



**INSTITUT ZA POVRTARSTVO  
SMEDEREVSKA PALANKA**

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

Nacionalni naučni skup sa  
međunarodnim učešćem

**ZBORNİK RADOVA**

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

**INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA**

# Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

---

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim  
učešćem

**ZBORNİK RADOVA**

Smederevska Palanka

**2. novembar 2023.**

Zbornik radova

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

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

Izdavač

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka  
[www.institut-palanka.rs](http://www.institut-palanka.rs)

Za izdavača

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

Glavni i odgovorni urednik

Dr Kristina Luković, naučni saradnik

Urednici

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

Štampa

Art Vision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-06-0



---

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

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

Mirela Matković Stojšin<sup>1</sup>, Veselinka Zečević<sup>2</sup>, Jelena Bošković<sup>3</sup>, Vladimir Perišić<sup>2</sup>, Dušan Urošević<sup>4</sup>, Svetlana Roljević Nikolić<sup>1</sup>, Desimir Knežević<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Istraživačko-razvojni institut Tamiš, Pančevo*

<sup>2</sup>*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka*

<sup>3</sup>*Univerzitet Metropolitan, Beograd*

<sup>4</sup>*Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd*

<sup>5</sup>*Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici,  
Poljoprivredni fakultet, Lešak*

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

**Izvod**

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

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

## Abstract

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

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

## Uvod

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

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

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

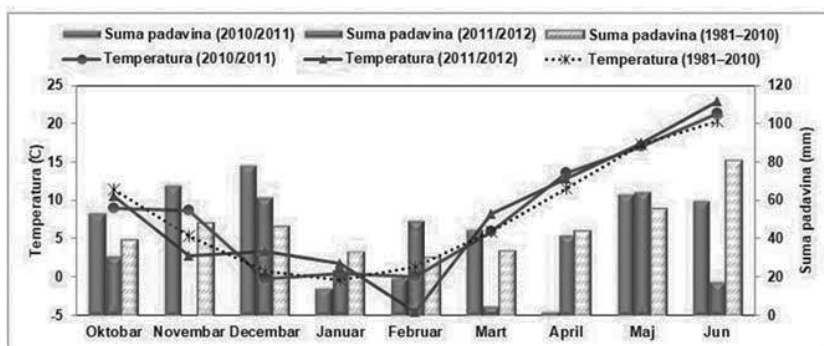
## **Materijal i metode rada**

### ***Biljni materijal i struktura ogleda***

Zasnovan je dvogodišnji ogled (2010-2012) sa tri genotipa ozime tvrde pšenice: CIMMYT 7803, CIMMYT 7849 i CIMMYT 7896, stvorene u Međunarodnom centru za poboljšanje kukuruza i pšenice (*esp.* Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT) u Meksiku, i dva genotipa jare tvrde pšenice: Merkur i Mildur, selekcionisana u Centru za strna žita u Kragujevcu. Ogled je sproveden na ekonomiji srednje Poljoprivredne škole u Bačkoj Topoli, po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, na zemljištu tipa černozem. Površina osnovne parcelice je iznosila 5 m<sup>2</sup>, a obavljena je kontinuirana setva sa gustom od 700 klijavih zrna po m<sup>2</sup>. U prvoj godini istraživanja setva ozimih genotipova je obavljena 23.10., a u drugoj godini 13.10., dok su jare sorte u prvoj godini posejane 22.2., a u drugoj 28.2. U obe vegetacione sezone žetva je izvedena u prvoj dekadi jula, kada je vlaga zrna pala ispod 14%. Komponente prinosa (visina biljke, dužina klasa, broj zrna po klasu, masa zrna po klasu i masa zrna po biljci) su analizirane nakon žetve, gde je sa svake parcelice/ponavljanja analizirano po 10 biljaka (30 biljaka po genotipu). Tokom izvođenja ogleda sprovedena je uobičajena agrotehnika za proizvodnju pšenice.

### *Agrometeorološki uslovi*

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



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

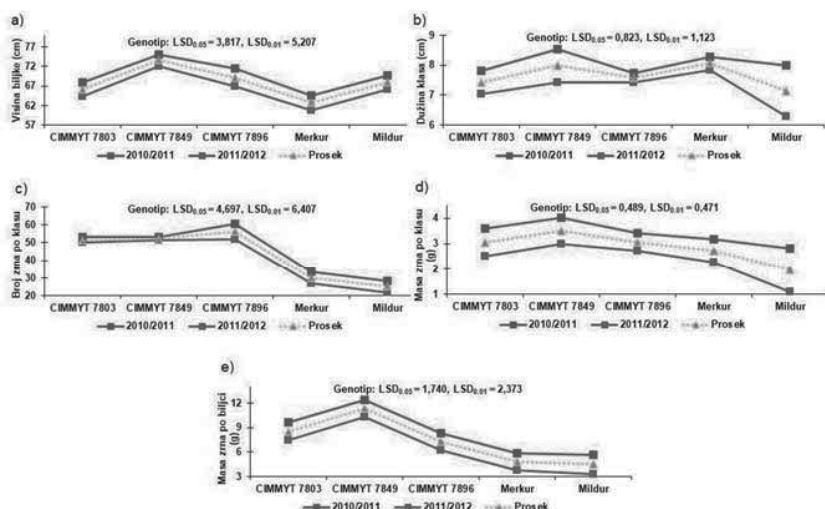
Niska temperatura u februaru obe sezone je odložila pokretanje vegetacije i setvu jarih genotipova. Otopljenje u martu u obe vegetacione sezone je pozitivno uticalo na razvoj ozimih i klijanje i nicanje jarih genotipova. April 2010/2011. sezone je karakterisalo toplo vreme i veoma mala količina padavina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

## Statističke analize

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

## Rezultati i diskusija

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

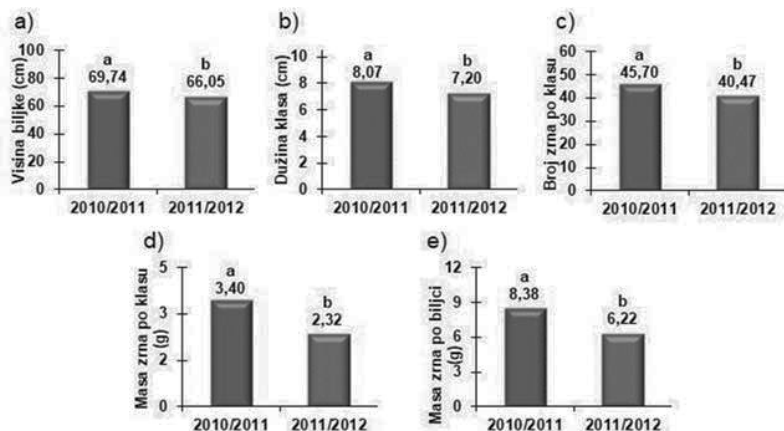


Grafikon 2. Srednje vrednosti visine biljke (a), dužine klasa (b), broja zrna po klasu (c), mase zrna po klasu (d) i mase zrna po biljci (e) kod analiziranih genotipova tvrde pšenice



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

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

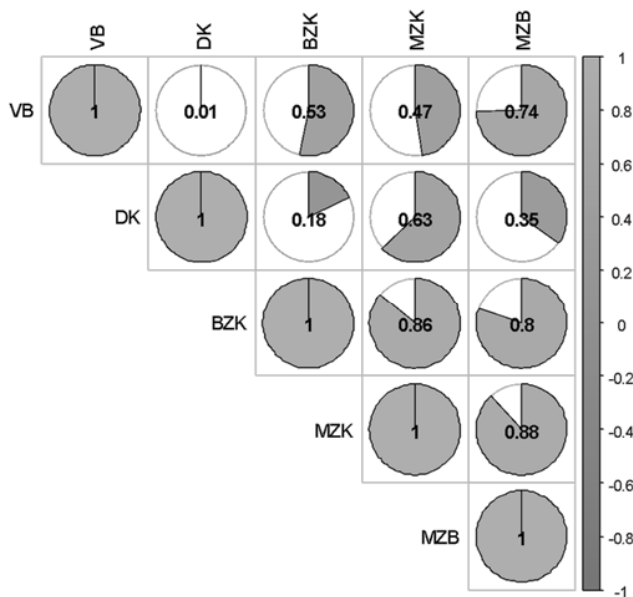


Grafikon 3. Srednje vrednosti visine biljke (a), dužine klasa (b), broja zrna po klasu (c), mase zrna po klasu (d) i mase zrna po biljci (e) tvrde pšenice po analiziranim vegetacionim sezonama

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

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

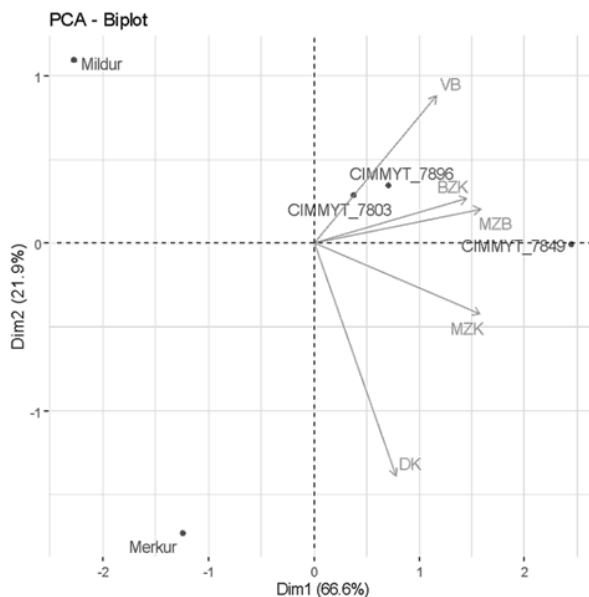
Korelaciona analiza pokazuje da je masa zrna po biljci, kao pokazatelj prinosa zrna biljke, u statistički visokoznačajnoj pozitivnoj korelaciji sa masom zrna po klasu (0,88), brojem zrna po klasu (0,80) i visinom biljke (0,74) (Graf. 4). Takođe, statistički značajnu i pozitivnu korelaciju između prinosa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



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

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

Analizom glavnih komponenti (PCA) izdvojene su dve glavne komponente (PCA<sub>1</sub> i PCA<sub>2</sub>), gde PCA<sub>1</sub> objašnjava 66,6%, a PCA<sub>2</sub> 21,9% ukupne varijacije (Graf. 5).



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

Vektori broja zrna po klasu, mase zrna po biljci i visine se odlikuju pozitivnim vrednostima PCA<sub>1</sub> i PCA<sub>2</sub>, što ukazuje na pozitivnu korelaciju između ovih osobina. Ovaj rezultat je u saglasnosti sa rezultatima Matković Stojšin et al. (2022) koji navode da su uslovi stresa saliniteta uticali na smanjenje svih komponenti prinosa, što je rezultiralo pozitivne korelacijske odnose između njih. Vektor dužine klasa zaklapa oštar ugao jedino sa masom zrna po klasu, dok sa masom zrna po biljci i brojem zrna po klasu formira ugao od oko 90°, što ukazuje na izostanak korelacije sa navedenim osobinama. Negativna korelacija visine biljke i dužine klasa je u skladu sa navodima Denčić i Kobiljski (1995), koji su ustanovili da pojedini patuljasti i polu-patuljasti genotipovi pšenice imaju izrazito dugačke klasove. Ozimi genotipovi su smešteni blizu vektora ispitivanih osobina, dok su jare sorte izdvojene u prvi i treći kvadrant biplota, ispoljavajući niske vrednosti ispitivanih osobina.

## Zaključak

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

## Zahvalnica

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

## Literatura

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

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

CIP - Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)

606:63(082)

**НАЦИОНАЛНИ научни скуп са међународним учешћем Биотехнологија и савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља (2023 ; Смедеревска Паланка)**

Zbornik radova / Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Smederevska Palanka, 2. novembar 2023. ; [urednici Milan Ugrinović, Vladimir Perišić]. - Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2023 (Starčevo : Art Vision). - 277 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 12: Predgovor / Milan Ugrinović, Kristina Luković. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-89177-06-0

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

COBISS.SR-ID 128067593