

PRINOS I KAKVOĆA ZRNA HELJDE PRI RAZLIČITIM NORMAMA SJETVE GLAVNOGA I POSTRNOG USJEVA

G. JUKIĆ¹, H. HEFER¹, I. VARNICA¹, U. BENEČ², A. OBAL², L. SINKOVIČ²

¹Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
Croatian Agency for Agriculture and Food,

²Kmetijski inštitut Slovenije
Agricultural Institute of Slovenia

SAŽETAK

U usporedbi s drugim žitaricama, heljda se u Hrvatskoj i Sloveniji uzgaja na relativno malim površinama. Međutim, zbog sve izraženijeg utjecaja klimatskih promjena i važnosti bioraznolikosti u poljoprivrednoj proizvodnji, raste potreba za uvođenjem alternativnih kultura u postojeće plodorede. Tijekom 2025. godine provedeno je poljsko istraživanje s ciljem procjene prinosa i kakvoće zrna heljde u različitim rokovima sjetve i gustoćama sklopa. Eksperiment je obuhvatio utjecaj sorte, lokacije, načina sjetve (glavni ili postrni usjev), gustoće sklopa te njihovih međusobnih interakcija na prinos, hektolitarsku masu, masu 1000 zrna, širinu zrna, duljinu zrna i omjer širine i duljine zrna. U pokusu su korištene dvije čuvane slovenske sorte obične heljde (*Fagopyrum esculentum* Moench.), Čebelica i Eva. Istraživanje je provedeno na dvije lokacije, Osijek (HAPIH – Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo) i Ljubljana (Kmetijski inštitut Slovenije), s dvije varijante sjetve i tri norme sjetve (250, 350 i 450 biljaka/m²) u tri ponavljanja, uz primjenu standardnih agrotehničkih mjera. Rezultati istraživanja o ostvarenim prinosisima svake sorte ovisno o lokaciji doprinijet će odabiru optimalnih metoda sjetve za maksimalno iskorištavanje genetskoga potencijala sorte najpogodnije za određenu lokaciju. Dobiveni rezultati pomoći će u rješavanju problema izbora sorata i metoda sjetve za postizanje najboljih mogućih prinosa i kakvoće zrna za svaku lokaciju.

Ključne riječi: obična heljda, sorta, norma sjetve, prinos zrna, lokacija

UVOD

Dvije vrste heljde koriste se diljem svijeta za prehranu, obična heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) i tatarska heljda (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) (Ahmed i sur., 2014.). Obična heljda je stara kultura koja potječe s brdskih područja srednje i sjeveroistočne Azije te se često koristi u hladnim regijama svijeta. Smatra se da je na područja Hrvatske i Slovenije stigla tijekom 14. stoljeća. Heljda pripada porodici

Polygonaceae, a zbog načina upotrebe i sličnosti u kemijskome sastavu svrstava se među žitarice. Povijesno gledano, heljda je bila cijenjena kultura zbog kratkoga vegetacijskog razdoblja, umjerenih zahtjeva za rast i visoke prilagodljivosti nepovoljnim uvjetima okoline (Zamaratskaia i sur., 2024.). Zrno heljde je slično kukuruзу i pšenici u pogledu hranjivih tvari i nutritivne vrijednosti (Dubey i sur., 2021.). Zahvaljujući svojim nutritivnim svojstvima, prilagodljivosti, dobrim prinosima i ljekovitome djelovanju, može se uključiti u uzgojne sustave različitih regija kao komercijalni izvor rutina i funkcionalna hrana (Sobhani i sur., 2021.). Oljušteno zrno sadrži 70 – 80 % ugljikohidrata, 10 – 15 % bjelančevina, 2 – 3 % masti, 1 – 2 % mineralnih tvari i 1 – 2 % sirovih vlakana. Od mineralnih tvari najzastupljeniji su kalij, fosfor i magnezij, dok od mikroelemenata prevladavaju cink, željezo, mangan, bakar, natrij i selen. Od vitamina sadrži gotovo čitavu skupinu B vitamina (B1, B2, B3, B5 i B6). Uz razne organske kiseline, heljda je bogata i bioflavonoidom rutinom (Turkalj., 2013.). Sjeme se prvenstveno koristi za ljudsku prehranu, dok su ostatci nakon prerade kvalitetna stočna krma. Iako heljda ima brojne prednosti u odnosu na druge kulture, Zhou (2024.) navodi da nedostatak istraživanja i korištenje resursa germplazme ozbiljno ograničavaju njezino genetsko poboljšanje. Većina ljudske populacije prehrambene potrebe zadovoljava konzumirajući tri glavne žitarice, rižu, pšenicu i kukuruz, koje su često lišene dostupnih mikronutrijenata. Heljda zbog nezahtjevne proizvodnje predstavlja jeftin izvor bjelančevina, s većim udjelom bjelančevina od žitarica, što bi mogao biti pristup ublažavanju pothranjenosti povezane s bjelančevinama u zemljama u razvoju (Alam i sur., 2025. i Sofi i sur., 2022.).

Heljda ima jasan potencijal u ekološkoj proizvodnji i sektoru s niskim ulaganjima (Domingos i Bilborrow, 2021.). Heljda je nova stara kultura na našim prostorima, a njezin povratak diktiraju trendovi ekološke proizvodnje i nutricionističke potražnje na tržištu (Rotim, 2012.). Zbog kratke vegetacije (2,5 – 3 mjeseca), heljda je pogodna za sjetvu kao glavni ili postrni usjev, a zbog mogućnosti uzgoja bez upotrebe ili s malom upotrebom mineralnih gnojiva, sredstava za zaštitu bilja te zbog otpornosti na klimu vrlo je pogodna za ekološku proizvodnju. Osim toga, privlači korisne insekte poput oprašivača i prirodnih predatora za suzbijanje štetočina.

Svjetska proizvodnja heljde iznosi oko 2,2 milijuna tona, pri čemu Rusija prednjači s 1,15 milijuna tona, a slijedi ju Kina s 0,5 milijuna tona (FAOSTAT, 2025.). Sinković i sur. (2021.) navode kako u posljednje vrijeme postoji sve veća potražnja za heljdima i proizvodima od nje, ali da se u Sloveniji ne proizvodi dovoljno, i gotovo polovica se još uvijek uvozi. Prosječno poljoprivredno gospodarstvo u Sloveniji i Hrvatskoj obrađuje oko 7,0 ha (KIS, 2025.). U Hrvatskoj se heljda tradicionalno uzgaja na području Varaždinske i Međimurske županije, dok je u Sloveniji najzastupljenija u središnjem i sjeveroistočnom dijelu zemlje. Zbog skromnih zahtjeva i kratke vegetacije, heljda predstavlja važnu dopunu plodoređu te ima značajnu ulogu u očuvanju okoliša. Može se sijati i na većim nadmorskim visinama, a ponekad se koristi i za zelenu gnojidbu, jer brzo prekriva tlo, sprječava rast korova i poboljšava strukturu tla. U Hrvatskoj se heljda uzgaja na oko 600 ha, dok je u Sloveniji u 2024. godini zauzimala

površinu od 4.221 ha (KIS, 2025.). Vrijednost poljoprivredno-prehrambene trgovine između Slovenije i Hrvatske u 2024. godini je iznosila 20,0 milijuna eura za izvoz i 15,9 milijuna eura za uvoz (KIS, 2025.).

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrdi kako kombinacija roka sjetve, gustoće sklopa i lokacije utječe na sklop biljaka, razvoj usjeva i konačan prinos dviju sorata heljde u različitim agroekološkim uvjetima Hrvatske i Slovenije.

MATERIJAL I METODE

U poljskim pokusima 2025. godine korištene su dvije slovenske čuvane sorte heljde, Eva i Čebelica. Pokus je postavljen na pokusnim poljima Centra za sjemenarstvo i rasadničarstvo (HAPIH) u Osijeku te na Kmetijskom inštitutu Slovenije (KIS) u Ljubljani. Kao pretkultura uzgajan je ozimi ječam. Sjetva pokusa obavljena je specijaliziranim mehaničkom žitom sijačicom za pokuse *Wintersteiger tool carrier*, s međurednim razmakom od 12,5 cm. Pokus je posijan na svim lokacijama kao glavni usjev 10. svibnja 2025. te kao postrni usjev 21. lipnja 2025. Dubina sjetve iznosila je 3,0 – 3,5 cm, a veličina svake parcele iznosila 10 m² (8 × 1,25 m). Postavljene su tri varijante norma sjetve, 250, 350 i 450 klijavih sjemenaka na m² u tri ponavljanja, prema *split-plot* shemi. Zaštita protiv korova provedena je mehanički kopanjem. Žetva je obavljena sa svake parcelice, ručno s pomoću škara, i to za glavni usjev 26. srpnja 2025., a za postrni usjev 30. rujna 2025. Biljke su u snopovima nošene u skladište na vršidbu, pročišćavanje i sušenje (s 14 % vlage), a uzorci su vagani na lokacijama te analizirani u laboratoriju na KIS-u (hektolitarska masa (kg/hl), apsolutna masa (g), širina (mm), duljina (mm) i omjer širina/duljina zrna).

Dobiveni rezultati obrađeni su tročimbeničnom analizom varijance statističkim programom (*XLSTST*) analizom varijance i LSD testom.

U vegetacijskoj sezoni ispitivanja, prema meteorološkim podacima, godina je bila nepogodna za biljnu proizvodnju zbog značajne razlike u količini oborina i temperaturi zraka (Tablica 1.). Količina oborina bila je manja u odnosu na višegodišnji prosjek na svim lokacijama (Osijek: -154,7 mm; Ljubljana: -35,2 mm). Nedovoljna količina vode stavlja biljku pod stres i smanjuje sadržaj bjelančevina, minerala i ulja u zrnu heljde (Ciftić i sur., 2025.). Temperatura je bila viša u odnosu na višegodišnji prosjek (Osijek: +1,34 °C; Ljubljana +1,4 °C). Suma topline potrebne za vegetaciju heljde iznosi oko 1000 do 1200 °C, što ju svrstava u kulture koje zahtijevaju vrlo malo topline, odnosno to znači da heljda nema većih potreba za toplinom. (Rotim, 2012.). Navedeni podatci pokazuju da je tijekom vegetacije 2025. godine zabilježen manjak oborina, kao i njihov nepovoljan raspored, uz povišene temperature zraka u odnosu na višegodišnji prosjek osobito na lokaciji Osijek, što je negativno utjecalo prvenstveno na prinos sjemena.

G. Jukić i sur.: Prinos i kakvoća zrna heljde
pri različitim normama sjetve glavnoga i postrnog usjeva

Tablica 1. Ukupna količina oborina i prosječne temperature zraka tijekom vegetacije 2025. godine

Table 1 Total rainfall and mean air temperature in 2025 growing season

Mjesec <i>Month</i>	Osijek				Ljubljana			
	Prosjek / <i>Mean</i>		2025.		Prosjek / <i>Mean</i>		2025.	
	Oborine <i>Rainfall</i> (mm)	T (°C)	Oborine <i>Rainfall</i> (mm)	T (°C)	Oborine <i>Rainfall</i> (mm)	T (°C)	Oborine <i>Rainfall</i> (mm)	T (°C)
V	56,2	17,1	91,2	15,2	107,0	14,3	90,5	14,1
VI	84,8	20,4	1,0	23,4	129,0	18,3	20,2	22,2
VII	68,5	21,9	45,2	23,3	122,0	19,7	186,4	20,4
VIII	74,9	21,5	56,4	22,5	129,0	19,2	86,4	19,6
IX	73,3	16,4	9,2	19,5	152,0	14,1	220,3	16,3
Zbroj <i>Sum</i>	357,7	19,46	203,0	20,8	639,0	17,1	603,8	18,5

T, temperatura / *temperature*

REZULTATI I RASPRAVA

Prosječan ostvareni prinosi (kg/ha), hektolitarska masa (kg/hl), apsolutna masa (g), širina (mm), duljina (mm) i omjer širine i duljine zrna (mm) za glavni i postrni usjev sorata heljde Čebelica i Eva pri različitim normama sjetve (250, 350 i 450 kljavih sjemenaka na m²) na lokacijama ispitivanja (Osijek i Ljubljana) tijekom 2025. godine prikazani su u Tablici 2., dok su rezultati analize varijance prikazani u Tablici 3.

G. Jukić i sur.: Prinos i kakvoća zrna heljde
pri različitim normama sjetve glavnoga i postrnog usjeva

Tablica 2. Prosječne vrijednosti za ispitivana svojstva prema lokacijama, tipu usjeva, sortama i sklopovima za 2025. godinu

Table 2 Mean values for the tested traits by location, crop type, varieties, and combinations for 2025

Lokacija <i>Location</i>	Tip usjeva <i>Crop type</i>	Sorta <i>Variety</i>	Sklop (m ²) <i>Density</i>	Prinos (kg/ha) <i>Yield</i>	HL	A.M.	Š	D	D/Š
Osijek	Glavni <i>Main</i>	Čebelica	250	323,68	49,93	20,83	4,00	6,24	1,56
			350	285,41	49,16	20,67	4,01	6,29	1,57
			450	357,45	48,06	20,34	4,02	6,31	1,56
		Eva	250	407,93	49,53	20,85	4,09	6,17	1,50
			350	351,80	52,20	21,29	4,15	6,17	1,48
			450	348,86	47,33	20,46	4,15	6,20	1,49
	Postrni <i>Second</i>	Čebelica	250	176,72	59,33	23,67	3,99	6,24	1,56
			350	658,00	56,83	23,39	3,99	6,25	1,56
			450	796,87	58,36	23,70	4,00	6,28	1,57
		Eva	250	342,90	59,90	25,58	4,12	6,07	1,47
			350	554,06	57,90	25,57	4,13	6,07	1,47
			450	424,32	57,96	25,42	4,12	6,10	1,47
Ljubljana	Glavni <i>Main</i>	Čebelica	250	1.114,74	63,00	21,74	4,01	5,88	1,46
			350	1.412,03	64,46	22,01	3,98	5,89	1,47
			450	1.402,07	63,20	21,59	3,98	5,86	1,47
		Eva	250	1.678,74	65,53	23,48	4,10	5,69	1,38
			350	1.601,37	64,86	23,36	4,14	5,74	1,38
			450	1.482,32	65,40	23,57	4,10	5,71	1,39
	Postrni <i>Second</i>	Čebelica	250	461,15	54,33	19,25	3,90	5,87	1,50
			350	538,98	54,26	19,61	3,91	5,87	1,50
			450	669,07	54,93	18,94	3,95	5,87	1,48
		Eva	250	466,82	56,73	20,03	3,98	5,69	1,42
			350	530,24	57,73	20,47	4,02	5,70	1,41
			450	590,64	59,00	21,54	4,01	5,68	1,41

HL, hektolitarska masa (kg/hl) / *test weight (kg/hl)*; AM., apsolutna masa (g) / *absolute mass (g)*; Š, širina zrna (mm) / *grain width (mm)*; D, duljina zrna / *grain length (mm)*; D/Š, omjer duljine/širine / *length/width ratio (mm)*.

Lokacija je pokazala značajne razlike ($P = 0,01$) za sva istraživana svojstva. Za tip usjeva utvrđena je statistički značajna razlika ($P = 0,01$) za prinos, apsolutnu masu, širinu i duljinu zrna te razlika na razini značajnosti ($P = 0,05$) za omjer širine i duljine zrna. Za hektolitarsku masu nije utvrđena opravdana razlika (n. s.). Interakcija tip usjeva \times lokacija pokazala je statistički značajne razlike ($P = 0,01$) za sva svojstva osim duljine zrna, gdje nije bilo statistički značajne razlike. Za sortu su utvrđene statistički

G. Jukić i sur.: Prinos i kakvoća zrna heljde
pri različitim normama sjetve glavnoga i postrnog usjeva

značajne razlike ($P = 0,01$) za sva svojstva osim za prinos sjemena. Kod interakcije sorta \times lokacija utvrđena je značajna razlika ($P = 0,05$) za hektolitarsku masu, dok za ostala svojstva razlike nisu bile značajne. Kod interakcije sorta \times tip usjeva utvrđena je značajna razlika ($P = 0,05$) za prinos sjemena, dok za ostala svojstva nije utvrđena statistički značajna razlika. Za interakciju sorta \times tip usjeva \times lokacija utvrđena je statistički značajna razlika ($P = 0,05$) za svojstva apsolutna masa i omjer širine i duljine zrna, dok za ostala svojstva nije utvrđena statistički značajna razlika. Kod interakcije sklop \times lokacija te sklop \times tip usjeva utvrđena je statistički značajna razlika ($P = 0,05$) za hektolitarsku masu, dok za ostala svojstva nije utvrđena statistički značajna razlika. Kod sklopa interakcija sklop \times sorta, sklop \times lokacija \times tip usjeva, sklop \times lokacija \times sorta, sklop \times tip usjeva \times sorta i sklop \times lokacija \times tip usjeva \times sorta nije utvrđena statistički značajna razlika (n. s.) ni za jedno od istraživanih svojstva.

Tablica 3. Rezultati analize varijance

Table 3 Results of analysis of variance

Rezultati <i>Effect</i>	Prinos <i>Yield</i>	HL	A.M.	Š	D	D/Š
L	**	**	**	**	**	**
TU	**	n.s.	**	**	**	*
TU \times L	**	**	**	**	n.s.	**
S	n.s.	**	**	**	**	**
S \times L	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S \times TU	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S \times TU \times L	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*
SK	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SK \times L	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SK \times TU	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SK \times S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SK \times L \times TU	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SK \times L \times S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SK \times TU \times S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SK \times L \times TU \times S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

HL, hektolitarska masa (kg/hl) / *test weight (kg/hl)*; A.M., apsolutna masa (g) / *absolute mass (g)*; Š, širina zrna (mm) / *grain width (mm)*; D, duljina zrna / *grain length (mm)*; D/Š, omjer duljine/širine / *length/width ratio (mm)*; L, lokacija / *location*; TU, tip usjeva / *crop type*; S, sorta / *variety*; SK, sklop / *density*. Značajno kod $P = 0,01$ (**), značajno kod $P = 0,05$ (*), nije statistički značajno (n. s.).

Na temelju rezultata analize varijance za prinos sjemena utvrđena je statistički značajna razlika ($P = 0,01$) za lokaciju, tip usjeva i interakciju tip usjeva \times lokacija te statistički značajna razlika ($P = 0,05$) za interakciju sorta \times tip usjeva. Prosječni prinos u pokusu iznosio je 707,34 kg/ha, a obje su sorte ostvarile prosječno veći prinos

na lokaciji Ljubljana. Najveći prosječni prinos sjemena (758 kg/ha) ostvarila je varijanta s 450 klijavih sjemenaka/m², dok je najmanji prinos (621,58 kg/ha) zabilježen kod varijante s 250 klijavih sjemenaka/m². Prosječno veći prinos sjemena, odnosno 995,68 kg/ha, ostvaren je na lokaciji Ljubljana (576,68 kg/ha više negoli na lokaciji Osijek), što je bilo i očekivati, jer sorta u pravilu daje najbolje rezultate na području na kojem je stvorena (Jukić, 2023). Na lokaciji Osijek prosječno veći prinos sjemena ostvarila je postrna sjetva (492,15 kg/ha), što je 146,9 kg/ha više nego na lokaciji Ljubljana. S druge strane, na lokaciji Ljubljana prosječno veći prinos ostvaren je kod glavnoga usjeva (1.448,55 kg/ha), što je 905,74 g/ha više nego na lokaciji Osijek. Veći prosječan prinos na svim lokacijama i u svim varijantama ostvarila je sorta Eva (731,67 kg/ha), dok je Čebelica ostvarila prosječan prinos od 683,01 kg/ha. Proučavajući utjecaj norme sjetve pet varijanata na prinos i kakvoću sjemena, Jukić i sur. (2019.) zaključuju da je prosječno najveći prinos sjemena ostvarila varijanta najgušćega sklopa (160 kg/ha), a najmanji prinos varijanta rjeđega sklopa (142 kg/ha). Alam i sur. (2025.) ističu da vrijeme sjetve ima značajnu ulogu, jer ono izravno utječe na performanse usjeva. Zamaratskaia i sur. (2024.) navode da prinos zrna uvelike ovisi o genotipu i primijenjenoj tehnologiji uzgoja, kao i o klimi i kvaliteti tla. Isti autori naglašavaju da je norma sjetve važan faktor koji određuje prinos zrna. Proučavajući gustoću sjetve, Sinković i sur. (2021.) navode da se kao prihvatljiva pokazala gustoća sklopa od 250 biljaka/m². Pri većim gustoćama sjetve pojedinačne biljke postaju snažni konkurenti drugim biljkama. U istraživanju nicanja sorata Eva i Čebelica u poljskom pokusu s tri gustoće sklopa (250, 350 i 450 biljaka/m²), Sinković i sur. (2021.) zaključuju da su se poljski gubitci povećavali s povećanjem norme sjetve.

Prosječni sadržaj hektolitarske mase u pokusu iznosio je 57,08 kg/hl, a prosječno najveću vrijednost ostvarila je lokacija Ljubljana (60,28 kg/hl). Na lokaciji Osijek prosječno veću hektolitarsku masu (58,38 kg/hl) ostvarila je postrna sjetva, dok je na lokaciji Ljubljana prosječno veću vrijednost (64,41 kg/hl) ostvarila varijanta glavnoga usjeva. Na temelju rezultata analize varijance utvrđena je statistički značajna razlika ($P = 0,01$) za lokaciju, interakciju usjev \times lokacija i sortu te statistički značajna razlika ($P = 0,05$) za interakcije sorta \times lokacija, gustoća \times lokacija, gustoća \times usjev. Proučavajući utjecaj gustoće sklopa na hektolitarsku masu, Jukić i sur. (2019.) navode da je najmanju vrijednost imala varijanta najgušćega sklopa, koja je istovremeno ostvarila i najveći prinos sjemena. Babu i sur. (2016.) ističu da je tijekom višegodišnjega ispitivanja jedan genotip ostvario statistički značajne razlike u prinosu i hektolitarskoj masi.

Prosječna apsolutna masa u pokusu iznosila je 21,97 g, a najveću prosječnu vrijednost ostvarila je lokacija Osijek (22,65 g). Prema rezultatima analize varijance za apsolutnu masu utvrđena je statistički značajna razlika ($P = 0,01$) za lokaciju, usjev, sortu i interakciju usjev \times lokacija te statistički značajna razlika ($P = 0,05$) za interakciju sorta \times usjev \times lokacija. Sinković i sur. (2024.) u dvogodišnjem pokusu s 11 sorata heljde na sjeveroistoku Slovenije proučavali su masu tisuću zrna, prosječnu širinu i duljinu zrna te omjer duljine i širine. Masa tisuću zrna kretala se od 12,3 – 29,4 g,

duljina zrna od 4,1 – 6,8 mm, a širina zrna od 2,8 – 5,3 mm. Isti autori navode kako je u ispitivanim svojstvima zrna utvrđena značajna varijabilnost. Ghiselli i sur. (2017.) zaključuju da različita gustoća sklopa pokazuje negativnu i visoko značajnu korelaciju između apsolutne mase i hektolitarske mase. Prema rezultatima analize varijance, Xiang i sur. (2016.) te Jukić i sur. (2019.) navode da među varijantama gustoće sklopa nije utvrđena statistički opravdana razlika u apsolutnoj masi.

Prosječni širina zrna u pokusu iznosila je 4,03 mm, a prosječno najveću vrijednost širine zrna (4,06 mm) imala je lokacija Osijek. Prema rezultatima analize varijance za širinu zrna utvrđena je statistički značajna razlika ($P = 0,01$) za lokaciju, tip usjeva, sortu i interakciju tip usjeva \times lokacija. Proučavajući dvije sorte heljde, Unal i sur. (2017.) dobili su slične rezultate za širinu zrna, te navode da je prosječna širina zrna iznosila 2,20 – 4,90 mm za sortu Güneş i 2,73 – 4,22 mm za komercijalnu heljdu. Isti autori ističu da su se svojstva (duljina, širina, debljina te aritmetička i geometrijska sredina promjera) te oblici dvaju uzoraka heljde statistički razlikovali na razini značajnosti ($P < 0,05$). Rani i Kulkarni (2020.) proveli su istraživanje na dvije sorte heljde kako bi procijenili fizikalna i funkcionalna svojstva. Nakon provedenoga ispitivanja nisu utvrdili značajnu razliku u širini zrna heljde, a obje ispitivane sorte imale su istu prosječnu širinu od 2,89 mm.

Prosječna duljina zrna iznosila je 5,99 mm, a prosječno najveću vrijednost imala je lokacija Osijek (6,20 mm). Prema rezultatima analize varijance za duljinu zrna utvrđena je statistički značajna razlika ($P=0,01$) za lokaciju, tip usjeva i sortu. Slične podatke o duljini zrna dobili su Unal i sur. (2017.), proučavajući dvije sorte, te navode kako je većina zrna heljde (otprilike 57 % po broju kod obje sorte) bila srednje veličine ($3,60 < \text{duljina} < 6,52$ mm). Prosječni omjer duljine i širine zrna iznosio je 1,48, a prosječno najveću vrijednost imala je lokacija Osijek (1,52). Prema rezultatima analize varijance za omjer duljine i širine zrna utvrđena je statistički značajna razlika ($P=0,01$) za lokaciju, sortu i interakciju tip usjeva \times lokacija te statistički značajna razlika ($P=0,05$) za tip usjeva i interakciju sorta \times tip usjeva \times lokacija. Slične rezultate dobili su Sinković i sur. (2024.), proučavajući 11 sorata heljde, gdje je prosječni omjer duljine i širine zrna dosegao 1,44. Isti autori navode kako su pronađene jake korelacije između određenih varijabli.

ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih ispitivanja o utjecaju lokacije, sorte, vremena sjetve, gustoće sklopa na prinos (kg/ha) i kakvoću sjemena heljde u 2025. godini možemo zaključiti kako su vremenske prilike u godini istraživanja bile nepovoljne za uzgoj heljde (visoke temperature i smanjena količina oborina, uz neravnomjeran raspored). Prosječno najveći prinos sjemena (995,68 kg/ha) ostvaren je na lokaciji Ljubljana u Sloveniji. Na lokaciji Osijek prosječno veći prinos sjemena (492,15 kg/ha) ostvarila je postrna sjetva, dok je na lokaciji Ljubljana prosječno veći prinos (1.448,55 kg/ha) ostvarila varijanta glavnoga usjeva.

Prosječno najveću hektolitarsku masu (60,28 kg/hl) imala je lokacija Ljubljana. Na lokaciji Osijek veća vrijednost zabilježena je kod postrne sjetve (58,38 kg/hl), dok je na lokaciji Ljubljana najveća vrijednost ostvarena kod glavnoga usjeva (64,41 kg/hl). Najveće prosječne vrijednosti za apsolutnu masu, širinu zrna, duljinu zrna i omjer duljine i širine zrna ostvarene su na lokaciji Osijek.

Na temelju dobivenih podataka, poljoprivrednim proizvođačima može se preporučiti sjetva heljde kao glavnoga usjeva na lokaciji Ljubljana, dok se za postrnu proizvodnju preporučuje sjetva na lokaciji Osijek.

YIELD AND GRAIN QUALITY OF BUCKWHEAT UNDER DIFFERENT SOWING STANDARDS IN THE MAIN AND IN THE SECOND CROPS

ABSTRACT

In Croatia and Slovenia, buckwheat is, when compared to other cereals, cultivated on relatively small areas. However, due to an increasing impact of climate change and the importance of biodiversity in agricultural production, there is an increasing need to introduce alternative crops into existing cropping systems. In 2025, a field study was conducted to evaluate the yield and seed quality of buckwheat under varying sowing times and plant densities. The experiment assessed the effects of variety, location, sowing method (main or second crop), sowing density, and their interactions on yield, hectoliter weight, 1000-grain weight, grain width, grain length and grain width-to-length ratio. Two Slovenian protected common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) varieties, Čebelica and Eva, were included in the trial. The study was conducted at two locations, Osijek (HAPIH – Center for Seed Production and Nursery) and Ljubljana (Agricultural Institute of Slovenia), using two sowing times and three sowing densities (250, 350 and 450 plants/m²), with three replications and standard agronomic practices. The results of the research on the realized yields of each variety depending on the location will contribute to the selection of optimal sowing methods for maximum utilization of the genetic potential of the variety most suitable for a specific location. The results of the study will also help address the problem of the selection of varieties and sowing methods to ensure the best possible yields and seed quality for each location.

Keywords: common buckwheat, variety, sowing rate, grain yield, location

LITERATURA

1. Ahmed, A., Khalid N., Ahmad, A., Abbasi, N., Latif, M., Randhawa, M. (2014.): Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. *The Journal of Agricultural Science*, 152: 349-369.
2. Alam, M., Ghaffar, A., Tahir, M.H.N., Iqbal, S., Imran, M. (2025.): Performance of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in response to variable sowing time in low altitude conditions. *BMC Plant Biology*, 25(1): p.1066.
3. Babu, S., Raghavendra, S., Avasthe, R.K., Yadav, G.S., Chettri, T.K., Rajkhowa, D.J. (2016.): Productivity, profitability and energetics of buckwheat (*Fagopyrum* sp.) cultivars as influenced by varying levels of vermicompost in acidic soils of Sikkim Himalayas, India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(7): 844-848.
4. Ciftci, B., Akcura, S., Varol İ. S., Kardes Y., M., Tas, I., Kaplan, M. (2025.): Grain yield and nutritional properties of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) grown with varying nitrogen doses and irrigation levels, *BMC Plant Biology*, 25(943): 1-14.
5. Domingos, I.F.N., Bilsborrow, P.E. (2021.): The effect of variety and sowing date on the growth, development, yield and quality of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *European Journal of Agronomy*, 126: p.126264.
6. Dubey, S., Chaurasia Kshukla, A.K.,P., Kumari, A., Patil, P.D. (2021.): Evaluation of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.) genotype on the basis of quality parameters, *The Pharma Innovation Journal*, 10(10): 1114-1116.
7. FAOSTAT (2025.): Production Quantities of Buckwheat by country (online), Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualise
8. Ghiselli, L., Romagnoli, S., Tallarico, R., Concezzi, L., Benedettelli, S. (2017.): Comparison of 4 buckwheat cultivars and 2 planting densities in 2 mountain places of Umbria (Central Italy). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(3): p.238763.
9. Jukić, G. Dugalić, K., Varnica, I., Rukavina, I., Delić, I., Beraković I. (2019): Utjecaj norme sjetve heljde na prinos i kakvoću sjemena, *Agronomski glasnik*, 6: 389-398.
10. Jukić, G. (2023.): Hrvatsko sjemenarstvo, *Agronomski glasnik*, 85(3-4): 97-110.
11. KIS (2025.): Kmetijski inštitut Slovenije - Slovenian Agriculture in Numbers, 1-25.
12. Sinkovič, L., Rutar, R., Žitek, D., Benec, U. (2021): Laboratory test of germination and field emergence of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds at different sowing densities. *Novi izzivi v agronomiji, zbornik simpozija*: 146-153.

13. Rani, R.L., Kulkarni, U.N. (2020.): Physical and functional properties of buckwheat, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(4): 902-907.
14. Rotim Stela (2012.): Heljda za hranu i bio-energiju u funkciji zaštite prirode i okoliša, Poslijediplomski interdisciplinarni specijalistički studij zaštita prirode i okoliša, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku i Institut Ruđer Bošković, Zagreb, 1-132.
15. Sinkovič, L., Pipan, B., Kolmanič, A., Meglič, V. (2024.): Characteristics of the grains of different buckwheat varieties grown in field trials in two consecutive years. *ECOBREED Organic Breeding Conference*, Ljubljana, Slovenia, p. 54.
16. Sofi, S.A., Ahmed, N., Farooq, A., Rafiq, S., Zargar, S.M., Kamran, F., Dar, T.A., Mir, S.A., Dar, B.N. Khaneghah, A.M. (2022): Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. *Food Science & Nutrition*, 1: 2256–2276.
17. Sobhani, M.R., Farnia, A., Kenarsari, M.J. (2021.): Evaluation of active ingredient and grain yield of buckwheat affected by sowing date, planting pattern and nitrogen in summer cultivation. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research* 10(5): 270-284.
18. Turkalj, B. (2013.): Heljda (*Fagopyrum esculentum*) - zaboravljena biljka ili biljka budućnosti, završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
19. Unal, H., Izli, G., Izli, N., Asik, B.B. (2017.): Comparison of some physical and chemical characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grains. *CyTA - Journal of Food*, 15(2): 257-265.
20. Xiang, B., Zhao, G., Wan, Y., Tan, L., Song, C., Song, Y. (2016.): Effect of planting density on lodging-related morphology, lodging rate, and yield of tartar buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Agronomy and Crop Ecology*, 19(4): 479-488.
21. Zhou, M. (2024.): Research and utilization of buckwheat germplasm resources, *ECOBREED Organic Breeding Conference*, Ljubljana, Slovenia, p. 66.
22. Zamaratskaia, G., Gerhardt, K., Knicky, M., Wendin, K. (2024.): Buckwheat: an underutilized crop with attractive sensory qualities and health benefits. *Critical reviews in food science and nutrition*, 64(33): 12303-12318.

Adresa autora - Authors' address:

Dr. sc. Goran Jukić
e-mail: goran.jukic@hapih.hr
Hrvoje Hefer, mag. ing.
Dr. sc. Ivan Varnica
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo
Usorska 19, Brijest, 31000 Osijek

Mag. Uroš Benec
Mag. Andrej Obal
Dr. sc. Lovro Sinkovič
Kmetijski inštitut Slovenije
Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, Slovenija

Primljeno – Received:

21.11.2025.

Revidirano – Revised:

25.01.2026.

Prihvaćeno – Accepted:

01.02.2026.