

PRINOS ZRNA, VISINA BILJKE I OTPORNOST NA POLEGANJE LINIJA PŠENICE

Milomirka Madić¹, Dragan Đurović¹,
Aleksandar Paunović¹, Vladeta Stevović¹, Dalibor Tomić¹,

Izvod: Na oglednom polju Centra za strna žita u Kragujevcu u dve vegetacione sezone 2018/19 i 2019/20 analizirana je visina stabla, otpornost na poleganje i prinos zrna 10 genotipova (linija) ozime pšenice (L-25/6, L-56/98, L-56/7, L-63/7, L-49/4, L-23/24, L-246/2, L-191/5-9, L-191/5-4 i L-36-2). Srednja godišnja temperatura i količina padavina u obe vegetacione sezone bile su iznad višegodišnjeg proseka. Najveći prosečan prinos tokom dve godine imala je linija L-191/5-9 (6,485 t ha⁻¹), zatim L-246/2 (6,415 t ha⁻¹), a najniži prinos linija L-63/7 (5,846 t ha⁻¹). U prvoj vegetacionoj sezoni zabeležena je nešto veća visina biljke i kretala se od 76 cm do 96 cm, a u drugoj od 72 cm do 90 cm. Najveću visinu stabla u obe vegetacione sezone imala linija L-23/24, a najmanju L-25/6. Svi genotipovi su imali dobru otpornost na poleganje.

Ključne reči: pšenica, prinos zrna, visina biljke, poleganje

Uvod

U svetu se pšenica proizvodi na površinama koje variraju od 209 do 232 miliona hektara, sa prinosom zrna od 560 do 676 miliona tona. U Republici Srbiji poslednjih par godina površine su povećane za 4,8%, a prosečni prinosi pšenice kreću se od 4,5-8 t ha⁻¹ (Republički zavod za statistiku, 2020). Za povećanje prinosa proizvođači mogu koristiti sortu, kao biološko sredstvo i tehnologiju gajenja kao tehnološko rešenje koje omogućuje različit stepen ekspresije genetskog potencijala rodnosti sorte (Denčić i sar. 2009, Knežević et al, 2020). Poleganje stabljike kod pšenice (*Triticum aestivum* L.) je značajan agronomski problem, koji u velikom obimu utiče na ekonomičnost proizvodnje (Singh et al, 2019,) i može prouzrokovati sniženje prinosa i do 40%, ukoliko se dogodi neposredno posle klasanja (Kelbert et al, 2004). Acreche and Slafer (2011) na osnovu kontrolisano izvedenog poleganja ukazuju da gubici u prinosu zrna izazvanih njime mogu biti i do 80%. Gubici u prinosu izazvani poleganjem zavise od intenziteta poleganja i stadijuma razvoja biljke. Osnovni uzroci poleganja: prevelika gustina useva, povećani nivoi mineralnog azota, zbijenost zemljišta, bolesti i prirodne nepogode kao što su oluje, datum setve i tip semena su osnovni faktori koji doprinose poleganju strnih žita (Rawson and Macpherson, 2000; Shah et al, 2019). Poleganje može da se odnosi na lomljenje ili povijanje stabla

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (mmadic@kg.ac.rs);

(poleganje stabla) ili poleganje korena (učvršćenost tj. njegova vezanost za zemljište) (Zuo et al, 2017). Visina biljke je jedan od osnovnih činilaca koji utiče na otpornost na poleganje (Berry et al, 2004). Morfologija stabla, kao i hemijske karakteristike bazalnih internodija su osnovne odrednice jačine odnosno elastičnosti stabla (Berry et al, 2003, Tripathi et al, 2005, Kong et al, 2013) dok je jačina veze korena i zemljišta povezana sa razvijenošću i dubinom prodiranja korenovog sistema i mehaničkih karakteristika samog zemljišta (Foulkes et al, 2011). Genetička osnova rezistentnosti na poleganje otkrivena mapiranjem QTL-ova za ovu ovu osobinu, kao i za srodne karakteristike je od nedavno predmet brojnih istraživanja (Ookawa et al, 2016; Verma et al, 2005; Hai et al, 2005; Ellis et al, 2005), mada je njihova primena u oplemenjivanju još uvek dosta ograničena (Shagh et al, 2019). Pored već uveliko iskorišćenih gena reduktora visine stabljike (Rht geni) upotreba novotkrivenih Rht gena je takođe sastavni deo programa oplemenjivanja pšenice na otpornost na poleganje. Cilj rada je bio da se analizira varijabilnost visine stabla, kao komponente otpornosti na poleganje i prinos zrna kod različitih linija pšenice.

Materijal i metode rada

Na oglednom polju Centra za strna žita u Kragujevcu u vegetacionom periodu 2018/19 (VS1) i 2019/20. (VS2) analizirana je visina stabla, otpornost na poleganje i prinos zrna 10 genotipova (linija) ozime pšenice: L-25/6, L-56/98, L-56/7, L-63/7, L-49/4, L-23/24, L-246/2, L-191/5-9, L-191/5-4 i L-36-2. Ogled je postavljen po planu potpuno slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja, sa površinom osnovne parcele od 5 m², brojem redova 10, razmakom između redova 12,5 cm i rastojanjem biljka u redu od 3 cm. Predusev u obe godine bio je kukuruz. Setva u obe godine je obavljena sejalicom za mikrooglede, u optimalnom roku u drugoj polovini oktobra. Na oglednom polju u jesen u zemljište je uneto 400 kg ha⁻¹ đubriva NPK 8:16:24, dok je u prolećnoj prihrani dodato 300 kg ha⁻¹ KAN-a. Sorte standardi sa kojima su linije upoređivane bile su za ozimu običnu kasnu pšenicu Pobeda, a za ozimu običnu ranu pšenicu Renesansa.

Meteorološki uslovi

Srednja godišnja temperatura vazduha u obe vegetacione sezone (10,97 i 11,49°C) bila je viša u odnosu na tridesetogodišnji prosek (10,5°C). Prema srednjoj temperaturi vazduha (11,7 °C) 2020. godina bila je sedma najtoplija od 1951. godine do danas. Prosečne temperature u toku vegetacionog perioda (mart–jul) su uglavnom bile više ili na nivou višegodišnjeg proseka. Količina padavina u vegetacionom periodu 2018/19. iznosila je 627,2 mm, dok je 2020. godina bila prosečno kišna, u pojedinim centralnim delovima Srbije veoma kišna i ekstremno kišna. Količina padavina za grad Kragujevac u vegetacionom periodu 2019/20. iznosila je 728,5 mm. Najveća količina padavina 2019. i 2020. godine bila je u junu i iznosila je 143 mm u 2019. godini, odnosno 192,9 mm u 2020. godini. Srednja godišnja temperatura i količina padavina u oba vegetaciona perioda bile su iznad višegodišnjeg proseka (tabela 1). U Republici Srbiji u poslednjih 20 godina prinosi

zrna pšenice jako variraju od 2,2 t ha⁻¹ (2003) (Denčić i sar. 2009) do 4,5 t ha⁻¹. Ovako variranje prinosa nam ukazuje da u velikoj meri prinos zrna zavisi od klimatskih prilika.

Tabela 1. Srednje mesečne temperature i količina padavina u dve vegetacione sezone i višegodišnji prosek 1981-2010 god

Table 1. Average monthly temperature and precipitation amount

Vegetaciona sezona/msec <i>Vegetation season / month</i>	Srednje mesečne temperature (°C) <i>Average monthly temperature</i>			Količina padavina (mm) <i>Precipitation amount</i>		
	VS1	VS2	1981- 2010	VS1	VS2	1981-2010
	X	13,9	13,6	11,9	9,4	196
XI	7,6	11,7	6,4	41,8	68,1	49,5
XII	2,6	4,9	2,1	51,8	57,6	45,8
I	0,1	1,3	0,9	85,3	23,3	37,9
II	4,2	6,2	2,3	2,2	47,6	37,0
III	9,1	7,8	6,6	10	55,7	42,3
IV	13,2	11,8	11,7	35,2	17,8	53,9
V	14,5	15,7	16,7	125,3	7,9	58,7
VI	22,4	19,9	20,0	143	192,9	76,4
VII	22,3	22,0	21,9	83,2	61,6	57,7
Prosek/Suma <i>Average/Sum</i>	10,97	11,49	10,5	627,2	728,5	508,1

Rezultati istraživanja i diskusija

Visina biljke je jedna od važnijih početnih kriterijuma selekcije i osnovni je činilac koji utiče na otpornost na poleganje i zavisi od genetičke konstitucije sorte, klimatskih uslova i primenjenih mera tehnologije proizvodnje. Genotipovi (linije) pšenice su se razlikovale u visini biljke, tako da je najveću vrednost za ovu osobinu u obe vegetacione sezone imala linija L-23/24, a najmanju L-25/6 (tabela 2). U prvoj vegetacionoj sezoni zabeležena je nešto veća visina biljke i kretala se od 76 cm do 96 cm, a u drugoj od 72 cm do 90 cm. Otpornost genotipova na poleganje ocenjena je odgovarajućom ocenom na osnovu praćenja poleganja biljaka do klasanja i u mlečnoj zrelosti zrna. Svi genotipovi su uglavnom imali zadovoljavajuću otpornost na poleganje (tabela 2). Visina stabla kod žita je povezana sa rezistentnošću na poleganje u svim razvojnim stadijumima (Navabi et al, 2006; Berry et al, 2015). Genotipovi duže stabjike su osetljiviji na poleganje, što je u skladu sa dobijenim rezultatima, za razliku od nižih genotipova koji ne poležu u uslovima koji prouzrokuju poleganje. Analizirajući genetičku varijabilnost za otpornost na poleganje u divergentnoj populaciji pšenice (140 genotipova) kod grupa genotipova formiranih na osnovu visine stabla (niski, srednji i visoki genotipovi) Navabi et al. (2006) su došli do zaključka da je prinos zrna u negativnoj korelaciji sa poleganjem, odnosno da je osetljivost na poleganje u pozitivnoj korelaciji sa visinom biljke.

Tabela 2. Visina biljke, poleganje i prinos zrna linija pšenice
 Table 2. Plant height, lodging and grain yield of wheat lines

Linije Genotype	Visina biljke (cm) Plant height (cm)		Poleganje (1-9) Lodging (score1-9)		Prinos zrna (t ha ⁻¹) Grain yield (t ha ⁻¹)		Prosek Average
	VS1	VS2	VS1	VS2	VS1	VS2	
L-25/6	76,00	72,38	1*	1	6,360	5,808	6,084
L-56/98	84,00	83,50	1	1	6,530	6,200	6,365
L-56/7	90,00	88,25	3	3	6,000	6,462	6,231
L-63/7	74,00	75,13	1	1	5,715	5,978	5,846
L-49/4	84,00	87,25	1	1	6,090	5,960	6,025
L-23/24	96,00	90,00	3	3	6,580	5,833	6,206
L-246/2	90,00	88,00	1	1	6,710	6,120	6,415
L-191/5-9	86,00	87,88	1	1	6,320	6,650	6,485
L-191/5-4	84,00	88,25	1	3	5,870	6,540	6,205
L-36-2/3	80,00	78,63	1	1	5,705	6,420	6,062
Renesansa	90,00	84,13	1	1	6,330	6,092	6,211
Pobeda	84,00	83,50	1	1	6,025	6,320	6,172

*1-nema poleganja/ no lodging; 3- do 20% poleglim biljaka / to the 20% lodged plants;

U prvoj godini najveći prinos zrna (6,710 t ha⁻¹) je ostvarila linija L-246/2, zatim L-23/24 (6,580 t ha⁻¹), dok je L-36-2/3 imala najniži prinos (5,705 t ha⁻¹) (tabela 2). U drugoj godini, najviši prinos zrna je ostvarila linija L-191/5-9 (6,650 t ha⁻¹), zatim L-191/5-4 (6,540 t ha⁻¹), a najniži prinos linija L-25/6 (5,808 t ha⁻¹). Najveći prosečan prinos tokom dve godine imala je linija L-191/5-9 (6,485 t ha⁻¹), zatim L-246/2 (6,415 t ha⁻¹), a najniži prinos linija L-63/7 (5,846 t ha⁻¹). Najmanji sadržaj vode u momentu žetve (9,85%) u prvoj godini imala je linija L-56/7, a najveći L-49/4 (14,40%). U drugoj vegetacionoj sezoni najveći sadržaj vode imala je linija L-36-2/3, a najmanji linija L-25/6.

Zaključak

Srednja godišnja temperatura i količina padavina u obe vegetacione sezone bile su iznad višegodišnjeg proseka. Najveći prosečan prinos tokom dve godine imala je linija L-191/5-9 (6,485 t ha⁻¹), zatim L-246/2 (6,415 t ha⁻¹), a najniži prinos linija L-63/7 (5,846 t ha⁻¹). Genotipovi pšenice su se razlikovale u visini biljke. U prvoj vegetacionoj sezoni zabeležena je nešto veća visina biljke i kretala se od 76 cm do 96 cm, a u drugoj od 72 cm do 90 cm. U obe vegetacione sezone linija L-23/24 je imala najveću vrednost visine biljke, a najmanju L-25/6. Svi genotipovi su imali dobru otpornost na poleganje.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta br. 451-03-68/2022-14 koji finansira Ministarstvo Prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Acreche M.M., Slafer G.A. (2011). Lodging yield penalties as affected by breeding in Mediterranean wheats. *Field Crop Research*, 122:40–48.
- Berry P., Berry S. (2015). Understanding the genetic control of lodging-associated plant characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) *Euphytica*, 205:671–689. doi: 10.1007/s10681-015-1387-2.
- Berry P.M., Spink J.H., Gay A.P., Craigen J. (2003). A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 141(2), 191–202.
- Berry P. M., Sterling M., Spink J. H., Baker C. J., Sylvester-Bradley R., Mooney S. J., Tams, A.R., Ennos A. R. (2004). Understanding and reducing lodging in cereals. *Advances in Agronomy*, 84(04), 215–269.
- Denčić S., Kobiljski B., Mladenov N., Pržulj N. (2009). Proizvodnja, prinosi i potrebe za pšenicom u svetu i kod nas. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 46(2), 367–378.
- Ellis M., Rebetzke G., Azanza F., Richards R., Spielmeyer W. (2005). Molecular mapping of gibberellin-responsive dwarfing genes in bread wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 111, 423–430.
- Foulkes M J, Slafer G A, Davies W J, Berry P M, Sylvester-Bradley R, Martre P, Calderini D F, Griffiths S, Reynolds M P. (2011). Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. *Journal of Experimental Botany*, 62(2), 469–486.
- Hai L., Guo H., Xiao S., Jiang G., Zhang X., Yan C., Xin Z., Jia J. (2005). Quantitative trait loci (QTL) of stem strength and related traits in a doubled-haploid population of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 141, 1–9.
- Kelbert A. J., Spaner D., Briggs K. G., King, J.R. (2004). Screening for lodging resistance in spring wheat breeding programmes. *Plant Breed.* 123: 349–354.
- Knežević D., Laze A., Paunović A., Djurović V., Đukić N., Valjarević D., Kondić D., Mićanović D., Živić J., Zečević V. (2020): Approaches in cereal breeding. *Acta Agriculturae Serbica*, 25 (50), 179–186.
- Kong E.Y., Liu D.C., Guo X.L., Yang W.L., Sun J.Z., Li X., Zhan K.H., Cui D.G., Lin J.X., Zhang A.M. (2013). Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. *Crop Journal*, 1(1), 43–49.
- Navabi A., Iqbal M., Strenzke K., Spaner, D. (2006). The relationship between lodging and plant height in a diverse wheat population. *Canadian Journal of Plant Science*, 86, 723–726.
- Ookawa T., Aoba R., Yamamoto T., Ueda T., Takai T., Fukuoka S., Ando T., Adachi S., Matsuoka M., Ebitani T. (2016). Precise estimation of genomic regions controlling lodging resistance using a set of reciprocal chromosome segment substitution lines in rice. *Scientific Reports*, 6, 30572.
- Rawson H.M., Macpherson H.G. (2000). *Irrigated wheat: Managing your crop*. FAO, Rome.
- Republički Hidrometeorološki Zavod Srbije

- Shah L., Yahya M., Shah S., Nadeem M., Ali A., Ali A., Wang J., Riaz M. W., Rehman S., Wu W., Khan R. M., Abbas A., Riaz A., Anis G. B., Si H., Jiang H., Ma C. (2019). Improving Lodging Resistance: Using Wheat and Rice as Classical Examples. *International journal of molecular sciences*, 20(17), 4211.
- Singh S., Singh T., Singh A. K., Singh R. K (2019). Effect of nitrogen levels and plant growth regulators on growth, lodging, yield and economics of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 665-671.
- Tripathi S.C., Sayre K.D., Kaul J.N. (2005). Planting systems on lodging behavior, yield components, and yield of irrigated spring bread wheat. *Crop Sci.* 45(4), 1448-1455.
- Verma V., Worland A., Savers E., Fish L., Caligari P., Snape J. (2005). Identification and characterization of quantitative trait loci related to lodging resistance and associated traits in bread wheat. *Plant Breed.* 124, 234-241.
- Zuo Q., Kuai J., Zhao L., Hu Z., Wu J., Zhou G. (2017). The effect of sowing depth and soil compaction on the growth and yield of rapeseed in rice straw returning field. *Field Crops Research*, 203:47-54. doi: 10.1016/j.fcr.2016.12.016.

GRAIN YIELD, PLANT HEIGHT AND LODGING RESISTANCE OF WHEAT LINES

*Milomirka Madić¹, Dragan Đurović¹,
Aleksandar Paunović¹, Vladeta Stevović¹, Dalibor Tomić¹*

Abstract

On the experimental field of the Center for Small Grains in Kragujevac in the two growing seasons 2018/19 and 2019/20. it was analyzed plant height, lodging resistance and grain yield of 10 genotypes of winter wheat (L-25/6, L-56/98, L-56/7, L-63/7, L-49 / 4, L-23/24, L-246/2, L-191 / 5-9, L-191 / 5-4 and L-36-2). The average annual temperature and precipitation in both growing seasons were above the multi-year average. The highest average yield during two years had the line L-191 / 5-9 (6,485 t ha⁻¹), then L-246/2 (6,415 t ha⁻¹), and the lowest line L-63/7 (5,846 t ha⁻¹). Wheat genotypes differed in plant height, so the L-23/24 line had the highest value for this trait in both growing seasons, and the L-25/6 the lowest. In the first vegetation season, a slightly higher plant height ranged from 76 cm to 96 cm, and in the second from 72 cm to 90 cm. All genotypes had good lodging resistance in optimum environments.

Keywords: wheat, grain yield, plant height, lodging

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (mmadic@kg.ac.rs)