



**INSTITUT ZA POVRTARSTVO
SMEDEREVSKA PALANKA**

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNIK RADOVA

Smederevska Palanka

3. novembar 2022.

Zbornik radova

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i
oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

Izdavač

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka

www.institut-palanka.rs

Za izdavača

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik

Direktor Instituta za povrtarstvo

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik

Urednici

Dr Slađana Savić, naučni saradnik

Dr Marina Dervišević, naučni saradnik

Tehnički urednik

Ljiljana Radisavljević

Štampa

ArtVision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-05-3





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

POČASNI ODBOR

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

Branislav Nedimović, Ministar poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije

Irena Vujović, Ministar zaštite životne sredine Republike Srbije

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

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

Željko Radošević, državni sekretar Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede

Senad Mahmutović, državni sekretar Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede

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

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

Nikola Vučen, predsednik Opštine Smederevska Palanka

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

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

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

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

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

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

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

Prof. dr Jegor Miladinović, direktor Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad – institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad

Dr Mira Milinković, direktor Instituta za zemljište, Beograd

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

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

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

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

Dr Zoran Lugić, direktor Instituta za krmno bilje, Kruševac

Dr Darko Jevremović, direktor Instituta za voćarstvo, Čačak

PROGRAMSKI ODBOR

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

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

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

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

Dr Danica Mićanović, Privredna komora Srbije, Beograd

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

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

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

Prof. dr Jelena Bošković, Metropolitan Univerzitet, Beograd

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

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

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

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

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

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

Prof. dr Ilinka Pećinar, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
Dr Milena Marjanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
Dr Ivana Radović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
Prof. dr Jasna Savić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
Prof. dr Ljubiša Živanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
Prof. dr Željko Dolijanović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
Prof. dr Ljubiša Kolarić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
Prof. dr Radivoje Jevtić, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Prof. dr Jegor Miladinović, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Prof. dr Ana Marjanović Jeromela, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Dr Janko Červenski, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Dr Vojin Đukić, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Dr Vera Popović, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Dr Milka Brdar Jokanović, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad - institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad
Dr Zoran Lugić, Institut za krmno bilje, Kruševac
Dr Jasmina Zdravković, Institut za krmno bilje, Kruševac
Prof. dr Nikola Ćurčić, PSS Institut Tamiš, Pančevo
Dr Svetlana Roljević Nikolić, PSS Institut Tamiš, Pančevo
Dr Mirela Matković Stojšin, PSS Institut Tamiš, Pančevo
Doc. dr Nenad Pavlović, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak
Prof. dr Milomirka Madić, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dr Veselinka Zečević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Slađan Adžić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Slađana Savić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Suzana Pavlović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Zdenka Girek, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Jelena Damnjanović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Marina Dervišević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Dejan Cvikić, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Radiša Đorđević, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Milan Ugrinović, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

Dr Ivana Živković, Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

ORGANIZACIONI ODBOR

Prof. dr Nenad Đurić, predsednik

Dr Veselinka Zečević

Dr Slađana Savić

Dr Marina Dervišević

Dr Suzana Pavlović

Dr Zdenka Girek

Dr Milan Ugrinović

Dr Slađan Adžić

Dr Radiša Đorđević

Dr Dejan Cvikić

Dr Jelena Damnjanović

Dr Ivana Živković

Bojana Gavrilović, master inženjer poljoprivrede

Lela Belić, diplomirani hemičar

PREDGOVOR

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

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

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

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

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

Smederevska Palanka,
03.11.2022.

Urednici
Dr Slađana Savić
Dr Marina Dervišević

STABILNOST PRINOSA I KOMPONENTI RODNOSTI GENOTIPOVA OZIMOG DVOREDOG JEČMA

STABILITY OF YIELD AND YIELD COMPONENTS OF WINTER TWO-ROW BARLEY GENOTYPES

Kamenko Bratković^{1*}, Kristina Luković¹, Vladimir Perišić¹, Jelena
Maksimović², Vera Rajčić³, Markola Saulić⁴

¹*Centar za strna žita i razvoj sela, Kragujevac*

²*Institut za zemljište, Beograd*

³*Univerzitet u Nišu, Poljoprivredni fakultet u Kruševcu, Kruševac*

⁴*Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Odsek Primenjene
inženjerske nauke, Požarevac*

*Autor za korespondenciju: kamenko@kg.ac.rs

Izvod

U radu je ispitano 20 genotipova ozimog dvoredog ječma u dvogodišnjem periodu (2008/09 i 2009/10) na tri lokaliteta (Kragujevac, Zemun Polje i Zaječar). Analiziran je prinos zrna i dve komponente prinosa: broj zrna po klasu i masa 1000 zrna. Primenom mešovito modela utvrđena je visoka značajnost ($p < 0,01$) efekta genotipa i interakcije genotipa i spoljašnje sredine, dok je efekat sredine statistički značajan ($p < 0,05$). Interakcija je analizirana primenom AMMI-1 modela. Na osnovu biplota izdvojeni su široko adaptabilni genotipovi koji imaju stabilnost i iznad prosečne vrednosti ispitivane osobine. Širokom adaptabilnošću za prinos zrna isticao se genotip J-176, a za broj zrna po klasu genotip NS-595. Genotip NS-565 bio je superioran u masi 1000 zrna. Na osnovu razlike u interakcijskom efektu sredina i njihovoj stabilnosti izdvojeni su i lokaliteti pogodni za ispitivanje osobina. Ni jedan lokalitet nije se izdvojio kao pogodan za ispitivanje prinosa i broja zrna po klasu dok je Zaječar bio pogodan za ispitivanje mase 1000 zrna.

Gljučne reči: dvoredi ječam, prinos zrna, komponente prinosa, AMMI-1, stabilnost

Abstract

In the paper, 20 genotypes of winter two-row barley were examined in a two-year period (2008/09 and 2009/10) at three localities (Kragujevac, Zemun Polje and Zajecar). Grain yield and the two yield components were analyzed: the number of grains per spike and the weight of 1000 grains. Using the mixed model, the high significance ($p < 0,01$) of the genotype effect and the interaction between the genotype and the environment was determined, while the effect of the environment is statistically significant ($p < 0,05$). The interaction was analyzed using the AMMI-1 model. On the basis of the biplot, wide adaptability genotypes with stable and high average values of the examined trait were separated. Genotype J-176 had wide adaptability for grain yield and genotype NS-595 stood out for the number of grains per spike. Genotype NS-565 was superior in weight of 1000 grains. On the basis of the difference in the interaction effect of the environments and their stable, suitable localities were also selected for testing the characteristics. Not a single location stood out as suitable for testing the grain yield and number of grains per spike, while Zaječar was suitable for testing the mass of 1000 grains.

Key words: two-row barley, grain yield, yield components, AMMI-1, stability

Uvod

Ječam (*Hordeum vulgare* L.) je jedna od najvažnijih ratarskih kultura čija je primena uglavnom bazirana na ishrani domaćih životinja. Pored toga ječam se koristi i kao sirovina u pivskoj industriji, a u manjoj meri i u ljudskoj ishrani (Ullrich, 2011). Među strnim žitima, po zasejanoj površini u Srbiji je na drugom mestu iza pšenice sa proizvodnjom od 545 000 t u 2021. godini (<http://www.fao.org/faostat>), sa prosečnim prinom od 5,6 t/ha (<http://www.stat.gov.rs>). Prinos zrna kod žitarica je najvažnija, a ujedno i najsloženija osobina i njeno stalno povećanje ostaje glavni prioritet oplemenjivača pri stvaranju novih sorti (Araus et al., 2008). Broj zrna po klasu je direktna komponenta prinosa kod ječma, a njeno povećanje može da kompenzira smanjen broj klasova i biljaka po jedinici površine (Barczak and Majcherczak, 2009). Masa 1000 zrna je takođe direktna komponenta prinosa i pored broja zrna po klasu najvažniji je

kriterijum u oplemenjivanju ječma na povećanje prinosa (Kumar et al., 2013). Masa 1000 zrna je i veoma važna komponenta kvaliteta zrna pivarskog ječma pošto ukazuje na krupnoću i veličinu zrna (Ullrich, 2011).

Agroekološki uslovi različito utiču na ekspresiju genotipa u različitim sredinama formirajući tako interakciju genotip $\times$ spoljašnja sredina (Bocianowski et al., 2019). Posledica interakcije je različito rangiranje genotipova u ispitivanim sredinama što umanjuje povezanost između genotipa i fenotipa kao i genetski progres u oplemenjivanju. Prisustvo interakcije u velikoj meri ograničava efikasnost selekcije, naročito ukoliko se selekcija vrši samo na osnovu prosečnog prinosa (Pržulj et al., 2015). Genotipovi koji su manje osetljivi na promenu uslova sredine zadržavaju nivo prinosa ili druge osobine u različitim sredinama, imaju manji doprinos interakciji zbog čega se smatraju stabilnim (Kang, 2002). Ukoliko takvi genotipovi ostvaruju i visoke prinose, za njih možemo reći da imaju odgovarajuću adaptabilnost, što je i cilj oplemenjivača (Al-Tabbal, 2012). Stoga je proučavanje interakcije osnova za selekciju genotipova namenjenih za gajenje u širim geografskim područjima, kao i onih namenjenih za specifične oblasti (Petrović et al., 2010).

Imajući u vidu značaj i posledice interakcije u oplemenjivanju ječma, cilj ovog rada je bio da se izdvoje superiorni genotipovi u pogledu stabilnosti i prosečnih vrednosti prinosa zrna i njegovih komponenti, kao i izdvajanje lokaliteta najpogodnijeg za ispitivanje datih osobina.

Materijal i metode rada

Kao materijal za ispitivanje, u ovom radu korišćeno je 20 genotipova ozimog dvoredog ječma, 12 priznatih sorti i 8 homozigotnih linija F7 i F8 generacije (sa oznakom J). Po botaničkoj klasifikaciji pripadaju *Hordeum sativum*, ssp. *distichum* var. *nutans* (dvoredi tip klasa, plevičast plod, nazubljeno dugo osje, klas žut i rastresit). Poljski ogledi su izvedeni u dvogodišnjem periodu (2008/2009 i 2009/2010) na tri lokaliteta, u uslovima suvog ratarenja: Kragujevac (Centar za strna žita), Zemun Polje (Institut za kukuruz) i Zaječar (Centar za poljoprivredna istraživanja). Kombinacijom lokaliteta i godina prisutno je šest agroekoloških sredina: KG09, ZP09, ZA09, koje predstavljaju Kragujevac, Zemun Polje i Zaječar u prvoj vegetacionoj sezoni, i KG10, ZP10, ZA10, koje

predstavljaju date lokalitete u drugoj vegetacionoj sezoni. Ogledi su postavljeni po metodi slučajnog rasporeda u četiri ponavljanja. Površina osnovne parcele je 5 m², a količina semena za setvu po m² je iznosila 400-500 klijavih zrna. Ispitivan je prinos zrna kao i dve najvažnije komponente prinosa: broj zrna po klasu i masa 1000 zrna. Prinos zrna je meren za svaku parcelu i preračunat na prinos zrna po hektaru (t/ha) na bazi 14% vlage u zrnu. Uzorak za analizu broja zrna po klasu sastojao se od 80 biljaka (20 biljaka × 4 ponavljanja) uzetih neposredno pred žetvu. Određivanje mase 1000 zrna vršeno je po standardnoj metodi JUS E. B8 0.32 i JUS E. B8 0.28 od 1978. godine za svaku parcelu izraženo u gramima (g).

Za analizu faktora koji utiču na varijacije ispitivanih osobina primenjen je Akaikeov informacioni kriterijum na osnovu koga je izabran linearni mešoviti model sa homogenim i heterogenim varijansama greški sredina. Interakcija i procena stabilnosti genotipa u različitim uslovima spoljašnje sredine za ispitivane osobine analizirana je primenom linearno-bilinearnog modela glavnih efekata i višestruke interakcije - AMMI (Gauch and Zobel, 1996). Testirana je statistička značajnost individualnih AMMI modela. Za grafičko prikazivanje rezultata interakcije genotipa i spoljašnje sredine primenjen je AMMI-1 prikaz imajući u vidu sve prednosti primenjenog pristupa (Yan and Tinker, 2005). AMMI parametri predstavljeni su na biplotu koji je nazvan po dvema vrstama podataka: genotipu i spoljašnjoj sredini. Abscisa pokazuje razliku u glavnom efektu, a ordinata razliku u interakcijskom efektu. Ako su genotip ili spoljašnja sredina, sa vrednošću glavne interakcijske komponente blizu nule to ukazuje na mali interakcijski efekat, i obrnuto (Zobel et al., 1988). Vrednosti glavne interakcijske komponente su indikatori stabilnosti genotipova i sredina (Gauch, 2006). Statistička obrada podataka urađena je primenom R software, verzija 3.1.2 (R Development Core Team, 2014).

Rezultati i diskusija

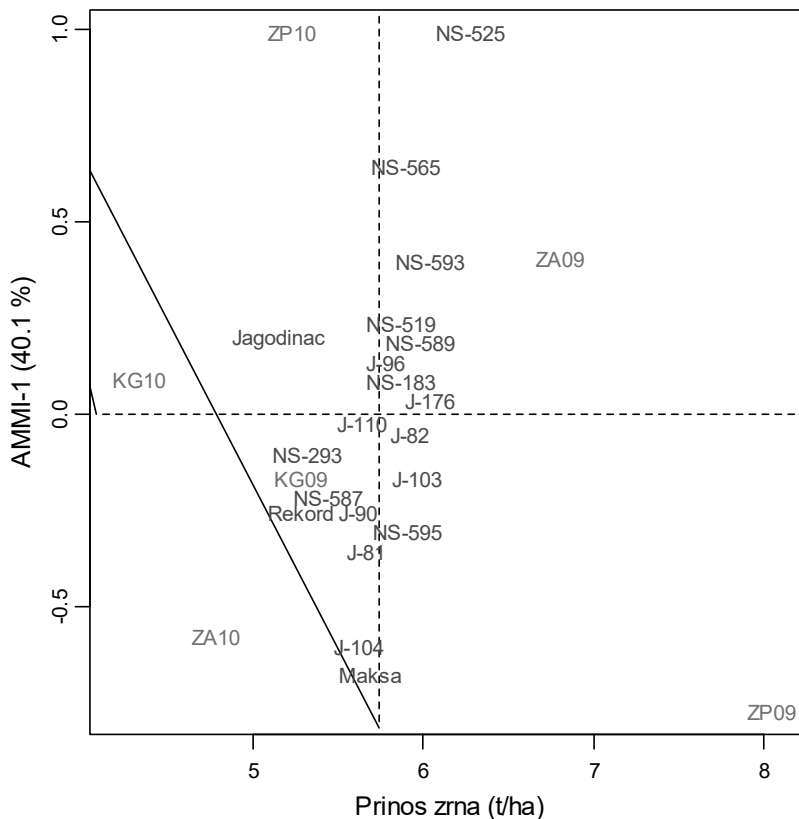
Akaikeovim informacionim kriterijumom (AIC) utvrđeno je da je za objašnjenje varijacije osobina najpogodniji mešoviti model sa heterogenim (prinos zrna i masa 1000 zrna) i homogenim (broj zrna po klasu) varijansama greški sredina (rezultat nije prikazan). Oba modela

ističu efekat genotipa i interakcije genotipa sa spoljašnjom sredinom kao visoko značajne faktore ($p < 0,01$) za objašnjenje varijacije dok su sredine u kojima je istraživanje obavljeno imale značajan efekat ($p < 0,05$).

AMMI-1 analiza za prinos zrna dvoredog ječma pokazala je da je prvom glavnom komponentom objašnjeno 40,1 % interakcije genotipa i spoljašnje sredine (Grafikon 1). Najveću nestabilnost prinosa zrna imale su sorta Maksa i linija J-104 sa najvećim negativnim interakcijskim vrednostima i prinosom ispod opšteg proseka (5,74 t/ha) i sorte NS-525 i NS-565 sa najvećim pozitivnim interakcijskim vrednostima i prinosom zrna iznad opšteg proseka. Visoke vrednosti interakcije genotipova (bilo pozitivne ili negativne) ukazuju da su genotipovi pod većim uticajem spoljašnje sredine dok visoke vrednosti sredina da nisu podjednako povoljne za sve genotipove (Gauch, 2006). Najveća stabilnost zapažena je kod genotipova J-110 i NS-293 (prinos ispod opšteg proseka) i NS-183, J-176, J-82 (prinos iznad opšteg proseka). Ovi genotipovi zadržavaju visinu prinosa zrna u svim sredinama i manje su osetljivi na promenu spoljašnjih uslova. Možemo uočiti da je podjednako zahtevno postići stabilnost kod nisko- i visokoprinosnih genotipova što nije u saglasnosti sa tvrdnjama Mohammad et al. (2009). Stabilnost pojedinih ispodprosečnih genotipova je rezultat nemogućnosti istih da iskoriste povoljne uslove spoljašnje sredine. Elakhdar et al. (2017) smatra da bi se upotrebili korisni efekti interakcije i selekcija povoljnih genotipova ječma bila preciznija, treba uzeti u obzir i stabilnost i prosečne vrednosti prinosa. Tako bi se izdvojili stabilni i visoko prinosni odnosno široko adaptabilni genotipovi. U našim istraživanjima široko adaptabilni genotipovi za prinos zrna bili bi J-176, J-82 i NS-183. Sva tri spadaju u najstabilnije sa prosečnim prinosom iznad opšteg proseka zbog čega se smatraju pogodnim za gajenje u različitim agroekološkim uslovima.

Kada su agroekološke sredine kombinacija godine i lokaliteta, po Zobel et al. (1988), lokaliteti pogodni za ispitivanja su oni čije sredine se ne razlikuju značajno u interakciji iz godine u godinu i poseduju diskriminatorski efekat izdvajanja adaptiranih genotipova što je karakteristika nestabilnih sredina. Kod pogodnih lokaliteta predviđanje vrednosti osobina i proizvodna preporuka genotipova nije problematična što je značajno u procesu selekcije. Zbog razlike u interakcijom efektu između sredina, lokaliteti Zemun Polje i Zaječar nisu pogodni u ispitivanjima prinosa iako su im sredine nestabilne. Obe sredine u Kragujevcu malo su se razlikovale u interakciji, ali njihova stabilnost i

podjednaka pogodnost za sve genotipove čini ovaj lokalitet takođe nepogodnim za ispitivanja. Do sličnih rezultata su došli Luković et al. (2020) primenom AMMI-1 modela kod prinosa pšenice.

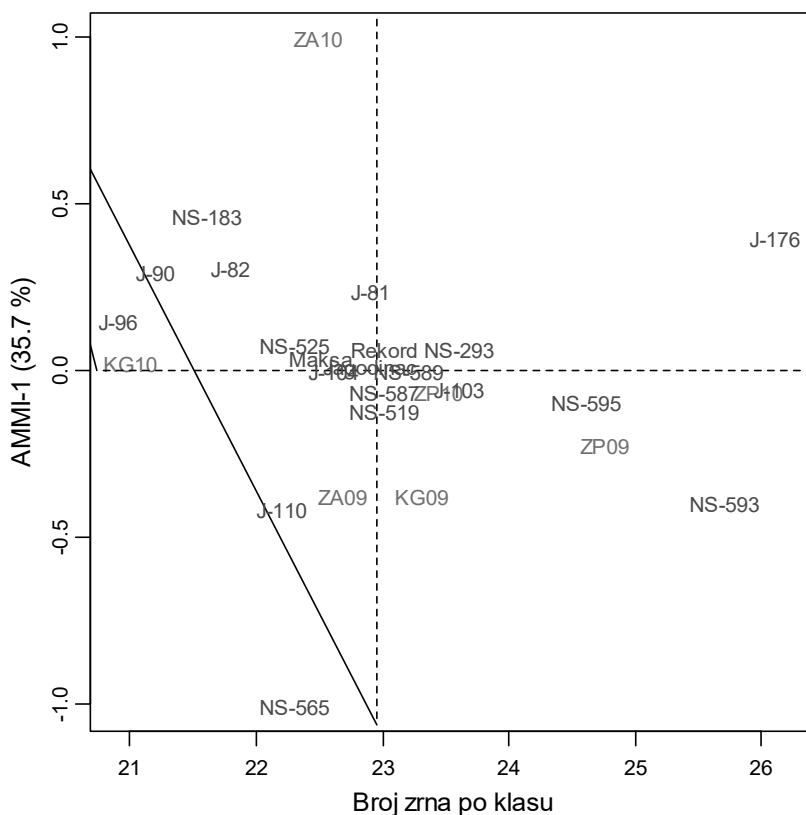


Grafikon 1. AMMI-1 biplot za prinos zrna genotipova dvoredog ječma

Na osnovu rezultata AMMI-1 modela za broj zrna po klasu i masu 1000 zrna dvoredog ječma (Grafikon 2 i 3) uočavamo da je prvom glavnom komponentom objašnjeno 35,7%, odnosno 41,8% sume kvadrata interakcije genotipa i spoljašnje sredine.

Kod broja zrna po klasu (Grafikon 2) genotipovi NS-565 i NS-183 su najnestabilniji. Obe sorte imaju vrednosti broja zrna po klasu ispod opšteg proseka (22.9) i ne razlikuju se u glavnom efektu. Veći broj genotipova ispod i iznad prosečnog broja zrna po klasu (NS-525, Maksa, Jagodinac, J-104, NS-589, NS-587, J-103, NS-519 i NS-595) je pokazao

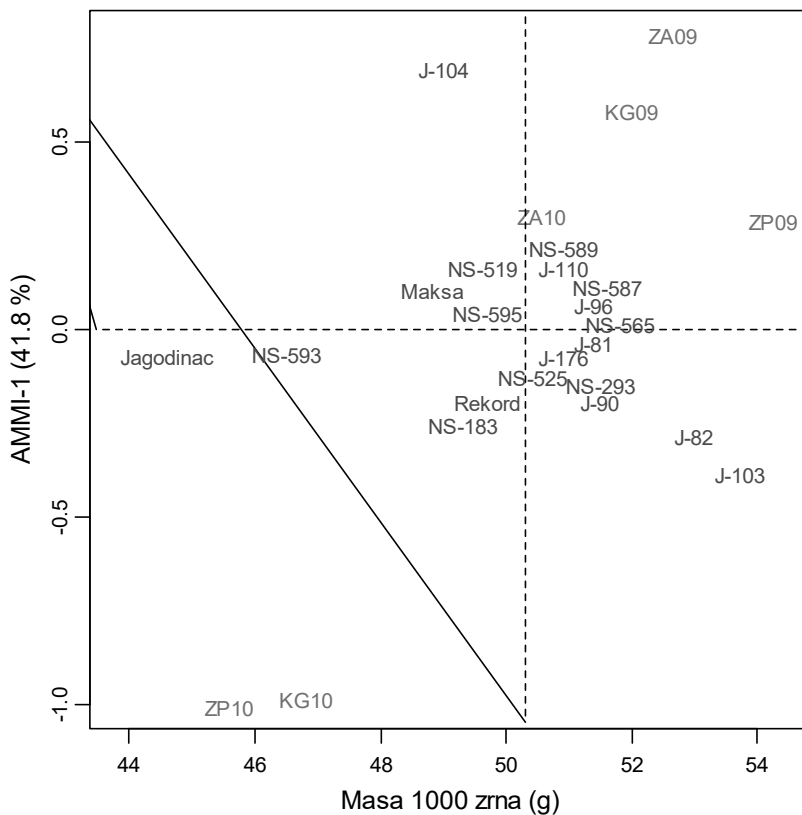
minimalne vrednosti interakcije čime su okarakterisani kao najstabilniji. Za sortu NS-595 možemo reći da se posebno ističe širokom adaptabilnošću odnosno stabilnošću i visokom vrednošću broja zrna po klasu. Ni kod broja zrna po klasu nismo mogli izdvojiti najpogodniji lokalitet za ispitivanja. U Zaječaru je zapažena značajna razlika u interakcijskom efektu između sredina dok su sredine u Kragujevcu i Zemun Polju u drugoj godini ispitivanja bile stabilne i nisu posedovale diskriminatorski efekat.



Grafikon 2. AMMI-1 biplot za broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma

Značajnu osetljivost na promenu sredine kod mase 1000 zrna pokazale su linije J-103 i J-104 (Grafikon 3). Genotipovi Jagodinac, NS-593, NS-595, NS-565, J-96 i J-81 imale su vrednosti glavne komponente približne nuli i najveću stabilnost. Zbog razlike ovih genotipova u odnosu na opšti prosek (50,3 g) i kod mase 1000 zrna stabilnost i prosečne vrednosti ne

možemo dovesti u korelaciju. Širokom adaptabilnošću se posebno ističe genotip NS-565. Ni jedna od sredina se ne ističe po stabilnosti što ukazuje da poseduju mogućnost izdvajanja adaptiranih genotipova na uslove u njima. Najveća sličnost sredina u interakciji zapažena je kod lokaliteta Zaječar što ga izdvaja u odnosu na ostale lokalitete kao najpogodnijeg za ispitivanje mase 1000 zrna.



Grafikon 3. AMMI-1 biplot za masu 1000 zrna genotipova dvoredog ječma

Zaključak

Varijabilni klimatski uslovi zahtevaju od oplemenjivača i selekcionera ječmova da vrše odabir linija koje će konstantno davati visoke prinose na većem broju lokacija i godina. Široko adaptabilni genotipovi mogu biti

korisni i za proizvođače, ali i za oplemenjivače kao potencijalni izvor stabilnih alela i roditeljska komponenta u ukrštanjima. AMMI-1 model ima mogućnost da istovremeno prikaže stabilnost naspram prosečnih vrednosti i zato je od koristi u procesu selekcije. U našim istraživanjima posebno se ističe linija J-176 kako po stabilnosti tako i po visokom prinosu u svim ispitivanim sredinama što je izdvaja kao perspektivnu i preporučuje za prijavu sortnoj komisiji. Širokom adatabilnošću su se istakli i genotipovi NS-595 za broj zrna po klasu kao i NS-565 za masu 1000 zrna. Oba genotipa su kod prinosa zrna imala iznad prosečne vrednosti, ali nisu pokazala stabilnost. Takođe najstabilniji genotipovi za prinos zrna nisu pokazali značajniju stabilnost ni kod jedne komponente prinosa. Jedino je sorta Jagodinac bila stabilna kod obe komponente odnosno broja zrna po klasu i mase 1000 zrna. Ni kod jedne ispitivane osobine ne može se povezati stabilnost genotipa i sredine sa njihovom prosečnom vrednošću. Jedino je lokalitet Zaječar bio pogadan za ispitivanje mase 1000 zrna dok za prinos i broj zrna po klasu ni jedan lokalitet nije bio pogodan. To ukazuje da u ovim ogledima dominiraju nepredvidive u odnosu na predvidive interakcije. Nepredvidive interakcije su povezane sa godinama ispitivanja i zbog njihovog prisustva specifične adaptacije nemaju velikog značaja.

Zahvalnica

Istraživanje je finansirano projektom Ministarstva prosvete i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR 31054.

Literatura

- Al-Tabbal, J. (2012). Genetic Variation, Heritability, Phenotypic and Genotypic Correlaton Studies for Yield and Yield Components in Promising Barley Genotypes. – *Journal of Agricultural Science* 3(4): 193-210.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Royo, C., Serret, M.D. (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. – *Critical Reviews in Plant Science* 27: 377-412.
- Barczak, B., Majcherczak, E. (2009). Effect of varied fertilization with sulfur on selected spring barley yield structure components. – *Journal of Central European Agriculture* 9(4): 777-784.

- Bocianowski, J., Warzecha, T., Nowosad, K. and Bathelt R. (2019). Genotype by environment interaction using AMMI model and estimation of additive and epistasis gene effects for 1000-kernel weight in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). – Journal of Applied Genetics 60: 127–135.
- Elakhdar, A., Kumamaru, T., Smith, K., Robert S., Brueggeman, R., Capochichi, L., Shyam Solanki, S. (2017). Genotype by Environment Interactions (GEIs) for Barley Grain Yield Under Salt Stress Condition. – Journal of Crop Science and Biotechnology 20(3): 193-204.
- Gauch, H.G. Jr. (2006). Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. – Crop Science 46: 1488-1500.
- Kang, M.S. (2002). Breeding: Genotype by environment interaction. – Encyclopedia of Plant and Crop Science: 218-221.
- Kumar, M., Ram, S., Bhushan, B., Kumar, A. (2013). Estimation of genetic parameters and character association in barley (*Hordeum vulgare* L.). – Journal of Wheat Research 5(2): 76-78.
- Luković, K., Prodanović, S., Perišić, V., Milovanović, M., Perišić, V., Rajčić, V., Zečević, V. (2020). Multivariate analysis of morphological traits and the most important productive traits of wheat in extreme wet conditions. – Applied Ecology and Environmental Research 18(4): 5857-5871.
- Mohammed, M.I. (2009). Genotype x environmental interakction in bread wheat in nothern Sudan using AMMI analysis. – American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 6(4): 427-433.
- Petrović, S., Dimitrijević, M., Belić, M., Banjac, B., Bošković, J., Zečević, V., Pejić, B. (2010). The variation of yield componenets in wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to stressful growing conditions of alkaline soil. – Genetika 42(3): 545-555.
- Pržulj, N., Miroslavljević, M., Čanak, P., Zorić, M. and Boćanski, J. (2015). Evaluation of Spring Barley Performance by Biplot Analysis. – Cereal Research Communications 43(4): 692–703.
- Ullrich, E.S. (2011). Significance, adaptation, production and trade of barley. – Barley: Production, Improvement and Uses: 3-13.
- Yan, W., Tinker, N. A. (2005). An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype × environment interaction. – Crop Science 45: 1004-1016.
- Zobel, R.W., Wright, M.J., Gauch, H.G. (1988). Statistical analysis of a yield trial. – Agronomy Journal 80: 388-393.