšenici) do 100% (u ječmu). Primenom spinosada u količini od 1 mg kg<sup>-1</sup> prouzrokovana je 100% smrtnost imaga, osim u tritikaleu gde je taj procenat bio tek neznatno niži (99,5%) (tab. 1).

Ispitujući efikasnost spinosada u odnosu na vrstu žita (pšenica, dve vrste pirinča i kukuruz; kao i pšenica, ječam, pirinač i kukuruz) Athanassiou i sar. (2008a) i Vajas i sar. (2009) su utvrdili da je smrtnost rizoperte bila najmanja u kukuruzu, takođe samo nakon sedam dana ekspozicije. Uticaj strnih žita nije ispitivan, osim između pšenice i ječma (Vajas i sar., 2009, 2010) gde nije ustanovljena razlika.

“Efekat zrna” se najviše ispoljava kod insekata koje su manje osetljivi na Spinosad, dok kod *R. dominica*, kao vrlo osetljive vrste na ovaj insekticid, razlika između različitih vrsta zrna može biti "prikrivena" (Athanassiou i sar. 2008b,c).

Značajno je manji broj publikovanih radova o delovanju Abamektina na skladišne insekte u poređenju sa Spinosadom. U našim ogledima Abamektin je u odnosu na spinosad, u svim dozama primene, posle 7. dana izlaganja, bio značajno manje efikasan. Smrtnost *R. dominica* bila je veoma niska (<56,5%) u sve tri ispitivane doze. Razlike između vrsta žita bile su izraženije kod najmanje doze 0,25 mg kg<sup>-1</sup> u odnosu na dozu od 0,5 mg kg<sup>-1</sup>. Primenom abamektina u najvećoj dozi smrtnost od 56,5% je ostvarena u pšenici, dok je u ostalim vrstama žita zabeležena smrtnost ≤ 30,5%. Posle 14 dana izlaganja efikasnost abamektina se povećala, pa je smrtnost *R. dominica* bila najveća u ovsu (od 87,5% do 96,5%), a najmanja u ječmu (od 54,0% do 78,5%). Posle 21 dana izlaganja Abamektinu u dvema većim dozama (smrtnost je bila >98,5%) nije utvrđena značajnost razlika između vrsta žita, a efikasnost pri primeni 0.25 mg kg<sup>-1</sup> je bila najmanja u tritikaleu (96,5%) (Tabela 1).

Dobijeni rezultati ukazuju da se povećanjem doze primene i dužine ekspozicije povećava efikasnost Abamektina protiv imaga *R. Dominica*, i smanjuje razlika u efikasnosti između ispitivanih vrsta žita. Rezultati su u skladu sa istraživanjima Kavallieratos i sar. (2009), koji ukazuju da uticaj vrste žita može biti značajan pri određivanju efikasnosti abamektina. Ovi autori su utvrdili veću smrtnost *R. dominica* i *S. oryzae* u kukuruzu nego u pšenici, i navode da je za efikasnost abamektina na nivou >95% potrebno 14 dana izlaganja imaga *R. domini* u pšenici tretiranoj sa 0,5 i 1,0 mg kg<sup>-1</sup> Abamektina.



Tabela 1. Smrtnost imaga *R. dominica* (% ± SG) posle 7, 14 i 21 dana izlaganja insekticidima Spinosad i Abamektin

Insekticid	Doza (mgkg <sup>-1</sup> )	Smrtnost imaga <i>R. dominica</i> (%±SG)				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Posle 7 dana izlaganja						
Spinosad	0,25	94,5b*	100,0a	97,5a	96,5b	96c
	0,5	99,0a	100,0a	100,0a	100,0a	98,0b
	1,0	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	99,5a
Abamektin	0,25	19,0d	6,5d	6,5c	26,5c	12,0e
	0,5	22,0d	23,5c	7,5c	24,0c	14,5e
	1,0	56,5c	30,5b	27,5b	28,5c	26,5d
Kontrola	0	2,0e	1,0e	2,0d	1,0d	3,0f
<i>F</i>		545,11	4486,11	33,83	367,20	357,91
<i>P</i>		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Posle 14 dana izlaganja						
Spinosad	0,25	100,0a	100,0a	99,5a	99,5a	98,0a
	0,5	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
	1,0	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
Abamektin	0,25	68,5c	54,0c	61,0c	87,5c	63,5c
	0,5	67,0c	58,5c	66,5c	89,0c	61,0c
	1,0	85,0b	78,50b	81,0b	96,5b	79,0b
Kontrola	0	2,0d	1,0d	2,0d	1,0d	3,0d
<i>F</i>		213,22	274,4	250,28	30,81	602,47
<i>P</i>		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Posle 21 dana izlaganja						
Spinosad	0,25	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	99,5a
	0,5	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
	1,0	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
Abamektin	0,25	100,0a	99,0b	98,5b	99,5a	96,5b
	0,5	100,0a	100,0a	99,0a	100,0a	99,0a
	1,0	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
Kontrola	0	2,0b	1,0b	3,0b	1,0b	4,0c
<i>F</i>		No.var.	20,33	1,83	1,0	10,42
<i>P</i>		-	0,06	0,13	0,43	< 0,05

\*Za svaki period ekspozicije, vrednosti po kolonama označene istim slovima se statistički ne razlikuju; Tukey-Kramer (HSD) test za  $P>0,05$ ;  $df=5,42$ .

Vrlo važan parametar koji može da pokaže da li postoji potencijal za dužu zaštitu uskladištenog žita jeste uticaj insekticida na pojavu potom-

stva štetnih insekata (Athanassiou i Kavallieratos, 2005; Subramanyam i sar. 2012). U našem istraživanju nije utvrđena pojava potomstva *R. dominica* deset sedmica posle izlaganja žita spinosadu i abamektinu. Fang i sar. (2002) su zabeležili pojavu potomstva u pšenici nakon tretiranja spinosadom, ali broj potomaka nije prelazio 1 jedinku/uzorku i zavisio je od sorte pšenice i dužine ekspozicije. Athanassiou i Kavallieratos (2014) su utvrdili pojavu potomstva u uzorku ječma, raži i kukuruza ( $\leq 0,4$  jedinki), ali ne i u tretiranoj pšenici.

U skladu sa našima su rezultati istraživanja Nayak i sar. (2005), Subramanyam (2007), Vayas i sar. (2009) i Athanassiou i sar. (2011) koji nisu ustanovili pojavu potomstva *R. dominica* primenom spinosada u dozama od 0,1, 0,5 i 1 mg kg<sup>-1</sup> posle 10-nedeljne ekspozicije. Kavallieratos i sar. (2009) su zabeležili pojavu potomstva *R. dominica* u pšenici i kukuruzi samo pri primeni doza od 0,01 i 0,1 mg kg<sup>-1</sup> abamektina, dok je pri dozama 0,5 i 1,0 mg kg<sup>-1</sup> pojava potomstva *R. dominica* izostala.

Tabela 3. Prosečan broj potomaka ( $\bar{x} \pm SG$ ) *R. dominica* u strnim žitima deset nedelja posle tretiranja insekticidima spinosad i abamektin

Insekticid	Doza (mg kg <sup>-1</sup> )	Prosečan broj potomaka <i>R. dominica</i> ( $\bar{x} \pm SG$ )				
		Pšenica	Ječam	Raž	Ovas	Tritikale
Spinosad	0,25	0	0	0	0	0
	0,5	0	0	0	0	0
	1,0	0	0	0	0	0
Abamektin	0,25	0	0	0	0	0
	0,5	0	0	0	0	0
	1,0	0	0	0	0	0
Kontrola		128,5	82,1	177,1	36,4	432,5

## Zaključak

Povećanjem doze primene i dužine ekspozicije *R. dominica* povećava se efikasnost Abamektina i smanjuje razlika u efikasnosti primene na različite vrste strnih žita (pšenice, ječma, raži, ovasa i tritikalea). Utvrđena je veća inicijalna efikasnost Spinosada, čijom primenom nije ustanovljen „efekat zrna“. Međutim, deset nedelja posle izlaganja Spinosadu i Abamektinu nije utvrđena pojava potomstva *R. dominica*, što ukazuje na dobre insekticidne osobine oba ispitivana bioinsekticida.

S obzirom da razlika između različitih vrsta strnih žita može biti "prikrivena" usled različite osetljivosti raznih vrsta insekata štetočina na Spinosad i Abamektin, potrebno je potvrditi uticaj vrste žita na efikasnost u suzbijanju drugih insekata primarnih i sekundarnih štetočina.

## Literatura

Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G. (2005). Insecticidal effect and adherence of PyriSec in different grain commodities. *Crop Protection*, 27, 703–710.

Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Chintzoglou, G. (2008a). Effectiveness of spinosad dust against different European populations of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. *Journal of Stored Products Research*, 44, 47–51.

Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Yiatilis, A., Vayias, B., Mavrotas, K., Tomanović, Ž. (2008b). Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored-grain beetle species. *Journal of Insect Science*, 8, 60–69.

Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Chintzoglou, G., Peteinatos, G., Boukouvala, M., Petrou, S., Panoussakis, E. (2008c). Effect of temperature and commodity on insecticidal efficacy of spinosad dust against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Economic Entomology*, 101, 3, 976–981.

Athanassiou, C., Arthur, F., Kavallieratos, N., Throne, J. (2011). Efficacy of spinosad and methoprene, applied alone or in combination, against six stored-product insect species. *Journal of Pest Science*, No. 84, pp. 61–67.

Athanassiou, C., Kavallieratos, N. (2014). Evaluation of spinetoram and spinosad for control of *Prostephanus truncatus*, *R. dominica dominica*, *Sitophilus oryzae*, and *Tribolium confusum* on stored grains under laboratory tests. *Journal of Pest Science*, 87 3, 469–483.

Collins, P. (1990): A new resistance to pyrethroids in *Tribolium castaneum* (Herbst). *Pesticide Science*, 28, 101–115.

Fang, L., Subramanyam, B., Arthur, F. (2002). Effectiveness of spinosad on four classes of wheat against five stored product insects. *Journal of Economic Entomology*, 95, 640–650.

Hertlein, M.B., Thompson, G.D., Subramanyam, B., Athanassiou, C.G. (2011). Spinosad: A new natural product for stored grain protection. *Journal of Stored Products Research*, 47, 131–146.

OEPP/EPPO (2004a). Admixture of plant protection products to stored plant products to control insects and mites, PP 1/203(1). In: Efficacy Evaluation of Insecticides & Acaricides EPPO Standards PP1, second ed., vol-3. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France, pp. 217–219.

OEPP/EPP (2004b). Laboratory testing of plant protection products against insect and mite pests of stored plant products, PP 1/204(1). In: Efficacy Evaluation of Insecticides & Acaricides EPP Standards PP1, second ed., vol.-3. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France, pp. 220-223.

Kavallieratos, N., Athanassiou, C., Vayias, B., Mihail, B., Tomanović, Ž. (2009). Insecticidal efficacy of abamectin against three stored-product insect pests: influence of dose rate, temperature, commodity and exposure interval. *Journal of Economic Entomology*, No. 102, pp. 1352-1360.

Kim, S.B., Goodfellow, M. (2002). *Streptomyces avermitilis* sp. nov. nom. rev., a taxonomic home for the avermectin-producing streptomycetes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, No. 52, pp. 2011-2014.

Mason, L.J., Mc Donough, M. (2012). Biology, behavior, and ecology of stored grain and legume insects. In: D.W. Hagstrum i sar. (edc.): *Stored product protection*. Kansas State University, pp. 7-20.

Mertz, P.P., Yao, R.C., (1990). *Saccharopolyspora spinosa* sp. new isolated from soil collected in a sugar rum still. *International Journal of Sustainable Bacteriology*, 40, 34-39.

Nayak, M., Daghish, G., Byrne, V. (2005). Effectiveness of spinosad as a grain storage protectant against resistant beetle and psocid pests of stored grain in Australia. *Journal of Stored Products Research*, 41, 455-467.

Rees, D.P. (2004). *Insects of Stored Products*. (Edc). Manson Publishing, Ltd., UK.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. (1995). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*, 3rd edition. W.H. Freeman and Company, New York.

Subramanyam, B., Toews, M., Ileleji, K., Maier, D., Thompson, G., Pitts, T. (2007). Evaluation of spinosad as a grain protectant on three Kansas farms. *Crop Protection*, 26, 1021-1030.

Subramanyam, B., Hartzer, M., Boina, R.D. (2012). Performance of pre-commercial release formulations of spinosad against five stored-product insect species on four stored commodities. *Journal of Pest Science*, 85, 331-339.

Tomlin, C.D.S. (2009). *Pesticide Manual (A World Compendium)*, 15<sup>th</sup> Edc. British Crop Protection Council (BCPC), Hampshire, UK.

Vayias, B., Athanassiou, C., Milonas, D.N., Mavrotas C. (2009). Activity of spinosad against three stored-product beetle species on four grain commodities. *Crop Protection*, 28, 561-566.

Vayias, B., Athanassiou, C., Milonas, D.N., Mavrotas C. (2010). Persistence and efficacy of spinosad on wheat, maize and barley grains against four major stored product pests. <http://agris.fao.org/agris-search>.

---

**UTICAJ SORTE NA MORFOLOŠKE OSOBINE I PRINOS  
SLATKOG KROMPIRA (*Ipomoea batatas* L.)**

**INFLUENCE OF VARIETY ON MORPHOLOGICAL  
CHARACTERISTICS AND YIELD OF SWEET POTATO  
(*Ipomoea batatas* L.)**

Lidija Milenković<sup>1</sup>, Zoran Ilić<sup>1</sup>, Ljubomir Šunić<sup>1</sup>, Dragana Lalević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici,  
Poljoprivredni fakultet, Kopaonička bb, 38229 Lešak

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

**Izvod**

Istraživanje je obuhvatilo ispitivanje morfoloških osobina i komponenata prinosa tri sorte slatkog krompira (*Ipomoea batatas* L.): *Beauregard* i *Covington* (narandžasti tip) i *O'Henry* (svetli tip). Sorte narandžastog tipa formiraju polegljivo stablo, a sorta svetlog tipa polupolegljivo. Dužina glavne grane sorte *O'Henry* je značajno manja, dok je broj bočnih grana i ukupan broj listova značajno veći u odnosu na sorte *Covington* i *Beauregard*. Komponente prinosa sorte *O'Henry*, ukupna masa adventivnih zadebljalih korenova po biljci (3176,0 g) i broj zadebljalih korenova (8,4), su značajno do vrlo značajno veće u odnosu na sorte narandžastog tipa (1341,3-1895,6 g; 4,6-4,9). Ukupni i tržišni prinos sorte *O'Henry* (43,9 t ha<sup>-1</sup>; 91%) i *Beauregard* (37,9 t ha<sup>-1</sup>; 89%) su značajno veći u poređenju sa prinosom sorte *Covington* (26,8 t ha<sup>-1</sup>; 82%). Zadebljali koren sorti narandžastog tipa nakon kuvanja poseduje nežnu konzistenciju, bez vlakana i žilica, prijatne je arome i slatkog ukusa. Sorta *O'Henry* je prijatne arome, nežne i nešto suvlje konzistencije, takođe bez vlakana i žilica, ali manje slatkog ukusa.

**Ključne reči:** slatki krompir, sorta, morfološke osobine, prinos.

## Abstract

The research included the examination of morphological characteristics and yield components of three varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.): Beauregard and Covington (orange type) and O'Henry (light type). The orange-type varieties form a prostrate stems, while the light-type variety is semi-prostrate. The length of the main branch of the O'Henry variety is significantly shorter, while the number of side branches and the total number of leaves are significantly higher compared to the Covington and Beauregard varieties. The yield components of the O'Henry variety, the total mass of storage root per plant (3176.0 g) and the number of storage root (8.4), are significantly to very significantly higher compared to orange-type varieties (1341.3-1895.6 g; 4.6- 4,9). The total and marketing yield of the variety O'Henry (43.9 t ha<sup>-1</sup>; 91%) and Beauregard (37.9 t ha<sup>-1</sup>; 89%) are significantly higher compared to the yield of the variety Covington (26.8 t ha<sup>-1</sup>; 82%). After cooking, the storage root of the orange-type variety acquires a soft consistency, without fibers and veins, a pleasant aroma and a sweet taste. The O'Henry variety has a gentle and somewhat drier consistency, also without fibers and veins, but with a less sweet taste.

**Key words:** sweetpotato, variety, morphological characteristic, yield.

## Uvod

Slatki krompir (*Ipomoea batatas* L.), fam. *Convolvulaceae*, je zeljasta biljna vrsta najčešće puzećeg stabla, glatkih, zelenih listova, ponekad ljubičaste pigmentacije, posebno nervature (Longe, 1986). Korenovi koji zadebljavaju su adventivni-bočni, uglavnom rastu do 25 cm u dubinu zemljišta. Slatki krompir se karakteriše velikom genetičkom raznolikošću, mnogobrojnim senzornim osobinama poput širokog spektra boja (unutrašnjost korena i pokožica), ukusa i teksture, parametara bitnih za potrošače (Bash et. al, 2021). U zavisnosti od boje korena, slatki krompir sadrži visok nivo β-karotena, antocijana, fenola, vlakana, vitamina, minerala i drugih bioaktivnih komponenata (Truong et al., 2018). Učešće β-karotena kod slatkog krompira narandžaste boje, u suvoj ili svežoj materiji, je vrlo visok. Tako u Ugandi neke sorte pokazuju raspon od 20-364 μg g<sup>-1</sup> sveže materije, dok se u Kini beleži i do 570 μg

$g^{-1}$  suve materije ukupnih karotenoida, što je znatno više u poređenju sa biljnim vrstama koje su bogate provitaminom A, poput mrkve ili manga (Neela and Fanta, 2019). Studije u Africi su pokazale da povećana potrošnja narandžastog slatkog krompira doprinosi boljem statusu vitamina A kod dece, trudnica i dojilja (Hotz et al., 2012). Listovi slatkog krompira su jestivi i mogu se brati više puta tokom proizvodnje, a prinosi zelene mase su znatno veći od lisnatog povrća kojem mogu biti alternativa van sezone gajenja (Sun et al., 2014). Štaviše, tolerantniji su na bolesti, štetočine i uslove visoke vlage. U pojedinim delovima sveta (Kina), listovi se koriste isključivo za ishranu životinja. Sem navedenog, slatki krompir predstavlja i važnu industrijsku sirovinu za proizvodnju skroba, alkohola i prirodnih pigmenata.

Iako je uzgoj slatkog krompira zastupljen širom sveta, Azija i Afrika čine oko 85% svetske proizvodnje. Proizvodnja je zasnovana u više od 100 zemalja, pri čemu Kina čini više od 75% ukupne proizvodnje, dok od afričkih zemalja Uganda i Nigerija daju veći doprinos (Bach et al., 2021). Smatra se bitnim korenastim usevom sa godišnjom proizvodnjom od 113 miliona tona (FAOSTAT, 2019). U Srbiji slatki krompir je ređe gajena biljna vrsta (bez statističkih podataka o proizvodnim površinama). Lazić i sar. (2017), ga svrstavaju u grupu posebnog ili sporednog povrća što podrazumeva da se u pojedinim zemljama gaji na manjim površinama (samo kod pojedinih uzgajivača), dok je u drugim zemljama sveta vrlo rasprostranjeno. Zadebljali korenovi slatkog krompira se mogu čuvati do šest meseci na temperaturi od 14°C i RH 92% (Ilić i sar., 2009).

S obzirom da su klimatski uslovi u našoj zemlji povoljni za uzgoj ove biljne vrste, svrha rada je ispitivanje mogućnosti gajenja tri sorte slatkog krompira i praćenje morfoloških osobina biljaka i komponenata prinosa.

### **Materijal i metode rada**

Proizvodnja slatkog krompira je obavljena u slučajnom blok sistemu sa tri ponavljanja, tokom 2022. godine, na eksperimentalnoj parceli u selu Moravac kod Aleksinca (21°42'IGD, 43°30'SGŠ, nadmorska visina 159 m), na zemljištu povoljnih fizičko-mehaničkih osobina, tipa aluvijum. Ispitivanjem su obuhvaćene tri sorte: *Beauregard* i *Covington* (narandžaste boje) i *O'Henry* (krem boje). Proizvodnja je zasnovana na korišćenju rasada koji je u momentu sadnje imao obrazovanih 5-6 listova.

Sadnja je obavljena 20. maja 2022. godine, uz razmak između redova 120 cm i u redu 35 cm, sa 2,4 bilj. m<sup>2</sup>, na bankovima malčovanim PE-folijom uz sistem za navodnjavanje “kap po kap”. Osnovna parcela je obuhvatila 15 biljaka.

Morfološke osobine: dužina glavne i bočnih grana (cm), broj bočnih grana, širina osnove stable (cm), broj listova, forma listova, boja, praćene su u uzorcima od pet biljaka nasumično izabranih sa svake parcele, 60 dana nakon sadnje, na osnovu deskriptora po Huamanu (1991). Prikupljanje zadebljalih korenova je obavljeno 110-120 dana nakon sadnje kada je izmeren ukupni prinos (t ha<sup>-1</sup>), tržišni prinos (procentualno učešće), kao i komponente prinosa: masa korenova po jednoj biljci (g), broj korenova po jednoj biljci, prosečna masa korena (g), dužina (cm) i širina (cm), forma korena, boja pokožice i unutrašnjosti korena. Nakon berbe kuvanjem uzoraka ocenjen je ukus.

Dobijeni rezultati su statistički obrađeni analizom varijanse i LSD-testom (MSTAT-C).

## Rezultati i diskusija

Slatki krompir (*Ipomoea batatas* L. Lam.,  $2n=6k=90$ ) je zbog visokog potencijala rodnosti i adaptabilnosti na uslove životne sredine, postao pristupačan izvor kalorija, proteina, vlakana, minerala, vitamina i flavonoida (Padmaja, 2009), posebno u zemljama u razvoju. Stvaranje sorti koje kombinuju otpornost na bolesti i štetočine, sa visokim prinosom i poboljšanom nutritivnom vrednošću je od suštinskog značaja za zadovoljavanje rastućih zahteva za kvalitetne životne namirnice i industrijske sirovine. Međutim, čini se da čak i pažljivo čuvane sorte, vremenom pokazuju razlike u prinosu i kvalitetu.

Iako deskriptori imaju izvesna ograničenja zbog raznovrsnosti tj. polimorfizma slatkog krompira, pružaju korisne informacije o morfološkim osobinama sorti čije ispoljavanje u velikoj meri zavisi od faze rasta i činilaca životne sredine. Biljke sorti *Covington* i *Beauregard* su zeljaste forme, jako širokog, puzećeg stabla (vreže), spiralnog rasporeda listova. Listovi su zelene boje, uz ljubičastu pigmentaciju, posebno kod mladih listova. Rolston et. al. (1987) napominju da su mladi listovi sorte *Covington* intenzivnije ljubičasti u poređenju sa sortom *Beauregard*. Liske su glatke površine, dužine 10-13 cm i širine 10-12 cm.



Po obliku listovi mogu varirati čak i na istoj biljci, ali u osnovi su oblihcjelovitih do dublje urezanih liski tropere forme, glatkog oboda i glatke površine, dosta čvrste konzistencije. Nervatura je mrežasta, srednje do jače izražena. Dužina glavne grane od 142,7 cm kod sorte *Covington*, 60 dana nakon sadnje (tab. 1), nije značajno veća u poređenju sa sortom *Beauregard* (134,6 cm). Bočne grane biljaka *Covingtona* su deblje i duže, ali u manjem su broju u odnosu na sortu *Beauregard*. Slično, Yencho et al. (2008) ukazuju da je stablo sorte *Covington* deblje u poređenju sa sortom *Beauregard*, sa manje grananja, ali gustog, donekle uspravnog habitusa sposobnog da se odupre korovima. Na osnovu morfoloških osobina može se konstatovati filogenetska srodnost između sorti narandžastog tipa. Obe sorte do 40. dana nakon sadnje pokriju svojom biljnom masom 50-75% međurednog razmaka (po Huamanu,1991)., a do postizanja tehnološke zrelosti korena, u potpunosti zatvaraju redove i među sobom se prepliću.

Tabela 1. Morfološke osobine biljaka tri sorte slatkog krompira, 60 dana nakon sadnje

Sorta	Dužina glavnog stabla (cm)	Broj bočnih stabala	Duž. bočn. stabala (cm)	Širina osnove stabla	Broj listova po biljci	Odnos dužine i prečnika listova (cm)	Boja listova
Beauregard	134,6 <sup>aa</sup>	7,8 <sup>ba</sup>	113,1 <sup>aa</sup>	1,5 <sup>ba</sup>	177,9 <sup>bab</sup>	12,5/13	Zelena/ purpurna
Covington	142,7 <sup>aa</sup>	6,5 <sup>ba</sup>	85,4 <sup>ba</sup>	1,4 <sup>ba</sup>	127,6 <sup>cb</sup>	13,1/13,6	Zelena/ purpurna
Ó'Henry	114,6 <sup>bb</sup>	10,8 <sup>aa</sup>	80,5 <sup>ba</sup>	2,1 <sup>aa</sup>	250,8 <sup>aa*</sup>	11,6/8,5	Zelena
Lsd 0,05	10,38	2,510	22,75	0,434	41,69		
Lsd 0,01	19,04	4,607	41,76	0,798	76,52		

\*- Ista slova ukazuju na odsustvo statistički značajne razlike

*O'Henry* je sorta bujnog habitusa, s obzirom na broj bočnih grana i broj listova (tab.1). Internodije su kratke, listovi zbijeni, te biljka dugo zadržava uspravan tip vreže. Stablo intenzivnije počinje da poleže 50-60 dana nakon sadnje, i iako internodije dobijaju na dužini, vegetativna masa je manje rastresita u odnosu na sorte narandžastog tipa. Listovi su zelene boje, bez ljubičaste pigmentacije. Po formi, liske su trodelne, blago kopljaste, ređe oble, nežne konzistencije, glatkog oboda i površine, sa umereno izraženom mrežastom nervaturom što se potencijalno može smatrati poželjnom osobinom u svojstvu lisnatog povrća. Dužina glavne grane je značajno manja, dok je broj bočnih grana i ukupan broj listova

značajno veći u odnosu na sorte *Covington* i *Beauregard*. Ilođibia et al. (2018), su upoređujući dva varijeteta slatkog krompira uočili sličnosti u habitusu, tipu lista, boji, rasporedu listova, obliku, obodu listova, žilavosti, vrhovima, obliku „loze”, teksturi i tipu korena, ali i razlike u dužini vreže, boji i obimu vreže, obimu lista i boji listova i dužine peteljki.

Slatki krompir obrazuje tri tipa korena: nitasti koren (*fibrous root*), koren debljine olovke (*pencil root*) i zadebljali koren (*storage root*) (Truong et al., 2018). Nitasti koren učvršćuje biljku i obezbeđuje usvajanje vode i hranljivih materija. Koren debljine olovke ima delimično lignifikovan centralni cilindar što ograničava skladištenje ugljenih hidrata. Razvoj pigmentacije u korenu slatkog krompira ukazuje na početak sekundarnog rasta, što u zavisnosti od uslova sredine može dovesti do deljenja tkiva parenhima u korenu za skladištenje ili do diferencijacije lignificiranih ćelija koje blokiraju povećanje obima. Zadebljali koren se prvenstveno razvija iz adventivnih korenova sa pentarhnim ili poliarhnim stelama i to je baza za rezervisanje. Nakupljanje ugljenih hidrata počinje na donjim, a zatim se nastavlja prema gornjim delovima korena (Lewthwaite, 2004). Villordon et al. (2009), ukazuju da se oko 90% zadebljalog korena razvija iz prvih adventivnih korenova formiranih neposredno nakon sadnje. Stoga, prvi adventivni korenovi u velikoj meri određuju prinos slatkog krompira. U Izraelu, kao i u mnogim drugim zemljama, reznice se rutinski koriste kao materijal za razmnožavanje (Ma et al., 2015). U našoj zemlji kao i u zemljama regiona koristi se rasad proizveden iz zadebljalog korena. Neposredno nakon sadnje, posebno u prvih mesec dana rasta, neophodno je umanjiti uzroke stresa kao što su visok sadržaj azota, nizak nivo kiseonika ili nedostatak vlage u zemljištu (Truong, 2019).

Morfološke osobine zadebljalog korena su u interakciji uslova životne sredine i genetičke osnove biljaka. Ako je uticaj okruženja dominantan, morfološke promene su intenzivnije (Hughes et al., 2008). Boja pokožice i konzistencija unutrašnjosti korena slatkog krompira su postojane osobine, međutim, prinos zadebljalog korena je itekako pod uticajem uslova životne sredine (Purbasari and Sumadji, 2018). Oblik zadebljalog korena je varirao kod sve tri sorte, ali najčešće je izduženo eliptičan (tab.2). Pokožica korena je nežna, a boja unutrašnjosti je ujednačena bez značajnih primesa drugih nijansi u odnosu na osnovnu boju. Dužina korena se kretala od 8 cm do 32 cm shodno sorti, a najmanja prosečna je

zabeležena kod sorte *Covington*. Yencho et al. (2008), navode da je zadebljali koren sorte *Covington* duguljasto eliptičan do okruglo eliptičan i, za razliku od naših ispitivanja, postiže veću dužinu u poređenju sa zadebljalim korenom sorte *Beauregard*.

Tabela 2. Morfološke osobine zadebljalog korena tri sorte slatkog krompira

Sorta	Oblik zadebljalog korena	Boja pokožice	Boja mesa zadebljalog korena	Dužina korena (cm)	Širina korena (cm)
Beauregard	Izduženo valjkast do eliptičan	Crvenkasto purpurna do bakarna	Narandžasta (ujednačena)	17,0 <sup>aba</sup>	6,0 <sup>aa</sup>
Covington	Izduženo valjkast do eliptičan	Crvenkasto purpurna	Narandžasta (ujednačena)	14,5 <sup>ba</sup>	7,3 <sup>aa</sup>
O'Henry	Izduženo eliptičan	Krem (retko učešće blede ružičaste nijanse)	Krem (ujednačena)	22 <sup>aa</sup>	6,6 <sup>aa*</sup>
Lsd 0,05				4,923	1,374
Lsd 0,01				8,164	1,870

\*- Ista slova ukazuju na odsustvo statistički značajne razlike

Komponente prinosa sorte *O'Henry* (tab.3), ukupna masa korena po biljci (3176,0 g) i broj zadebljalih korenova (8,4), su značajno do vrlo značajno veće u odnosu na sorte narandžastog tipa (1341,3-1895,6 g; 4,6-4,9). Povećan broj korenova po biljci poboljšava ukupan prinos i često se dovodi u vezu sa genetičkom varijabilnošću sorte. Ukupan prinos svežeg korena sorte *Covington*, značajno je manji u odnosu na sortu *Beauregard*, dok je vrlo značajno manji u poređenju sa sortom *O'Henry*. Hayati et al. (2020) ukazuju da su sorte svetle boje pokožice i unutrašnjosti korena visoko prinodne, za razliku od sorti ljubičaste i narandžaste boje. Saglasno prethodnim rezultatima, naši podaci pokazuju veće učešće zadebljalog korena mase preko 500 g kao i ukupnog broja korenova po biljci sorte *O'Henry* u poređenju sa ostalim sortama. Uprkos činjenici da se korenovi velike mase klasifikuju kao netržišni, potrošači ih bolje prihvataju u poređenju sa onima male mase (>100 g). Nekoliko nepovoljnih osobina sorte može dovesti do netržišne klase: sitni korenovi, deformisani korenovi, prisustvo dugih "repova" (Mazuze, 2004), kao i prisustvo mehaničkih i oštećenja uzrokovanih zemljišnim štetočinama. Sorte *Beauregard* i *O'Henry* dale su značajno veći tržišni prinos u odnosu

na sortu *Covington*. Mohamed (2018) je ukazao na velike razlike u tržišnom prinosu korena pri ispitivanju osam genotipova slatkog krompira.

Tabela 3. Parametri prinosa tri sorte slatkog krompira

Sorta	Ukupna masa korena po biljci (g)	Broj zadebljalih korenova po biljci	Prosečna masa korena (g)	Ukupni prinos (t/ha <sup>-1</sup> )	Tržišni prinos (%)
Beauregard	1.895,6 <sup>bb</sup>	4,9 <sup>bb</sup>	419,3 <sup>bb</sup>	37,9 <sup>aab</sup>	89 <sup>aba</sup>
Covington	1.341,3 <sup>cc</sup>	4,6 <sup>bb</sup>	316,8 <sup>bb</sup>	26,8 <sup>bb</sup>	82 <sup>ba</sup>
O'Henry	3.176,0 <sup>aa</sup>	8,4 <sup>aa</sup>	498,1 <sup>aa</sup>	43,9 <sup>aa</sup>	91 <sup>aa*</sup>
Lsd 0,05	277,9	0,785	91,84	8,714	7,943
Lsd 0,01	460,8	1,302	152,3	14,45	13,170

\*-Ista slova ukazuju na odsustvo statistički značajne razlike

Unutrašnjost korena slatkog krompira je homogena, bez sekundarne difuzije boje. Termičkom obradom (kuvanje, pečenje, prženje), unutrašnjost korena pokazuje određene specifičnosti, u zavisnosti od sorte, pa tako kod sorte *O'Henry* je suvlje, nežne konzistencije, bez žilica, prijatne arome. Manje je slatkog ukusa u odnosu na koren sorti narandžastog tipa što potvrđuju i navodi Hayati et al. (2020). Unutrašnjost zadebljalog korena sorti narandžastog tipa je mekana, prijatne, nežne teksture bez žilica, i ukusa koji neizostavno podseća na pečenu (*Cucurbita maxima*). Shodno prijatnom ukusu, za sada su na našem tržištu najtraženije sorte narandžastog tipa. Slatki krompir ima dobre senzorne osobine zbog spektra prijatnih boja i slatkastog ukusa, uz posedovanje osobina prilagodljivosti u široj topografiji, mogućnosti uzgajanja u skromnim agroekološkim uslovima, dobre produktivnosti, kao i odlično izbalansiranog hemijskog sastava.

### Zaključak

Sorte slatkog krompira narandžastog tipa, *Beauregard* i *Covington*, su filogenetski srodne. Sorta *O'Henry* formira kraće glavno stablo, ali veći broj bočnih grana i ukupan broj listova u odnosu na sorte narandžastog tipa. Oblik, dužina i širina zadebljalog korena su varijabilne osobine, ali najzastupljenija je izduženo eliptična forma. Nije retkost ni učešće neregularnog oblika, kao i korenova velike mase (> 500 g). Sorta *O'Henry* je najprinosnija kako zbog broja zadebljalih korenova po biljci,

tako i zbog prosečne mase korena. Učešće ukupnog i tržišnog prinosa sorti *Beauregard* i *O'Henry* je značajno veće u odnosu na sortu *Covington*. Unutrašnjost korena sorti narandžastog tipa je prijatnog, slatkog ukusa, nežne konzistencije, dok je sorta svetlog tipa suvlje i nežne konzistencije, sa manje slasti. Ispitivane sorte se mogu preporučiti za gajenje u agroekološkim uslovima naše zemlje.

### Zahvalnica

Istraživanje je finansirano projektom Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije 451-03-47/2023-01/200189.

### Literatura

- Bach, D., Bedin, A.C., Lacerda, L.G., Nogueira, A., Demiate, I.M. (2021). Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.): a Versatile Raw Material for the Food Industry. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol.64: e21200568, <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2021200568>
- FAOSTAT (2019). Food Agriculture and Organization (FAOSTAT). Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Hayati, M., Sabaruddin, Z., Efendi, E., Anhar, A. (2020). Morphological characteristics and yields of several sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) tubers. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 425 (2020) 012055 <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012055>
- Hotz, C., Loechl, C., de Brauw, A., Eozenou, P., Gilligan, D., Moursi, M., Munhaua, B., van Jaarsveld, P., Carriquiry, A., Meenakshi, J.V. (2012). A large-scale intervention to introduce orange sweetpotato in rural Mozambique increases vitamin A intakes among children and women. Brit J Nutr. 108: 163–176. doi: 10.1017/S0007114511005174. Epub 2011 Oct 10.
- Huamán, Z. (1991) Descriptors for Sweet Potato. International Potato Center (CIP), Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) and International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Lima
- Hughes, A.R., Inouye, B.D., Johnson, M.T.J., Underwood, N., Vellend, M. (2008). Ecol. Letters 11(6): 533–651. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01179.x>
- Ilić, S Z; Fallik, E; Dardić, M. 2009. “Harvest, sorting, packing and storage vegetables”. Publisher: University of Priština, Faculty of Agriculture, Kosovska Mitrovica.

- Iloibia, C.V., Arubalueze, C.U., Udearoh, S.N., Okafor, B.I., Agbanusi, C. (2018). Assessment of morphological and nutritional attributes of two varieties of *Ipomoea batatas* (L.) utilized in Nigeria, *Archives of Agriculture and Environmental Science* 3(4): 394-398. <https://doi.org/10.26832/24566632.2018.0304011>
- Lazić, B., Vasić, M., Anačkov, G. (2017). Genetički resursi gajenog samoniklog povrća u Srbiji. *Selekcija i semenarstvo*, 28(2): 75-90. <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=0354-58811702075L>
- Lewthwaite, S. (2004). Storage root production of sweetpotato (*Ipomoea batatas* L. Lam). Institute of Natural Resources Horticultural Science. PhD Diss. <https://mro.massey.ac.nz/xmlui/handle/10179/1739>
- Longe, O.G. (1986). Energy Content of Some Tropical Starch Crop in Nigeria. *J. of Agri.* 21: 134-136.
- Ma, J., Aloni, R., Villordon, A., Labonte, D., Kfir, Y., Zemach, H., Schwartz, A., Althan, L., Firon, N. (2015). Adventitious root primordia formation and development in stem nodes of 'Georgia Jet' sweetpotato, *Ipomoea batatas*. *American Journal of Botany*. 102(7): 1-10. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1400505>
- Mazuze, F.M., (2004). Analysis of Adoption and Production of Orange-fleshed Sweetpotatoes: The case study of Gaza province in Mozambique. Michigan State University. PhD Diss. <https://www.sweetpotatoknowledge.org/wp-content/uploads/2016/04/Analysis-of-OFSP-adoption.pdf>
- Mohammed, A., (2018). Evaluating the Performance of improved sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties at Shishir, Southern Ethiopia. *Int. J. Res. Agric. For.* 5(6): 33-36. <https://www.ijraf.org/papers/v5-i6/6.pdf>
- Neela, S., Fanta, S.W. (2019). Review on nutritional composition of orange-fleshed sweet potato and its role in management of vitamin A deficiency. *Food Sci Nutr.* 7: 1920-1945. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1063>
- Padmaja, G. (2009). Uses and nutritional data sweetpotato. G. Loebenstein, G. Thottappilly (Eds.), *The Sweetpotato*, Springer Netherlands, Dordrecht (2009), pp.189-234
- Purbasari, K., Sumadji, A.R. (2018). Tudi Variasi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L) Berdasarkan Karakter Morfologi di Kabupaten Ngawi. *Florea: Journal BiologidanPembelajarannya*, 5(2):78-84. <http://dx.doi.org/10.25273/florea.v5i2.3359>
- Rolston, L.H., C.A. Clark, J.M. Cannon, W.M. Randle, E.G. Riley, P.W. Wilson, and M.L. Robbins. (1987). 'Beauregard' sweet potato. *HortScience* 22: 1338-1339. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.22.6.1338>
- Sun, H., Mu, T., Xi, L., Zhang, M., Chen, J. (2014). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. *Food Chemistry*. 156: 380-389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.079> <https://ifst.caas.cn/docs/2019-10/20191009115141356646.pdf>

- Truong, V.D., Avula, R. Y., Pecota, K. V., Yencho, G. C.(2018) Sweetpotato Production, Processing, and Nutritional Quality. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. Botany and Physiology 2(2): 811-838.  
[https://www.researchgate.net/publication/325270781\\_Sweetpotato\\_production\\_processing\\_and\\_nutritional\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/325270781_Sweetpotato_production_processing_and_nutritional_quality)
- Villordon, A. Q., La Bonte, D. R., Firon, N., Kfir, Y., Pressman, E., Schwartz, A. (2009). Characterisation of adventitious root development in sweetpotato. Horticultural Science 44: 651-655.
- Yencho, G.C., Pecota, K.V. , Schultheis, J.R., Van Esbroeck, Z.P., Holmes, G.J., Little, B.E., Thornton, A.C., Troung, V.D. (2008). ‘Covington’ Sweetpotato. Hortiscience. 43(6): 1911–1914.

---

**PROBLEMI POSLOVANJA POLJOPRIVREDNOG SEKTORA U  
GLOBALNIM USLOVIMA**

**BUSINESS PROBLEMS OF AGRICULTURE SECTOR IN  
GLOBAL ENVIRONMENT**

Jugoslav Aničić<sup>1</sup>, Drago Cvijanović<sup>2</sup>, Gordana Bejatović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Fakultet za ekonomiju i finansije, Univerzitet Union-Nikola Tesla Beograd*

<sup>2</sup>*Fakultet za hotelijerstvo i turizam u Vrnjačkoj Banji, Univerzitet u  
Kragujevcu*

*Autor za korespodenciju: ajugoslav@yahoo.com*

**Izvod**

Posle 2000. godine ekonomska kriza u razvijenim zemljama se najčešće rešavala velikim ubacivanjem novca u finansijski sistem sa ciljem povećanja tražnje i privredne aktivnosti u celini. Takav način rešavanja ekonomskih kriza doveo je do velike inflacije u najvećem delu razvijenih zemalja, koja se robnom razmenom prenosi na ostali deo sveta. Svetskoj ekonomiji preta nova recesija: nastali su problemi na strani ponude (višak tražnje, problemi u snabdevanju), finansijska previranja (prezaduženost, rast kamatnih stopa) i jaki zaokreti u ekonomskoj politici. Ova situacija je pogodila i poljoprivredu, a rast cena hrane je posebno osetljiv jer direktno pogađa standard stanovništva. U Srbiji su došle do punog izražaja sve slabosti agrarne politike zbog nepostojanja dugoročne strategije održivog razvoja sektora poljoprivrede. Došlo je do nedostatka proizvoda kod kojih Srbija ima komparativne prednosti i koje je izvozila što je praćeno rastom njihovih cena i otvaranjem mogućnosti da najveći deo profita završi kod posrednika, a najmanji kod neposrednih proizvođača, farmera.

**Ključne reči:** poljoprivreda, agrarna politika, inflacija, Srbija



**Abstract**

After the year 2000, the economic crisis in developed countries was most often solved by injecting money into the financial system with the aim of increasing demand and economic activities in general. This way of solving economic crises has led to high inflation in most developed countries, which is transmitted to the rest of the world through commodity exchange. The world economy is threatened by a new recession: there are problems on the supply side (excess demand, supply problems), financial uncertainty (over-indebtedness, rising interest rates) and sharp turns in economic policy. This situation also affected agriculture sector, and the increase in food prices is particularly sensitive because it directly affects the standard of the population. In Serbia, all the weaknesses of the agricultural policy have come to full consequences due to the lack of a long-term strategy for the sustainable development of the agricultural sector. There was a lack of products in which Serbia has comparative advantages and which Serbia exported, that further affected an increase in those products prices that lead to making opportunities that most of the profit end up with intermediaries, while the smallest part of profit remained with direct producers, farmers.

**Key words:** agriculture, agricultural policy, inflation rate, Serbia

**Uvod**

Svetska privreda se u 2023. godini nalazi pred brojnim izazovima i opasnostima, počev od energetske krize, visoke inflacije, pa sve do mogućnosti pojave recesije i stagflacije u brojnim zemljama, na različitim geografskim područjima. Inflacija je zahvatila većinu razvijenih država sveta, preko SAD, do pojedinačnih država - članica EU, kao što su Nemačka, Francuska, Italija i druge. Istovremeno je prisutna u zemljama Južne Amerike kao što su Meksiko, Argentina, Brazil i druge, kao i u Indiji, Australiji, Južnoj Koreji, Egiptu, Rusiji, Južnoj Africi i dr. Znakovi recesije su usporavanje privredne aktivnosti u dva uzastopna kvartala, praćeno padom BDP-a i industrijske proizvodnje, povećanjem nezaposlenosti.

Poljoprivredni sektor u Srbiji je u velikim problemima već duže vreme, a nastankom ove krize na površinu su izašle sve slabosti

ekonomske i agrarne politike koje prate ovaj sektor. Srbija nije u potrebnoj meri podržala poljoprivrednu proizvodnju kroz sistem subvencija i to je uticalo na povećanje cena artikala koje proizvodimo u dovoljnim količinama. S druge strane, na porastu cena najviše profitiraju trgovci (posrednici), dok u ukupnom lancu najmanje dobijaju neposredni proizvođači, farmeri (primer maline i dr.). U selima je sve manje onih koji se bave poljoprivredom, a još uvek nismo osposobljeni da sa mnogo manje ljudi proizvodimo više i kvalitetnije. Neselektivnim uvozom se istiskuju domaći proizvođači iako smo zemlja sa komparativnim prednostima u poljoprivrednoj proizvodnji i tradicionalni izvoznici hrane.

Rad je koncipiran u dve celine: u prvom delu se bavi fenomenom inflacije koji je pogodio veliki deo sveta (posebno razvijene zemlje) i ekspanzivnom monetarnom politikom u poslednjih par decenija, koja je doživela vrhunac emisijom ogromnih količina novca počev od krize iz 2008. godine, pa do sada. U drugom delu rada se bavimo stanjem, problemima i perspektivom razvoja poljoprivrede, koja je veoma značajna privredna grana u Srbiji, a koja će vremenom sve više dobijati na značaju, imajući u vidu najnovija geopolitička gibanja u svetu.

### ***Uticaj monetarne politike na globalno poslovanje***

Makroekonomisti su sebi pripisivali velike zasluge za rezultate u periodu od početka devedesetih do nastanka ekonomske krize sredinom 2007. godine, a koji su se odnosili na pozitivne tendencije poput relativno niske i stabilne inflacije i značajno blaže fluktuacije dohotka. Zato Bernanke (2004) ovaj period naziva periodom „velike umerenosti”, čiji nastanak objašnjava strukturnim promenama u ekonomiji, unapređenjem ekonomske politike, ali i povoljnim okolnostima zbog manjih i ređih šokova koji su pogađali ekonomiju.

Blanchard i sar. (2010) smatraju da je u periodu konsenzusa stabilna i niska inflacija predstavljala primarni, ako ne i isključivi cilj centralnih banaka. Lavrač (2002) sugerise da ako pored cenovne stabilnosti postoje alternativni ciljevi, poput stabilizacije stope privrednog rasta ili stope nezaposlenosti, onda bi oni morali biti podređeni primarnom cilju. Međutim, nakon perioda velike umerenosti, s nastankom krize u avgustu 2007. godine, postalo je jasno da je potrebno preispitati ranija shvatanja, strategije, efekte, odnosno ulogu monetarne i fiskalne politike u narednom periodu.

---

U svetu rastu cene sirovina, posebno energenata a tome je prethodio dug period ekspanzivne monetarne politike, oslanjanje na targetiranje inflacije i opšteg nivoa cena. Značaj tzv. nominalnog sidra kao brane za preterani rast inflacije otvorio je put različitim režimima targetiranja kao strategijama monetarne politike (targetiranje deviznog kursa, ponude novca, nivoa cena, inflacije). Targetiranje inflacije u najvećoj meri uvažava stavove definisane u okviru novog konsenzusa, čineći monetarnu politiku značajnim faktorom za uspostavljanje makroekonomske stabilnosti (Marjanović i Mihajlović, 2012).

Zbivanja na finansijskim tržištima su se odavno odvojila od realne ekonomije, a centralne banke, čini se, mnogo više brinu o interesima finansijskog nego realne ekonomije. Zahvaljujući jeftinom novcu, u 2021. su zabeleženi istorijski rekordi u kupovini, spajanju i ukрупnjavanju kompanija, tako da globalne kompanije i monopoli postaju sve moćniji, a centralizacija bogatstva je sve veća (Katić, 2022).

Banka za međunarodna poravnanja upozorava da polovina finansijskog sistema nije u rukama banaka, već u rukama finansijskih kuća i fondova, tzv. „banaka iz senke“. One obavljaju slične poslove kao i banke, ali ne podležu strogoj regulativi centralnih banaka. Poslednjih godina sve su aktuelnije ekološke teme i ekonomsko prilagođavanje „zelenoj agendi“ i usmeravanje investicija u energetske sektore koji proizvode zelenu energiju, pod dominacijom najjačih globalnih aktera.

Kamatne stope su bile spuštene na rekordno niske nivoe, državna potrošnja usmerena na razne vidove pomoći privredi i stanovništvu, a da bi se ona finansirala emitovane su enormne količine duga. Iako su ovi potezi doprineli oporavku u godini posle korone (5,7% rast globalnog BDP-a u 2021.) svetska ekonomija je postala „pregrejana“ – opterećena visokom inflacijom, viškom tražnje, prezaduženošću i sa istrošenim kapacitetima i odsustvom fiskalnog prostora, jednom rečju nespregmna za izazove koji su usledili na geopolitičkom planu i prelili se u sferu ekonomije.

Državne investicije u poljoprivredi su se poslednjih decenija konstantno smanjivale iako je rast javnih investicija u poljoprivredi krucijalan za stimulisanje njenog daljeg razvoja. Njihov rast zahteva strategiju koja podrazumeva pažljivo planiranje subvencija kako bi država mogla da ta sredstva preusmeri u kapitalne investicije. S druge strane, rast javnih investicija bi podstakao i rast privatnih investicija u poljoprivredi, imajući u vidu njihov komplementaran odnos. Ulaganja u

istraživanje i razvoj imaju najveći efekat na poljoprivredni razvoj. Stope povraćaja na državna ulaganja u istraživanje i razvoj prelaze 50%. Osim toga, ulaganje u istraživanje i razvoj imaju jedan od najvećih efekata na smanjenje siromaštva u ruralnim područjima, odmah posle investicija u infrastrukturu.

Inflacija kao indikator stanja u ekonomiji pokazuje vremensko kašnjenje od najmanje 18 meseci. Ovo ujedno predstavlja i najveću teškoću u vođenju monetarne politike, s obzirom na savremene ekonomske uslove koji se svakim danom usložnjavaju i postaju sve nepredvidljiviji i podložniji sve većem broju raznovrsnih ekonomskih faktora (Andrić, 2021). Kritike ekonomskih teoretičara upućene strategiji targetiranja inflacije odnose se uglavnom na kašnjenje u finalizaciji, preveliku rigidnost strategije, realnu mogućnost povećanja većih fluktuacija u proizvodnji, na povećanju izloženosti deviznim šokovima, kao i slab i spor privredni rast (Bungin, 2014).

Mnoge ekonomije, a najviše one vodeće, u poslednje dve godine iskusile su do tada neviđen nivo monetarne i fiskalne ekspanzije, planiran s ciljem da se podstakne privredna aktivnost oslabljena epidemijom. Slično ranijim recesionim epizodama, stvoreni su uslovi za nastanak nove recesije – problemi na strani ponude (višak tražnje, problemi u snabdevanju), finansijska previranja (prezaduženost, rast kamatnih stopa) i jaki zaokreti u ekonomskoj politici. Zbog svega navedenog, MMF i Svetska banka su revidirali svoje prognoze globalnog ekonomskog rasta u 2023. godini, u smislu njihovog smanjenja (Kovačević i Stančić, 2022).

### ***Rezultati poslovanja poljoprivrednog sektora Srbije***

Poljoprivredna proizvodnja je u većini zemalja u razvoju znatno otežana nedovoljnim pristupom finansijskim sredstvima. Ona se često odvija u začaranom krugu niskih prihoda, nedovoljne štednje i niskih investicija, što bezuslovno vodi stvaranju zavisnosti od državne pomoći. Veliki deo poljoprivrednih proizvođača nema pristup finansijskim fondovima kako bi modernizovali i uvećali svoju produkciju. S druge strane, treba imati u vidu da finansiranje putem finansijskih institucija nije uvek jednostavno. Većina finansijskih posrednika funkcioniše u visoko konkurentnom okruženju i stoga prilikom odobravanja kredita agrarnom sektoru vode računa o mogućnostima njihovog povraćaja (Sogo - Temi i Olubiyo, 2004).

U oblasti poljoprivrede danas dominiraju poljoprivredno-prehrambeni konglomerati organizovani kao multinacionalne kompanije ili kao regionalni monopoli i oligopoli. Dolazi do konvergencije, odnosno vertikalne integracije u kojoj ove organizacije kontrolišu industriju i eliminišu konkurenciju jer određuju sve aspekte tržišta. Produžena ruka ovih procesa su veliki trgovački centri koji putem „socijalnog dampinga“ uklanjaju konkurenciju malih trgovaca. Na taj način su zaobiđeni principi slobodnog tržišta a globalistički period je doneo niske stope rasta privrede i visoke stope nezaposlenosti.

Rezultati poslovanja sektora poljoprivrede Srbije nastale su kao posledica različitih spoljnih (globalizacija, liberalizacija, tehnološki progres, klimatske promene, ograničena mogućnost upotrebe prirodnih resursa, demografske promene) i unutrašnjih faktora (veličina poljoprivrednih gazdinstava i struktura sektora, izvori rasta produktivnosti i upotreba tehnologije, znanje i informacije). Bez obzira na mnogobrojne teškoće, ovaj sektor ostvaruje pozitivne spoljnotrgovinske rezultate i doprinosi smanjenju ukupnog spoljnotrgovinskog deficita.

*Tabela 1. Proizvodnja poljoprivrednih dobara i usluga u proizvođačkim cenama tekuće godine, 2018-2021. (u mil. RSD)*

	2018.	2019.	2020.	2021.
I Proizvodnja dobara i usluga	589.704,3	605.291,2	667.854,8	724.332,4
1. Proizvodnja polj. dobara	574.703,9	589.978,3	651.631,7	707.213,2
Biljna proizvodnja	398.513,5	414.528,6	473.693,3	544.202,2
Stočarska proizvodnja	176.190,4	175.449,7	177.938,3	163.011,0
2. Poljoprivr. usluge	15.000,5	15.313,0	16.223,2	17.119,2

Izvor: Republički zavod za statistiku, Statistički godišnjak RS, 2022.

Iz podataka tabele 1. vidimo da je ukupna poljoprivredna proizvodnja u 2021. godini povećana u odnosu na 2018. godinu za 22,8%, ali to povećanje je rezultat povećanja biljne proizvodnje od 36,6%, dok je stočarska proizvodnja u 2021. godini manja od početne, 2018. godine. To nam dovoljno govori o nepovoljnim kretanjima na polju stočarske proizvodnje i njene stagnacije i pada, koja je najviše uzrokovana

neadekvatnom poljoprivrednom politikom i neopravdano visokim uvozom, pre svega mesa iz stranih zemalja. Primarna stočarska proizvodnja po svojoj strukturi ogleda se u pretežno usitnjenim poljoprivrednim gazdinstvima. U ukupnoj vrednosti poljoprivredne proizvodnje u 2021. godini biljna proizvodnja je učestvovala sa 68,4% a stočarska sa 31,6%.

Na strani izvoza postoje velike mogućnosti poboljšanja njegove strukture u smislu većeg učešća proizvoda finalne prerade sa većom dodatkom vrednošću u odnosu na primarne proizvode. Za uvoz je karakteristično da se često uvoze proizvodi sumnjivog kvaliteta i niže cene iako imamo viškove proizvodnje na domaćem tržištu (meso, mleko, kukuruz, pojedini proizvodi iz oblasti povrtarstva i sl.). Prema podacima Privredne komore Srbije, u strukturi stvorene vrednosti poljoprivredne proizvodnje, 70% potiče iz biljne proizvodnje, a 30% iz stočarske proizvodnje. Poređenja radi, u EU 70% vrednosti u poljoprivredi je poreklom iz stočarske, a 30% iz biljne proizvodnje.

Vizija razvoja poljoprivrede i ruralnih područja, prema Strategiji, predviđa da u 2024. godini poljoprivreda Republike Srbije bude sektor čiji je razvoj zasnovan na znanju, modernim tehnologijama i standardima, koji domaćim i zahtevnim stranim tržištima nudi inovativne proizvode, a proizvođačima obezbeđuje održiv i stabilan dohodak. Takođe, cilj je da se prirodnim resursima, životnom sredinom i kulturnom baštinom ruralnih područja upravlja u skladu sa principima održivog razvoja, kako bi se ruralne sredine učinile primamljivim mestom za život i rad mladima i drugim stanovnicima ruralnih područja.

Na porastu cena hrane u Srbiji najviše profitiraju trgovci (posrednici), a najmanje proizvođači (primer maline i dr.), u ukupnom lancu najmanje dobijaju neposredni proizvođači, farmeri. Ne postoji ozbiljna i stabilna, dugoročna agrarna politika koja treba da obezbedi stabilnost i zaštitu domaćeg tržišta, a da subvencije iz budžeta koriste proizvođačima a u drugoj instanci potrošačima – stanovništvu i domaćoj prerađivačkoj industriji.

Poljoprivreda Srbije danas predstavlja sektor od velikog značaja u ukupnoj privredi i ključna je za podizanje životnog standarda, ublažavanje siromaštva, obezbeđenje tržišta za ekspanziju industrije i uslužnog sektora. Zbog toga se unapređenje konkurentnosti ovog sektora javlja kao jedan od prioriteta ekonomske i agrarne politike.

---

Poljoprivreda, uopšte posmatrano, će u budućem vremenu biti izložena zahtevima sve veće proizvodnje hrane u svetu. Osim ovog zahteva, od poljoprivrede se očekuje i da pruži svoj doprinos opštem privrednom razvoju i smanjenju siromaštva, da se suoči sa povećanom konkurencijom za alternativnu upotrebu ograničenog zemljišta i vodenih resursa, da se adaptira na klimatske promene i doprinese očuvanju biodiverziteta i obnavljanju osetljivih ekosistema i dr. Odgovor na ove zahteve biće efikasniji uz koordinaciju privatnog i javnog sektora, kroz projekte javno-privatnog partnerstva, udruživanjem proizvođača i sl.

Srbija je dozvolila da se hranom relativno slobodno trguje bez obzira na krizu ili nedostatak pojedinih artikala. Pojedine zabrane izvoza ili ograničenja cena su bile selektivne, samo za pojedine artikle, i kratko su trajale. Došlo je do nedostatka robe koje tradicionalno imamo u svojoj proizvodnji – šećer, ulje, mleko, meso, kao i visokog porasta njihovih cena. Srbija nije u potrebnoj meri podržala poljoprivrednu proizvodnju kroz sistem subvencija i to je uticalo na povećanje cena artikala koje proizvodimo u dovoljnim količinama.

Imajući u vidu visok rizik otplate kredita u poljoprivredi, kreditori najčešće nisu zainteresovani za finansiranje poljoprivrednih projekata. Čak i u uslovima kada su kreditori zainteresovani da finansijski podrže poljoprivrednike, uslovi pod kojima se finansijska sredstva nude su najčešće teško ostvarivi za poljoprivrednike, počev od garancija za kredite, njihove ročnosti i sl. S obzirom da poljoprivrednici ne mogu u potrebnoj meri da se finansiraju putem finansijskih kredita, država pribegava finansiranju iz budžeta koje je najčešće nedovoljno za stabilan i dugoročan razvoj.

U selima je sve manje onih koji se bave poljoprivredom, a još uvek nismo osposobljeni da sa mnogo manje ljudi proizvodimo više i kvalitetnije. Uvozi se meso i istiskuju domaći proizvođači, uvozi se mleko kao i ratarske kulture, iako smo zemlja sa komparativnim prednostima u poljoprivrednoj proizvodnji i tradicionalni izvoznici hrane.

Iz podataka tabele 2. vidimo da su rezultati poljoprivrednog sektora u 2021. godini znatno bolji u odnosu na prethodnu godinu, što je i razumljivo imajući u vidu problem u prethodnim godinama izazvane kovid situacijom. Rast prihoda i rashoda je bio ispod 10%, ali je zato neto rezultat - dobitak porastao za 51%. Prema podacima Privredne komore Srbije (2022), spoljnotrgovinska razmena poljoprivrede i prehrambene industrije Srbije sa svetom, od januara do septembra 2022. godine,

iznosila je više od 5,7 milijardi evra, što je povećanje od preko 20% u poređenju sa istim periodom 2021.

*Tabela 2. Rezultati poslovanja poljoprivrednog sektora u 2021. godini (u milionima dinara)*

Opis	Iznos	Index rasta
Ukupni prihodi	436.401	109,4
Ukupni rashodi	420.588	108,3
Rezultat pre oporezivanja	15.814	152,9
Neto rezultat - dobitak	11.330	151,0

Izvor: Agencija za privredne registre

Izvoz robe je iznosio 3,6 milijardi evra, što je povećanje u odnosu na isti period prošle godine od 15,4%. Učešće izvoza poljoprivrede i prehrambene industrije u ukupnom izvozu Srbije u ovom periodu je iznosilo 17,8%. U isto vreme je porastao i uvoz i to za 29% u odnosu na isti period prošle godine, a učešće agrara u ukupnom uvozu je 7,7%.

## Zaključak

Sektor poljoprivrede je pogođen visokom inflacijom a cene hrane su, zajedno sa energentima, značajne za standard stanovništva, posebno u zemljama u razvoju. U Srbiji je, osim rasta cena hrane, došlo i do nestašice proizvoda koje smo tradicionalno izvozili i u čijoj proizvodnji imamo komparativnu prednost. Na porastu cena najviše profitiraju trgovci (posrednici), a najmanje proizvođači (primer maline i dr.), u ukupnom lancu najmanje dobijaju neposredni proizvođači, farmeri. Posledica toga je da je u selima sve manje onih koji se bave poljoprivredom, a još uvek kao zemlja nismo osposobljeni da sa mnogo manje ljudi proizvodimo više i kvalitetnije. Neselektivnim uvozom poljoprivrednih proizvoda se istiskuju domaći proizvođači, posebno usitnjena porodična domaćinstva. Sve to je posledica odsustva strategijskog pristupa ekonomske i agrarne politike u prethodnom periodu. Ekonomska i agrarna politika u narednom periodu, između ostalog, moraju da stvore ravnopravne uslove za domaće i strane investitore koji imaju za cilj ulaganja u privredni razvoj zemlje, a poljoprivreda je nesporno jedna od ključnih privrednih grana u našoj zemlji.



---

## Literatura

- Agencija za privredne registre (2022). Godišnji izveštaj o poslovanju privrede u 2021. godini.
- Andrić, Đ. (2021). Primena i efekti ciljanja inflacije kao strategije Narodne banke Srbije, DEB, Ekonomski vidici, XXVI (2021), 3-4: 271-287, ISSN 0354-9135, UDK-33 COBISS.SR-ID 116154887.
- Bernanke, S. Ben. (2004). The Great Moderation. *BIS Review*.
- Blanchard, O., Dell’Ariccia, G., Mauro, P. (2010). Rethinking Macroeconomic Policy. *Journal of Money, Credit and Banking Supplement to 42* (6).
- Bungin, S., (2014). Transmisioni mehanizam monetarne politike u zemljama istočne i jugoistočne Evrope, sa posebnim osvrtom na Srbiju. Ekonomski fakultet, Kragujevac.
- Lavrač, V. (2002). Monetary, Fiscal and Exchange Rate Policies From the Viewpoint of the Enlargement of the Eurozone: Survey of the Literature. Institute for Economic Research Working Paper 14.
- Marjanović, G., Mihajlović, V. (2012). Savremena analiza monetarne politike primenom IS-PC-MR modela. *Ekonomске teme*,. 4: 465-485.
- Katić, N. (2022). Globalna politika i ekonomija u 2022: Inflacija krupnih reči i sebičnih interesa, Internet stranica RTS.
- Kovačević, M., Stančić, K. (2022). Neki aspekti eventualne recesije u 2023. godini – čemu nas uči istorija. Makroekonomske analize i trendovi, Ekonomski institut i Privredna komora Srbije, Beograd.
- Privredna komora Srbije (2022). Udruženje za biljnu proizvodnju i prehrambenu industriju Privredne komore Srbije, Beograd.
- Republički zavod za statistiku, Statistički godišnjak RS, 2022.
- Sogo-Temi, J. S., Olubiyo, S. O. (2004). The Role of Agricultural Credit in the Development of Agricultural Sector: The Nigerian Case, *African Review of Money Finance and Banking*.

**ZASTUPLJENOST MIKROORGANIZAMA U ZEMLJIŠTU  
TRAVNJAKA NA TERITORIJI OPŠTINE SJENICA**

**MICROBIAL ABUNDANCE IN SOIL GRASSLANDS IN THE  
TERRITORY OF SJENICA MUNICIPALITY**

Snežana Anđelković, Snežana Babić, Dejan Sokolović, Goran Jevtić, Jasmina Milenković, Mirjana Petrović, Vladimir Zornić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institut za krmno bilje Kruševac, 37251 Globoder*

*Autor za korespondenciju: snezana.andjelkovic@ikbks.com*

**Izvod**

Mikroorganizmi, kao biološka komponenta, dobri su pokazatelji kvaliteta zemljišta jer brzo reaguju na promene u zemljišnom ekosistemu, pa se mikrobiološka aktivnost može koristiti za određivanje plodnosti zemljišta. Cilj ovog rada bio je da se ispituju mikrobiološka i osnovna hemijska svojstva zemljišta prirodnih travnjaka na teritoriji opštine Sjenica. Uzorci zemljišta sa 28 travnjaka (16 livada i 12 pašnjaka) uzeti su aseptično sa dubine od 0-25 cm. Proučavane uzorke zemljišta karakteriše relativno nizak pH i srednji sadržaj humusa. Ukupan broj mikroorganizama u uzorcima zemljišta varirao je od 7,253 do 8,072, broj ukupnih slobodnih azotofiksatora od 6,235 do 6,934 i gljiva od 4,464 do 5,501 (log broja) po gramu apsolutno suvog zemljišta. Nije zabeležena povezanost brojnosti ispitivanih grupa mikroorganizama sa načinom iskorišćavanja travnjaka.

**Ključne reči:** zemljište, mikroorganizmi, livada, pašnjak

**Abstract**

Microorganisms as a biological component are good indicators of soil quality because they respond quickly to changes in the soil ecosystem, so microbiological activity can be used for the determination of soil fertility. The aim of this study was to examine microbiological and basic chemical

---

properties of natural grasslands soils on the Municipality of Sjenica. Soil samples from 28 grasslands (16 meadows and 12 pastures) were taken aseptically from a depth of 0-25 cm. Studied soil samples were characterized by relatively low pH and medium content of humus. The total number of microorganisms in soil samples varied from 7.253 to 8.072, the number of free-living nitrogen-fixers from 6.235 to 6.934 and fungi from 4.464 to 5.501 (log of number) per one gram of absolutely dry soil. No correlation was noted between the number of examined groups of microorganisms and the way of using grasslands.

**Key words:** soil, microorganisms, meadow, pasture

## Uvod

Zemljište je jedan od najkompleksnijih prirodnih ekosistema u kome je akumulirana velika količina potencijalne energije, vode i hranljivih materija, tako da predstavlja idealnu sredinu za rast i razviće mnogih organizama, pri čemu se kao najbrojniji javljaju mikroorganizmi. U procesu formiranja i održavanja strukture zemljišta, mikrobne populacije imaju važnu ulogu u transformacijama svih organskih i neorganskih jedinjenja (Jarak i Čolo, 2007). Zdravo zemljište ima sposobnost da funkcioniše kao živi sistem koji obezbeđuje život biljaka i drugih organizama (Laishram et al., 2012), poseduje veliku biološku raznovrsnost (Lehmann et al, 2020), kao i stabilnost fizičkih i hemijskih parametara (Cárceles Rodrigez et al., 2022).

U zemljišnoj mikroflori najbrojnije su bakterije, zatim aktinomicete, gljive, alge i praživotinje (Younas et al., 2022). Oni su uključeni u brojne biološke procese, a njihova brojnost i raznovrsnost predstavljaju indikator plodnosti zemljišta (Hartmann et al., 2015). Mikroorganizmi reaguju na promene u zemljištu, ali se veoma brzo i adaptiraju na nove uslove sredine (Milošević, 2008). Najznačajniji faktori koji utiču na brojnost i aktivnost mikroorganizama jesu fizičko-hemijske osobine zemljišta (Marinković et al., 2008). Smanjenje biodiverziteta, brojnosti i enzimske aktivnosti mikroorganizama ukazuju na degradaciju zemljišta (Milošević i sar., 2008).

Brojnost mikroorganizama se može značajno promeniti u kratkom vremenskom periodu usled promene temperature, vlažnosti i drugih uslova koji vladaju u zemljištu (Delić i sar., 2005). U toku trajanja

nepovoljnih uslova u zemljištu, brojne vrste mikroorganizama mogu da prežive u neaktivnom stanju, a da svoju aktivnost obnove kada se uslovi poprave (Milošević i sar., 2007). U svakom tipu zemljištu dominiraju oni mikroorganizmi koji u njemu nalaze najoptimalnije uslove za svoj metabolizam (Jarak i sar., 2005).

Mikrobna zajednica i biljke čine nedeljivu celinu (Raaijmakers et al., 2009). Rizosferni mikroorganizmi igraju važnu ulogu u snabdevanju biljaka hranljivim materijama, proizvode biloški aktivne materije koje povoljno utiču na fiziološke procese biljaka i smanjuju pojavu bolesti (Jarak i sar., 2007). Sa druge strane, mikrobna zajednica rizosfere je pod direktnim uticajem korena (Khan et al., 2023). Biljka luči velike količine korenskih eksudata čiji sastav zavisi od vrste, sorte, starost biljaka i dr. (Nath et al., 2015). Korenski eksudati povećavaju aktivnost i brojnost mikroorganizama zbog povećane dostupnosti ugljenika koji oni koriste za svoj metabolizam (Souza et al., 2015). Primenjujući odgovarajuće agrotehničke mere, čovek može da iskoristi proizvodni potencijal biljaka i poveća produktivnost zemljišta (Marinković i sar., 2018).

Cilj ovih istraživanja bio je da se na osnovu brojnosti pojedinih grupa mikroorganizama sagleda biogenost zemljišta prirodnih travnjaka - pašnjaka i livada na teritoriji opštine Sjenica.

### **Materijal i metode rada**

Uzorkovanje zemljišta sa prirodnih travnjaka vršeno je na području opštine Sjenica u junu 2021. godine. Uzorci su uzeti sondom na dubini od 0 do 25 cm. Ova dubina je relevantna s obzirom na to da se najveća masa korenovog sistema biljnog pokrivača na travnjacima nalazi na toj dubini a brojnost mikroorganizama je tu najveća. Uzorkovanje je vršeno na nekoliko mesta na svakoj parceli a broj pojedinačnih uzoraka je povećavan na nehomogenim potezima. Razlog ovakvog uzorkovanja je dobijanje što realnije slike o osobinama zemljišta. Dvanaest uzoraka uzeto je sa pašnjaka i ovi uzorci su obeleženi sa P1- P12. Šesnaest uzoraka je sa livada i ovi uzorci su obeleženi oznakama L1-L16.

Analiza parametara plodnosti zemljišta urađena je primenom standardanih metoda:

- Aktivna kiselost u H<sub>2</sub>O i supstituciona kiselost u 1M KCl – potenciometrijski.

- Sadržaj karbonata u zemljištu - volumetrijski na Scheibler-ovom kalcimetru.
- Sadržaj humusa - volumetrijski metodom po Tjurin-u
- Sadržaj ukupnog azota - metodom po Kjeldahl-u
- Lakopristupačni fosfor ( $\text{mg P}_2\text{O}_5$  100  $\text{g}^{-1}$  zemlje) - prema Al-metodi po Egner-Riehm-u, spektrofotometrijski.
- Lakopristupačni kalijum ( $\text{mg K}_2\text{O}$  100  $\text{g}^{-1}$  zemlje) - prema Al-metodi po Egner-Riehm-u, spektrofotometrijski.

Brojnost mikroorganizama određena je metodom agarnih ploča na odgovarajućim selektivnim hranljivim podlogama. Ispitivanje brojnosti uključilo je sledeće grupe mikroorganizama:

1. ukupan broj mikroorganizama određivan je na zemljišnom agaru, a zasejano je 0,5 ml suspenzije zemljišta razređenja  $10^{-6}$ ;
  2. brojnost gljiva je određivana na Čapekovom agaru, pri čemu je zasejano 0,5 ml suspenzije zemljišta razređenja  $10^{-4}$ ;
  3. ukupan broj slobodnih azotofiksatora određivan je na Fjodorovoj podlozi, pri čemu je zasejano 0,5 ml suspenzije zemljišta razređenja  $10^{-5}$ .
- Inkubacija svih grupa mikroorganizama izvođena je u termostatu na konstantnoj temperaturi od 28°C. Period inkubacije za ukupan broj mikroorganizama iznosi sedam dana, pet dana za gljive, četiri dana za slobodne azotofiksatore.

Posle inkubacije izvršeno je brojanje izraslih kolonija i preračunat broj mikroorganizama na 1 g apsolutno suvog zemljišta (Jarak i Đurić, 2006).

## Rezultati i diskusija

Travnjaci na većim nadmorskim visinama zauzimaju značajan deo poljoprivrednog zemljišta. Zbog konfiguracije terena, klimatskih i edafskih uslova, travnjaci u ispitivanom području predstavljaju osnovu za poljoprivrednu proizvodnju (Babić i sar., 2019). Biljke koje naseljavaju travnjake imaju uglavnom žiličast korenov sistem koji dobro prožima zemljište, te je održavanje i pravilno korišćenje travnjaka najefikasniji vid očuvanja fizičko-hemijskih i produktivnih osobina zemljišta.

Rezultati hemijskih analiza pokazuju da su ispitivani uzorci zemljišta sa prirodnih travnjaka kisele reakcije i srednje obezbeđeni humusom. Uzorci sa skoro svih lokacija odlikuju se dovoljnim količinama lako pristupačnog kalijuma i veoma visokim sadržajem azota. Sadržaj lako

pristupačnog fosfora je varirao od niskog do veoma visokog, pri čemu najveći broj uzoraka ima srednji i visok sadržaj fosfora (tab. 1).

Mikroorganizmi su pokazatelji efektivne i potencijalne plodnosti ali i degradacije zemljišta, jer su metabolizam mikroorganizama i procesi sinteze i razgradnje zemljišta u direktnoj vezi. Ukupni broj mikroorganizama, među kojima su najbrojnije bakterije, može se koristiti kao pokazatelj opšte biološke aktivnosti zemljišta. Prema rezultatima urađenih analiza, ukupna mikroflora zemljišta pašnjaka se kretala od 7,253 do 8,072, dok je u uzorcima zemljište sa livada bila u rasponu od 7,450 do 7,998 (log broja) (tab. 2). Ispitujući zemljišta oranica i livada brdsko-planinskog područja Zapadne i Jugozapadne Srbije, Rasulić i sar. (2021) su naveli da nije bilo razlike u ukupnoj brojnosti mikroorganizama u zemljištima koja su imala različiti režim obrade. Marinković i sar. (2018) navode da svaki tip zemljišta ima svoju karakterističnu sturkturu mikrobne zajednice a način korišćenja zemljišta može usmeriti mikrobiološku aktivnost u pozitivnom ili negativnom smeru .

Količina azota fiksirana od strane slobodnih azotofiksatora je manja u odnosu na onu koja nastaje simbiotskom azotofiksacijom, ali značajno utiče na dugoročnu plodnost zemljišta. Broj slobodnih azotofisatora u našim istraživanjima kretao se u rasponu od 6,235 do 6,891 na pašnjacima i od 6,303 do 6,934 (log broja) na livadama (tab. 2). Saglasno ovim rezultatima, Rasulić i sar. (2013) navode da je broj oligonitrofila u brdsko-planinskom regionu Zapadne Srbije u zemljištima oranica varirao od  $3,00$  do  $233,00 \cdot 10^5 \text{ g}^{-1}$  a na livadama  $25,67 - 90,00 \cdot 10^5 \text{ g}^{-1}$ . Milošević i Govedarica (2001) navode da na brojnost ove grupe mikroorganizama u rizosfernom zemljištu utiču biljna vrsta, pH sredine, prisustvo fosfora i dr.

U svakom zemljištu dominiraju oni mikroorganizmi koji u njemu nalaze najoptimalnije uslove za svoj metabolizam (Jarak i sar., 2005). Gljive žive u zemljištima sa širokim pH (2-9) ali dominiraju u kiselim sredinama. One predstavljaju važnu kariku u sistemu biljka-zemljište i doprinose poboljšanju plodnosti zemljišta (Emmerling et al., 2002). Brojnost gljiva kao najznačajnijih razlagača organske materije u kiselim zemljištima, kretala se od 4,464 do 5,501 na pašnjacima i od 4,553 do 5,435 (log broja) na livadama (tab. 2). Slične rezultate za brojnost gljiva - 4,950 - 5,440 (log broja) na prirodnim livadama na Pešteru naveli su Milošević i sar. (2007).

Tabela 1. Hemijski sastav zemljišta

Uzorci	GPS koordinate		pH		N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g	Humus (%)
	N	E	H <sub>2</sub> O	KCl				
P1	4797248	423287	6,40	5,89	0,553	24,82	46,99	2,83
P2	4793601	419964	6,68	5,75	0,274	12,45	17,95	2,35
P3	4793355	417639	6,59	5,68	0,192	15,15	30,98	2,63
P4	4797761	425934	5,35	4,83	0,470	29,48	24,31	2,55
P5	4782030	427787	4,93	3,98	0,492	28,20	38,42	2,43
P6	4797396	422849	5,99	5,13	0,424	42,72	191,54	2,62
P7	4797114	422971	6,55	5,79	0,501	30,15	158,88	2,58
P8	4786706	418689	5,82	4,90	0,385	17,71	39,58	2,53
P9	4784654	422061	5,89	4,94	0,408	25,85	23,14	2,79
P10	4784785	420583	5,79	4,81	0,470	23,48	29,18	2,70
P11	4786846	419539	5,35	4,61	0,359	15,46	25,80	3,00
P12	4787590	419737	5,45	4,72	0,484	21,12	41,50	2,87
L1	4797352	425098	5,61	4,77	0,269	17,10	56,86	2,12
L2	4795790	424511	5,77	5,01	0,433	22,41	40,27	2,40
L3	4782127	427719	5,73	4,88	0,389	25,72	18,34	2,46
L4	4782616	428841	4,87	3,97	0,406	9,81	12,72	2,82
L5	4781730	427446	5,31	4,44	0,409	10,50	29,26	2,74
L6	4782189	428083	5,15	4,12	0,465	9,98	9,89	2,78
L7	4782469	428734	4,80	3,89	0,497	15,10	11,06	2,78
L8	4793000	410425	5,82	4,80	0,368	15,18	13,44	2,70
L9	4793077	410223	6,25	5,39	0,366	15,40	13,87	2,55
L10	4788162	419550	5,38	4,57	0,342	19,93	26,04	2,83
L11	4788749	419777	6,00	4,93	0,483	21,49	18,29	2,89
L12	4785963	421868	5,90	4,87	0,408	15,15	17,66	2,48
L13	4781480	427958	5,17	4,21	0,359	10,28	15,96	2,71
L14	4781460	427784	4,92	3,99	0,315	9,91	5,83	2,84
L15	4781438	427909	4,97	3,96	0,345	9,95	7,51	2,91
L16	4786355	414135	5,88	4,90	0,322	12,10	23,09	2,66

Tabela 2. Brojnost mikroorganizama u zemljištu (log broja)

Tip travnjaka	Uzorci	GPS koordinate		Ukupan broj m.o.o.	Broj sl. azotof.	Broj gljiva
		N	E			
Pašnjaci	P1	4797248	423287	7,619	6,813	4,954
	P2	4793601	419964	7,695	6,269	5,315
	P3	4793355	417639	7,485	6,332	4,540
	P4	4797761	425934	7,324	6,383	5,447
	P5	4782030	427787	7,827	6,648	5,501
	P6	4797396	422849	7,667	6,633	5,079
	P7	4797114	422971	7,888	6,667	4,854
	P8	4786706	418689	7,921	6,891	5,222
	P9	4784654	422061	7,821	6,625	4,464
	P10	4784785	420583	8,072	6,857	5,200
	P11	4786846	419539	7,253	6,235	5,320
	P12	4787590	419737	7,426	6,524	5,150
Livade	L1	4797352	425098	7,998	6,934	5,434
	L2	4795790	424511	7,854	6,746	4,553
	L3	4782127	427719	7,784	6,517	5,110
	L4	4782616	428841	7,916	6,303	5,346
	L5	4781730	427446	7,795	6,489	4,970
	L6	4782189	428083	7,812	6,426	5,137
	L7	4782469	428734	7,588	6,520	5,400
	L8	4793000	410425	7,450	6,549	5,137
	L9	4793077	410223	7,723	6,618	4,866
	L10	4788162	419550	7,945	6,751	5,005
	L11	4788749	419777	7,458	6,630	4,588
	L12	4785963	421868	7,584	6,423	5,084
	L13	4781480	427958	7,905	6,518	5,086
	L14	4781460	427784	7,564	6,542	5,241
	L15	4781438	427909	7,663	6,544	5,356
	L16	4786355	414135	7,760	6,732	5,435



## **Zaključak**

Način iskorišćavanja ispitivanih prirodnih travnjaka nije uticao na brojnost ispitivanih grupa mikroorganizama. Ova zemljišta su kisele hemijske reakcije, tako da bi u cilju pronalaženja rešenja za ovaj problem trebalo primeniti kalcifikaciju, kao i aplikaciju fosfornih đubriva na travnjacima sa niskim sadržajem ovog elementa. Savremeni trendovi, pored zahteva za intenzivnijom proizvodnjom nameću potrebu uređenja, zaštite i efikasnijeg korišćenja poljoprivrednog zemljišta. U tom smislu, treba primeniti optimalne modele uređenja koji imaju za cilj, pored efikasnog korišćenja i zaštitu zemljišta od degradativnih procesa. Na taj način bi se sačuvala brojnost, aktivnost, struktura mikrobiocenoze, a samim tim i plodnost zemljišta.

## **Zahvalnica**

Istraživanja u ovom radu su finansirana sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-47/2023-01/200217.

## **Literatura**

- Babić, S., Lugić, Z., Sokolović, D., Petrović, M., Zornić, V., Radović, J., Anđelković, S. (2019). Botanički sastav i kvalitet kabaste stočne hrane sa prirodnih travnjaka Gornje Pešteri. Zbornik radova (1) XXIV Savetovanja o biotehnologiji, Čačak, 15-16. mart, 2019, 177-182.
- Cárceles Rodríguez, B., Durán-Zuazo, V.H., Soriano Rodríguez, M., García-Tejero, I.F., Gálvez Ruiz, B., Cuadros Tavira, S. (2022). Conservation agriculture as a sustainable system for soil health: A Review. *Soil Systems*; 6(4): 87. doi:10.3390/soilsystems6040087
- Delić, D., Miličić, B., Rasulić, N., Tomić, M., Jošić, D., Kuzmanović, Đ. (2005). Mikrobiološke karakteristike zemljišta tipa gajnjača istočne Srbije. *Agroznanje*, 6(1): 13-20.
- Emmerling, C., Schloter, M., Hartmann, A., Kandeler, E. (2002). Functional diversity of soil organisms - a review of recent research activities in Germany. *Journal Plant Nutrient and Soil Science*, 165: 408-420. doi: 10.1002/1522-2624(200208)165:4<408::AID-JPLN408>3.0.CO;2-3.

- 
- Hartmann, M., Frey, B., Mayer, J., Mader, P., Widmer, F. (2015). Distinct soil microbial diversity under long-term organic and conventional farming. *The ISME Journal* 9: 1177–1194, doi: 10.1038/ismej.2014. 210
- Jarak, M., Đurić, S., Đukić, D. (2007). Uticaj inokulacije na klijanje i početni rast i razvoj lucerke i crvene deteline, *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 44 (1): 415-421.
- Jarak, M., Čolo, J. (2007). Mikrobiologija zemljišta. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Jarak, M., Đurić, S. (2006). Praktikum iz mikrobiologije. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Jarak, M., Milošević, N., Milić, V., Mrkovački, N., Đurić, S., Marinković, J. (2005). Mikrobiološka aktivnost – pokazatelj plodnosti i degradacije zemljišta. *Ekonomika poljoprivrede*, 52 (4): 483-493.
- Khan, D., Kabiraj, A., Biswas, R., Kroy, R., Bandopadhyay, R. (2023). Plant-microbe community dynamics in rhizosphere: Reviewing the grassroots ecology towards sustainable agriculture. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 93 (3): 247–257. doi:10.56093/ijas.v93i3.129812.
- Laishram, J.; Saxena, K.G.; Maikhuri, R.K.; Rao, K.S.(2012). Soil quality and soil health: A review. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.*, 38: 19–37.
- Lehmann, J., Bossio, D.A., Kögel-Knabner, I., Rillig, M.C. (2020). The concept and future prospects of soil health. *Nat. Rev. Earth Environ.* 1: 544–553. doi: 10.1038/s43017-020-0080-8
- Marinković, J., Bjelić, D., Šeremešić, S., Tintor, B., Ninkov, J., Živanov, M., Vasin, J. (2018). Microbial abundance and activity in chernozem under different cropping systems. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 55 (1): 6-11.
- Marinković, J., Milošević, N., Tintor, B., Sekulić, P., Nešić, Lj. (2008). Mikrobiološka svojstva fluvisola na različitim lokalitetima u okolini Novog Sada. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 45(2): 215-223.
- Milošević, N. (2008). Mikroorganizmi bioindikator zdravlja/kvaliteta zemljišta. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 45(1): 205-215.
- Milošević, N., Sekulić, P., Tintor, B., Cvijanović, G. (2008). Monitoring zdravlja / kvaliteta zemljišta u blizini industrijskih zona Vojvodine. *Zbornik radova Naučno-stručnog skupa EcoIst '08 — Ekološka istina*, Soko Banja, 01-04.jun, 2008, 276-280.
- Nath, D.J., Gogoi, D., Gayan, A., Challeng, A. (2015). Influence of chemical and biological properties of field grown pea and lentil rhizospheres on nodulation status and resident rhizobial population in acidic soils of Assam, India. *Legume Research*, 38(6): 844-850.
- Milošević, N., Tintor, B., Dozet, D., Cvijanović, G. (2007). Mikrobiološka svojstva prirodnih travljaka. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 44: 541-546.
-

- Milošević, N., Govedarica, M. (2001). Mogućnost primene biofertilizatora u proizvodnji ratarskih neleguminoznih biljaka. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 35: 53-65.
- Raaijmakers, J., Paulitz, T., Steinberg, C., Alabouvette, C., Moëgne-Loccoz, Y. (2009). The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant and Soil*, 321: 341–361. doi: 10.1007/s11104-008-9568-6
- Rasulić, N., Delić, D., Stajković-Srbinić, O. Kuzmanović, Đ. Andjelović, S. (2013). Microbiological properties of kalkocambisols in Western Serbia depending on exploitation way. *Proceedings of the 1st International Congress on Soil Science, Belgrade, 23-26 September, 2013*, 246-253.
- Souza, R., Ambrosini, A., Passaglia, L. M. P. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and Molecular Biology*, 38: 401-419. doi: 10.1590/S1415-475738420150053.
- Younas, T., Umer, M., Husnain Gondal, A., Aziz, H., Khan, M. S., Jabbar, A., Shahzad, H., Panduro-Tenazoa, N., Jamil, M., Ore Areche, F. (2022). A comprehensive review on impact of microorganisms on soil and plant. *Journal of Bioresource Management*, 9(2): 109-118.

---

**AGROTEHNIČKI ASPEKT PRIMENE CVETNIH POJASEVA U  
POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI**

**AGROTECHNICAL ASPECT OF USING FLOWER STRIPS IN  
AGRICULTURAL PRODUCTION**

Vladimir Filipović<sup>1</sup>, Vladan Ugrenović<sup>2</sup>, Milan Plećaš<sup>3</sup>, Jovana Raičević<sup>3</sup>,  
Snežana Dimitrijević<sup>1</sup>, Željana Prijić<sup>1</sup>, Vera Popović<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Tadeuša Koščuška 1,  
Beograd, Srbija*

<sup>2</sup>*Institut za zemljište, Teodora Drajzera 7, Beograd, Srbija*

<sup>3</sup>*Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Studentski trg 16, Beograd, Srbija*

<sup>4</sup>*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija*

*Autor za korespondenciju: vfilipovic@mocbilja.rs*

**Izvod**

Cvetni pojasevi predstavljaju jednu od mera IPARD III program za period 2021-2027. godine koju će Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije u narednom periodu sufinansirati. Cvetni pojasevi seju se uz ivicu parcele i služe kao staništa za oprašivače (polinatore), druge korisne insekte i ptice, doprinose poboljšanju biodiverziteta (biološke raznolikosti), zatim sprečavaju eroziju zemljišta i služe za unapređenje ruralnog ambijenta. U radu je dat prikaz pojedinih cvetnih vrsta koje najčešće koriste u smeši semena za cvetne pojaseve, kao i agrotehnički aspekt primene cvetnih pojaseva i njihova dobrobit za agroekosistem.

**Ključne reči:** cvetni pojasevi, agro-ekološko-klimatska mera, biodiverzitet, polinatori, zemljište, poljoprivredna proizvodnja.

**Abstract**

Flower strips are one of the measures of the IPARD III program for the period 2021-2027. which will be co-financed by the Ministry of

---

Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia. Flower strips are sown along the edge of the plot and serve as habitats for pollinators, other beneficial insects and birds, contribute to the improvement of biodiversity, then prevent soil erosion and serve to improve the rural environment. The paper presents the description of certain flower species that are most often used in the seed mixture for flower strips, as well as the agrotechnical aspect of the application of flower strips and their benefit for the agroecosystem.

**Key words:** flower strips, agro-ecological-climate measure, biodiversity, pollinators, soil, agricultural production.

## **Uvod**

Svojom tehnologijom intenzivna poljoprivredna proizvodnja u velikoj meri menja održivost i otpornost agroekosistema i kao takva pojačava pritisak na životnu sredinu, koja pored sve vidljivije degradacije zemljišta, utiče na gubitak organske materije u zemljištu, u velikom procentu utiče na zagađenje voda, isto tako i ima veliki uticaj na smanjenje biljnog i životinjskog biodiverziteta (biološke raznolikosti), kako zbog sprovođenja učestalih agrotehničkih mera, ali i zbog primene velikih količina đubriva i sredstava za zaštitu bilja. Još jedan od prisutnih faktora ovakvog stanja je neadekvatno navodnjavanje koje može da izazove degradaciju fizičkih osobina zemljišta i irigacionu eroziju, pri čemu se smanjuje infiltraciona sposobnost zemljišta, što dalje dovodi do zabarivanja i stvaranja pokorice.

Cvetni pojasevi (cvetne trake, polinarske trake, eko - koridori i sl.) su jedno-, dvo- ili višegodišnji pojasevi posejani uz ivicu parcele i služe kao staništa za oprašivače (polinare), druge korisne insekte i ptice, doprinose poboljšanju biodiverziteta, zatim sprečavaju eroziju zemljišta i služe za unapređenje ruralnog ambijenta. Najčešća primena cvetnih pojaseva je u područjima gde je dominantan intenzivni tip poljoprivredne proizvodnje sa velikim oraničnim površinama (Filipović et al., 2011). Pozicije na kojima se zasnivaju cvetni pojasevi su u najvećem delu na ivicama (rubovima) parcela.

Postoji veliki broj različitih cvetnih smeša koje se razlikuju prema upotrebi, sastavu, terminu setve, dužini trajanja i slično. Jednogodišnji cvetni pojasevi uglavnom „prate“ intenzivne jednogodišnje ratarske useve,

višegodišnji „prate“ višegodišnje zasade od voćnih, preko vinove loze do krmnih zasada.

Prethodne ali i nova zajednička poljoprivredna politika (2023–2027) EU takođe ima za cilj da poveća njihov udeo usmeravanjem jedne četvrtine direktnih plaćanja na subvencionisanje agroekoloških-šema (Szitár et al., 2022).

U radu je analiziran agrotehnički aspekt pojedinih biljnih vrsta i cvetnih smeša odnosno njihova uloga u poljoprivrednim agroekosistemima koji su uslovljeni sastavom, veličinom, lokacijom, tipom zemljišta i sl.

### ***Koje su najčešće vrste u smeši semena za cvetne pojaseve***

U dosadašnjoj praksi u zavisnosti od namene cvetnog pojasa, može se primetiti da postoji veliki broj različitih cvetnih mešavina od na primer mešavina za unapređenje postojećeg biodiverziteta koji se koristi kao stanište i izvor hrane za korisne insekte i oprašivače, do mikseva za sprečavanje erozije zemljišta ili mešavina koje se pored svoje agroekološke funkcije, mogu koristiti i kao dodatak jelima i salatama. Da bi bilo lakše sagledati formu i strukturu cvetnih pojaseva, nekoliko biljnih vrsta se izdvojilo kako po svojim ekofiziološkim, morfološkim, fenološkim i biohemijskim osobinama i one kao takve u najvećem broju slučajeva su sastavni deo najvećeg broja komercijalnih i smeša koje se istražuju.

Što se tiče odabira cvetajućih vrsta bilja, u zavisnosti od vrste insekta koje hoćemo da imamo u većem broju u cvetnom pojasu i biramo sastav cvetne smeše. Tako na primer, broj bumbara se povećava ukoliko u cvetnoj smeši ima više biljaka iz familije Fabaceae a njihov broj se smanjuje kod biljaka iz familije Apiaceae. Broj osolikh muva je veći ukoliko u mešavini ima više biljaka iz familije Apiaceae (Scheper et al., 2021).

Neke od biljnih vrsta iz nekoliko familija su u velikom broju cvetnih mešavina neophodne (a neke od njih su i zakonski propisane kroz minimalni udeo u mešavini) da svojim učešćem budu sastavni deo cvetnih mešavina. Pomenućemo samo neke od familija: Hydrophyllaceae (učešće od 5 do 35%), Polygonaceae (od 5 do 20%), Fabaceae (zbog svojih višestrukih pozitivnih osobina preporučuje se učešće minimalno od 3 do 5 vrsta sa ukupnim učešćem od 5 do 40%), Brassicaceae (od 5 do 15%), Asteraceae (od 5 do 15%), Lamiaceae, Apiaceae, Boraginaceae,

Malvaceae i dr. Jedna od najprisutnijih vrsta u cvetnim mešavinama je facelija (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) iz familije Hydrophyllaceae (Popović i sar., 2016). Pored njene dobro poznate karakteristike da je odlična pčelinja paša, ona čisti zemljište od nematoda, ali i od ambrozije. Gajenjem facelije kao međuuseva smanjuje se broj repine nematode u zemljištu za 20-30% (Svečnjak, 2007), što u nekim slučajevima može dovesti do smanjenja nematoda i preko 50%. Utvrđeno je da usejavanjem facelije u pšenicu, šećernu repu, kupus, pored smanjenja brojnosti nematoda ona privlači u većem broju osice, koje potom uništavaju lisne vaši. S tim u vezi, pojedine kompanije za proizvodnju i preradu šećera ugovaraju sa proizvođačima i setvu cvetnih pojaseva u čijim smešama facelija zauzima posebno mesto. Druga vrsta koja se nalazi u velikom broju cvetnih smeša je heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench). Ova jednogodišnja vrsta pripadnica familije Polygonaceae poseduje nekoliko osobina koje je svrstavaju u red „poželjnijih“ vrsta koje ulaze u sastav cvetnih smeša. Heljda je biljka skromnih zahteva prema uslovima spoljašnje sredine, gaji se i na siromašnim zemljištima, zahvalna je što se tiče preduseva i ne koriste se hemijska sredstva za njenu zaštitu (Popović i sar., 2014). Takvo mesto zaslužuje zbog svoje kratke vegetacije i visoke medonosnosti i kao takva predstavlja odličnu pčelinju pašu tokom letnjeg i jesenjeg perioda, kada nema drugih medonosnih biljaka (Popović et al., 2017b). Cvetovi su joj bogati nektarom, cvetanje dugo traje pa pčele u povoljnim vremenskim uslovima mogu sa jednog hektara sakupiti i proizvesti do 300 kg veoma lekovitog meda, specifičnog ukusa i tamnije boje (Popović et al., 2017a). Još jedna jednogodišnja zeljasta vrsta zauzima posebno mesto kada su cvetne smeše i cvetni pojasevi u pitanju. Bela slačica (*Sinapis alba* L.) pripada familiji kupusnjača (Brassicaceae) i svojim biološkim, agrotehničkim i medonosnim karakteristikama, često, pored cvetnih pojaseva nalazi mesto i kao usev za zelenišno đubrenje, pokrovne useve, međuuseve, pčelinju pašu,... Veliki je agrotehnički značaj bele slačice, kao useva guste setve zato što ostavlja zemljište dobrih fizičkih osobina, nezakorovljeno ali zbog toga što ispušta nematofobne materije i koristi se za suzbijanje nematoda šećerne repe i drugih korenasto-krtolastih biljaka (Filipović, 2022). Rano, tokom leta sazreva i posle nje se može gajiti veliki broj biljaka kratke vegetacije. Odličan je predusev žitima, ali i korenasto-krtolastim biljkama. Zajedno sa ovsem se može koristiti kao pokrovni usev čime se proširuje plodored i povećava agrobiodiverzitet u vremenu i broju (mikroflora, amonifikatora,

aktinomiceta, *Azotobacter* sp. u zemljištu) (Ugrenović i sar., 2019). Druga predstavica ovog roda je poljska gorušica (*Sinapis arvensis* L.), koja se u našim agroekološkim uslovima tretira kao ranoprolećni korov a s druge strane zbog rane pojave cvetova često čini deo cvetnih smeša koje se seju npr. za potrebe oprašivanja nekih ranocvetnih vrsta kao što je uljana repica (Angelovski, 2022; Angelovski et al., 2022). Uljana repica je bila jedna od gajenih useva koje su bile predmet istraživanja na projektu: „Stacking of ecosystem services: mechanisms and interactions for optimal crop protection, pollination enhancement, and productivity” (EcoStack), Horizon 2020, Grant No. 773554 koga finansira Evropska Unija (2018-2024). Navedena istraživanja i praktično iskustvo su doprineli u potvrdi značaja nekoliko biljnih vrsta koje su i u nekim prethodnim radovima navedene kao pogodne za sastav cvetnih smeša, ali i neke koje nisu ili su bile manje pominjane, kao što su:

*Tabela 1. Neke od preporučenih biljnih vrsta za zasnivanje cvetnih pojaseva za teritoriju Južnog Banata*

Naziv familije	Narodni naziv biljne vrste	Latinski naziv biljne vrste
Glavočike (Asteraceae)	• Hajdučka trava	• <i>Achillea millefolium</i>
	• Neven	• <i>Calendula officinalis</i>
	• Različak	• <i>Centaurea cyanus</i>
	• Artičoka	• <i>Cynara scolymus</i>
Slezovi (Malvaceae)	• Beli slez	• <i>Althaea officinalis</i>
	• Korijander	• <i>Coriandrum sativum</i>
Štitonoše (Apiaceae)	• Anis	• <i>Pimpinella anisum</i>
	• Šargarepa	• <i>Daucus carota</i>
	• Morač	• <i>Foeniculum vulgare</i>
	• Bela slačica	• <i>Sinapis alba</i>
Kupusnjače (Brassicaceae)	• Gorušica	• <i>Sinapis arvensis</i>
	• Repica	• <i>Brasica napus</i>
	• Crni kim	• <i>Nigella sativa</i>

Daćemo jedan primer cvetne smeše, odnosno biljke koje nju čine. Primer cvetne smeše (Gotlin i sar., 2016) koju je kreirala kompanija Syngenta a koja je razvijana u okviru programa „Operacija polinator“. To je mađarska mešavina sastavljena od sledećih biljnih vrsta: *Phacelia tancetifolia* 5% (Hydrophyllaceae), *Fagopyrum esculentum* 15% (Polygonaceae), *Trifolium alexandrinum* 7%, *Lotus corniculatus* 3%, *Medicago sativa* 12%, *Trifolium pratense* 23%, *Trifolium repens* 5%,



*Onobrychis viciifolia* 15% i *Trifolium incarnatum* 10% (Fabaceae) i *Sinapis arvensis* 2% (Brassicaceae). “Operacija polinator” se pokazala kao velika pomoć poljoprivrednim proizvođačima da uspešno razviju i upravljaju biološko raznovrsnim staništima na ključnim lokacijama oko poljoprivrednog imanja, uz istovremeno značajno poboljšanje životnih uslova populacije insekata oprašivača. Na osnovu nezavisnih posmatranja potvrđeno je da stvaranje staništa za oprašivače u roku od tri godine povećava broj bumbara za čak 6 puta, broj leptira 12 puta i drugih insekata za više od 10 puta. Povećanjem broja prirodnih oprašivača pozitivno se utiče na povećanje prinosa i kvalitet mnogih useva (Ivanović i sar., 2012).

Jedna od familija koja gotovo sigurno u svakoj cvetnoj mešavini, ima svoje predstavnike je svakako familija Fabaceae, čije vrste su posebno omiljene kod medonosnih pčela, te se iz tog razloga veliki broj ovih biljnih vrsta i nalazi na listama biljnih vrsta koje su odobrene za zasnivanje cvetnih pojaseva. S druge strane, treba voditi računa da se ne izaberu dominantne vrste koje su vrlo sklone napadu puževa, poput *Centaurea cyanus* ili *Papaver rhoeas*, budući da to može ugroziti rast, razvoj i opstanak cvetnih pojaseva. U ovom kontekstu, navedeni podaci su samo delić onoga što se putem istraživanja ali i u proizvodnoj praksi, kada su u pitanju cvetni pojasevi do sad radilo. Fokus u istraživanjima je stavljen na to kako privući i podržati polinatore (oprašivače, kao što je medonosna pčela) ali i predatore, da posećuju i da se „što duže zadrže“ na cvetovima odabranih biljnih vrsta. Drugo, odrediti što funkcionalniju kako jednogodišnju, tako višegodišnju cvetnu smešu u cilju iskorišćenja cvetne smeše u što većem procentu kada je pitanju oprašivanje, biološka kontrola štetočina i bolesti, ali i održivost smeše u vremenu i prostoru (Hatt et al., 2020).

#### ***Agrotehnički i agroekološki aspekt primene cvetnih pojaseva***

U praksi, faktori kao što su tip zemljišta, prvobitno korišćenje zemljišta, način setve i vremenski uslovi su faktori koji snažno utiču na uspeh uspostavljanja cvetnih traka, a zauzvrat i daljeg uspeha koji se ogleda u toku vegetacije najviše kod inteziteta cvetanja, produktivnosti i kvaliteta glavnog useva, zbog čega se u najvećoj meri i same cvetne trake zasnivaju. Od odabira pojedinih cvetnih mešavina će zavisti i prisustvo/odsustvo pojedinih insekata, ali i agrohemijske, te vodno-vazdušne i mehaničke promene u zemljištu na kome su zasnovane cvetne

---

trake. Sve vrste agrotehničkih mera (npr. plodored, selekcija i odabri sorti, primena različitih vrsta plodoreda, đubrenje organskim đubrivima i dr.) imaju za cilj stvaranje povoljnih hranidbenih i sanitarnih uslova zemljišta kao i povećanje otpornosti biljaka na bolesti i štetočine. Kako bi se zadovoljili sve striktniji uslovi u proizvodnji hrane i zaštiti životne sredine, dozvoljeno je primenjivati samo jedinjenja prirodnog porekla, sa aktivnim materijama namenjenim za eliminisanje ili suzbijanje određenih bolesti i/ili štetočina. S obzirom da Evropska unija namerava da do 2030. godine smanji ukupnu upotrebu hemijskih pesticida i rizika od njihove primene za 50%, kao i smanjenje upotrebe đubriva za 20%, potrebna nam je alternativa u ishrani i zaštiti bilja i zemljišta. Jedna od alternativa u paketu mera u većem ili manjem procentu je i uvođenje cvetnih pojaseva koji pored primarne uloge mesta za privlačenje polinatora i predatora svojim učešćem u poljoprivrednim područjima mogu koristiti kao prirodni metod oblikovanja poljoprivrednog pejzaža i uvećanja efikasnosti bioloških metoda suzbijanja bolesti i štetočina (Szitár et al., 2022). Upotreba odgovarajućih cvetnih pojaseva kao bioagrotehničke metode je postao popularniji poslednjih godina i sada je važan alat u kontroli bolesti i štetočina, kao i deo strategije u vezi očuvanja agrobiodiverziteta. Zbog svog pozitivnog delovanja na useve/zasade, te na zemljište, kao i na veće prisustvo polinatora i predatora, poljoprivredni proizvođači se sve više podstiču da koriste cvetne pojaseve u prvom redu da bi se sprečilo smanjenje raznovrsnosti vrsta u agroekosistemu. Nektar je primarna nagrada za oprašivanje; stoga, prostorne i vremenske varijacije u zapremini nektara utiču na ponašanje oprašivača (Prasifka et al., 2018) i opstanak (Timberlake et al., 2019). Kako korišćenje zemljišta značajno utiče na osobine cvetova koje se odnose na oprašivanje (Le Provost et al., 2021), njihova raznolikost može ukazati na kvalitet i kvantitet cvetnih resursa (Ricou et al., 2014).

Svojim konceptom i pristupom proizvodnji hrane organska proizvodnja može dodatno doprineti poboljšanju proizvodnih uslova ali i da održi visoku funkcionalnu raznovrsnost osobina biljaka povezanih sa očuvanjem biodiverziteta, plodnosti kako zemljišta tako i agroekosistema u celini. U sadejstvu sa cvetnim pojasevima, organska proizvodnja može biti još bolja opcija za održavanje različitih zajednica oprašivača i njihovih usluga (Kowalska et al., 2022). U svojoj meta-analizi, Tuck et al. (2014) su otkrili da je organska proizvodnja povećala sveukupno

bogatstvo vrsta za 30%, pri čemu su najviše koristi imale biljke. Insekti oprašivači takođe profitiraju od organske proizvodnje (Happe et al., 2018).

Što se tiče zasnivanja samih cvetnih traka, njih treba posejati uz ivicu ili unutar parcele širine najmanje 3 m, maksimalno 15 m, imajući na umu da udaljenost između traka mora biti najmanje 50 m. Ukupna dužina traka na parceli mora biti najmanje 200 m po hektaru. Dozvoljeno je menjati svake godine mesto na kome se trake usejavaju. Trake trebaju sadržati najmanje pet cvetnih vrsta koje naizmenično cvetaju tokom cele vegetacione sezone. Lista cvetnih vrsta koje su pogodne za setvu je sastavni deo dokumenata o direktnim subvencijama i kao takve se razlikuju od države do države, odnosno od regiona do regiona. Kako bi korisni insekti imali dovoljno polena i nektara za ishranu, trake treba ostaviti na parceli što duže pa se mogu zaorati najranije 1. oktobra. Obzirom na važnost i razlog njihovog zasnivanja, ne smeju se koristiti kao prolaz ili put. Za ovu meru u Republici Hrvatskoj u toku 2022. godine poljoprivredni proizvođači se subvencionišu sa 985,74 EUR/ha, dok je za istu meru podsticaj za njeno zasnivanje u 2016. godini bio 346 EUR/ha. Ovo nije lako implementirati, ali poljoprivrednik treba da razmotri potencijalne prednosti ovog pristupa. Prirodni pritisak životne sredine promoviše ravnotežu između različite grupe organizama; nažalost, intenziviranje poljoprivrede može dovesti do naglog pada biodiverziteta i slabljenja ovog pritiska.

Raduje i činjenica da će naše Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije u okviru IPARD III programa za period 2021-2027. godine u okviru Mere 4 „Agro-ekološko-klimatska mera i organska proizvodnja“ sufinansirati Operaciju 3 „Uspostavljanje i održavanje polinatorskih traka“ za obradivo zemljište u iznosu od 264,65 EUR/ha godišnje i za višegodišnje zasade u iznosu 333,77 EUR/ha godišnje.

## **Zaključak**

Prepoznatljivost i značaj cvetnih pojaseva u dosadašnjoj proizvodnoj praksi Republike Srbije bila je gotovo simbolična. Ipak, u poslednjih nekoliko godina ova neopravdano marginalizovana pozicija se menja. Naročito je bitno, što resorno ministarstvo u okviru IPARD III programa za period 2021-2027. godine u okviru Mere 4 „Agro-ekološko-klimatska

mera i organska proizvodnja“ prema paket operacija koje će biti sufinansirane. Ovo je naročito značajno za region Vojvodine, gde je već duži niz godina zbog inteziviranja poljoprivredne proizvodnje u velikoj meri promenjen i devastiran agroekosistem. Uvođenjem cvetnih pojaseva će se pored nemerivog agroekološkog značaja, unaprediti i biodiverzitet, jer on kao takav stvara uslove za zdrava društva i održava funkcionisanje poljoprivrede.

### **Zahvalnica**

Ovo istraživanje podržano je od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije; Evidencioni broj: 451-03-47/2023-01/200003, 200011 i 200032 i projekta „EcoStack: Stacking of ecosystem services: mechanisms and interactions for optimal crop protection, pollination enhancement, and productivity (H2020, Grant No. 773554, 2018-2024).

### **Literatura**

- Angelovski, A. (2022). Atraktivnost odabranih biljnih vrsta za divlje pčele i mogućnost njihovog korišćenja u cvetnim marginama. Master rad, Biološki fakultet, Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- Angelovski, A., Raičević, J., Bila Dubaić, J., Ugrenović, V., Filipović, V., Četković, A., Plečaš, M. (2022). Attractiveness of selected plant species for wild bees: testing for the regionally suited flower strip mix for Serbia. EurBee 9 – 9th European Congress of Apidology, 20-22 September 2022, Belgrade, Serbia, Abstract Book, 230.
- Filipović, V., Radivojević, S., Ugrenović, V., Jaćimović, G., Lazić, B., Subić, J. (2011). The Eco – corridor in Organic Agricultural Production. 22. Međunarodni simpozijum »Proizvodnja zdravstveno bezbedne hrane« / 22nd International symposium »Safe food production«. Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 19. – 25. June, 2011. Proceedings, 259 – 261.
- Filipović, V. (2022). Priručnik o organskoj proizvodnji lekovitih i aromatičnih biljaka. Nacionalno udruženje za razvoj organske proizvodnje "Serbia Organika", Beograd i Nemačka organizacija za međunarodnu saradnju (GIZ).
- Gotlin Čuljak, T., Galzina, N., Juran, I., Čuljak, M., Jelovčan, S., Pecze, R. (2016). Može li sjetva cvjetnih trakova povećati bioraznolikost kukaca u agroekosustavima?. Glasilo biljne zaštite, 16(4): 378-390.

- 
- Happe, A. K., Riesch, F., Rösch, V., Galle, R., Tschardtke, T., & Batáry, P. (2018). Small-scale agricultural landscapes and organic management support wild bee communities of cereal field boundaries. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 254: 92-98.
- Hatt, S., Francis, F., Xu, Q., Wang, S., Osawa, N. (2020). Perennial flowering strips for conservation biological control of insect pests: From picking and mixing flowers to tailored functional diversity. *Integrative Biological Control: Ecostacking for Enhanced Ecosystem Services*, 57-71.
- Ivanović, M., Ugrenović, V., Filipović, V. (2012). Operacija polinator, kao doprinos biodiverzitetu i održivosti u savremenoj poljoprivredi. U: Ugrenović, Vladan; Filipović, Vladimir (ur.) *Organska proizvodnja i biodiverzitet: zbornik referata / II otvoreni dani biodiverziteta*, Pančevo, 26. jun 2012. godine. Monografija. Institut "Tamiš", Istraživačko razvojni centar, Pančevo. Zbornik referata, 88 – 92.
- Kowalska, J., Antkowiak, M., & Sienkiewicz, P. (2022). Flower Strips and Their Ecological Multifunctionality in Agricultural Fields. *Agriculture* 2022, 12: 1470.
- Le Provost, G., Badenhauer, I., Violle, C., Requier, F., D'ottavio, M., Roncoroni, M. & Gross, N. (2021). Grassland-to-crop conversion in agricultural landscapes has lasting impact on the trait diversity of bees. *Landscape Ecology*, 36: 281-295.
- Popović, V., Sikora, V., Simić, D., Živanović, Lj., Ugrenović, V., Filipović, V., Zejak, D. (2014). Efekat folijarne prihrane na produktivnost heljde (*Fagopyrum esculentum* Moench) u organskom sistemu gajenja. Institut PKB Agroekonomik, Padinska Skela. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Padinska Skela, Beograd, 20(1-4): 83–92.
- Popović, V., Sikora, V., Vučković, S., Mihailović, V., Filipović, V., Živanović, Lj., Ikanović, J., Merkulov Popadić, L. (2016): NS Priora – visokonektarna sorta facelije [*Phacelia tanacetifolia* Benth]. Tehnološke inovacije, Generator privrednog razvoja, 5. Naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem, Banja Luka, 2016., Zbornik radova, 41-50.
- Popović, V., Maksimović, L., Ikanović, J., Filipović, V., Rajčić, V., Terzić, D. (2017a). Buckwheat - *Fagopyrum esculentum* - honey and medicinal plant. 8th International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2017", Faculty of Agriculture, University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, Jahorina (B&H), 5-8 October 2017, Book of Abstracts, 193.
- Popović, V., Sikora, V., Ugrenović, V., Filipović, V. (2017b). Status of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) Production in the Worldwide and in the Republic of Serbia. In: *Rural Communities in the Global Economy: Beyond The Classical Rural Economy Paradigms*, Nicolae, I., de los Ríos, I., Jean-Vasile, A. (Eds.) (pp. 179-198). Publishers: Nova Science, Inc, NY, USA.
-

- Prasifka, J. R., Mallinger, R. E., Portlas, Z. M., Hulke, B. S., Fugate, K. K., Paradis, T. & Carter, C. J. (2018). Using nectar-related traits to enhance crop-pollinator interactions. *Frontiers in plant science*, 9, 812.
- Ricou, C., Schneller, C., Amiaud, B., Plantureux, S., & Bockstaller, C. (2014). A vegetation-based indicator to assess the pollination value of field margin flora. *Ecological Indicators*, 45: 320-331.
- Szitár, K., Deák, B., Halassy, M., Steffen, C., & Batáry, P. (2022). Combination of organic farming and flower strips in agricultural landscapes—A feasible method to maximise functional diversity of plant traits related to pollination. *Global Ecology and Conservation*, 38, e02229.
- Svečnjak, Z. (2007). Višenamjenski značaj facelije. *Gospodarski list br. 11*: 53.
- Timberlake, T. P., Vaughan, I. P., & Memmott, J. (2019). Phenology of farmland floral resources reveals seasonal gaps in nectar availability for bumblebees. *Journal of Applied Ecology*, 56(7): 1585-1596.
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of applied ecology*, 51(3): 746-755.
- Ugrenović, V., Filipović, V., Jevremović, S., Marjanović-Jeromela A., Popović, V., Buntić, A., Delić, D. (2019). Kupusnjače u pokrovnim usevima. Izdavač: Društvo selekcionara i semenara, ISSN: 0354-5881, doi: 10.5937/SelSem1902001U. "Selekcija i semenarstvo – Plant breeding and seed production", 25(2): 1-8.

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

63(082)

НАУЧНИ скуп националног карактера 125 година примењене науке у  
пољопривреди Србије (2023 ; Крагујевац)

Zbornik radova / Naučni skup nacionalnog karaktera 125 godina primenjene  
nauke u poljoprivredi Srbije, Kragujevac 22. jun 2023 ; [glavni i odgovorni urednik  
Vladimir Perišić]. - Kragujevac : Centar za strna žita i razvoj sela, 2023 (Čačak :  
Maestro 111). - 213 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 150. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts

ISBN 978-86-905494-0-5

а) Пољопривреда -- Зборници

COBISS.SR-ID 117912585