



**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.**

**STABILNOST PRINOSA I KOMPONENTI RODNOSTI
GENOTIPOVA OZIMOG DVOREDNOG JEČMA**

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

Kamenko Bratković^{1*}, Kristina Luković¹, Vladimir Perišić¹, Jelena
Maksimović², Vera Rajičić³, Markola Saulić⁴

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

²*Institut za zemljište, Beograd*

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

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

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

Izvod

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

Gljučne reči: 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 prinosom od 5,6 t/ha (<http://www.stat.gov.rs>). Prinos zrna kod žitarica je najvažnija, a ujedno i najsloženija osobina i njeno stalno povećanje ostaje glavni prioritet oplemenjivača pri stvaranju novih sorti (Araus et al., 2008). Broj zrna po klasu je direktna komponenta prinosa kod ječma, a njeno povećanje može da kompenzira smanjen broj klasova i biljaka po jedinici površine (Barczak and Majcherczak, 2009). Masa 1000 zrna je takođe direktna komponenta prinosa i pored broja zrna po klasu najvažniji je

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

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

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

Materijal i metode rada

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

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

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

Rezultati i diskusija

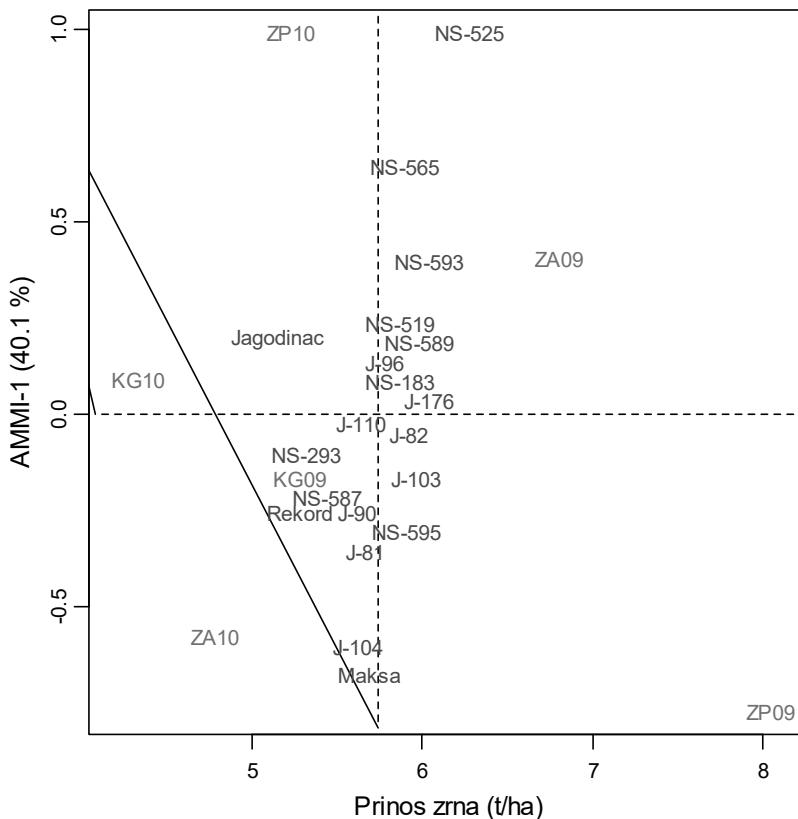
Akaikeovim informacionim kriterijumom (AIC) utvrđeno je da je za objašnjenje varijacije osobina najpogodniji mešoviti model sa heterogenim (prinos zrna i masa 1000 zrna) i homogenim (broj zrna po klasu) varijansama greški sredina (rezultat nije prikazan). Oba modela

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

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

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

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

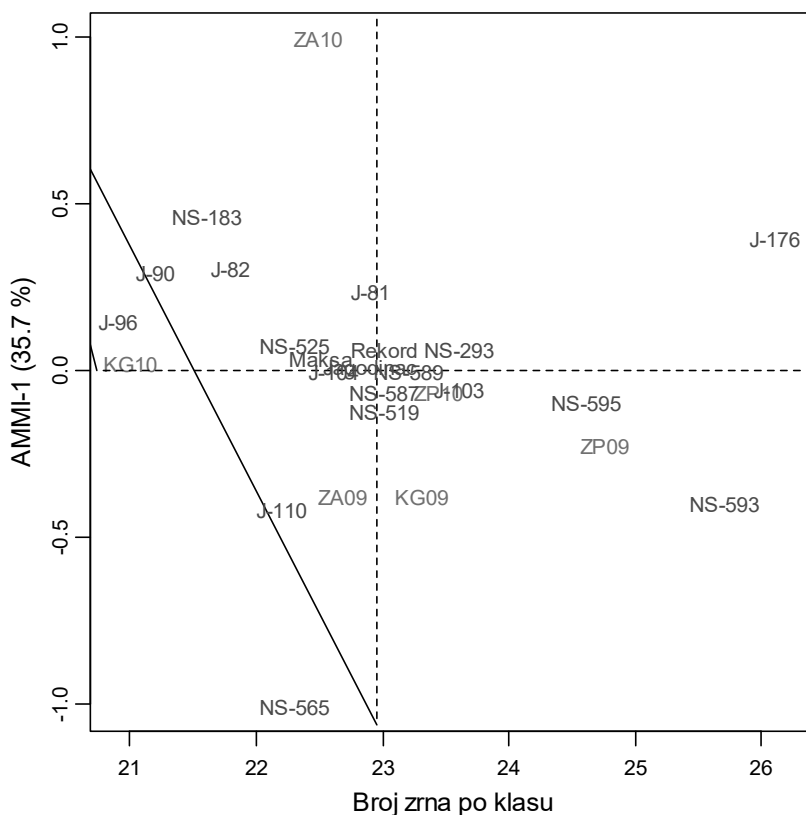


Grafikon 1. AMMI-1 biplot za prinos zrna genotipova dvoredog ječma

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

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

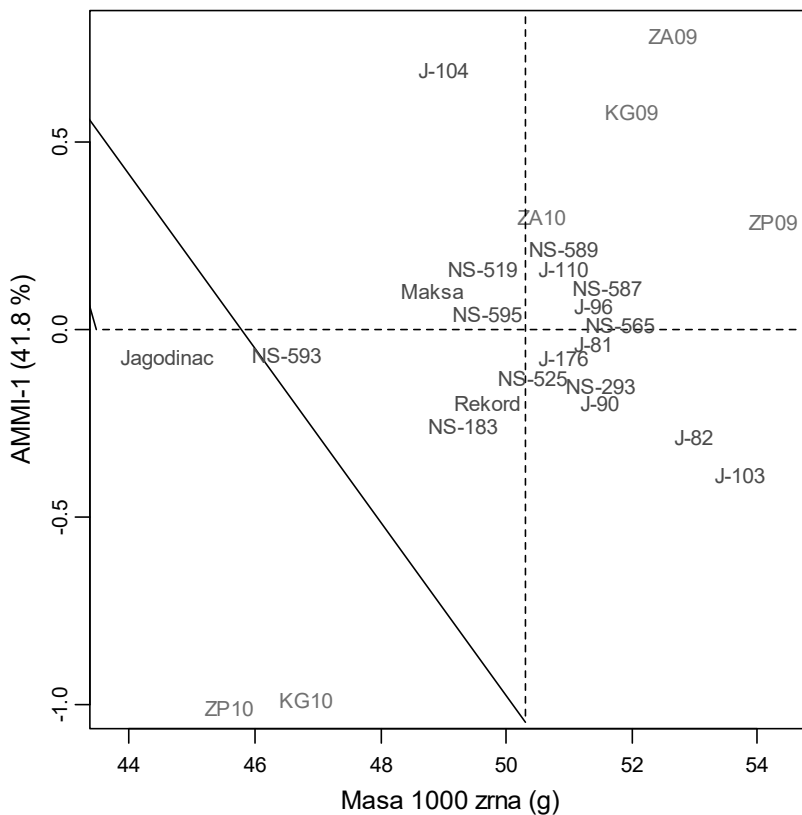
minimalne vrednosti interakcije čime su okarakterisani kao najstabilniji. Za sortu NS-595 možemo reći da se posebno ističe širokom adaptabilnošću odnosno stabilnošću i visokom vrednošću broja zrna po klasu. Ni kod broja zrna po klasu nismo mogli izdvojiti najpogodniji lokalitet za ispitivanja. U Zaječaru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



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

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

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



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

Zaključak

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

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

Zahvalnica

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

Literatura

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

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

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)

606:63(082)

НАЦИОНАЛНИ научно-стручни скуп са међународним учешћем
Биотехнологија и
савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља (2022 ; Смедеревска
Паланка)

Zbornik radova / Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja,
Smederevska Palanka 3. novembar 2022. ; [urednici Slađana Savić, Marina
Dervišević]. - Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2022
(Starčevo : ArtVision). - 349 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 9: Predgovor / urednici. - Bibliografija uz svaki rad. -
Abstracts.

ISBN 978-86-89177-05-3

а) Биљке - Оплемењивање - Зборници б) Биотехнологија - Зборници

COBISS.SR-ID 78390537