

PRINOSI ISTORIJSKOG SETA PANONSKIH SORTI PŠENICE PRI RAZLIČITIM NIVOIMA ĐUBRENJA

Jovana Timić^{1*}, Milan Miroslavljević¹, Bojan Jocković¹, Vladimir Aćin¹, Tanja Dražić¹, Goran Jaćimović²

Izvod

Postizanje visokih i stabilnih prinosa zrna pšenice je uslovljeno primenom mineralnih, posebno azotnih đubriva. Iz tog razloga, optimizacija upotrebe azota je ključna kako bi se smanjili troškovi proizvodnje, ali i ublažili negativni uticaji na životnu sredinu. Cilj ovog rada je bio utvrđivanje efekata dva nivoa đubrenja azotom (kontrolna varijanta bez primene azota i primena 100 kg N ha⁻¹) na prinos zrna hlebne pšenice kod 25 sorti stvorenih u periodu od 1930. do 2015. godine, tokom jedne vegetacione sezone (2022/23). Istraživanje je sprovedeno na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povratarstvo, Rimski šančevi. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da je sorta imala najveći uticaj na varijabilnost prinosa zrna pšenice, dok je uticaj đubrenja iznosio približno jednu trećinu ukupne varijacije. Udeo interakcije ova dva faktora je bio slabo izražen. Ukupan prosečan prinos za ceo ogled je iznosio 8.673 kg ha⁻¹. U proseku, prinos ispitivanih sorti je varirao od 6.106 kg ha⁻¹ (Banatka) do 10.086 kg ha⁻¹ (NS 40S), pri čemu je povećanje nivoa azota dovelo i do povećanja prinosa, posebno kod modernih sorti pšenice. Utvrđena je pozitivna veza između prinosa zrna pšenice i godine priznavanja sorti. U uslovima đubrenja azotom od 100 kg ha⁻¹ zabeleženo je prosečno povećanje prinosa ispitivanih sorti od 46,1 kg ha⁻¹ godišnje, dok je na kontrolnoj varijanti iznosilo svega 33,4 kg ha⁻¹.

Ključne reči: azot, genetička dobit, prinos zrna, sorta, *Triticum aestivum* L.

Uvod

Konvencionalna poljoprivredna proizvodnja pšenice zahteva konstantnu i značajnu količinu azota zbog njegovog značajnog uticaja na prinos i kvalitet zrna. Značaj se objašnjava činjenicom da azot ulazi u sastav mnogih jedinjenja u biljci kao što su proteini, aminokiseline, hlorofil, pigmenti i sl. Iako je neophodan makroelement i poznat kao "nosilac prinosa" njegov sadržaj u zemljištima R. Srbije je često u deficitu. Sadržaj ukupnog azota u oraničnom sloju zemljišta zavisi od brojnih faktora i najčešće je od 0,1 do 0,2%, od čega se najveći deo (preko 90%) nalazi u organskim jedinjenjima, dok

je svega nekoliko procenata u neorganskom obliku (Manojlović i Čabilovski, 2019), zbog čega pšenica pozitivno reaguje na primenu mineralnih azotnih đubriva, uz pomoć kojih se prinosi mogu povećati za čak dva do tri puta. Ipak, važno je istaći da brojne studije ukazuju na to da primena mineralnih đubriva značajno doprinosi povećanju rasta i prinosa biljke do određenog nivoa, nakon čega dolazi do stagnacije, a pri višim dozama hraniva uočava se čak i redukcija prinosa (Aćin i sar., 2016; Jaćimović et al., 2018; Aćin et al., 2019). Sintetička azotna đubriva su prvi put upotrebljena

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹ Timić J (0009-0005-3257-0475), Miroslavljević M (0000-0002-0689-5584), Dražić T (0000-0001-7600-6503), Jocković B (0000-0003-3996-6286), Aćin V (0000-0002-0932-9617), Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Maksima Gorkog, 30, 21000 Novi Sad, Srbija

² Jaćimović G (0000-0001-7538-6006), Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

*e-mail: jovana.timic@nsseme.com

u 19. veku, dok je šira primena nastupila nakon razvoja Haber – Bošovog procesa početkom 20. veka. Upotreba azotnog đubriva značajno je porasla pod uticajem “Zelene revolucije” koja je kombinovala najbolju agronomsku praksu sa korišćenjem genetskog materijala koji je bolje reagovao na primenjivani azot. Trenutno se više od polovine hemijski fiksiranog azota koristi u poljoprivredi, što širom sveta iznosi više od 80 miliona tona godišnje (Udvardi et al., 2021).

Pored adekvatne tehnologije proizvodnje je strnih žita, povećanje prinosa pšenice je usko povezano i sa napretkom oplemenjivanja. Zbog porasta svetske populacije i potražnje za hranom unapređenje prinosa ove žitarice dobija sve veći značaj (Ray et al., 2013). Godišnji porast prinosa, koji je rezultat oplemenjivačkih programa, zabeležen je u mnogim zemljama još tokom XX veka, pri čemu istraživanja pokazuju da se prosečan prinos zrna pšenice povećavao za oko 0,74% na godišnjem nivou (Calderini et al., 1999; Foulkes and Reynolds, 2015) u većini zemalja. Tokom XX veka, programi selekcije su bili usmereni na postepeno smanjenje visine biljke i najčešće se povezuju sa introdukcijom Rht gena, što je rezultovalo porastom prinosa pšenice širom sveta (Hyles et al., 2020). Rast prinosa se takođe ostvario kroz povećanje žetvenog indeksa i povećanje broja zrna po jedinici površine, bez ili sa minimalnim negativnim uticajem na masu 1000 zrna (Slafer et al., 1994;

Calderini et al., 1999; Foulkes and Reynolds, 2015). Stvaranje novih sorti pšenice sa visokim genetskim potencijalom za rodnost, zajedno sa unapređenjem agrotehničkih mera, dovodi do značajnog povećanja prinosa ove žitarice. Ovaj napredak naglašava potrebu uvođenja i širenja savremenih sorti u proizvodnji.

Godišnji porast produktivnosti pšenice iznosi svega 1,1%, što nije dovoljno da odgovori na rastuće zahteve koji proističu iz rasta svetske populacije, promena u ishrani i sve većeg korišćenja žitarica za proizvodnju biogoriva (Ray et al., 2013). Miroslavljević i sar. (2020) navode da u uslovima Panonske nizije genetsko unapređenje prinosa zrna ozime pšenice iznosi svega 48 kg ha⁻¹, što je manje od 1% na godišnjem nivou.

Uzimajući u obzir kontinuirano uvođenje novih sorti pšenice u proizvodnju, kao i postojanje genotipskih varijacija između različitih sorti, naglašena je potreba za ispitivanjem reakcije pojedinačnih sorti na različite nivoe azotnog đubriva. Ovo je ključno sa aspekta postizanja visokih prinosa uz optimalnu upotrebu azota, što je od suštinskog značaja za proizvodnju pšenice uz smanjenje troškova, ali i zaštite prirodnih resursa od zagađenja. Prema tome, glavni cilj ovog istraživanja je bio da se analizira uticaj dva nivoa đubrenja azotom na set od 25 istorijskih sorti pšenice koje su stvorene u periodu od 1930. do 2015. godine.

Materijal i metod

Jednogodišnji ogled sa istorijskim setom sorti ozime pšenice, gajenih u Panonskoj niziji, je izveden na eksperimentalnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na lokalitetu Rimski šančevi (45° 20' N i 19° 51' E,

84 m n.v.), tokom vegetacione sezone 2022/23. Tip zemljišta na lokalitetu je černoze, podtip – černoze na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet – karbonatni. Rezultati osnovne agrohemijske analize (Tabela 1) su pokazali da je

Tabela 1. Osnovna agrohemijska svojstva zemljišta na ispitivanom lokalitetu

Table 1. Principal agrochemical parameters of the soil at the experimental location

pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	Humus (%)	Ukupni N (%)	*AL-P ₂ O ₅ (mg 100g ⁻¹)	AL-K ₂ O (mg 100g ⁻¹)
7,2	4,9	2,80	0,184	22,0	24,0

zemljište dobro obezbeđeno lakopristupačnim fosforom i kalijumom, blago alkalne reakcije.

Ogledno polje je bazirano na trogodišnjem

plodoredu koji obuhvata: strna žita, kukuruz i soju. Poljski ogled je izveden po randomiziranom blok dizajnu sa rasporedom

varijanti po sistemu podeljenih parcelica (*Split – plot* dizajn) u tri ponavljanja sa slučajnim rasporedom varijanti. Istraživanje je obuhvatilo dva nivoa đubrenja azotom: 0 kg N ha⁻¹ (kontrolna varijanta) i 100 kg N ha⁻¹. Ispitivano je 25 sorti ozime hlebne pšenice, koje su stvorene ili priznate u R. Srbiji u periodu od 1930. do 2015. godine. Odaabrane sorte su glavne istorijske i široko gajene sorte ozime hlebne pšenice na prostoru Panonske nizije. Naziv sorte, zemlja porekla i godina priznavanja su prikazane u Tabeli 2. Osnovna obrada je obavljena oranjem, nakog čega je urađen po jedan prohod multi-tilerom i setvospremačem. Setva je obavljena u optimalnom agrotehničkom roku za setvu ozime pšenice, 25. oktobra 2022. godine. Setvena norma je iznosila 550 klijavnih zrna po 1 m², pri čemu je veličina osnovne parcelice 5 m². Primenjeno azotno đubrivo je amonijum – nitrat u količini od 100 kg aktivne materije

N ha⁻¹ u dva tretmana. Prva polovina od 50 kg N ha⁻¹ je primenjena predsetveno (u jesen), dok je druga polovina dodata u proleće (prihrana), pre faze vlatanja. Na svim varijantama, pre oranja, je primenjena ista količina fosfora (P) i kalijuma (K) u količini od 60 kg ha⁻¹ kako bi se izbegao nedostatak navedenih elemenata. Po potrebi, korovi, insekti i bolesti su kontrolisani primenom preporučenih pesticida u proleće. Žetva je izvedena pomoću oglednog kombajna Wintersteiger Delta, a prinos zrna pšenice je izražen u kg ha⁻¹ i preračunat na 13% vlage.

Dobijeni rezultati su statistički obrađeni metodom analize varijanse dvofaktorijskog oglada u programu STATISTICA 10. Razlika između tretmana je poređena primenom Tuki-jevog testa. Trend promene prinosa u zavisnosti od godine priznavanja sorte je analiziran primenom linearne regresije takođe uz pomoć programa STATISTICA 10.

Tabela 2. Naziv sorte, zemlja porekla i godina priznavanja
Table 2. Name, country of origin and year of registration

Sorta	Zemlja porekla	Godina priznavanja
Banatka	Ukrajina	1930
Bankut 1205	Mađarska	1931
San Pastore	Italija	1940
Mara	Italija	1947
Novosadska 1439	Srbija	1953
Bezostaja 1	Rusija	1959
Bačka	Srbija	1964
Libelula	Italija	1965
Sava	Srbija	1970
Partizanka	Srbija	1973
Novosadska rana	Srbija	1975
Nizija	Srbija	1979
Jugoslavija	Srbija	1980
Skopljanka	Makedonija	1982
Lasta	Srbija	1987
Evropa 90	Srbija	1990
Pobeda	Srbija	1990
Renesansa	Srbija	1994
Apač	Francuska	1998
Simonida	Srbija	2003
Sirtaki	Francuska	2004
NS 40S	Srbija	2006
Ingenio	Francuska	2006
NS Mila	Srbija	2014
NS Obala	Srbija	2015

Rezultati i diskusija

Na osnovu rezultata ove studije, utvrđeno je da su sorta, đubrenje, kao i interakcija ova dva faktora imali statistički značajan uticaj na varijabilnost prinosa ožime pšenice, pri čemu je uticaj sorte i đubrenja bio visoko značajan (F-pr. < 0,001), a uticaj interakcije ova dva faktora značajan (F-pr. = 0,045) (Tabela 3). Istraživanje je pokazalo da je uticaj sorte bio najizraženiji,

te da je objasnio skoro polovinu ukupne varijacije. Udeo đubrenja je iznosio oko jedne trećine, dok je uticaj interakcije sorte i đubrenja bio manje izražen i iznosio približno 5%. Ovi rezultati ukazuju na značajnu ulogu genetskog potencijala sorte u formiranju prinosa, čime se potvrđuje dominantan doprinos sorte ukupnoj varijabilnosti.

Tabela 3. Analiza varijanse prinosa zrna istorijskog seta sorti pšenice gajene pri različitim nivoima đubrenja azotom
Table 3. Analysis of variance in grain yield of a historical set of wheat varieties grown under different nitrogen levels

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F vrednost	*F-pr.	SS (%)
Model	49	320326264	6537270	8,74	<0,001	
Sorta (A)	24	175981664	7332569	9,81	<0,001	44,5
Đubrenje (B)	1	126188376	126188376	168,76	<0,001	31,9
A × B	24	18156224	756509	1,01	0,045	4,6
Greška	100	74771733	747717			
Total	149	395097997				

*F-pr.- verovatnoća (značajnost) F- mesta; SS (%) – suma kvadrata (izražen u % u odnosu na total)

Veći uticaj sorte u odnosu na tretman đubrenja azotom je pre svega rezultat genotipske varijabilnosti ispitivanog seta sorti, koji je obuhvatao sorte stvorene u širokom vremenskom intervalu. Potrebno je napomenuti da je istraživanje obuhvatilo kako starije genotipove sa nižim potencijalom za prinos, tako i moderne sorte koje karakteriše veća adaptabilnost na različite uslove gajenja. Usled toga, efekat đubrenja azotom ostvario je manji uticaj na formiranje prinosa proučavanih sorti pšenice u odnosu na uticaj genotipa. Značajno manji uticaj interakcije sorte i đubrenja se može dovesti u vezu sa osobinama odabranog sortimenta, zbog čega nije došlo do značajnije promene ranga sorti (Tabela 3) pri različitim nivoima đubrenja, pa je samim tim i uticaj interakcije ova dva faktora bio slabo izražen. Ovo je posebno važno jer ukazuje na relativno stabilnu reakciju genotipova na primenu različitih nivoa azotnih đubriva, što dodatno naglašava potrebu za selekcijom sorti sa visokim potencijalom za prinos i dobrim odgovorom na đubrenje u budućim oplemenjivačkim programima.

Đubrenje azotom (N) predstavlja ključni faktor za optimizaciju prinosa pšenice jer značajno utiče na rast biljaka i proizvodnju zrna. Rezultati ove studije su pokazali da je prosečan prinos ispitivanih sorti pšenice

značajno varirao u odnosu na nivo đubrenja azotom (Tabela 4). Ukupan prosečan prinos za ceo ogled je iznosio 8.673 kg ha⁻¹, pri čemu je đubrenje azotom u nivou od 100 kg ha⁻¹ dovelo do porasta prosečnog prinosa za oko 25% (približno 2.000 kg ha⁻¹) u odnosu na neđubrenu varijantu. Međutim, nisu sve sorte srazmerno reagovala na tretman đubrenjem pa je tako kod sorte NS 40S povećanje iznosilo oko 3.000 kg ha⁻¹, dok je kod sorte Mara približno 400 kg ha⁻¹.

Različita istraživanja su proučavala odnos između nivoa primene azota, sorti pšenice i ostvarenih prinosa ukazujući na složenost primene azotnih đubriva u poljoprivrednoj proizvodnji. Poznato je da azot poboljšava rast i povećava prinos zrna pšenice, ali i utiče na efikasnost usvajanja ovog elementa. Varijacije u optimalnoj primeni azotnih đubriva u proizvodnji pšenice su zabeležene u okviru različitih istraživanja. Istraživanjima sprovedenim u Poljskoj, uočeno je da je najveća prosečna optimalna doza azota iznosila 217 kg N ha⁻¹, što je rezultovalo maksimalnim prinosom od 8.251 kg ha⁻¹ u kombinaciji sa đubrenjem sumporom (Tabak et al., 2020). Sa aspekta ekonomske isplativosti, rezultati dobijeni na području Republike Srbije ukazuju da prekomerna upotreba azota značajno povećava troškove proizvodnje i smanjuje ekonomsku dobit. Mandić et al. (2015) u svom

istraživanju navode da primena 75 kg N ha⁻¹ na černozeu dovodi do minimalnog gubitka azota u zemljištu, kao i smanjenja troškova proizvodnje pšenice.

U proseku, najniži prinos je zabeležen kod sorte Banatka (6.106 kg ha⁻¹), dok je najviši prinos od 10.086 kg ha⁻¹ ostvarila novija sorta NS 40S, a prate je sorte NS Mila (9.973 kg ha⁻¹) i Apač (9.943 kg ha⁻¹). Ukoliko se posmatraju uslovi proizvodnje bez primene azotnih đubriva, najniži prinos je takođe zabeležen kod sorte Banatka (5.180 kg ha⁻¹), a najviši kod sorte Sirtaki (8.880 kg ha⁻¹). Navedeni podaci su u skladu sa istraživanjem Jocković et al. (2022), koji naglašavaju da stopa genetskog napretka

prinosa kod ozime pšenice nije dostigla svoj maksimum i da novije sorte ostvaruju veće prinose u odnosu na stariji sortiment. Najstarija sorta u ogledu, Banatka, je ostvarila najniži prinos i u uslovima đubrenja azotom sa 7.033 kg ha⁻¹, dok su se sorte NS 40S (11.766 kg ha⁻¹), Lasta (11.433 kg ha⁻¹) i Apač (11.166 kg ha⁻¹) istakle kao najrodnije. Na osnovu rezultata iz Tabele 4 može se utvrditi da je interakcija sorte i đubrenja bila značajna, što je dovelo do promene ranga sorti u zavisnosti od primene đubriva. Tako na primer, sorta NS 40S je bila najrodnija u uslovima đubrenja, dok je na kontrolnoj varijanti ova sorta imala preko 300 kg manji prinos od sorti poput NS Mila i Apač.

Tabela 4. Prosečan prinos zrna (kg ha⁻¹) sorti ozime pšenice priznatih tokom 85 godina, gajenih pri različitim nivoima đubrenja azotom

Table 4. Average grain yield (kg ha⁻¹) of winter wheat varieties released over an 85-year period, cultivated under different nitrogen fertilization levels

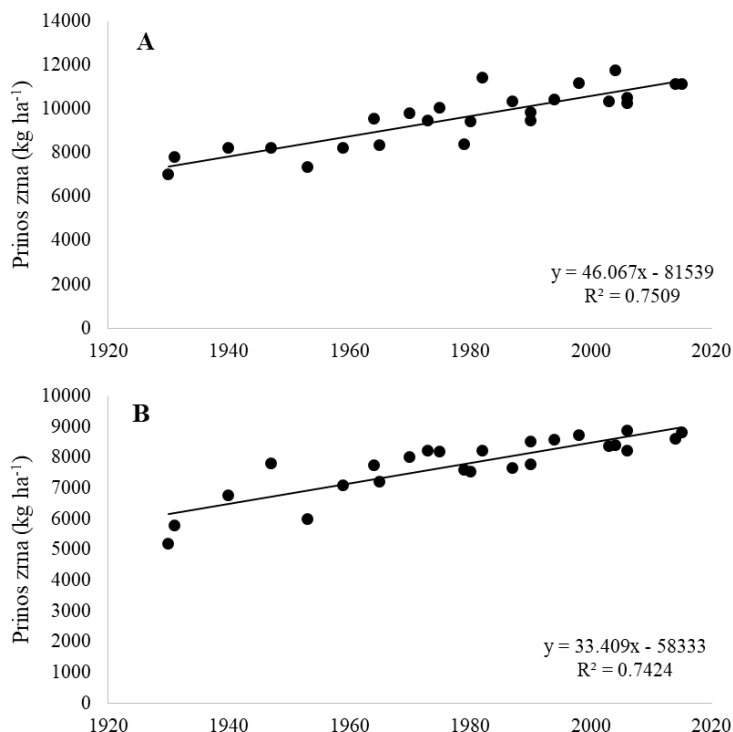
Sorta	0 N*	100 N	Prosek
Banatka	5.180 ^l	7.033 ^{h-l}	6.106 ^H
Bankut 1205	5.773 ^{kl}	7.800 ^{e-l}	6.786 ^{F-H}
San Pastore	6.766 ^{i-l}	8.233 ^{d-k}	7.500 ^{E-H}
Mara	7.813 ^{e-l}	8.233 ^{d-k}	8.023 ^{B-G}
Novosadska 1439	6.000 ^{j-l}	7.333 ^{g-l}	6.666 ^{GH}
Bezostaja 1	7.093 ^{h-l}	8.233 ^{d-k}	7.663 ^{D-H}
Bačka	7.733 ^{e-l}	9.566 ^{a-i}	8.650 ^{A-F}
Libelula	7.213 ^{g-l}	8.333 ^{c-k}	7.773 ^{C-H}
Sava	8.013 ^{e-l}	9.800 ^{a-h}	8.906 ^{A-E}
Partizanka	8.233 ^{d-k}	9.466 ^{a-i}	8.850 ^{A-E}
Novosadska rana	8.186 ^{e-k}	10.066 ^{a-g}	9.126 ^{A-E}
Nizija	7.586 ^{f-l}	8.400 ^{c-k}	7.993 ^{B-G}
Jugoslavija	7.533 ^{f-l}	9.433 ^{a-i}	8.483 ^{A-G}
Skopljanka	7.653 ^{e-l}	10.333 ^{a-f}	8.993 ^{A-E}
Lasta	8.233 ^{d-k}	11.433 ^{ab}	9.833 ^{AB}
Evropa 90	7.780 ^{e-l}	9.866 ^{a-h}	8.823 ^{A-E}
Pobeda	8.520 ^{c-k}	9.466 ^{a-i}	8.993 ^{A-E}
Renesansa	8.586 ^{b-k}	10.433 ^{a-f}	9.510 ^{A-D}
Apač	8.720 ^{b-j}	11.166 ^{a-c}	9.943 ^A
Simonida	8.366 ^{c-k}	10.333 ^{a-f}	9.350 ^{A-E}
Sirtaki	8.880 ^{a-j}	10.266 ^{a-f}	9.573 ^{A-C}
NS 40S	8.406 ^{c-k}	11.766 ^a	10.086 ^A
Ingenio	8.220 ^{e-k}	10.500 ^{a-e}	9.360 ^{A-E}
NS Mila	8.813 ^{b-j}	11.133 ^{a-d}	9.973 ^A
NS Obala	8.600 ^{b-k}	11.133 ^{a-d}	9.866 ^{AB}
Prosek	7.756^B	9.590^A	8.673

Postojanje zajedničkog slova u indeksu ukazuje na nepostojanje značajnih razlika između sredina utvrđenih LSD testom ($p \leq 0,05$)

U programima oplemenjivanja i selekcije pšenice, prinos predstavlja najznačajniju i najsloženiju osobinu. Iz tog razloga, povećanje prinosa je prioritetno prilikom stvaranja novih sorti.

Rezultati ove studije pokazuju da je u uslovima proizvodnje pšenice sa primenom 100 kg N ha⁻¹ (Grafikon 1A) veza između visine prinosa i godine priznavanja sorti bila pozitivna, te je zabeleženo povećanje prinosa od 46,1 kg ha⁻¹ na godišnjem nivou kod ispitivanih sorti, što je u skladu sa Miroslavljević et al. (2020) koji beleže genetski napredak u visini prinosa od 45,5 kg ha⁻¹ na godišnjem nivou u proteklih 90 godina pri optimalnim nivoima đubrenja azotom (110 – 130 kg N ha⁻¹). Dražić i sar. (2022) u svom istraživanju konstatuju rast prinosa od 50 kg ha⁻¹ godišnje kod sorti stvorenih u periodu od 1930. do 2016. godine. U okviru ove studije, na neđubrenoj varijanti ogleda, povećanje prinosa u zavisnosti od godine priznavanja sorti je iznosilo svega 33,4 kg ha⁻¹ (Grafikon 1B), što ukazuje da moderne

sorte pšenice, stvorene tokom poslednjih tridesetak godina, bolje reaguju na primenu azotnih đubriva u odnosu na stare sorte, a da se kao krajnji rezultat javlja veći prinos i samim tim povećanje genetičke dobiti. Slične podatke u svom istraživanju navode Miroslavljević et al. (2020), gde je primena azotnih đubriva kod ječma dovela do veće genetičke dobiti u odnosu na neđubrenu varijantu, dok su, sa druge strane, Beche et al. (2018) utvrdili usporen intenzitet rasta prinosa zrna kod savremenih sorti pšenice u Brazilu na godišnjem nivou. Istraživanje Tahir et al. (2020) je pokazalo da nije primećen značajan genetski napredak prinosa zrna tokom vremena ukoliko izostaje primena azotnih đubriva pri gajenju ozime pšenice, pri čemu je zabeležen pozitivan trend genetskog napretka u uslovima proizvodnje sa višim nivoima đubrenja azotom. Povećanje prinosa uz upotrebu većih količina azotnog đubriva je bilo povezano sa povećanjem biomase i žetvenog indeksa, dok je pomenuto poboljšanje izostalo u neđubrenim uslovima.



Grafikon 1. Linearna regresija između godine priznavanja sorte i prinosa zrna kod istorijskog seta sorti ozime pšenice pri različitim nivoima đubrenja azotom (A - 100 kg N ha⁻¹; B - 0 kg N ha⁻¹)

Figure 1. Linear regression between the year of variety release and grain yield in a historical set of winter wheat varieties under different nitrogen fertilization levels (A - 100 kg N ha⁻¹; B - 0 kg N ha⁻¹)

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata, utvrđeno je da su sorta, đubrenje, kao i njihova interakcija imali značajan uticaj na varijabilnost prinosa zrna ozime pšenice. Međutim, prinos je najviše zavisio od sorte što se može pripisati genotipskoj varijabilnosti ispitivanih sorti, koje su stvorene u širokom vremenskom intervalu. Primenjeno đubrenje azotom je dovelo do značajnog povećanja prosečnog prinosa, za oko 2.000 kg ha⁻¹ u odnosu na kontrolnu varijantu. Najniži prinos je ostvarila najstarija sorta u

ogledu, Banatka, dok se moderna sorta NS 40S istakla kao najrodnija, što ukazuje na značajan genetički napredak postignut kroz savremene programe oplemenjivanja. Takođe, utvrđena je pozitivna veza između godine priznavanja sorte i prinosa pšenice, čime se potvrđuje efekat selekcije. Ovim rezultatima se naglašava značaj kontinuiranog oplemenjivanja u cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa zrna pšenice uz optimalnu upotrebu azotnih đubriva.

Zahvalnica

Rad je nastao kao deo dugoročnoj projekta od interesa za razvoj naučnoistraživačke delatnosti AP Vojvodine, pod nazivom „Unapređen-

je efikasnosti upotrebe azota kod ozime pšenice u Vojvodini”, br. 142-451-2551/2021-01/02.

Doprinos autora

Konceptualizacija, Pisanje – originalna priprema nacrtu rada, Jovana Timić; Pisanje – pregled i uređivanje, Goran Jaćimović;

Metodologija, Milan Miroslavljević; Softver, Bojan Jocković; Istraživanje, Vladimir Aćin; Vizualizacija, Tanja Dražić.

Literatura

- Aćin V, Jaćimović G, Denčić S, Jevtić R, Jocković B, Miroslavljević M (2016): Efekti rastućih doza azota i gustine setve na prinos sorti ozime pšenice u 2014/15. godini. U: Knjiga apstrakata, Simpozijum Selekcije za oplemenjivanje organizama, 27-31. maj 2016, Kladovo, Srbija, Društvo Genetičara Srbije, Beograd, 54-55.
- Aćin V, Miroslavljević M, Jaćimović G, Jocković B, Brbaklić Lj, Živančev D, Ilin S (2019): Nitrogen fertilization and sowing density influence on winter wheat yield and yield components. In: Proc. X International Scientific Agriculture Symposium “Agrosym 2016”, 03-06 October 2019, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, 465–470.
- Ahrends HE, Eugster W, Gaiser T, Rudea – Ayala V, Ewert F, Siebert S (2018): Genetic yield gains of winter wheat in Germany over more than 100 years (1895-2007) under contrasting fertilizer applications. Environ. Res. Lett. Vol 13 (10): 104003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aade12>
- Beche E, da Silva CL, Todeschini MH, Milioli AS, Benin G, Marchese JA (2018): Improvement in Brazilian wheat breeding: changes in developmental phases and ecophysiological traits. Euphytica, 214: 56. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2134-2>
- Calderini DF, Abeledo LG, Savin R, Slafer GA (1999): Effect of temperature and carpel size during pre-anthesis on potential grain weight in wheat. J. Agric. Sci. 132: 453–459. <https://doi.org/10.1017/S0021859699006504>
- Dražić T, Jocković B, Momčilović V, Aćin V, Mikić S, Miroslavljević M (2022): Promena prinosa i osnovnih agronomskih osobina pšenice tokom poslednjih 90 godina u Panonskoj niziji. Selekcija i Semearstvo, Vol 28 (2): 22–29. <https://doi.org/10.5937/SelSem220222D>
- Foulkes MJ and Reynolds MP (2015): Chapter 16 - Breeding challenge: improving yield potential. In V.O. Sadras, D.F. Calderini

- (eds), Crop Physiology (Second Edition), Academic Press, 397-421.
- Hyles J, Bloomfield, M, Hunt JR, Trethowan RM, Trevaskis B (2020): Phenology and related traits for wheat adaptation. *Heredity*, 125, 417-430. <https://doi.org/10.1038/s41437-020-0320-1>
- Jaćimović G, Aćin V, Crnobarac J, Latković D, Visković J, Kolarić Lj (2018): Effect of Long-Term Straw Incorporation and N-Fertilization on the Wheat Yield. In: Abstract Book, XV European Society for Agronomy Congress (ESA 2018): "Innovative Cropping and Farming Systems for High Quality Food Production Systems", 27-31 August 2018, Geneva, Switzerland., 98.
- Jocković B, Miroslavljević M, Aćin V, Ilin S, Živančev D, Banjac B, Dražić T (2022): Gene action on for grain yield and its correlation with yield components in a diallel cross of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ratarstvo i povrtarstvo*, Vol 59 (3), 1821-1894. <https://doi.org/10.5937/ratpov59-39585>
- Mandic V, Krnjaja V, Tomic Z, Bijelic Z, Simic A, Ruzic Muslic D, Gogic M (2015): Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean J. Agric. Res.* Vol 75 (1): 92-97. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>
- Manojlović M, Čabilovski R (2019): Praktikum iz agrohemije. Poljoprivredni fakultet. Univerzitet u Novom Sadu.
- Miroslavljević M, Momčilović V, Mikić S, Trkulja D, Brbaklić L, Zorić M, Abičić I (2020): Changes in stay-green and nitrogen use efficiency traits in historical set of winter barley cultivars. *Field Crops Res.* 249, 107740. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107740>
- Ray DK, Muller ND, West PC, Foley JA (2013): Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PloS one*, Vol 8 (6): e66428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>
- Sanchez-Garcia M, Royo C, Aparicio N, Martin-Sánchez JA, Alvaro F (2013): Genetic improvement of bread wheat yield and associated traits in Spain during the 20th century. *J. Agric. Sci.* Vol 151 (1): 105-118. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000330>
- Slafer GA, Satorre EH, Andrarde FH (1994): Increases in Grain Yield in Bread Wheat from Breeding and Associated Physiological Changes. In G.A. Slafer (ed), *Genetic Improvement of Field Crops: Current Status and Development*. Marcel Dekker, Inc., New York, 1-68.
- Tabak M, Lepiarczyk A, Filipek-Mazur B, Lisowska A (2020): Efficiency of Nitrogen Fertilization of Winter Wheat Depending on Sulfur Fertilization. *Agronomy*, Vol 10 (9): 1304. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091304>
- Tahir ISA, Elbashier EME, Ibrahim MAS, Saad ASI, Abdalla OS (2020): Genetic Gain in Wheat Grain Yield and Nitrogen Use Efficiency at Different Nitrogen Levels in an Irrigated Hot Environment. *Int. J. Agron.* 2020: 9024671. <https://doi.org/10.1155/2020/9024671>
- Udvardi M, Below FE, Castellano MJ, Eagle AJ, Giller KE, Ladha JK et al. (2021): A Research Road Map for Responsible Use of Agricultural Nitrogen. *Front. Sustain. Food Syst.* 5: 660155. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.660155>

YIELDS OF A HISTORICAL SET OF PANNONIAN WHEAT VARIETIES UNDER DIFFERENT FERTILIZATION LEVELS

Jovana Timić, Milan Mirosavljević, Bojan Jocković, Vladimir Aćin,
Tanja Dražić, Goran Jaćimović

Summary

Achieving high and stable wheat yields is determined by the application of mineral fertilizers, particularly nitrogen fertilizers. Therefore, optimizing nitrogen usage is essential for reducing production costs and minimizing adverse environmental impacts. The aim of this study was to evaluate the effects of two nitrogen fertilization levels on wheat grain yield across 25 varieties developed between 1930 and 2015, during a single growing season (2022/23). The research was conducted at the experimental field of the Institute of Field and Vegetable Crops, Rimski Šančevi. The results showed that variety had the greatest influence on the yield variability, while the effect of fertilization accounted for approximately one-third of the total variation. The interaction between these two factors was weakly expressed. The overall mean yield for the entire experiment was 8,673 kg ha⁻¹. On average, the yield of the examined varieties ranged from 6,106 kg ha⁻¹ (Banatka) to 10,086 kg ha⁻¹ (NS 40S), with increased nitrogen levels leading to improved yields, especially in modern wheat varieties. A positive correlation was observed between wheat grain yield and the year of variety recognition. Under nitrogen fertilization conditions, a yield increase of 46.1 kg ha⁻¹ per year was recorded, while the increase in the control variant was only 33.4 kg ha⁻¹.

Key words: nitrogen, breeding progress, grain yield, variety, *Triticum aestivum* L.

Primljen: 10.12.2024.
Prihvaćen: 28.02.2025.