

PROMENA PRINOSA I OSNOVNIH AGRONOMSKIH OSOBINA PŠENICE TOKOM POSLEDNJIH 90 GODINA U PANONSKOJ NIZIJI

Tanja Dražić¹, Bojan Jocković¹, Vojislava Momčilović¹, Vladimir Aćin¹,
Sanja Mikić¹, Milan Mirosavljević^{1*}

Izvod

Cilj ovog rada je bio da se kvantifikuje promena prinosa i agronomskih osobina sorti ozime pšenice stvorenih tokom poslednjih 90 godina. Oglad sa 18 sorti ozime pšenice stvorenih u periodu 1930 - 2016 izveden je na lokalitetu Rimski šančevi, tokom dve sezone. Tokom ovog istraživanja proučavane su najznačajnije agronomске osobine: prinos zrna, visina stabla, dužina klasa, datum klanjanja, hektolitarska masa, masa 1000 zrna i broj zrna po jedinici površine. Na osnovu rezultata istraživanja utvrđena je značajna genotipska varijabilnost kod svih proučavanih osobina. Tokom poslednjih 90 godina, prinos zrna je u proseku rastao za oko 50 kg ha⁻¹ godišnje. Porast prinosa se bazirao na značajnom skraćanju visine stabla (0,4 cm godišnje), ali i ranijim datumom klanjanja kod novijih sorti, koje su klasale za oko 7-8 dana ranije u odnosu na stariji sortiment. Moderne sorte pšenice odlikuju se većim brojem zrna po jedinici površine u odnosu na stare sorte, dok tokom poslednjih 90 godina nije došlo do značajne promene mase 1000 zrna. Dalje povećanje prinosa strnih žita treba da bude bazirano na porastu broja zrna po jedinici površine, uz istovremeno održavanje visoke mase 1000 zrna.

Ključne reči: broj zrna, genetička dobit, masa 1000 zrna, ozima pšenica, prinos zrna

Uvod

Na osnovu ukupne proizvodnje, kao i samih površina, pšenica je jedan od najznačajnijih useva na svetu. Takođe, u Republici Srbiji kao i celoj Panonskoj niziji, pšenica je najvažniji ozimi usev, koji predstavlja glavnu alternativu jarim okopavinama, poput kukuruza, soje ili suncokreta (Đurić i sar, 2020; Banjac i sar, 2022). Prema podacima Organizacije za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih nacija, pšenica je 2019. godine gajena na oko 216 miliona ha, dok je ukupna proizvodnja iznosila preko 760 miliona tona. Pre samo 60 godina (1961. godine), ukupna proizvodnja pšenice iznosila je 222 miliona tona, pri čemu se gajila na oko 205 miliona ha. Prema tome, za gotovo 60 godina

proizvodnja pšenice porasla je gotovo tri i po puta (FAO, 2021; podaci za 2019). Slični trendovi tokom poslednjih 60 godina zabeleženi su i u našoj zemlji. Na teritoriji Republike Srbije u 1961. godini, pšenica se gajila na oko 1.068 hiljada hektara, a ukupna proizvodnja iznosila je 1,79 miliona tona, sa prosečnim prinosom od oko 1,68 t ha⁻¹. U 2021. godini, pšenica se gajila na 598 hiljada hektara, na kojima je ostvarena ukupna proizvodnja od 3,44 miliona tona, sa prosečnim prinosom od 5,70 t ha⁻¹ (RZS, 2021). Navedena povećanja prinosa, kako na svetskom, tako i na nacionalnom nivou tokom prošlog veka predstavljaju rezultat različitih tehnoloških napredaka, koji se baziraju na

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹ Dražić T, Jocković B, Momčilović V, Aćin V, Mikić S, Mirosavljević M, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija

*e-mail: milan.mirosavljevic@nsseme.com

unapređenju tehnologije proizvodnje, primeni pesticida i đubriva, ali i uvođenju novih visoko prinosa sorti.

Trenutna genetička dobit u povećanju prinosa žitarica iznosi svega od 0,5 do 1% (Fischer et al., 2012), što nije dovoljno da bi se zadovoljile buduće potrebe za hranom. Ukupna svetska proizvodnja pšenice, kukuruza i pirinča se mora udvostručiti do 2050, kako bi se zadovoljile projektovane potrebe usled rasta svetske populacije, promena u ishrani i uvećanje potražnje za biogorivom (Tilman et al., 2011). Dalje povećanje proizvodnje u narednom periodu bi trebalo da se bazira pre svega na povećanju rodnosti novih sorti, s obzirom na to da je dalje povećanje poljoprivrednih površina ograničeno (Ray et al., 2013).

Povećanje prinosa različitih žitarica u Srbiji i Panonskoj niziji značajno varira između različitih useva. Tako, Mitrović et al. (2016) navo-

de da je povećanje prinosa kukuruza iznosilo oko 63 kg ha⁻¹, dok je porast prinosa kod sorti dvorednog pivskog ječma gajenih na našem području iznosio 46 kg ha⁻¹ (Miroslavljević et al., 2016). Porast prinosa strnih žita predstavlja rezultat promene različitih komponenata prinosa, pri čemu se u većini istraživanja navodi da je povećanje broja zrna po jedinici površine imalo glavnu ulogu u povećanju rodnosti (Miroslavljević et al., 2018). Takođe, zabeležene su i druge fiziološke i kvalitativne promene tokom poslednjih sto godina oplemenjivanja pšenice u našim krajevima.

S' obzirom na značaj pšenice kao biljne vrste i njene istorijske uloge u ishrani i poljoprivredi Srbije, cilj ovog rada predstavlja proučavanje genetičke varijabilnosti značajnih agronomskih osobina, kao i promene prinosa istorijskog seta sorti koje su bile zastupljene tokom poslednjih 90 godina.

Materijal i metode

Dvogodišnji ogled sa istorijskim setom sorti pšenice izveden je tokom 2019/20 i 2020/2021 sezone na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Rimski šančevi (45°20'N i 19°51'E). Ogledno polje se bazira na trogodišnjem plodoredu, strna žita, kukuruz i soja. Osnovno đubrenje azotom (N), fosforom (P) i kalijumom (K) je izvedeno svake sezone na osnovu agrohemijske analize, kako bi se izbegao deficit ovih elemenata u zemljištu. Ogled je bio postavljen kao randomizirani blok dizajn sa tri ponavljanja, a veličina osnovne parcele je iznosila 5 m². Prihrana N đubrivima (NH₄NO₃) izvedena je pre početka faze vlatanja. Ogled je sejan u okviru optimalnog roka za setvu pšenice: 13. oktobra u 2019. i 17. oktobra u 2020. godini. Setvena norma je bila 500 klijavih zrna m⁻², što predstavlja preporučenu setvenu normu za agroekološke uslove Panonske nizije. Štetočine, korovi i bolesti su kontrolisane primenom odgovarajućih sredstava za zaštitu.

Na osnovu značaja u proizvodnji i oplemenjivanju odabrano je 18 sorti pšenice koje su stvorene i registrovane u Srbiji i okolnim zemljama. Ove sorte su stvorene tokom perioda između 1930. i 2015. Naziv sorte, zemlja pore-

kla, godina priznavanja i pedigre su prikazani u Tabeli 1.

Tokom sezone, fenološke faze su redovno praćene i datum klasanja (KI) je zabeležen za svaku parcelicu i izražen kao period od 1. januara do datuma klasanja. Polovinom nalivanja zrna biljaka, visina stabla (VS) i dužina klasa (DK) je zabeležena na 10 slučajno odabranih biljaka po parcelici. Žetva je izvedena pomoću oglednog kombajna Wintersteiger Delta, a prinos zrna (PZ) je izražen u t ha⁻¹ i preračunat na 13% vlage. Iz kombajniranog uzorka određena je masa hiljadu zrna (MHZ), tako što su izmerena dva uzorka od 500 zrna i prikazana njihova srednja vrednost. Nakon toga, hektolitarska masa (HM) je izmerena pomoću Dickey John analizatora (Grain analyzer GAC 2100) i izražena u kg hL⁻¹. Broj zrna (BZ) po jedinici površine utvrđen je posredno kao rezultat odnosa prinosa zrna i mase zrna.

Dobijeni rezultati su statistički obrađeni metodom analize varijanse dvofaktorijalnog ogleda u programu INFOSTAT. Razlika između tretmana poređena je primenom Tukijevog testa. Regresiona analiza između godine priznavanja sorte i agronomskih osobina takođe je urađena u programu INFOSTAT.

Tabela 1. Naziv sorte, zemlja porekla, godina priznavanja i pedigre sorti pšenice
 Table 1. Name, country of origin, year of registration, and pedigree of winter wheat cultivars

Redni broj	Sorta	Zemlja	Godina priznavanja	Pedigre
1	Banatka	Srbija	1930	Lv.-Banat
2	Bankut 1205	Mađarska	1931	Marquis/Bankut 5
3	San Pastore	Italija	1940	Ballila/Villa Glori
4	Bezostaja 1	Rusija	1959	Selekcija iz Bezostaje 4
5	Libelula	Italija	1965	Tevere/Giuliari//1482-54-3/San Pastore
6	Sava	Srbija	1970	Fortunato/2/Red Coat
7	Zlatna dolina	Hrvatska	1971	Zg 414-58/Leonardo
8	Partizanka	Srbija	1973	Bezostaja 1/NS116
9	NS rana 2	Srbija	1975	Bez-1/NS262// Mir.808/NS435
10	KG 56	Srbija	1975	(Bez-1 x Halle Stamm) x Bez-1
11	Balkan	Srbija	1979	Bačka/Bezostaja 1//Mir.808/3/NS435/4/Skorospelka 35
12	Jugoslavija	Srbija	1980	NS646/Bez-1//Aurora
13	Pobeda	Srbija	1990	Sremica/Balkan
14	Evropa 90	Srbija	1990	Talent/Novosadska rana 2
15	Cipovka	Srbija	2002	NS rana 5/Rodna
16	NS Pudarka	Srbija	2013	NS 40S/NMNH-07//Simonida
17	NS Mila	Srbija	2014	NS2-4523-3/NS2-2874-2
18	NS Epoha	Srbija	2016	NS 40S/NS 132-05

Rezultati i diskusija

Rezultati ove studije ukazuju da su najznačajnije agronomске osobine (prinos zrna, datum klasanja, visina stabla, dužina klasa, hektolitarska masa, masa hiljadu zrna i broj zrna po jedinici površine) sorti pšenice priznatih tokom poslednjih 90 značajno varirale između sezona gajenja i sorti, izuzev kod prinosa zrna, gde uticaj godine nije bio značajan (Tabela 2).

Prinos zrna pšenice varirao je od 3,23 t ha⁻¹ (Banatka stvorena 1930. godine) do 8,45 t ha⁻¹ (NS Epoha registrovana 2016. godine), dok je prosečan prinos svih sorti u ogledu iznosio 5,67 t ha⁻¹. Variranje prinosa između sezona gajenja nije bilo značajno i iznosilo je svega 0,3 t ha⁻¹. Kod oplemenjivanja strnih žita, prinos predstavlja najznačajniju i najsloženiju osobinu, pa je povećanje prinosa i dalje glavni prioritet prilikom stvaranja novih sorti. Na

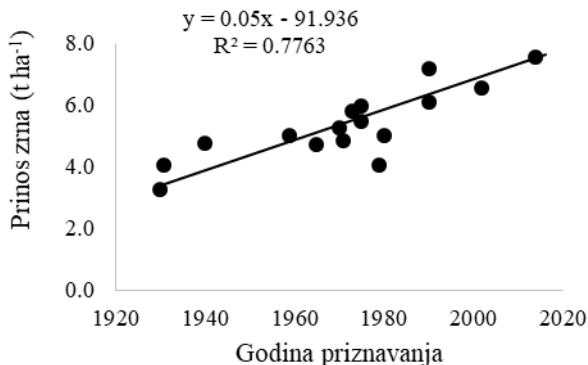
Grafikonu 1. se može uočiti da je veza između prinosa i godine priznavanja bila značajna i da je prosečno povećanje prinosa iznosilo 50 kg ha⁻¹ godišnje, što ukazuje da povećanje prinosa zrna u našoj zemlji nije dostiglo granične vrednosti. Pozitivna veza između povećanja prinosa i godine priznavanja sorte uočena je i u drugim zemljama poput Hrvatske (Ivić et al., 2021), Nemačke (Ahrends et al., 2018) i Španije (Sanchez-Garcia et al., 2013).

Datum klasanja značajno je varirao između sezone gajenja i iznosio je 134 dana u 2019/20 sezoni i 132 dana u 2020/21 sezoni, sa prosečnim datumom klasanja od 133 dana nakon prvog januara. Datum klasanja starijih sorti bio je značajno duži u odnosu na nove sorte. Sorte pšenice poput Banatke ili Bankuta 1205 klasale su nedelju dana kasnije u odnosu na novije sor-

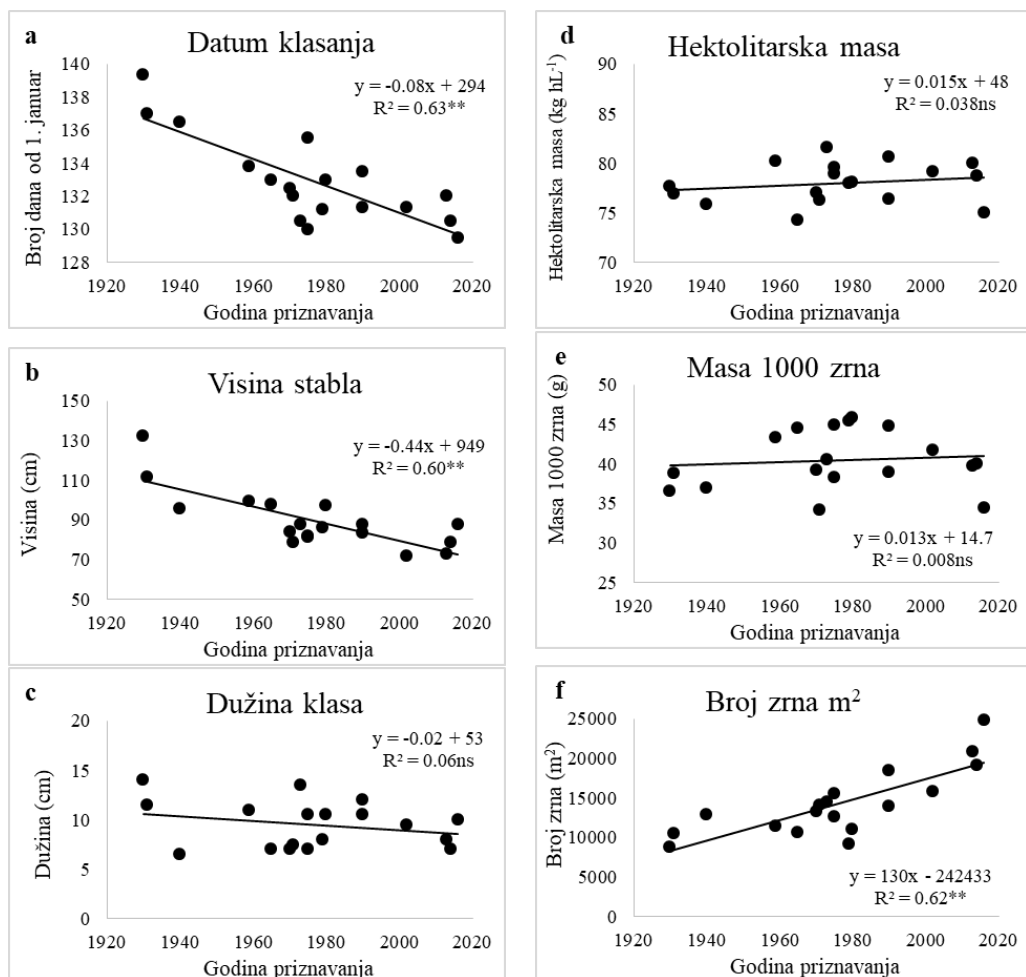
Tabela 2. Srednje vrednosti ispitivanih parametara sorti pšenice priznatih tokom poslednjih 90 godina
 Table 2. Average values of different traits of winter wheat cultivars registered during the past 90 years

Sorta	PZ (t ha ⁻¹)	Kl (days)	VS (cm)	DK (cm)	HM (kg hL ⁻¹)	MHZ (g)	BZ
Banatka	3,23 ⁱ	139 ^a	132,5 ^a	14,0 ^a	77,6 ^{ab}	36,5 ^{fg}	8845 ^j
Bankut 1205	4,05 ^{hi}	137 ^{ab}	111,5 ^{ab}	11,5 ^{ad}	76,9 ^{ab}	38,8 ^{c-g}	10447 ^{hi-j}
San Pastore	4,76 ^{gh}	136 ^{a-c}	95,5 ^{bcd}	6,5 ^g	75,8 ^{ab}	36,9 ^{e-g}	12872 ^{e-h}
Bezostaja 1	4,98 ^{e-h}	134 ^{cde}	99,5 ^{bc}	11,0 ^{a-e}	80,2 ^{ab}	43,4 ^{a-e}	11422 ^{fj}
Libelula	4,72 ^{gh}	133 ^{d-g}	98,0 ^{bc}	7,0 ^{fg}	74,3 ^b	44,5 ^{a-d}	10659 ^{gj}
Sava	5,25 ^{d-g}	132 ^{d-h}	84,0 ^{c-e}	7,0 ^{fg}	77,0 ^{ab}	39,2 ^{b-g}	13357 ^{e-h}
Zlatna dolina	4,83 ^{f-h}	132 ^{e-h}	78,5 ^{c-e}	7,5 ^{e-g}	76,3 ^{ab}	34,1 ^g	14151 ^{e-g}
Partizanka	5,79 ^{c-f}	130 ^{f-h}	88,0 ^{c-e}	13,5 ^{ab}	81,5 ^a	40,5 ^{a-g}	14439 ^{ef}
KG 56	5,95 ^{c-e}	130 ^{gh}	82,0 ^{c-e}	7,0 ^{fg}	78,9 ^{ab}	38,3 ^{d-g}	15539 ^{de}
NS rana 2	5,46 ^{d-g}	135 ^{bcd}	81,5 ^{c-e}	10,5 ^{a-f}	79,6 ^{ab}	44,9 ^{a-c}	12620 ^{e-i}
Balkan	4,01 ^{hi}	131 ^{e-h}	86,0 ^{c-e}	8,0 ^{d-g}	78,0 ^{ab}	45,4 ^{ab}	9120 ^{ij}
Jugoslavija	5,00 ^{e-h}	133 ^{d-g}	97,5 ^{bc}	10,5 ^{a-f}	78,0 ^{ab}	45,9 ^a	11050 ^{fj}
Evropa 90	6,06 ^{cd}	133 ^{c-f}	88,0 ^{c-e}	10,5 ^{a-f}	80,6 ^{ab}	44,8 ^{a-d}	13947 ^{e-h}
Pobeda	7,15 ^b	131 ^{e-h}	83,5 ^{c-e}	12,0 ^{a-c}	76,4 ^{ab}	38,9 ^{b-g}	18507 ^{b-d}
Cipovka	6,53 ^{bc}	131 ^{e-h}	72,0 ^e	9,5 ^{c-g}	79,1 ^{ab}	41,7 ^{a-f}	15772 ^{e-e}
NS Pudarka	8,25 ^a	132 ^{e-h}	73,0 ^{de}	8,0 ^{d-g}	80,0 ^{ab}	39,7 ^{a-g}	20833 ^b
NS Mila	7,52 ^{ab}	130 ^{f-h}	78,5 ^{c-e}	7,0 ^{fg}	78,7 ^{ab}	40,0 ^{a-g}	19169 ^{b-c}
NS Epoha	8,45 ^a	129 ^h	88,0 ^{c-e}	10,0 ^{b-g}	75,0 ^b	34,4 ^g	24865 ^a
Godina							
2019	5.65 ^{ns}	134 ^a	94.9 ^a	9.9 ^a	76.4 ^b	37.5 ^b	15328 ^a
2020	5.68 ^{ns}	132 ^b	84.8 ^b	9.1 ^b	79.7 ^a	43.0 ^a	13602 ^b
Prosek	5.67	133	89.9	11.9	78.0	40.3	14465

*proseci označeni različitim malim slovom se statistički značajno razlikuju ($p < 0,05$ – Tukey test); ns – nije značajno; PZ – prinos zrna; Kl – datum klasanja; VS – visina stabla; DK – dužina klasa; HM – hektolitarska masa; MHZ – masa hiljadu zrna; BZ – broj zrna po jedinici površine.



Grafikon 1. Prinos zrna pšenice kao funkcija godine priznavanja sorte
 Figure 1. Grain yield as a function of the year of cultivar registration



Grafikon 2. Regresija godine priznavanja sorte i: (a) datuma klasanja, (b) visine stabla, (c) dužine klasa, (d) hektolitarske mase, (e) mase 1000 zrna (f) broja zrna po jedinici površine

Figure 2. Regression of cultivar registration year and: (a) heading date, (b) stem height, (c) spike length, (d) hectolitre weight, (e) 1000 grain weight, (f) grain number per unit area

te kao što su NS Mila i NS Epoha. Pored toga, utvrđena je negativna veza između datuma klasanja i godine priznavanja (Grafikon 2a). Rezultati pokazuju da su za svakih narednih deset godina sorte bile ranostasnije za oko 0,8 dana, što je rezultovalo u značajnom skraćivanju vegetacionog perioda novijeg sortimenta. Ranije klasanje novijeg sortimenta predstavlja efikasnu strategiju za izbjegavanje negativnog uticaja vremenskih uslova, kao što su vodni deficit i visoke temperature tokom kasnijih faza naliivanja zrna. Prema tome, promene klime su

imale značajan uticaj na odabir ranostasnijih genotipova, što se odrazilo na promenu datuma klasanja. Ipak, dalje, značajnije skraćivanje perioda do klasanja, može da predstavlja rizičnu strategiju zbog mogućeg negativnog uticaja na akumulaciju biomase i usvajanje azota tokom ovog perioda.

Visina biljke je značajna osobina u proizvodnji strnih žita, kao što su pšenica i ječam. U našem istraživanju, visina stabla varirala je između sezona gajenja, pa su sorte pšenice imale nešto kraće stablo u drugoj sezoni. Tako-

de, visina biljaka je varirala i između sorti, pa su tako novije sorte, poput NS Mile i NS Epohe, imale značajno kraće stablo u odnosu na stare sorte. Visina biljke je u bliskoj vezi sa osetljivošću na poleganje, pa je skraćenje dužine stabla predstavljalo značajan cilj u oplemenjivanju tokom prošlog veka (Diederichsen et al., 2013). Na osnovu dobijenih rezultata (Grafikon 2b) se može uočiti trend smanjenja visine biljaka od starijih sorti prema novim, sa stopom od oko 0,4 cm godišnje. Prema tome, naši rezultati takođe ukazuju da smanjenje visine biljke ostaje bitan cilj u oplemenjivanju pšenice. Sa druge strane, iako je dužina klasa pokazala značajnu varijaciju između sezona gajenja i sorti, nije utvrđena značajna promena ove osobine sa godinom priznavanja sorte. Prema tome, druge osobine klasa, pre svega broj zrna po klasu, treba da predstavljaju bitnu osobinu za dalju fenotipizaciju umesto dužine klasa.

Hektolitarska masa je i dalje jedan od najznačajnijih pokazatelja kvaliteta pšenice, iako tokom poslednjih godina u Republici Srbiji često izostaje otkup pšenice na osnovu kvaliteta. Varijacije u hektolitarskoj masi su bile pod značajnim uticajem i sorte i godine. Među testiranim sortama, najmanje vrednosti bile su zabeležene kod sorte Libelula ($74,3 \text{ kg hL}^{-1}$), dok se sorta Partizanka odlikovala najvećom vrednošću ovog parametra ($81,5 \text{ kg hL}^{-1}$). Na osnovu regresione analize između hektolitarske mase i godine priznavanja sorte, može se

uočiti da nije došlo do značajne promene hektolitarske mase tokom poslednjih 90 godina selekcije pšenice.

Na osnovu rezultata oglada, utvrđeno je da je masa 1000 zrna značajno varirala između sezone gajenja i sorti. Druga sezona odlikovala se značajno većom masom 1000 zrna u odnosu na prvu sezonu. Sa druge strane, masa hiljadu zrna varirala je od 34,1 do 45,9 g između sorti. Najniže vrednosti ove osobine utvrđene su kod sorte Zlatna dolina, dok se sorta Jugoslavija odlikovala najkrupnijim zrnom. Nije utvrđena značajna veza između godine priznavanja i mase 1000 zrna. Kod broja zrna po jedinici površine, takođe je utvrđena značajna varijacija između godina, pri čemu su sorte pšenice formirale više zrna u prvoj sezoni. Novije sorte pšenice poput NS Epohe, NS Mile i NS Pudarke odlikovale su se većom produkcijom zrna po jedinici površine u odnosu na stariji sortiment. Odsustvo pozitivne veze između mase 1000 zrna i godine priznavanja, i značajna veza broja zrna po jedinici površine sa godinom priznavanja, jasno ukazuju da se porast prinosa novih sorti bazirao na povećanoj produkciji broja zrna. Prethodne studije na ječmu (Miroslavljević et al., 2020) i na pšenici (Zhou et al., 2014) su potvrdile da je broj zrna osnovna komponenta prinosa strnih žita i da se selekcija ovih biljnih vrsta uglavnom bazirala na povećanju ove komponente.

Zaključak

Na osnovu rezultata ove studije utvrđeno je da je tokom poslednjih 90 godina na prostoru Republike Srbije i Panonske nizije došlo do porasta prinosa kod sorti pšenice. Porast prinosa pratile su i promene drugih najznačajnijih agronomskih osobina. Tokom poslednjih 90 godina došlo je do značajnog skraćanja perioda od nicanja do klasanja, smanjenja visine

stabla i povećanja broja zrna po jedinici površine. Sa druge strane, dužina klasa, masa 1000 zrna i hektolitarska masa nisu pokazale značajnu vezu sa godinom priznavanja sorte. Prema tome, dalji porast prinosa strnih žita trebalo bi da se bazira na povećanju broja zrna po jedinici površine uz održavanje visokih vrednosti mase 1000 zrna.

Zahvalnica

Rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, broj ugovora: 451-03-9/2022-14/200032 i dugoročnog pokrajinskog projekta "Unapređenje

efikasnosti upotrebe azota kod ozime pšenice u Vojvodini", broj ugovora: 142-451-2551/2021-01/03.

Literatura

- Ahrends HE, Eugster W, Gaiser T, Rueda-Ayala V, Hüging H, Ewert F, Siebert S (2018): Genetic yield gains of winter wheat in Germany over more than 100 years (1895–2007) under contrasting fertilizer applications. *Environmental Research Letters*, 13(10): 104003.
- Banjac B, Mladenov V, Petrović S, Vojnović Đ, Begić D, Šučur R, Jocković B (2022): Varijabilnost pokazatelja tehnološkog kvaliteta genotipova pšenice u različitim mikroklimatskim uslovima. *Selekcija i semenarstvo*, 28(1), 43-54.
- Diederichsen A, Solberg S, Jeppson S (2013): Morphological changes in Nordic spring wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces and cultivars released from 1892 to 1994. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(2): 569–585.
- Đurić N, Cvijanović G, Dozet G, Rajčić V, Branković G, Poštić D (2020): Uticaj godine i lokaliteta na prinose zrna i komponente prinosa kod ozime pšenice. *Selekcija i semenarstvo*. 26(1): 9-18.
- FAOSTAT (2021): Food and agricultural organisation of the United Nations. FAOSTAT statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#-data/>. QC (November 2021)
- Fischer T, Byerlee D, Edmeades G (2012): Crop yields and food security: will yield increases continue to feed the world. In *Proceedings of the 12th Australian agronomy conference*, pp. 14-18.
- Ivić M, Grljušić S, Plavšić I, Dvojković K, Lovrić A, Rajković B, Maričević M, Černe M, Popović B, Lončarić Z, Bentley AR. (2021): Variation for nitrogen use efficiency traits in wheat under contrasting nitrogen treatments in south-eastern Europe. *Frontiers in plant science*, 12.
- Mirosavljević M, Momčilović V, Pržulj N, Hristov N, Aćin V, Čanak P, Denčić S (2016): The variation of agronomic traits associated with breeding progress in winter barley cultivars. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(3): 267-272.
- Mirosavljević M, Momčilović V, Denčić S, Mikić S, Trkulja D, Pržulj N (2018): Grain number and grain weight as determinants of triticale, wheat, two-rowed and six-rowed barley yield in the Pannonian environment. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 16(3).
- Mirosavljević M, Momčilović V, Mikić S, Abićić I, Pržulj N (2020): Breeding progress in grain filling and grain yield components of six-rowed winter barley. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107(3): 271-278.
- Mitrović B, Stojaković M, Zorić M, Stanisavljević D, Bekavac G, Nastasić A, Mladenov V (2016): Genetic gains in grain yield, morphological traits and yield stability of middle-late maize hybrids released in Serbia between 1978 and 2011. *Euphytica*, 211(3): 321-330.
- Ray DK, Mueller ND, West PC, Foley JA (2013): Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS one*, 8(6): p.e66428
- Sanchez-Garcia M, Royo C, Aparicio N, Martín-Sánchez JA, Alvaro F, (2013): Genetic improvement of bread wheat yield and associated traits in Spain during the 20th century. *The Journal of Agricultural Science*, 151(1): 105-118.
- RZS (2021): Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, Baza podataka, <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/130102?language-Code=sr-Cyrl>, (November 2021)
- Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL (2011): Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: 20260–20264
- Zhou B, Sanz-Sáez A, Elazab A, Shen T, Sánchez Bragado R, Bort J, Serret MD, Araus JL (2014): Physiological traits contributed to the recent increase in yield potential of winter wheat from Henan Province, China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 56: 492–504.

GENETIC GAIN IN GRAIN YIELD AND MAIN AGRONOMIC TRAITS OF WINTER WHEAT DURING THE PAST 90 YEARS IN PANNONIAN PLAIN

Tanja Dražić, Bojan Jocković, Vojislava Momčilović, Vladimir Aćin,
Sanja Mikić, Milan Mirosavljević

Summary

This study aimed to quantify the changes in grain yield and main agronomic traits in winter wheat cultivars registered during the past 90 years. A field trial with 18 winter wheat cultivars registered from 1930 to 2016 was conducted at the experimental field Rimiski šančevi during two growing seasons. The following agronomic traits were measured: grain yield, stem height, spike length, heading date, hectolitre mass, 1000 grain weight, and grain number per unit area. The results of this study showed that there was a significant genotypic effect on the studied traits. During the past 90 years, grain yield increased at rate of 50 kg ha⁻¹ per year of cultivar release. Grain yield improvement was followed by stem height decrease (0.4 cm per year of cultivar release) and earlier heading date in modern cultivars, which were 7 – 8 days earlier than the older ones. Modern wheat cultivars were characterized by a higher grain number per unit area than the older ones while during the past 90 years, the 1000 grain weight was not significantly related to the year of cultivar release. Further grain yield improvement should be related to a further increase of grain number per unit area while maintaining a higher 1000 grain weight.

Key words: breeding progress, grain number, grain yield, thousand-grain weight, winter wheat

Primljen: 15.06.2022.

Prihvaćen: 20.08.2022.