

UTJECAJ GODINE, SORTE I TRETMANA DUŠIČNIM GNOJIVOM NA KVALITETU ZRNA OZIME PŠENICE

M. MARIČEVIĆ, I. IKIĆ, Katarina JUKIĆ, M. SEVER,
D. STEPINAC, Ana LOVRIC

BC Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d.
BC Institute for breeding and production of field crops

SAŽETAK

Pšenica je po proizvodnji druga najvažnija ratarska kultura u Republici Hrvatskoj. Uvođenjem Kodeksa otkupa žitarica i uljarica, pored uroda zrna, sve veća važnost poklanja se parametrima kvalitete zrna pšenice, prvenstveno sadržaju proteina i hektolitarskoj masi, koji direktno utječu na cijenu pšenice prilikom otkupa. Genetski potencijal sorte kao i okolinski uvjeti izravno utječu na navedene parametre. Trogodišnjim istraživanjem provedenim na lokaciji Staro Topolje na 12 sorti ozime pšenice, uzgajanim pri tri različite razine gnojidbe dušikom, procijenjen je utjecaj godine, sorte i tretmana dušičnim gnojivom na sadržaj proteina, hektolitarsku masu i masu 1000 zrna. Prema dobivenim rezultatima utvrđen je signifikantan utjecaj godine, sorte i tretmana dušičnim gnojivom na sadržaj proteina. Najveći utjecaj na ovo svojstvo imala je godina, zatim tretman dušičnim gnojivom, a najmanji sorta. Signifikantan utjecaj godine i sorte utvrđen je i za hektolitarsku masu, dok tretman dušičnim gnojivom nije signifikantno utjecao na ovo svojstvo, uz činjenicu da je utjecaj godine bio znatno veći u odnosu na sortu. Također je utvrđeno da su sve testirane sorte jednako reagirale na tretman dušičnim gnojivom. Prosječni sadržaj proteina pri najnižoj količini primijenjenog dušičnog gnojiva iznosio je 11,08 %, pri srednjoj 11,95 %, a pri najvišoj 12,89 %.

Ključne riječi: pšenica, sorta, sadržaj proteina, hektolitarska masa

UVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je najznačajnija ratarska kultura u svijetu zbog velike gospodarske i ekonomske vrijednosti. U Hrvatskoj pšenica ima izuzetan značaj i po zasijanim površinama je druga najznačajnija kultura odmah nakon kukuruza. U razdoblju od 2016. do 2020. pšenica se prosječno uzgajala na 145 000 ha uz određena variranja zasijanih površina između godina. U istom razdoblju urod je varirao od 5,4 t/ha do 5,9 t/ha (Državni zavod za statistiku, 2020.). Uz urod, važan parametar u proizvodnji pšenice je i kvaliteta zrna. Međutim, kvaliteta zrna pšenice je kompleksan pojam te osim sadržaja proteina i škroba uključuje niz različitih svojstava poput fizikalnih karakteristika (hektolitarska masa, masa 1000 zrna, specifična masa,

caklavost, brašnavost), zdravstvenog stanja te kemijskog sastava zrna. Sadržaj proteina u zrnu, kao najvažnije svojstvo kvalitete ovisi o mnogim čimbenicima: izboru sorte, vremenskim prilikama, stanju tla, agrotehnici i gnojidbi dušičnim gnojivima. Dušik je jedan od najvažnijih čimbenika u proizvodnji pšenice, jer je odlučujući faktor za postizanje visokog uroda i poboljšane kvalitete zrna. Međutim, procjenjuje se da se samo 40-60 % dušika iz gnojiva usvaja od strane biljke i taj postotak se smanjuje s povećanjem količine dodanog dušika. To za posljedicu ima zadržavanje veće količine dušika u tlu koji se onda ispire i dovodi do zagađivanja okoliša (Ortiz-Monasterio i sur., 1997.a.; Guarda i sur., 2004.; Rahimizadeh i sur., 2010.). Stoga u mnogim istraživanjima nastoji se racionalizirati njegova upotreba i odrediti optimalna količina za gnojidbu (Guarda i sur., 2004.; Sylvester-Bradely i sur., 2009.; Rahimizadeh i sur., 2010.; Šarčević i sur., 2014., Ivić i sur., 2021.). Cilj istraživanja je bio utvrditi utjecaj godine, sorte i gnojidbe dušikom na kvalitetu zrna ozime pšenice.

MATERIJAL I METODE

Biljni materijal

U istraživanje je bilo uključeno 12 sorti ozime pšenice, koje su stvorene kroz domaće i strane oplemenjivačke programe, a zauzimaju značajno mjesto u strukturi sjetve ozime pšenice u Republici Hrvatskoj. Šest sorti potječe iz oplemenjivačkog programa Bc Instituta, d.d., jedna sorta iz Poljoprivrednog Instituta Osijek, dok su ostale introducirane sorte (Tablica 1.).

Tablica 1. Pregled sorti pšenice uključenih u istraživanje po institucijama podrijetla i godini priznavanja

Table 1 Overview of wheat cultivars included in the research by institutions of origin and year of registration

Sorta <i>Variety</i>	Institucija podrijetla <i>Institution of origin</i>	Godina priznavanja <i>Year of registration</i>
Bc Anica	Bc Institut, d.d.	2010.
Bc Darija	Bc Institut, d.d.	2012.
Bc Lorena	Bc Institut, d.d.	2011.
Bc Ljepotica	Bc Institut, d.d.	2016.
Bc Mandica	Bc Institut, d.d.	2014.
Bc Opsesija	Bc Institut, d.d.	2015.
Kraljica	Poljoprivredni institut Osijek	2010.
Graindor	Unisigma	2010.
Sofru	Caussade semences	2013.
Apache	Limagrain	2007.
Bologna	Syngenta Seeds	2011.
Ingenio	Syngenta Seeds	2010.

Poljski pokusi

Pokus s 12 sorti ozime pšenice bio je postavljen tijekom tri uzastopne vegetacijske godine 2016./2017., 2017./2018. i 2018./2019. na lokaciji Staro Toplje, Hrvatska. Sorte su tretirane s tri različite količine primijenjenog dušičnog gnojiva: 80 kg N/ha (N_{80}), 140 kg N/ha (N_{140}) i 180 kg N/ha (N_{180}). Pokus je postavljen prema split-plot dizajnu u dva ponavljanja. Kod sva tri tretmana dušičnim gnojivom (N_{80} , N_{140} i N_{180}) dodano je 80 kg N/ha prije sjetve primjenom 350 kg/ha N:P:K 7:20:30 i 120 kg/ha UREA-e (46 % N). Kod tretmana N_{140} , uz gnojidbu prije sjetve, dodano je 125 kg/ha KAN-a (27% N) u prvoj prihrani + 100 kg/ha KAN-a (27 % N) u drugoj prihrani. Kod tretmana N_{180} , uz gnojidbu prije sjetve, dodano je 200 kg/ha KAN-a (27 % N) u prvoj prihrani + 170 kg/ha KAN-a (27 % N) u drugoj prihrani. Pokusna parcelica bila je veličine 8 m² s normom sjetve od 650 kljavih zrna/m². Ostale agrotehničke mjere (obrađa tla te zaštita od korova i štetnika) provedeni su kao što je uobičajeno u širokoj proizvodnji i bili su jednaki za sva tri tretmana. Tretman fungicidom nije primijenjen u pokusu. Nakon žetve izmjerena je vlaga i hektolitarska masa uzoraka s vlagomjerom Dicky John GAC 2100 AGRI. Masa 1000 zrna određena je po normi HRN EN ISO 520:2012. Sadržaj proteina (%) u zrnu određen je pomoću uređaja Perten IM NIR 9500.

Statistička analiza

Osnovni statistički model koji se primjenjivao u analizi testiranih svojstava kvalitete uključivao je učinke godine, sorte i tretmane dušičnim gnojivom, kao i njihove interakcije. Analiza varijance provedena je u statističkom programskom paketu DSAASTAT. Udio pojedinih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijabilnosti izračunat je na temelju udjela njihove sume kvadrata u ukupnoj sumi kvadrata.

REZULTATI

Analiza varijance

U Tablici 2. prikazani su rezultati analize varijance s udjelom pojedinih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijabilnosti za proučavana svojstva. Iz rezultata je vidljivo da su godina (G), sorta (S) i interakcija godina × sorta (G × S) bili visoko signifikantni za sva ispitana svojstva. Godina je imala najveći utjecaj na sva testirana svojstva, dok je utjecaj sorte bio najveći na masu 1000 zrna (24 %). Interakcija G × S je bila signifikantna za sva svojstva, ali s manjim utjecajem na testirana svojstva (manje od 5 %). Udio varijabilnosti uzrokovane razinom dušika (N) u ukupnoj varijabilnosti za sadržaj proteina iznosio je 17 %, dok za hektolitarsku masu i masu 1000 zrna nije utvrđen signifikantan utjecaj razine dušika (N). Interakcija G × S bila je signifikantna za sva svojstva, ali s malim udjelom u ukupnoj sumi kvadrata (manje od 3 %). Interakcije S × N i G × S × N nisu bile signifikantne niti za jedno svojstvo.

Tablica 2. Udio sume kvadrata pojedinih izvora varijabilnosti u ukupnoj sumi kvadrata ispitivanih svojstava

Table 2 Contribution of the sum of squares of individual sources of variation to the total sum of squares of the tested properties

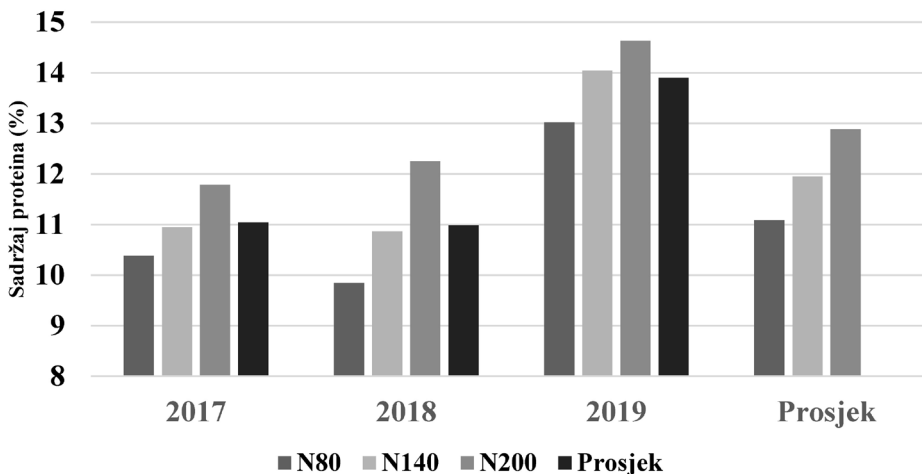
Izvor varijabilnosti <i>Source of variations</i>	Sadržaj proteina <i>Grain protein content</i> (%)	Hektolitarska masa <i>Hectolitre mass</i> (kg/hl)	Masa 1000 zrna <i>1000 seed weight</i> (g)
Godina (G) <i>Year</i>	58**	80**	64**
Sorta (S) <i>Variety</i>	8**	11**	24**
G × S	4**	4**	5**
Razina dušika (N) <i>Nitrogen level</i>	17**	0 ns	0 ns
G × N	1**	1**	2**
S × N	2 ns	1 ns	0 ns
G × S × N	2 ns	1 ns	1 ns

*, ** - F test signifikantan kod $P < 0.05$ odnosno $P < 0.01$; ns -F test nije signifikantan;

* and ** F test significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively; ns- F test not significant

Prosječne vrijednosti ispitivanih svojstava

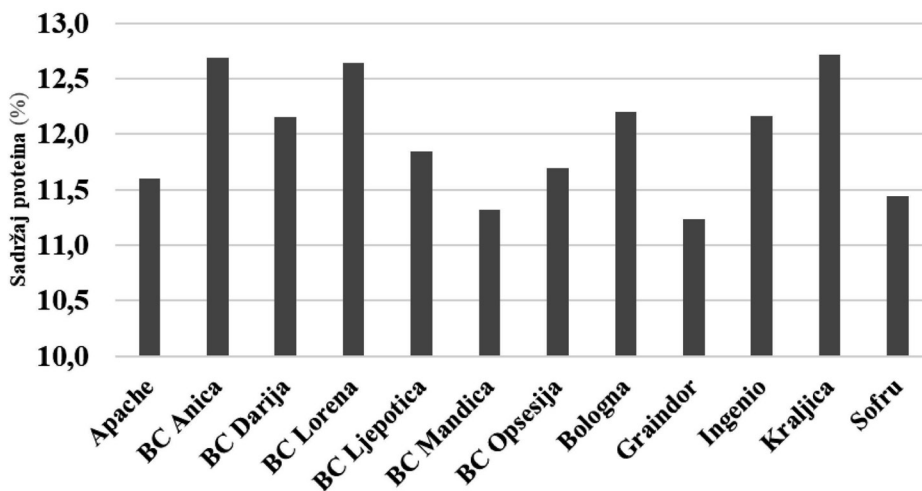
Na Grafikonu 1. prikazane su prosječne vrijednosti sadržaja proteina kod tri razine gnojidbe (N_{80} , N_{140} i N_{200}) tijekom trogodišnjeg istraživanja. Prosječne vrijednosti sadržaja proteina ovisno o razini gnojidbe kretale su se u rasponu od 11,08 (N_{80}) do 12,89 (N_{200}). Uspoređujući godine najniže vrijednosti sadržaja proteina utvrđene su 2018. godine s prosječnom vrijednosti od 10,98 %, dok su najveće vrijednosti utvrđene 2019. godine s prosječnom vrijednosti od 13,90 %. Prosječne vrijednosti sadržaja proteina ovisno o godini kod N_{80} su varirale od 9,84 % do 13,02 %, kod N_{140} od 10,86 % do 14,4 %, dok su se prosječne vrijednosti kod N_{200} kretale u rasponu od 11,79 % do 14,63 %.



Grafikon 1. Prosječna vrijednost sadržaja proteina (%) za gnojidbe s 80 kg N/ha (N_{80}), 140 kg N/ha (N_{140}) i 200 kg N/ha (N_{200}) tijekom trogodišnjeg istraživanja

Figure 1 Mean of grain protein content (%) for fertilizations with 80 kg N/ha (N_{80}), 140 kg N/ha (N_{140}) and 200 kg N/ha (N_{200}) during a three-year research

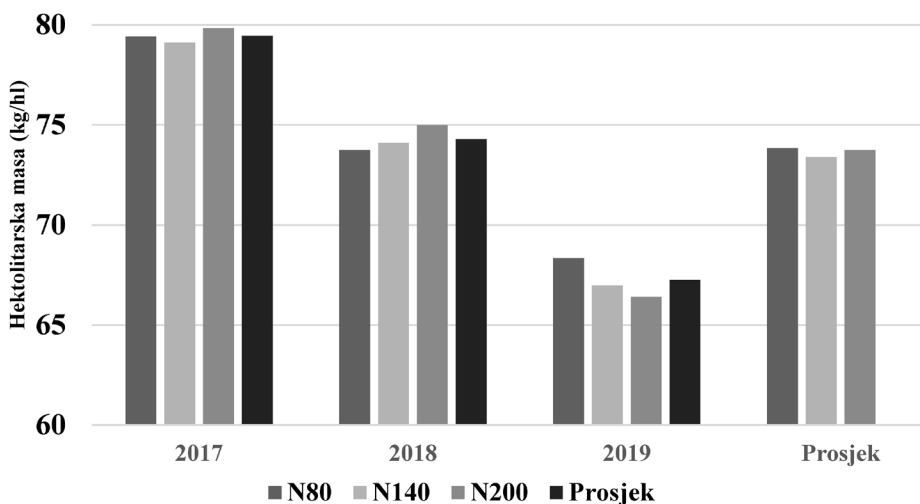
Prosječne vrijednosti sadržaja proteina kod 12 sorti kretale su se u rasponu od 11,23 % do 12,71 % (Grafikon 2.). Najniža vrijednost sadržaja proteina utvrđena je kod sorte Graindor (11,23 %), a najveća kod sorte Kraljica (12,71 %).



Grafikon 2. Prosječna vrijednost sadržaja proteina (%) kod 12 sorti ozime pšenice

Figure 2 Mean value for grain protein content (%) in 12 winter wheat varieties

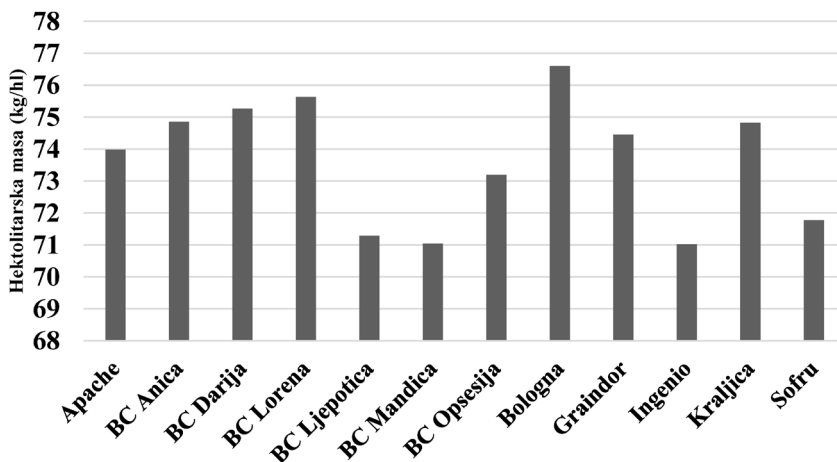
Prosječne vrijednosti hektolitarske mase u trogodišnjem istraživanju ovisno o tretmanu dušičnim gnojivom kretale su se u rasponu od 73,4 do 73,8 kg/hl (Grafikon 3.). Najviša prosječna vrijednost hektolitarske mase 2017. godine utvrđena je kod N_{200} u iznosu od 79,8 kg/hl, dok je najniža prosječna vrijednost utvrđena kod N_{140} u iznosu od 79,1 kg/hl. Prosječne vrijednosti hektolitarske mase u 2018. godini varirale su od 75,0 kg/hl kod N_{200} do 73,7 kg/hl kod N_{80} . U 2019. godini utvrđena je najniža prosječna vrijednost hektolitarske mase kod N_{200} u iznosu od 66,4 kg/hl, a najviša kod N_{80} u iznosu od 68,3 kg/hl. Kod sve tri razine gnojidbe najveće prosječne vrijednosti hektolitarske mase utvrđene su 2017. godine.



Grafikon 3. Prosječna vrijednost hektolitarske mase (kg/hl) za gnojidbe s 80 kg N/ha (N_{80}), 140 kg N/ha (N_{140}) i 200 kg N/ha (N_{200}) tijekom trogodišnjeg istraživanja

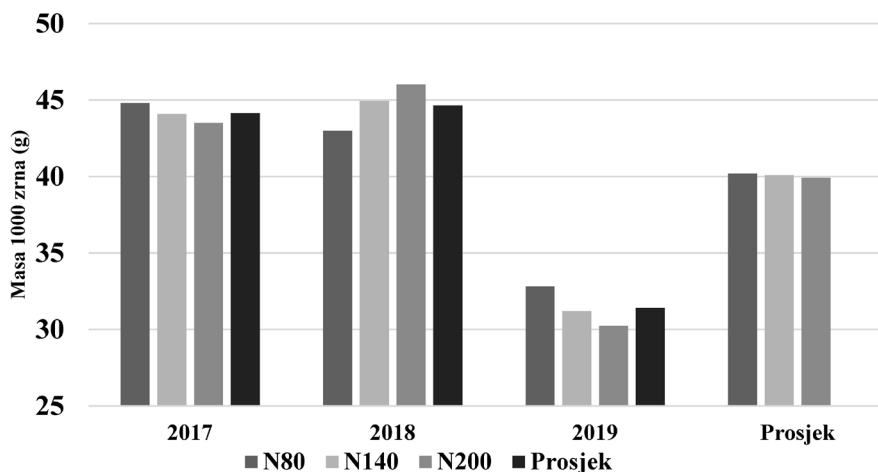
Figure 3 Mean hectolitre mass (kg/hl) for f nitrogen fertilizations with 80 kg N/ha (N_{80}), 140 kg N/ha (N_{140}) and 200 kg N/ha (N_{200}) during a three-year research

Prosječne vrijednosti hektolitarske mase kod 12 sorti varirale su od 71,0 kg/hl do 76,6 kg/hl (Grafikon 4.). Najniže vrijednosti hektolitarske mase utvrđene su kod sorti Ingenio (71,0 kg/hl), Bc Mandica (71,0 kg/hl) i Bc Ljepotica (71,3 kg/hl), dok su najviše vrijednosti utvrđene kod sorte Bologna (76,6 kg/hl).



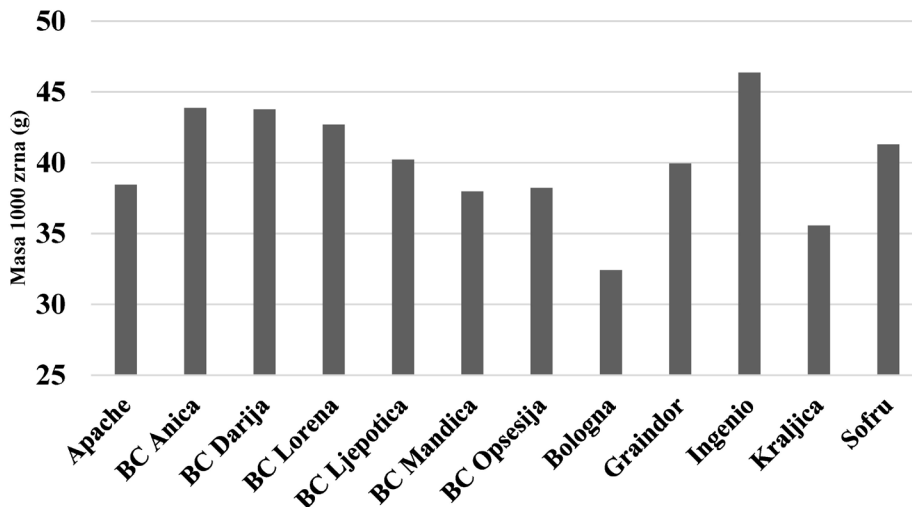
Grafikon 4. Prosječna vrijednost hektolitarske mase (kg/hl) kod 12 sorata ozime pšenice
Figure 4 Mean value of hectolitre mass (kg/hl) in 12 winter wheat varieties

Na Grafikonu 5. prikazane su prosječne vrijednosti mase 1000 zrna kod tri razine dušične gnojidbe. Najniže prosječne vrijednosti mase 1000 zrna utvrđene su 2019. godine, krećući se u rasponu od 30,2 g (N_{200}) do 32,8 g (N_{80}). Najviša prosječna vrijednost mase 1000 zrna 2018. godine utvrđena je kod N_{200} (46,0 g.). U 2017. godini prosječne vrijednosti mase 1000 zrna kretale su se u rasponu od 43,5 g (N_{200}) do 44,1 g (N_{80}).



Grafikon 5. Prosječna vrijednost mase 1000 zrna (g) za gnojidbe s 80 kg N/ha (N_{80}), 140 kg N/ha (N_{140}) i 200 kg N/ha (N_{200}) tijekom trogodišnjeg istraživanja
Figure 5 Mean thousand-seed weight (g) for fertilizations with 80 kg N/ha (N_{80}), 140 kg N/ha (N_{140}) and 200 kg N/ha (N_{200}) during the three-year research

Prosječne vrijednosti mase 1000 zrna 12 sorti ozime pšenice kretale su se u rasponu od 32,4 g do 46,4 g (Grafikon 6.). Najniže vrijednosti utvrđene su kod sorata Bologna i Kraljica, dok je najviša vrijednost utvrđena kod sorte Ingenio.



Grafikon 6. Prosječna vrijednost mase 1000 zrna (g) kod 12 sorata ozime pšenice
Figure 6 Mean value of thousand-seed weight (g) in 12 winter wheat varieties

RASPRAVA

U provedenom istraživanju utvrđeno je da su godina, sorta i interakcija godina \times sorta ($G \times S$) bili visoko signifikantni za sva testirana svojstva (Tablica 1.) O signifikantnom utjecaju sorte na svojstvo sadržaja proteina izvještava više autora (Groos i sur., 2003.; Denčić i sur. 2011.; Yong i sur., 2012.), dok Varga i sur. (2007.), Giambalvo i sur. (2010.) i Yong i sur. (2012.) pored signifikantnog utjecaja sorte na sadržaj proteina zrna ističu i signifikantnost interakcije $S \times N$. Analizom varijance utvrdili smo da je udio godine u ukupnoj sumi kvadrata bio znatno veći od udjela sorte i udjela interakcije $G \times S$ za sva istraživana svojstva. Razina gnojidbe kao izvor varijabilnosti imala je signifikantan utjecaj samo na sadržaj proteina, dok kod ostalih svojstava nije utvrđen signifikantan utjecaj gnojidbe. Interakcija $G \times N$ bila je signifikantna za sva navedena svojstva, ali s udjelom manjim od 3 % u ukupnoj sumi kvadrata. Interakcije $S \times N$ i $G \times S \times N$ nisu bile signifikantne niti za jedno svojstvo. Dobiveni rezultati suprotni su rezultatima Guarda i sur. (2004.) koji su utvrdili signifikantnost interakcije $S \times N$ za sadržaj proteina u zrnu i hektolitarsku masu. Prosječne vrijednosti sadržaja proteina, hektolitarske mase i mase 1000 zrna kod tri razine gnojidbe N_{80} , N_{140} i N_{200} prikazane su na Grafikonu (1., 2. i 3.). Najniže vrijednosti sadržaja proteina kroz sve tri godine utvrđene su kod najniže razine gnojidbe N_{80} . Povećanjem razine gnojidbe kontinuirano se povećavao i sadržaj proteina

(Grafikon 1.). Shi i sur. (2010.) su na temelju osmogodišnjeg istraživanja utjecaja tri razine gnojidbe (0, 130 i 300 kg N/ha) na sadržaj proteina u zrnu također uočili da se kod nižih razina gnojidbe postiže i manji sadržaj proteina u zrnu (N_0 -9,22 %; N_{130} -13,63 %; N_{300} -15,11 %). Šarčević i sur. (2014.) proveli su istraživanje na 19 genotipova ozime pšenice pri dvije razine gnojidbe (80 i 180 kgN/ha) i utvrdili su da je sadržaj proteina u zrnu kod N_{80} imao vrijednost od 10,5 % što je manje u odnosu na vrijednost sadržaja proteina u zrnu u iznosu od 12,1 % kod N_{180} . Hektolitarska masa je u našem istraživanju imala nižu prosječnu vrijednost kod gnojidbe s 80 kg N/ha u odnosu na gnojidbu uz dodatak 140 kg N/ha i 200kg N/ha, što je u skladu s rezultatima Varga i sur. (2007.). Tijekom trogodišnjeg ispitivanja veće vrijednosti mase 1000 zrna utvrđene su kod najniže razine gnojidbe N_{80} , osim 2018. godine gdje su veće vrijednosti utvrđene kod više razine gnojidbe N_{200} (Grafikon 3.). Guarda i sur. (2004.) su pokazali da se u pokusu bez primjene dušika postigla veća vrijednost mase 1000 zrna u odnosu na gnojidbu sa 160 kg N/ha (N_0 42 g; N_{160} 39 g). Također, Varga i sur. (2005.) na temelju istraživanja šest sorti ozime pšenice izvještavaju o većoj vrijednosti mase 1000 zrna kod niže razine gnojidbe (41,7 g) u odnosu na višu razinu dušika gdje su zabilježili masu 1000 zrna u iznosu od 37,9 g. Giambalvo i sur. (2010.) proveli su dvogodišnje istraživanje uz primjenu dvije razine gnojidbe (0 i 80 kgN/ha), te su utvrdili da kod gnojidbe N_0 masa 1000 zrna imala je veću vrijednost (47,6 g) dok je kod gnojidbe N_{80} zabilježena masa 1000 zrna u iznosu od 46,4 g. Suprotno njihovim rezultatima Shi i sur. (2010.) utvrdili su signifikantno manju vrijednost mase 1000 zrna kod N_0 (36,4 g) u odnosu na primjenu 300 kg N/ha gdje je zabilježena masa 1000 zrna od 39,4 g.

ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja o utjecaju godine, sorte i tretmana dušičnim gnojivom na kvalitetu zrna ozime pšenice možemo zaključiti da je najveći utjecaj na sadržaj proteina imala godina, zatim tretman dušičnim gnojivom, a najmanji sorta. Za hektolitarsku masu i masu 1000 zrna je utvrđen signifikantan utjecaj godine i sorte, dok tretman dušičnim gnojivom nije signifikantno utjecao na ova svojstva. Budući da u našem istraživanju interakcija sorta \times razina dušika nije bila signifikantna niti za jedno testirano svojstvo, možemo zaključiti da su sve testirane sorte jednako reagirale na tretman dušičnim gnojivom. Povećanjem količine dušičnog gnojiva došlo je do povećanja sadržaja proteina što upućuje na važnost pravilne gnojidbe dušičnim gnojivom za postizanje dobre kvalitete zrna pšenice. Najveći utjecaj godine na sva testirana svojstva kao i značajna interakcija godina \times sorta ukazuju na važnost višegodišnjih testiranja svojstava kvalitete.

EFFECT OF YEAR, VARIETY AND TREATMENT WITH NITROGEN FERTILIZER ON GRAIN QUALITY OF WINTER WHEAT

SUMMARY

Wheat is the second most important crop in the Republic of Croatia. With the introduction of the Code of the purchase of grains and oilseeds, in addition to grain yield, increasing importance is attached to the parameters of wheat grain quality, primarily protein content and test weight, which directly affect the wheat price at purchase. The genetic potential of the variety as well as the environmental conditions directly affect the stated parameters. Three-year research conducted at the location of Staro Topolje on 12 winter wheat varieties grown under three different levels of nitrogen fertilization, evaluated the effect of year, variety and treatment with nitrogen fertilization on protein content, hectolitre mass and thousand seed weight. For protein content significant effects of the year, variety and treatment with nitrogen fertilizer were determined. The year had the greatest effect on this trait, then treatment with nitrogen fertilizer, and the variety had the smallest effect. Significant effects of year and variety were also found for hectolitre mass, while treatment with nitrogen fertilizer did not significantly affect this trait, with the effect of year being considerably higher as compared to the effect of variety. It was also observed that all tested varieties responded equally to nitrogen fertilizer treatment. The average protein content at the lowest amount of applied nitrogen fertilizer was 11.08%, at the medium 11.95%, and at the highest 12.89%.

Key words: wheat, variety, protein content, hectolitre mass

LITERATURA

1. Denčić, S., Mladenov, N., Kobiljski, B. (2011.): Effect of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*, 5(1): 71-81.
2. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske 2020. Statistički ljetopis 2020. <<http://www.dzs.hr>>
3. DSAASTAT version 1.101 macro (DSAA, Perugia, Italy), 2007.
4. Giambalvo, D., Ruisi, P., Di Miceli, G., Frenda, A. S., Amato, G., 2010. Nitrogen use efficiency and nitrogen fertilizer recovery of durum wheat genotypes as affected by interspecific competition. *Agronomy Journal*, 102 (2): 707–715.
5. Groos, C., Robert, N., Bervas, E., Charmet, G. (2003.) : Genetic analysis of grain protein-content, grain yield and thousand-kernel weight in bread wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 106 (6): 1032-1040.

6. Guarda, G., Padovan, S., Delogu, G. (2004.): Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy*, 21: 181-192.
7. Ivić, M., Grljušić, S., Plavštin, I., Dvojković, K., Lovrić, A., Rajković, B., Maričević, M., Černe, M., Popović, B., Lončarić, Z., Bentley, A. R., Swarbreck, S. M., Šarčević, H., Novoselović, D. (2021.): Variation for nitrogen use efficiency traits in wheat under contrasting nitrogen treatments in South-Eastern Europe. *Frontiers in plant science*, 12: (1664-462X); 2545.
8. Ortiz-Monasterio, J. I., Sayre, K. D., Rajaram, S., McMahon, M., (1997a.): Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. *Crop Science*, 37: 898-904.
9. Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare-Feizabadi, A., Koocheki, A., Nassiri-Mahallati, M. (2010.): Nitrogen use efficiency of wheat as affected by preceding crop, application rate of nitrogen and crop residues. *Australian Journal of Crop Science*, 4 (5): 363-368.
10. Shi, R., Zhang, Y., Chen, X., Sun, Q., Zhang, F., Römheld, V., Zou, C. (2010.): Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 51: 165-170.
11. Sylvester-Bradley, R., Kindred, D. R. (2009.): Analysing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, 60 (7): 1939-1951.
12. Šarčević, H., Jukić, K., Ikić, I., Lovrić, A. (2014.): Estimation of quantitative genetic parameters for grain yield and quality in winter wheat under high and low nitrogen fertilization. *Euphytica*, 199 (1-2): 57-67.
13. Varga, B., Svečnjak, Z., Jurković, Z., Pospišil, M. (2007.): Quality responses of winter wheat cultivars to nitrogen and fungicide applications in Croatia. *Acta Agronomica Hungarica*, 55 (1): 37-48.
14. Varga, B., Svečnjak, Z., Maćešić, D., Uher, D. (2005.): Winter wheat cultivar responses to fungicide application are affected by nitrogen fertilization rate. *Journal of agronomy and Crop Science*, 191: 130-137.
15. Young-Lu, T., Yuan-Qi, W., Hua-Zhong, Z., Chao-Su, L., Sheng-Rong, L., Chuan-Gang, Z., Ji-Chao, Y., Xiu-Fang, Y. (2010.): Quality performance and satbility of main wheat cultivars in Sichuan province. *Acta Agronomica Sinica*, 36 (11): 1910-1920.

Adresa autora - Author's address:

Dr. sc. Marko Maričević,
e-mail: marko.maricevic@bc-institut.hr

Dr. sc. Ivica Ikić

Dr. sc. Katarina Jukić

Matija Sever, mag. ing. agr.

Domagoj Stepinac, mag. ing. agr.

Dr. sc. Ana Lovrić

Primljeno – Received:

01.04.2022.

Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d.

Rugvica, Dugoselska 7,

10370 Dugo Selo