

UTJECAJ VARIJANTE PRIHRANE NA PRINOS, SADRŽAJ BJELANČEVINA I HEKTOLITARSKU MASU OZIME PŠENICE

INFLUENCE OF DIFFERENT TOP DRESSING ON GRAIN YIELD, PROTEIN CONTENT AND HECTOLITER WEIGHT IN WINTER WHEAT

H. Hefer, G. Jukić, K. Šunjić, I. Varnica, Branka Ruskaj-Hrsan

SAŽETAK

Tijekom 2022. godine provedena su poljska istraživanja s ciljem utvrđivanja utjecaja varijante prihrane dušika na prinos zrna (kg/ha), sadržaj bjelančevina (%) i hektolitarsku masu (kg/hl) u ozimoj pšenici. Pokus je proveden na sorti Kraljica, najzastupljenijoj sorti ozime pšenice u Republici Hrvatskoj. Uz identičnu osnovnu gnojidbu na svim varijantama, istraživanje je provedeno na pet varijanti prihrane dušikom (mineralno gnojivo sa 27 % N). U pokusu primijenjene su sljedeće razine opskrbljenosti dušikom (0, 50, 75, 150 i 200 kg N/ha). Istraživanje je provedeno na poljoprivrednim površinama HAPIH-a - Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo, na lokaciji Osijek (N 45°31', E 18°40') u četiri ponavljanja po blok metodi sa slučajnim rasporedom uz primjenu standardne agrotehnike za ozimu pšenicu. Rezultati pokazuju statistički značajne razlike ($P < 0,01$) između varijanti prihrane. Najveći prosječni prinos, sadržaj bjelančevina kao i hektolitarsku masu ostvarila je varijanta prihrane s 200 kg N/ha.

Ključne riječi: ozima pšenica, prihrana, prinos, sadržaj bjelančevina, hektolitarska masa

ABSTRACT

In 2022, a field experiment was conducted to evaluate the impact of different supplementary fertilization rates on grain yield (kg/ha), protein content (%) and hectolitre weight (kg/hl) in winter wheat. In investigation, as the most common seeded variety of winter wheat in Croatia, the variety Kraljica was used. In addition to the basic fertilization, which was the same for all variants, the research included five additional variants of supplementary nitrogen fertilization applied (mineral fertilizer with 27 % of N). The following variants

of nitrogen top dressing were used: 50, 75, 150 and 200 kg/ha. The experiment was set up at the Croatian Agency for Agriculture and Food, Centre for Seed and Seedlings (N 45°31, E 18°40') in four repetitions according to the randomized complete block design (RCBD) with the application of standard production practices for winter wheat. The test results for yield (kg/ha), protein content (%) and hectolitre mass (kg/hl) showed that there were statistically differences between variants ($P < 0.01$). The highest average yield (kg/ha), protein content (%) and hectolitre weight (kg/hl) was achieved by the 200 kg/ha variant.

Key words: winter wheat, top dressing, yield, protein content, hectolitre weight

UVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) druga je kultura po zastupljenosti u udjelu sjetvenih površina a ozima varijanta ove krušarice najzastupljenija je prava žitarica u Republici Hrvatskoj. Ozima pšenica u Hrvatskoj se sije svake godine u rasponu na 105.000 do 170.000 ha (DZS, 2022.) i ujedno predstavlja jednu od rijetkih domaćih proizvodnji koja zadovoljava nacionalne potrebe. Prosječni prinos na oranicama u Hrvatskoj u razdoblju 2021. i 2022. godine iznosio je 6,35 t/ha (DZS, 2022.). Razlike u broju zasijanih hektara i količine ostvarenih prinosa pšenicom povezane su oscilacijama u otkupnoj cijeni merkantilnih roba. U proizvodnji naglasak je na ostvarenju visokog prinosa zrna uz optimalna ulaganja. Od uvođenja kodeksa u otkupu ozime pšenice (Pravilnik o parametrima kvalitete i kvalitativnim klasama, Ministarstvo poljoprivrede, 2014.) značajni kriteriji u formiranju cijene postali su parametri kvalitete, poput hektolitarske mase i sadržaja proteina. Horvat i sur. (2006.) i Jukić i sur. (2017.) utvrdili su da parametri kvalitete ovise o genotipu, lokaciji, godini i njihovim međusobnim interakcijama. Na prinos pšenice veliki utjecaj imaju i klimatske prilike tijekom vegetacije (Bertić i sur., 2007.).

Dušik se smatra najprinosotvornijim biljnim hranjivom i biljke ga sakupljaju tijekom cijele vegetacije (Zebec i sur., 2009.). Pravilna i odgovarajuća gnojidba dušikom je biljci ključ za smanjenje nepotrebnih troškova poljoprivrednim proizvođačima (Quemada i sur., 2014.). Nedostatak dušičnog gnojiva negativno utječe na prinos i kvalitetu (Liu i Shi, 2013.), dok neiskorišteni sadržaj dušika u uvjetima prekomjerne gnojidbe rezultira povećanim ispiranjem nitrata i onečišćenjem okoliša (Huang i sur., 2018.).

Jedan od glavnih ciljeva oplemenjivača bilja je stvoriti kultivare, koji će efikasnije usvajati dušik i efikasnije ga iskorištavati te tako smanjiti rizik od zagađenja i povećati dohodak proizvođačima (Rubelj, 2010.). U različitim agroklimatskim područjima Zhao i sur. (2015.) utvrdili su pozitivnu korelaciju u povećanju prinosa zrna ozime pšenice i prihrane dušičnim gnojivom. Osim osnovne gnojidbe, prihrana je nužna agrotehnička mjera kojom se može znatno povećati prirod (Gagro, 1997.). Lončarić i sur. (2015.) navode kako osnovni cilj prihrane nije samo dodavanje hranjiva već stimulacija fiksiranja atmosferskog dušika, povećanje raspoloživosti hranjiva i poboljšanje biološke aktivnosti. U klimatskim uvjetima podneblja istočne Hrvatske, prihrana se najčešće obavlja u dva termina, početkom vlatanja, kada se formiraju začeci klasića i početkom ili tijekom klasanja. Ovo istraživanje s pet razina prihrane dušikom imalo je za cilj poduprijeti opravdanost višestruke prihrane dušičnim gnojivom u svrhu povećanja prinosa zrna i pokazatelja kvalitete.

MATERIJAL I METODE RADA

U poljskom pokusu prihrane ozime pšenice (2022.) na proizvodnim površinama HAPIH-a, Centra za sjemenarstvo i rasadničarstvo u Osijeku, sijana je najzastupljenija sorta pšenice, Kraljica (HAPIH, 2022.a). Prije postavljanja pokusa, analizirani su uzorci tla s ciljem utvrđivanja kemijskih svojstava. Kemijska analiza potvrdila je srednje plodno tlo sa sadržajem 1,65 % humusa ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,55$), P (20,81 mg AL- P_2O_5 100 g^{-1}) i K (20,81 mg Al- K_2O 100 g^{-1}). Pokus je postavljen na tipu tla eutrično smeđe, lako ilovaste teksture, dobre dreniranosti, srednjeg vodnog kapaciteta i povoljnog vodozračnog režima (Husnjak, 2014.). Predkultura je bila ozima uljana repica. Osnovna obrada tla sastojala se od oranja na dubinu od 25 cm, a predstetvena priprema obavljena je klinastom drljačom. Pšenica je posijana u optimalnom roku, na dubinu 3,5 cm i međuredni razmak 12,5 cm. Svaka pokusna parcela iznosila je 10 m^2 (8 m x 1,25 m). U osnovnoj gnojidbi u tlo je dodano 100 kg/ha dušičnog gnojiva UREA (46 % N) i 400 kg mineralnog gnojiva NPK 7:20:30 (7 % N). Postavljeno je pet razina dodatne gnojidbe (Tablica 1) s mineralnim dušičnim gnojivom KAN (27 % N) u četiri ponavljanja po slučajnom blok rasporedu.

H. Hefer i sur.: Utjecaj varijante prihrane na prinos, sadržaj bjelančevina i hektolitarsku masu ozime pšenice

Tablica 1. Varijante prihrane i ukupna količina dodanog dušika

Table 1 Supplementary fertilization rates and total amount of applied nitrogen

Fenofaza razvoja	Tretmani	Osnovna gnojidba N kg/ha		Prihrana N kg/ha	Ukupno N kg/ha
		100 kg (46 %)	400 kg (7 %)		
	Varijanta 1	46	28	0	74
BBCH 19-20	Varijanta 2	46	28	50	124
BBCH 28-31	Varijanta 3	46	28	75	149
BBCH 41-43	Varijanta 4	46	28	150	224
BBCH 68-70	Varijanta 5	46	28	200	274

Žetva je obavljena specijaliziranim kombajnom za pokuse Winterstaiger Quantum koji automatizirano izuzima uzorke sjemena za analizu. U trenutku žetve određeni su parametri prinosa (t/ha), vlage (%) i hektolitarske mase (kg/hL). Prinos zrna prilikom obrade podataka sveden je na standard od 14 % vlage prema protokolu za državne sorte pokuse. Sadržaj proteina (%) raden je u laboratoriju za ispitivanje kakvoće sjemena na NIR analizatoru. Rezultati su zatim obrađeni pomoću statističkog programa – XLSTST; analizom varijance uz korištenje F testa. Značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih čimbenika i tretmana ocijenjena je LSD-om. Laboratorijska analiza pšenice provedena je u laboratoriju za kakvoću sjemena Centra za sjemenarstvo i rasadničarstvo.

REZULTATI I RASPRAVA

U vegetaciji (2021./2022. godina) su praćeni i meteorološki podatci (količina oborina i srednje mjesečne temperature zraka) na mjernoj postaji HAPIH-a na lokaciji Usorska 19, Brijest, Osijek (Tablica 2).

Tablica 2. Podatci o temperaturama zraka (°C) i oborinama (mm)

Table 2. Temperature (°C) and rainfall (mm)

Mjesec	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
°C 21/22	9,8	6,1	2,8	1,5	5,3	5,6	10,4	18,3	22,8	9,18
°C 97/22	11,9	5,9	1,0	0,0	1,5	6,5	11,6	17,1	20,4	8,43
mm 21/22	63,00	66,00	60,4	8,2	23,0	6,8	44,6	48,0	60,8	380,8
mm 97/22	30,2	56,4	44,2	16,2	30,4	35,6	20,4	42,6	48,0	276,0

H. Hefer i sur.: Utjecaj varijante prihrane na prinos, sadržaj bjelančevina i hektolitarsku masu ozime pšenice

Prema dostupnim podacima (HAPIH, 2022. b) utvrđeno je pozitivno odstupanje od prosječne količine oborina (104,8 mm) na lokaciji pokusa u odnosu na višegodišnji prosjek od 25 godina (1997.-2022.), te pozitivno odstupanje srednje temperatura zraka za 0,8 °C. Porast srednje temperatura zraka za 0,8 °C u razdoblju od 50 godina bi prema Ortiz i sur. (2008.) negativno utjecalo na 51 % proizvodnog areala u Indiji, odnosno na 15 % ukupne svjetske proizvodnje pšenice. Istraživanjem na devet lokaliteta diljem Europe rezultiralo je smanjenjem prinosa zrna pšenice od 6 % za porast od 1 °C srednje dnevne temperature prema Bender i sur. (1999.) ili za 4-7 % prema Hatfield i sur. (2011.).

Prosječni prinos zrna pšenice u pokusu bio je 10,71 t/ha. Prosječni ostvareni prinosi (kg/ha), hektolitarska masa (kg/hL) i sadržaj proteina (%) za ispitivane varijante prikazani su u tablici 3.

Tablica 3. Prosječni prinos (kg/ha), hektolitarska masa (kg/hL) i sadržaj proteina (%)

Table 3 Average grain yield (kg/ha), hectolitre weight (kg/hL) and protein content (%)

	Prinos (kg/ha)	Hektolitarska masa (kg/hL)	Sadržaj proteina (%)
Varijanta 1	9,19	70,42	11,49
Varijanta 2	10,25	74,22	11,91
Varijanta 3	10,48	75,60	12,43
Varijanta 4	11,69	76,53	13,70
Varijanta 5	11,93	78,63	14,31

Najveći prosječni prinos zrna (11,93 kg/ha) ostvaren je u varijanti prihrane broj 5 a najmanji prinos zrna u varijanti 1 (9,19 kg/ha). Razlike u prinosima između varijanta 4 i 5 i varijanta 2 i 3 nisu bile statistički značajne (Tablica 4.). Prema dobivenim podacima proizlazi kako se povećanjem količine dodanog dušika povećava prinos. Slične rezultate u trogodišnjem istraživanju o utjecaja gnojidbe imali su Zhao i Si (2015.), značajne razlike između varijanti nisu utvrđene ali je najveći prinos zrna i biomase ostvaren u varijanti s najvišom gnojidbom. Prema rezultatima gnojidbenog pokusa autori Karalić i sur. (2015.) su konstatali da prinos zrna nije rastao proporcionalno povećanjem prihranjenog dušika. Dok su suprotno, u istraživanju Ducsay i Ložek (2004.) više količine dušika u prihrani rezultirale statistički značajnim porastom prinosa zrna u svim gnojenim varijantama.

Tablica 4. Rezultati analize varijance (sredine kvadrata)

Table 4 Results of analysis of variance (Mean Square)

Izvor varijabilnosti	Stupanj slobode	Prinos (kg/ha)	Hektolitarska masa (kg/hl)	Sadržaj proteina (%)
Ponavljjanje	3	0,419	10,816	0,133
Varijanta	4	5,051**	37,446**	5,767**
Pogreška	12	0,289	4,769	0,220
LSD (p<0.05)		0,828	3,364	0,723
LSD (p<0.01)		1,161	4,716	1,103
CV (%)		5,022	2,908	3,676

Prosječna vrijednost hektolitarske mase analizirana u svim varijantama bila je 75,08 kg/hL. Najveća prosječna vrijednost od 78,63 kg/hL utvrđena je u varijanti 5, koja se i statistički razlikovala od varijante s najmanjom hektolitarskom masom. Razlike u hektolitarskoj masi između varijanti 2, 3 i 4 nisu bile statistički značajne. Drugačije rezultate dobili su Ducsay i Ložek (2004.) i zaključili da hektolitarska masa nije bila pod značajnijim utjecajem gnojidbe dušikom. Rezultati pokusa Shanahan i sur. (2007.) imali su trend rasta prinosa zrna pšenice s povećanjem dodanog dušika, no nisu rasli pokazatelji kvalitete pšenice (hektolitarska i apsolutna masa).

Prosječni sadržaj proteina u pokusu iznosio je 12,77 %. Povećanje količine dušičnih gnojiva odrazilo se rastom udjela proteina u zrnu u svakoj od varijanti te je najveću vrijednost ostvarila varijanta 5 s 14,31 %. Iako su postojale razlike između varijanti 5, 4, 3 i 2 one nisu statistički opravdane. Razlike između varijante 5 i varijante 1 su statistički značajne. Slične podatke dobili su Ottman i sur. (2000.) koji navode kako je gnojidba dušikom utjecala na kakvoću zrna pšenice, osobito sadržaj bjelančevina. Isti autori navode kako je primjena dušika prije cvatnje povećala prinos proteina, prinos zrna, apsolutnu masu i veličinu zrna. Webber i sur. (2008.) također su istraživali utjecaj gnojidbe pšenice različitim količinama mineralnog gnojiva na sadržaj proteina u zrnu. Utvrdili su da je prosječan sadržaj proteina u zrnu u korelaciji sa povećanjem količine gnojiva. Na temelju trogodišnjeg istraživanja na 13 sorata pšenice Monaghan i sur. (2001.) su zaključili da postoji negativna korelacija između prinosa zrna i sadržaja proteina u zrnu u drugoj i trećoj godini istraživanja, a u prvoj godini nije utvrđena značajna korelacija.

ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata istraživanja iz Osijeka o utjecaju varijante prihrane na prinos zrna (kg/ha), sadržaj bjelančevina (%) i hektolitarsku masu (kg/hL) može se zaključiti da su svi parametri bili najveći u varijanti s najvećom količinom dodanog dušika, odnosno primjenom prihrane 200 kg N/ha. Vegetacijska godina 2021./2022. bila je vrlo izazovna za uzgoj pšenice zbog otežane sjetve i pripreme tla pa i vremenskih prilika koje nisu bile optimalne. Nakon provedenog pokusa utjecaja gnojidbe dušikom na prinos i kvalitetu utvrđeno je da je dušična prihrana neophodna agrotehnoška mjera u proizvodnji ozime pšenice.

Potrebna su daljnja višegodišnja istraživanja kako bi se što bolje ispitala i utvrdila optimalna varijanta prihrane s kojom bi se postigli viši i stabilniji prinosi zrna (kg/ha), sadržaj bjelančevina (%) i hektolitarska masa (kg/hL) u proizvodnji ozime pšenice.

POPIS LITERATURE

1. Bender, J., U. Hertstein, and C. Black (1999.): Growth and yield responses of spring wheat to increasing carbon dioxide, ozone and physiological stresses: A statistical analysis of 'ESPACE-wheat' results. *European Journal of Agronomy*, 10: 185–195.
2. Bertić, B., Lončarić, Z., Vukadinović, V., Vukobratović, Z., Vukadinović, V. (2007.): Winter wheat yield responses to mineral fertilization. *Cereal Research Communications*, 35(2): 245-248.
3. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, DZS (2022.): URL: <https://podaci.dzs.hr/2022/hr/29384>, datum pristupa: 3.04.2023.
4. Ducsay, L., Ložek, O. (2004.): Effect of topdressing with nitrogen on the yield and quality of winter wheat grain, *Plant Soil Environ.*, 50: 309-314.
5. Gagro, M. (1997.): *Žitarice i zrnate mahunarke*. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 310.
6. HAPIH (2022. a.): Izvješće o stručnom nadzoru sjemenskih usjeva 2022. godine
7. HAPIH (2022. b.): Podatci hidrometeorološke stanice Centra za sjemenarstvo i rasadničarstvo
8. Hatfield J. L., Boote, K.J., Kimball B.A., Ziska L.H., Izaurralde R.C., Ort D. (2011.): Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy Journal*, 103: 351–370.

9. Horvat, D., Lončarić, Z., Vukadinović, V., Drezner, G., Bertić, B., Dvojković, K. (2006.): The influence of mineral fertilization on winter wheat yield and quality. *Cereal Research Communications*, 34 (1): 429-432.
10. Huang, P., Zhang, J., Zhu, A., Li, X., Ma, D., Xin, X., Zhang, C., Wu, S., Garland G., Pereira, E. I. P. (2018.): Nitrate accumulation and leaching potential reduced by coupled water and nitrogen management in the Huang-Huai-Hai Plain. *Science of the Total Environment*, 610, 1020-1028.
11. Husnjak, S. (2014.): *Sistematika tala Hrvatske*. Hrvatska sveučilišna naklada, 373 str.
12. Jukić, G., Dugalić, K., Šunjić, K. (2017.): Prinos zrna kukuruza pri različitim varijantama gnojidbe, *Agriculture in nature and environment protection*, 173-176.
13. Karalić, K., Ivezić, V., Popović, B., Rebekić, A., Engler, M., Lončarić, Z. (2015.): Učinkovitost gnojidbe ozime pšenice dušikom. Zbornik sažetaka 50. hrvatskog i 10. međunarodnog simpozija agronoma: 28-29.
14. Kodeks otkupa žitarica i uljarica. Ministarstvo poljoprivrede, 2014. www.mps.hr. (pristupljeno 31. 3. 2023.)
15. Liu, D., & Shi, Y. (2013.): Effects of different nitrogen fertilizer on quality and yield in winter wheat. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(5): 646-649.
16. Lončarić, Z., Karalić, K., Ivezić, V., Lončarić, R., Kovačević, V. (2015.): Prilagodba klimatskim promjenama optimizacijom gnojidbe ratarskih usjeva dušikom. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
17. Monaghan, J. M., Snape, J. W., Chojecki, A. J. S., Kettlewell, P. S. (2001.): The use of grain protein deviation for identifying wheat cultivars with high grain protein concentration and yield. *Euphytica*, 122: 309-317
18. Ortiz, R., Sayre, K. D., Govaerts, B., Gupta, R., Subbarao, G. V., Ban, T., & Reynolds, M. (2008.): Climate change: can wheat beat the heat? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126(1-2): 46-58.
19. Ottman, M., Doerger, Martin, E. (2000.): Durum Grain Quality as Affected by Nitrogen Fertilization near Anthesis and Irrigation During Grain Fill, *Agronomy Journal*, 92: 1035-1041.
20. Quemada, M., Gabriel, J. L., Zarco-Tejada, P. (2014.): Airborne hyperspectral images and ground-level optical sensors as assessment tools for maize nitrogen fertilization, *Remote Sensing*, Vol. 6. (4): 2940-2962.

21. Rubelj, K. (2010.): Genotipske razlike u prinosu i kvaliteti zrna pšenice pri visokoj i niskoj gnojidbi. Završni rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
22. Shanahan, J. F., Kitchen, N. R., Raun, W. R., Schepers, J. S. (2007.): Responsive inseason nitrogen management for cereals, *Computers and electronics in agriculture*, 61: 51–62.
23. Weber, E. A., Graeff, S., Koller, W.D., Hermann, W., Merkt, N., Claupein W. (2008.): Impact of nitrogen amount and timing on the potential of acrylamide formation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research*, 106: 44-52.
24. Zebec, V., Lončarić, Z., Zimmer, R., Jug, D., Kufner, M., Radaković, U. (2009.): Utjecaj gnojidbe dušikom i obrade tla na prinos pšenice. *Zbornik radova*, 44: 671-675.
25. Zhao, H. i Si, L. (2015.): Effects of topdressing with nitrogen fertilizer on wheat yield, and nitrogen uptake and utilization efficiency on the Loess Plateau, *Acta Agriculturae Scandinavica*, 681-687.

Adrese autora-Author's address:

Hrvoje Hefer mag.ing.
e-mail: hrvoje.hefer@hapih.hr
dr. sc. Goran Jukić
Krešimir Šunjić, mag.spec.
dr. sc. Ivan Varnica
Branka Ruskaj-Hrsan
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
Vinkovačka 63c, Osijek, Hrvatska

Primljeno – Received

25.05.2023.

