AGRONOMSKI GLASNIK Vol. 87 No. 4/2025.
ISSN 0002-1954 (Tisak)
ISSN 1848-8900 (Online)

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper
https://doi.org/10.33128/ag.87.4.2

AGRONOMSKA I FIZIKALNA SVOJSTVA ZRNA SORATA ZOBI U JESENSKOM I PROLJETNOM ROKU SJETVE

AGRONOMIC AND PHYSICAL PROPERTIES OF GRAIN IN OAT CULTIVARS GROWN UNDER AUTUMN AND SPRING SOWING DATE

J. Gmižić, D. Jareš, Martina Kovačević, Z. Svečnjak

SAŽETAK

U domaćoj literaturi nema podataka o učinku jesenskog i proljetnog roka sjetve na prinos i kakvoću zrna sorata zobi (*Avena sativa* L.). Stoga je glavni cilj bio utvrditi agronomska i fizikalna svojstva ozimih sorata zobi uzgojenih u jesenskom i proljetnom roku sjetve. Poljski pokus s dvije sorte (Bc Marta i Wiland) proveden je tijekom dvije vegetacijske sezone u Gornjoj Posavini. Obje sorte su uzgojene u jesenskom i proljetnom roku sjetve u uvjetima intenzivne agrotehnike. Prosječni prinos zobi u povoljnim uvjetima proizvodnje u prvoj vegetacijskoj sezoni iznosio je visokih 7149 kg/ha. U drugoj vegetacijskoj sezoni nastupilo je jako polijeganje usjeva uslijed izrazito jakog olujnog nevremena u prvoj dekadi lipnja kada je u kratkom vremenskom razdoblju palo više od 60 mm kiše. Intenzivno polijeganje usjeva (prosječno 87 %) dovelo je do osjetno manje mase 1000 zrna (za prosječno 29,4 %) i povećanog udjela primjesa (za prosječno 13,7 %), te je posljedično prinos zrna iznosio svega 3206 kg/ha. U usporedbi s povoljnim uvjetima proizvodnje u prvoj godini istraživanja, u drugoj godini utvrđena je manja hektolitarska masa (za prosječno 7,5 %), te povećan udio sitne (<2,0 mm) odnosno smanjen udio srednje (2,0 – 2,5 mm) i krupne (>2,5 mm) frakcije zrna. Sorta Wiland je ostvarila veći prinos zrna u jesenskom roku sjetve, dok je sorta Bc Marta imala obrnutu reakciju. Unatoč tome, obje sorte ostvarile su više hektolitarske mase u jesenskom nego u proljetnom roku sjetve. Viša hektolitarska masa za Bc Martu može se povezati s nižim udjelom sitne i srednje frakcije zrna, te manjim udjelom „praznih zrna“ u odnosu na sortu Wiland. Rezultati istraživanja ukazuju na visoki potencijal rodnosti zobi u povoljnim uvjetima proizvodnje kako u jesenskom, tako i u proljetnom roku sjetve, a istraživane sorte su se međusobno razlikovale za većinu fizikalnih svojstava kakvoće zrna.

Ključne riječi: sorta, rok sjetve, prinos, hektolitarska masa, frakcije zrna

ABSTRACT

No information is available about the effect of autumn and spring sowing on grain yield and quality of oat cultivars (*Avena sativa* L.) in Croatia. Thus, the main aim was to determine the agronomic and physical properties of winter oat cultivars grown at autumn and spring sowing dates. A field experiment with two winter cultivars (Bc Marta and Wiland) was carried out over two growing seasons in Gornja Posavina. Both cultivars were grown in autumn and spring sowing dates under intensive production management. Under the favorable growing conditions of the first year, grain yields were very high and averaged 7149 kg/ha. In the second year, severe lodging of the crop occurred due to an extremely strong storm in the first decade of June, when more than 60 mm of rain fell in a short period of time. The intense lodging of the crop (87 % on average) led to a significantly reduced 1000-grain weight (by an average of 29.4 %) and increased proportion of impurities (by an average of 13.7 %), and consequently grain yield averaged 3206 kg/ha only. Compared with the favorable growing conditions in the first year, the second production year was characterized by lower test weight (by an average of 7.5 %) as well as an increased proportion of small (<2.0 mm) and a decreased proportion of medium (2.0 – 2.5 mm) and large (>2.5 mm) grain fractions. Wiland produced higher grain yields when grown under the autumn sowing date, whereas Bc Marta showed the opposite pattern of response. Nevertheless, both cultivars had higher test weights in autumn than in spring sowing date. The higher test weight for Bc Marta compared to Wiland was associated with the larger 1000-grain weight, lower proportion of small and medium grain fractions, and less "empty hulls". The findings indicate a high yield potential of the oat crop when grown under favorable production conditions in both autumn and spring sowing dates, while the tested cultivars differed in most physical grain quality traits.

Keywords: cultivar, sowing date, yield, test weight, grain size fraction

UVOD

Proizvodnja zobi u Hrvatskoj prvenstveno se organizira za potrebe hrane za životinje. Namjenska proizvodnja zobi za industrijsku preradu odnosno hranu za ljude (kao zobene pahuljice, različiti „gluten-free" proizvodi i dr.) predstavlja najveću dodatnu vrijednost za ovu kulturu. Peterson i sur. (2005.) navode da se svojstva zobi važna za proizvođače, prerađivače i potrošače mogu podijeliti na agronomska svojstva (prinos, visina biljke, polijeganje, datum metličanja, otpornost na bolesti i štetnike), fizikalna svojstva zrna (masa obuvenog i

oljuštenog zrna, hektolitarska masa, udio pljevica i izmeljavanje) i kemijska svojstva zrna (protein, masti, β-glukan i fitokemikalije). Sva agronomska, fizikalna i kemijska svojstva zrna zobi prvenstveno ovise o sorti, ali i o proizvodnim uvjetima. U domaćoj literaturi nema, a i u svjetskoj je relativno malo znanstvenih radova o pogodnosti sorata zobi za preradu u zobene pahuljice. Lapveteläinen i sur. (2001.) na temelju brojnih fizikalnih i kemijskih analiza obuvenog i oljuštenog zrna nekoliko finskih i švedskih sorata zobi ukazuju na važnost izbora sorte za mlinsko-prerađivačku industriju. Zrno (pljevičaste) zobi obavijeno je vanjskom tvrdom i unutrašnjom pljevicom, a potonja je na donjem dijelu srasla s plodom („jezgrom“). Pljevice zobi su bogate lignificiranim vlaknima i stoga slabe hranidbene vrijednosti.

Kakvoća zobi jako ovisi o osnovnim fizikalnim svojstvima zrna poput hektolitarske mase, udjela primjesa i pljevica, mase 1000 zrna i udjela sitne frakcije zrna koja propada kroz sito od 2,0 mm. Ganssmann i Vorwerck (1995.) navode da kakvoća industrijske zobi mora zadovoljiti sljedeće standarde: hektolitarska masa >53 kg/hl, masa 1000 zrna >27 g (na bazi suhe tvari), maseni udio pljevica <26 %, >90 % frakcije zrna deblje od 2,0 mm, <0,8 % dvostrukog zrna zobi, <3 % primjesa i sadržaj vode u zrnu niži od 15 %. Bukan i sur. (2015.) navode da je hektolitarska masa sorata zobi golog zrna bila osjetno veća (oko 60 kg) od sorata pljevičaste zobi (oko 45 kg). Vegetacijska sezona može značajno utjecati na hektolitarsku masu koja u pravilu opada kada tijekom vegetacije nakon metličanja nastupi suho i vruće vrijeme (Browne i sur., 2003.).

Zob je strna žitarica najosjetljivija na niske temperature pa su u proizvodnji u prošlosti dominirale jare forme odnosno sorte. Prije pola stoljeća Austenson (1972.) ukazuje na ograničenja proizvodnje ozimih sorata zobi u područjima surovih (oštrih) zima kao što je to Zapadna Kanada. Mlinar (2009.) navodi da su u Hrvatskoj žetvene površine jare zobi u 2005. godini iznosile 21.185 ha, dok su sjetvene površine ozime zobi iznosile svega 3.123 ha. Ozime sorte zobi mogu se uzgajati samo u područjima s umjerenim ili blagim zimama, a glavni doprinos njihovom širenju je razvoj fakultativnih odnosno na zimu otpornijih sorata, te neželjene klimatske promjene odnosno sve češća pojava blažih i toplijih zima u umjerenom kontinentalnom klimatu. U područjima gdje je to moguće, zbog višeg potencijala rodnosti proizvodnja strnih žitarica u jesenskom roku sjetve ima prednost u usporedbi s proljetnim rokovima. Zakašnjeli rokovi sjetve u proljeće u pravilu dovode do pada prinosa zrna (Ciha 1983.). Na temelju višegodišnjih pokusa na nekoliko lokacija u Idahu, Peterson i sur. (2005.) zaključuju da su prinos zrna i datumi metličanja za jare sorte zobi jače varirali od fizikalnih svojstava zrna.

Glavni cilj poljskih istraživanja bio je utvrditi agronomska i fizikalna svojstva koja određuju kakvoću zrna ozimih sorata zobi sijanih u jesenskom i proljetnom roku sjetve.

MATERIJAL I METODE

Poljski pokus

Poljski pokus proveden je tijekom dvije vegetacijske sezone (2020./21. i 2021./22.) na površinama OPG Branko Gmižić u Vrbovu Posavskom. Pri postavljanju pokusa na Sortnoj listi Republike Hrvatske je bilo svega pet sorata zobi od kojih su tri bile jare, a dvije ozime (HCPHS, 2019.). Stoga su u pokus uključene dvije sorte ozime zobi (Bc Marta i Wiland). Wiland je introducirana sorta (KWS Lochow GmbH, Njemačka), a Bc Marta je domaća sorta (Bc Institut d.d. Zagreb).

U tehnologiji proizvodnje primijenjene su standardne mjere agrotehnike. Gnojidbom je u tlo uneseno 100 kg N/ha, 80 kg P_2O_5/ha i 110 K_2O/ha temeljem uzorkovanja tla, te provedene analize strukture i sadržaja hranjiva u tlu. Prema provedenoj analizi tla pH tla u vodi iznosio je 6,67, a u KCl-u 5,09; sadržaj humusa (određivanje organskog C) iznosio je 2,6 %, ukupnog dušika 0,06 %, P_2O_5 - 8,4 mg/100 g tla i K_2O - 10,37 mg/100 g tla. Tekstura tla je praškasto glinasto ilovasta. Tijekom osnovne obrade zaorano je 300 kg/ha NPK 7:20:30, u predsjetvenoj pripremi primijenjeno je 150 kg/ha NPK 15:15:15, dok je prihrana obavljena u fazi busanja primjenom 200 kg/ha KAN-a. Predusjev u obje godine istraživanja bio je kukuruz. Osnovna obrada tla obavljena je oranjem na dubinu 25 – 30 cm, dok je predsjetvena priprema provedena tanjuranjem i rotodrljačom radi stvaranja povoljne strukture tla za sjetvu. Sjetva u jesenskom roku je obavljena 3. studenog 2020. i 22. listopada 2021. godine, a u proljetnom roku 27. siječnja 2021. i 23. veljače 2022. žitnom sijačicom na razmak redova 12 cm i dubinu 3 - 5 cm. Norma sjetve iznosila je 350 klijavih zrna/m^2 za sortu Wiland i 550 klijavih zrna/m^2 za sortu Bc Marta. Njega usjeva uključivala je primjenu sredstava za zaštitu bilja i regulatora rasta. Suzbijanje korova provedeno je primjenom herbicida Lancelot 450 WG (aktivna tvar aminopiralid 300 g/l + florasulam 150 g/l) za suzbijanje širokolisnih korova u strnim žitaricama. Tretiranje je obavljeno u fenofazi od početka busanja do drugog koljenca (faze razvoja 12 – 32 po ZCK skali, Zadoks i sur., 1974). Suzbijanje žitnog balca (*Oulema melanopus* L.) provedeno je primjenom insekticida u dva navrata. U prvoj primjeni, polovicom travnja primijenjen je insekticid Karate Zeon (aktivna tvar lambda cihalotrin 50 g/kg), a u drugoj primjeni insekticid

Fastac 10 SC (aktivna tvar alfacipermetrin 100 g/l + rafinirano min. ulje 160 g/l). Tretiranja su provedena kada su utvrđeni pragovi štetnosti od 10 – 15 % oštećene lisne površine ili dvije ličinke po biljci. Preventivna zaštita od bolesti provedena je fungicidom Prosaro (aktivna tvar protiokonazol 125 g/l i tebukonazol 125 g/l), koji djeluje preventivno i kurativno na najvažnije bolesti lista i klasa. U tehnologiji proizvodnje primijenjen je i regulator rasta Moddus 250 EC (aktivna tvar trineksapak-etil 250 g/l) u preporučenoj dozi tijekom punog vlatanja (ZCK 31 – 32, Zadoks i sur., 1974.) kako bi se potencijalna pojava polijeganja smanjila na minimum. Vremenske prilike tijekom vegetacije prikazane su u Tablici 1. Polijeganje usjeva je procijenjeno vizualno korištenjem skale od 0 do 100 % gdje 0 znači da polijeganje nije zabilježeno (stabljike su potpuno uspravne), a 100 % predstavlja potpuno polegli usjev.

Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka i količine oborina tijekom dvije vegetacijske sezone u Oborovu u usporedbi s 30-godišnjim (30-g) prosjekom. Oborovo, 1990. – 2020.

Table 1 Monthly mean temperature and total rainfall during two growing seasons compared with a 30-yr average. Oborovo, 2021– 2022

Mjesec Month	Srednja temperatura zraka (°C) Mean air temperature (°C)			Ukupne oborine (mm) Total rainfall (mm)		
	2021.	2022.	30-g*	2021.	2022.	30-g
Listopad October	12,2	9,1	11,6	183	128	97
Studeni November	5,4	6,0	6,5	31	77	96
Prosinac December	3,4	2,9	1,6	70	87	66
Siječanj January	2,3	1,2	0,8	79	34	51
Veljača February	5,1	5,1	2,9	50	44	60
Ožujak March	6,6	5,9	7,6	43	8	55
Travanj April	9,3	10,8	12,4	74	82	68
Svibanj May	14,4	18,5	17,0	115	59	91
Lipanj June	22,6	22,7	20,9	8	91	94
Srpanj July	23,4	22,9	22,5	64	35	88

* 1990. – 2019. za listopad – prosinac; 1991. – 2020. za siječanj – srpanj

* 1990 – 2019 for Oct.–Dec.; 1991 –2020 for Jan. – Jul.

U pokusima je korištena mehanizacija za široku proizvodnju (uključujući i kombajn) pa je osnovna parcela imala površinu od 500 m^2. U žetvi se obračunska parcela sastojala od dva prohoda žitnog kombajna s radnim zahvatom od 3 m, pa je njena površina bila manja od osnovne parcele i iznosila je 300 $m^{2.}$ Ukupna površina pokusa (s rubnim prohodima i putovima) iznosila je 0,6 ha. Planirana opažanja i mjerenja tijekom poljskih pokusa koristeći standardne agronomske metode bile su kako slijedi: intenzitet polijeganja tijekom vegetacije (% površine poleglog usjeva, Browne i sur., 2003.), prinos naturalnog zrna u žetvi i sadržaj vode u zrnu u žetvi određen na uređaju DICKEY-john GAC 2000 (DICKEY-john, Auburn, Illinois, SAD) prema ICC standard 110/1 metodi. Prinos zrna u radu izražen je sa 13 % vode u zrnu.

Laboratorijske analize fizikalnih svojstava zrna

U žetvi je iz svake parcele uzet uzorak od oko 2,0 kg zrna za daljnje laboratorijske analize koje su obavljene u Bc Institutu d.d. u Zagrebu. Hektolitarska masa utvrđena je prema ISO International Standard 7971-2(E) metodi. Maseni udio primjesa utvrđen je prema ICC Standard 103/1. Masa 1000 zrna određena je brojanjem dva puta po 500 zrna na uređaju Numigral Seed Counter (Chopin Technologies S.A.S., Villeneuve-la-Garenne, Francuska) i odvagama na analitičkoj vagi. Maseni udio frakcija zrna i to sitne (<2,00 mm), srednje (2,00 – 2,5 mm) i krupne (>2,50 mm) utvrđen je korištenjem odgovarajućih sita (Doehlert i sur., 2001.) i odvagama na analitičkoj vagi. Također je utvrđen i udio frakcije praznih zrna („zrno“ s pljevicama, ali bez jezgre odnosno ploda). Maseni udio pljevica određen je na laboratorijskoj ljuštilici LH-5095 (Codema LLC, Minneapolis, SAD) i odvagama na analitičkoj vagi.

Statistička obrada podataka

Dvofaktorijalni (sorte i rokovi sjetve) pokus postavljen je po shemi slučajnog bloknog rasporeda u tri ponavljanja. Dvije ozime sorte posijane su u jesenskom i proljetnom roku sjetve pa se poljski pokus sastojao od ukupno četiri tretmana. Kombiniranom analizom varijance obrađeni su dobiveni podaci kako iz poljskih pokusa, tako i iz laboratorijskih analiza. U analizi varijance sorta, rok sjetve i vegetacijske sezone su fiksni efekti, a repeticije su slučajni efekt. Za usporedbu srednjih vrijednosti u slučaju statistički značajnog F-testa (P=0,05) izračunata je najmanja značajna razlika (LSD) za P=0,05. Statistička analiza podataka provedena je analizom varijance u programu SAS 8.0 koristeći MIXED MODEL PROCEDURE (SAS Inst., 1997).

REZULTATI I RASPRAVA

Vegetacijska sezona je značajno utjecala na prinos zrna (Tablica 2). U prvoj vegetacijskoj sezoni prosječni prinos zrna iznosio je visokih 7149 kg/ha, što ukazuje da ova kultura ima visoki kapacitet rodnosti u povoljnim uvjetima proizvodnje (intenzivna gnojidba dušikom i odsutnost polijeganja). Za razliku od prinosa zrna, sadržaj vode u zrnu u žetvi je bio sličan u obje vegetacijske sezone (Tablica 2) i iznosio je malo iznad 13 %. U drugoj vegetacijskoj sezoni ostvaren je prosječni prinos od svega 3206 kg/ha, što je 55 % manje u usporedbi s prethodnom vegetacijskom sezonom. U jednogodišnjem pokusu u Botincu (Bukan i sur., 2015.) prinosi zrna jare pljevičaste zobi varirali su od 5,0 do 6,8 t/ha ovisno o sorti.

Niži prinosi zrna u drugoj vegetacijskoj sezoni mogu se povezati s osjetno nižom masom 1000 zrna koja je iznosila svega 26,8 g. U prethodnoj vegetacijskoj sezoni masa 1000 zrna je bila za 41 % veća i iznosila je prosječno 37,8 g. Značajno niži prinosi zrna i manja masa 1000 zrna u drugoj vegetacijskoj sezoni prvenstveno su posljedica polijeganja usjeva koje je u žetvi iznosilo prosječno 87 %. Do ovako intenzivnog polijeganja je došlo unatoč primjeni regulatora rasta kao redovnoj agrotehničkoj mjeri. Nasuprot tome, u prvoj vegetacijskoj sezoni nije utvrđeno polijeganje (Tablica 3). Negativan utjecaj polijeganja usjeva na prinos i komponente prinosa zrna je dobro poznat (Marshall i sur., 1987., Liu i sur., 2024.).

Pojava polijeganja je također vjerojatno utjecala i na povećani udio primjesa u drugoj vegetacijskoj sezoni, a koji je u prosjeku iznosio 8,3 %. To je bila apsolutno mala, ali statistički značajno veća vrijednost u usporedbi s prethodnom godinom (u prosjeku 7,3 %). Nadalje, jako polijeganje usjeva u drugoj godini istraživanja također je smanjilo vrijednost hektolitarske mase (prosječno 45,8 kg) u usporedbi s prvom godinom (prosječno 49,5 kg) kada nije opaženo polijeganje usjeva prije žetve. Dobro je poznato da hektolitarska masa nije pouzdan pokazatelj mlinarske kvalitete, ali predstavlja inicijalni pokazatelj kakvoće zrna zobi pa je poželjno da njezina vrijednost bude što veća (Browne i sur., 2003.). Duža zrna zobi (>12 mm) s rascjepkanim pljevicama ili zrna s osjem ostavljaju više zrakopraznog prostora od glatkih i kraćih zrna i zbog toga imaju nižu hektolitarsku masu (Forsberg i Reeves, 1992.). Smanjenu vrijednost hektolitarske mase zobi kao rezultat polijeganja utvrdili su i Liu i sur. (2024.).

U drugoj vegetacijskoj sezoni utvrđen je veći udio frakcije sitnog zrna (<2 mm) koje je u prosjeku iznosilo 18,6 % u odnosu na 12,9 % u prvoj vegetacijskoj sezoni. Slična reakcija utvrđena je i za srednju frakciju zrna (2,0 – 2,5 mm), a što je vidljivo u Tablici 4. Prosječna vrijednost krupne frakcije zrna (>2,5 mm) u 2022. godini iznosila je svega 33,4 %, a što je bilo značajno manje od prosječno 42,0 % u prvoj godini istraživanja. Također je utvrđen i relativno visoki udio „praznih zrna“ koji je u prosjeku iznosio 5,3 % u drugoj godini istraživanja. Nasuprot tome, u prvoj godini udio praznih zrna iznosio je svega 0,7 %. U dostupnoj literaturi praktički nema podataka o udjelu praznih zrna u ostvarenom prinosu. Za sve frakcije zrna utvrđena je niža masa 1000 zrna u drugoj vegetacijskoj sezoni u usporedbi s prvom. Ovi podatci dodatno ukazuju na loše okolinske uvjete tijekom nalijevanja zrna, a što je posljedica polijeganja usjeva.

Tablica 2. Analiza varijance za prinos zrna i druga svojstva usjeva zobi.

Table 2 Analysis of variance for grain yield and other properties of oat crop.

Izvor varijabilnosti Source of variation	df	Prinos zrna Grain yield	Sadržaj vode u zrnu Grain water content	Primjese Impurities	Poliježanje Lodging	Hektolitarska masa Test weight	Masa 1000 zrna TKW*	Udio različitih frakcija zrna Proportion of grain size			Prazna zrna Empty hull	Masa 1000 zrna po frakcijama TKW for grain size			Sadržaj jezgre Groat content
								<2,0 mm	2,0–2,5 mm	>2,5 mm		<2,0mm	2,0–2,5 mm	>2,5 mm	
Godina Year (Y)	1	**	NS	*	***	*	***	**	NS	***	***	***	*	NS	NS
Repeticija / Y Repetition / Y	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rok sjetve Sowing date (P)	1	NS	*	NS	NS	***	***	**	NS	*	***	*	NS	**	NS
Sorta Cultivar (C)	1	NS	NS	NS	NS	***	***	***	***	***	***	***	NS	***	NS
Y × P	1	NS	**	*	NS	NS	NS	NS	**	NS	***	*	NS	NS	*
Y × C	1	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	***	NS	***	***	NS	*	*
C × P	1	*	NS	NS	NS	***	*	*	***	*	***	***	***	*	NS
Y × C × P	1	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	**	NS	***	**	NS	NS	*
Pogreška Error	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*TKW, 1000-grain weight.

*, **, ***, NS Značajno na razinama P=0,05; 0,01 i 0,001, odnosno nije značajno, tim slijedom.

*, **, ***, NS Significant at P=0.05; 0.01; and 0.001 levels, and not significant, respectively

Tablica 3. Prosječan prinos zrna i druge osobine zobi pod utjecajem vegetacijske sezone, datuma sjetve i sorte. Vrbovo Posavsko, 2021. – 2022.

Tablica 3 Average grain yield and other properties of oat crop as affected by the growing season, sowing date and cultivar. Vrbovo Posavsko, 2021 – 2022

		Prinos zrna Grain yield kg/ha	Sadržaj vode u zrnu Grain water content	Primjese Impurities	Polijeganje Lodging	Hektolitarska masa Test weight kg	Masa 1000 zrna TKW* g
			%				
Godina Year	2021.	7149**	13,1	7,3	0	49,5*	37,8**
	2022.	3206	13,5^{NS}	8,3*	87**	45,8	26,8
Rok sjetve Sowing date	Autumn	5200^{NS}	13,4*	7,2	42	49,9**	33,3**
	Spring	5155	13,2	8,4^{NS}	45 ^{NS}	45,5	31,2
Sorta Cultivar	Bc Marta	5501^{NS}	13,3^{NS}	7,3	47^{NS}	53,4**	35,4**
	Wiland	4854	13,3	8,4^{NS}	39	41,9	29,2

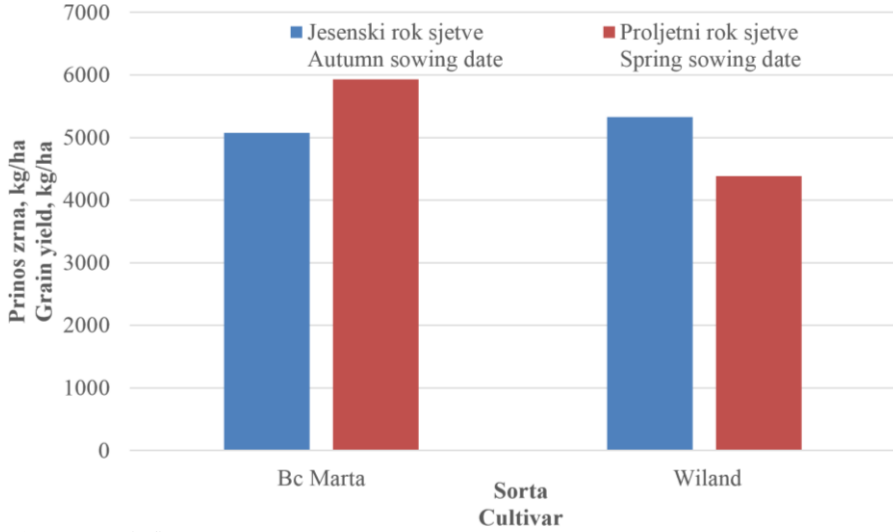
*TKW, 1000-grain weight
NS, *, ** Nije značajno i značajno na razinama *P*=0,05 odnosno 0,01, F-testom.
NS, *, ** Not significant and significant at *P*=0.05 and 0.01 levels, respectively, by F-test.

Za razliku od vegetacijske sezone, rok sjetve nije značajno utjecao na prinos zrna. Taj rezultat je pomalo neočekivan jer se u proizvodnji strnih žitarica uglavnom ostvaruju viši prinosi zrna u jesenskom nego u proljetnom roku sjetve. Slični prinosi zrna u povoljnim uvjetima proizvodnje prve vegetacijske sezone ukazuju da zob kao strna žitarica najduže vegetacije ima veliku sposobnost kompenzacije jesenskog rasta s proljetnim. Dobro je poznato da je zob kultura koja ima najveće zahtjeve prema dužini dana pa u proljeće najkasnije od svih strnih žitarica prelazi u fenofazu vlatanja. Stoga u uvjetima rane proljetne sjetve zob može dovoljno izbusati i u proljeće odnosno osigurati rast i razvoj biljaka do vlatanja sličan usjevu uzgojenom u jesenskom roku sjetve. U prvoj godini istraživanja sjetva u proljetnom roku obavljena je već krajem siječnja 2021. što se smatra jako ranim „proljetnim“ rokom sjetve. U drugoj godini istraživanja je učinak roka sjetve vjerojatno bio poništen pojavom intenzivnog polijeganja zbog čega nije mogao doći do izražaja eventualni povoljan učinak jesenskog roka u

usporedbi s proljetnim. Nadalje, polijeganje usjeva u drugoj godini istraživanja nastupilo je unatoč primjeni regulatora rasta, a što jasno ukazuje na osjetljivost ove kulture na tu negativnu pojavu u proizvodnji. U Hrvatskoj su Jukić i sur. (2011.) istraživali utjecaj tri proljetna roka sjetve (rani, srednji i kasni) u proljeće (od sredine veljače do kraja ožujka) na prinos zrna dvije sorte zobi (Flamingsstern i Baranja) tijekom dvije vegetacijske sezone na lokaciji Čokadinci (N 45°29', E 18°25'). Sorta Flamingsstern ostvarila je znatno veći prinos u svim rokovima sjetve i istraživanim godinama u odnosu na sortu Baranja. U prvoj (2010.) godini ostvaren je prosječni prinos od 3,76 t/ha, što je bilo znatno manje u odnosu na drugu (2011.) godinu (4,32 t/ha). Rani rok sjetve je imao značajno veći prinos (20 %) od kasnijih rokova sjetve, a potonji se nisu međusobno razlikovali. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost povećanja prinosa pravilnim odabirom sorte i ranijih rokova sjetve. Nadalje, zakašnjeli rokovi sjetve u proljeće u pravilu rezultiraju padom hektolitarske mase.

Za razliku od prinosa, utvrđen je statistički značajan utjecaj roka sjetve na masu 1000 zrna koja je bila osjetno veća u jesenskom (prosječno 33,3 g) u usporedbi s proljetnim (prosječno 31,2 g) rokom sjetve. Ta veća masa 1000 zrna za jesenski rok sjetve rezultirala je i u povećanim vrijednostima hektolitarske mase (prosječno 49,9 kg) u usporedbi s proljetnim (prosječno 45,5 kg) rokom. Browne i sur. (2003.) također naglašavaju da zob posijana u jarom roku sjetve ima nižu hektolitarsku masu od one posijane u jesen. Nadalje, u našem istraživanju se osjetno niža hektolitarska masa u proljetnom roku sjetve može povezati i s višim udjelom praznih zrna (prosječno 3,8 %) u usporedbi s jesenskim rokom sjetve (2,2 %).

Unatoč relativno velikim apsolutnim razlikama (Tablica 3), istraživane sorte nisu se međusobno značajno razlikovale u prosječnim prinosima zrna (Tablica 2). Nadalje, nije utvrđena statistička značajnost interakcije sorta × godina, što ukazuje da su obje sorte slično reagirale u vrlo kontrastnim uvjetima istraživanja tijekom dvije vegetacijske sezone. Međutim, utvrđena je statistički značajna interakcija rok sjetve × sorta (Tablica 2), što ukazuje na različitu reakciju sorata na jesenski i proljetni rok sjetve. Sorta Wiland je ostvarila veće prinose zrna u jesenskom roku sjetve, dok je sorta Bc Marta imala obrnutu reakciju odnosno tendenciju viših prinosa u proljetnim rokovima sjetve (Grafikon 1.).



LSD (0,05) = 851 kg/ha

Grafikon 1. Prosječni prinos zrna sorata zobi u jesenskom i proljetnom roku sjetve tijekom dvije vegetacijske sezone. Vrbovo Posavsko, 2021. – 2022.

Chart 1 Average grain yield of oat cultivars in the autumn and spring sowing dates during two growing seasons. Vrbovo Posavsko, 2021 – 2022

Sorta Bc Marta imala je značajno višu hektolitarsku masu (prosječno 53,4 kg) od sorte Wiland (prosječno 41,9 kg), a što se može povezati s krupnijim zrnom (Tablica 3.). Nadalje, sorta Bc Marta je imala manji udio sitne i srednje frakcije zrna (Tablica 4.) i posljedično značajno veći udio krupne frakcije zrna. U istraživanjima Petersona i sur. (2005.) utvrđena je visoka prosječna masa 1000 zrna kod 33 istraživane sorte jare zobi od 34,1 g do 42,2 g ovisno o lokaciji odnosno godini istraživanja. Posljedično autori izvješćuju i o visokim prosječnim vrijednostima hektolitarske mase i to od 51,7 do 58,5 kg. Međutim, u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, hektolitarska masa zrna sorata jare zobi varirala je od 42,8 do maksimalno 46,7 kg (Bukan i sur., 2015.). Najveću hektolitarsku masu ostvarila je sorta Kupa, koju karakterizira veliko, dobro ispunjeno zrno. U tom istraživanju prosječnu hektolitarsku masu veću od 45,5 kg ostvarila je i sorta Bc Marta, a koja je imala i najveću masu 1000 zrna (37,9 g). Prosječna masa 1000 zrna ostalih sorata varirala je od 30,8 g koliko je ostvarila linija Bc 5784/2, do 36,1 g, koliko je ostvarila sorta Istra. Unatoč velikim razlikama u masi 1000 zrna i hektolitarskoj masi, obje sorte su imale sličan udio

jezgre od oko 77 % (Tablica 4). Maseni udio pljevica odnosno oljuštenog zrna (jezgre) je najvažniji pokazatelj industrijske kakvoće koji određuje gospodarsku vrijednost zobi (Salisbury i Wichser, 1971.). Međutim, ovo svojstvo se relativno malo koristi jer zahtjeva puno vremena i rada za utvrđivanje, što je nepraktično za korištenje u proizvodnji i trgovini. Tako primjerice nisu dostupni podaci o ovom svojstvu za priznate sorte na Sortnoj listi Republike Hrvatske. Strani rezultati upućuju da maseni udio pljevica najčešće iznosi od 20 do 40 % (Ganssmann i Vorwerck, 1995.), a poželjno je da je taj udio što manji. Unutar klasića sekundarno (i tercijarno) zrno je lakše od primarnog, ali ta sitnija zrna imaju i manji udio pljevica u usporedbi s primarnim (najrazvijenijim i najtežim) zrnom (Doehlert i McMullen, 2001.), a što je važno za kakvoću zrna za prerađivačku industriju (Browne i sur., 2002.). Maseni udio pljevica kod 33 sorte jare zobi je bio relativno stabilan u istraživanju Petersona i sur. (2005.) i iznosio je oko 27 do 28 %.

Tablica 4. Učinak vegetacijske sezone, roka sjetve i sorte na frakcije zrna, masu 1000 zrna i sadržaj jezgre u usjevu zobi. Vrbovo Posavsko, 2021. – 2022.

Table 4 Grain size, the 1000-grain weight and groat content of oat crop as affected by the growing season, sowing date and cultivar. Vrbovo Posavsko, 2021 – 2022

		Udio frakcija zrna Proportion of grain size			Prazna zrna Empty hull	Masa 1000 zrna po frakcijama TKW for grain size			Sadržaj jezgre Groat content %
		<2,0 mm	2,0–2,5 mm	>2,5 mm		<2,0 mm	2,0–2,5 mm	>2,5 mm	
		%				g			
Godina Year	2021.	12,9	44,3^{NS}	42,0**	0,7	21,8**	32,5*	43,1^{NS}	77,2^{NS}
	2022.	18,6**	41,7	33,4	5,3**	15,1	30,9	38,7	77,2
Rok sjetve Sowing date	Jesenski Autumn	14,0	43,7^{NS}	39,5*	2,2	18,1	31,8^{NS}	42,8**	76,5
	Proljetni Spring	17,4**	42,3	35,9	3,8**	18,7*	31,6	39,1	77,9^{NS}
Sorta Cultivar	Bc Marta	8,4	36,0	53,3**	1,7	17,4	31,8^{NS}	44,6**	77,5^{NS}
	Wiland	23,0**	50,0**	22,0	4,3**	19,4**	31,6	37,3	76,9

†TKW, masa 1000 zrna. NS, *, ** Nije značajno i značajno na razinama *P*=0,05 i 0,01, prema F-testu.
†TKW, 1000-grain weight. NS, *, ** Not significant and significant at *P*=0.05 and 0.01 levels, respectively, by F-test.

ZAKLJUČCI

Rezultati istraživanja ukazuju na visoki potencijal rodnosti zobi u povoljnim uvjetima proizvodnje kako u jesenskom, tako i u proljetnom roku sjetve, a istraživane sorte su se međusobno razlikovale za većinu fizikalnih svojstava kakvoće zrna. Prosječni prinos zobi u povoljnim uvjetima proizvodnje iznosio je iznad 7000 kg/ha. No, u slučaju jakog polijeganja dolazi do velikog pada prinosa te smanjenja vrijednosti mase 1000 zrna i hektolitarske mase. U kontrastnim uvjetima proizvodnje tijekom dvije godine istraživanja utvrđen je slab učinak roka sjetve na prinos zrna, ali je utvrđena interakcija sorta × rok sjetve. Sorta Wiland je ostvarila veći prinos zrna u jesenskom roku sjetve, dok je sorta Bc Marta imala obrnutu reakciju. Viša hektolitarska masa za sortu Bc Martu može se povezati s nižim udjelom sitne i srednje frakcije zrna, te manjim udjelom „praznih zrna" u odnosu na sortu Wiland. Unatoč velikim razlikama u masi 1000 zrna, udjelu frakcija zrna i hektolitarskoj masi, obje sorte su imale sličan udio jezgre od oko 77 %.

LITERATURA

1. Austenson H. M. (1972.): Agronomic performance of spring wheat, barley, and oats sown in late fall and early spring in Western Canada. Canadian Journal of Plant Science 52:183-187.
2. Browne R. A., White E. M., Burke J. I. (2002.): Hullability of oat varieties and its determination using a laboratory dehuller. Journal of Agricultural Science, Cambridge 138, 185–191.
3. Browne R. A., White E. M., Burke J. I. (2003.): Effect of nitrogen, seed rate and plant growth regulator (chlormequat chloride) on the grain quality of oats (*Avena sativa*). The Journal of Agricultural Science 141(3-4): 249-258.
4. Bukan M., Maričević M., Ikić I., Mlinar R., Lovrić A., Gunjača J., Šarčević H. (2015.): Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos i kvalitetu zrna jare zobi pljevičastog i golog zrna. Poljoprivreda 21(1): 15-21.
5. Ciha A. J. (1983.): Seeding rate and seeding date effects on spring seeded small grain cultivars. Agronomy Journal 75(5): 795-799.
6. Doehlert D. C., McMullen M. S. (2001.): Optimizing Conditions for Experimental Oat Dehulling. Cereal Chemistry Journal 78(6): 675–679.
7. Doehlert D. C., McMullen M. S., Hammond J. J. (2001.): Genotypic and environmental effects on grain yield and quality of oat grown in north dakota. Crop Science, 41(4): 1066-1072.

8. Forsberg R.A., Reeves D.L. (1992.): Breeding oat cultivars for improved grain quality. U knjizi: Oat Science and Technology. Madison (Ur. Marshall, H.G., Sorrells, M.E.), American Society of Agronomy, Sjedninjene Američke Države, 751-775.
9. Ganssmann W., Vorwerck K. (1995.): Oat milling, processing and storage. U knjizi: The Oat Crop (ur. Welch R. W.) Chapman i Hall, London, Ujedinjeno Kraljevstvo, 369–408.
10. Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo (HCPHS) (2019.): Sortna lista Republike Hrvatske, preuzeto s: https://www.hcphs.hr/wp-content/uploads/2019/01/SORTNA-LISTA-REPUBLIKE-HRVATSKE.pdf (14.1.2019.)
11. ICC Standard Method 103/1 (1972.): Determination of besatz of rye. In ICC standard method. Vienna: International Association for Cereal Science and Technology
12. ICC Standard Method 110/1 (1976.): Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products (Practical method). International Association for Cereal Science and Technology
13. ISO 7971-2: (1995.): Cereals - Determination of bulk density, called „mass per hectolitre“. Part 2: Routine method. International Standards for Business, Government and Society, Geneva.
14. Jukić G., Varnica I., Šušnjić K., Mijić Z., Beraković I. (2011.): Utjecaj roka sjetve na prinos kultivara jare zobi. Sjemenarstvo 28(1-2): 17-24.
15. Lapveteläinen A., Alho-Lehto P., Sinn L., Laukkanen T., Lindman T., Kallio H., Katajisto J. (2001.): Relationships of selected physical, chemical, and sensory parameters in oat grain, rolled oats, and cooked oatmeal — A three-year study with eight cultivars. Cereal Chemistry Journal 78(3): 322-329.
16. Liu L., Liang G., Liu W., Ju Z. (2024.): Variation and interrelationships in the growth, yield, and lodging of oat under different planting densities. PeerJ 12:e17310
17. Marshall H. G., Kolb F. L., Roth, G. W. (1987). Effects of Nitrogen Fertilizer Rate, Seeding Rate, and Row Spacing on Semidwarf and Conventional Height Spring Oat. Crop Science 27(3): 572-575.
18. Mlinar R. (2009.): Bc Marta – nova sorta ozime zobi. Sjemenarstvo 26 (1-2): 17-27.
19. Peterson D.M., Wesenberg D.M., Burrup D.E., Erickson C.A. (2005.): Relationship among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. Crop. Sci. 45: 1249-1255.

20. Salisbury K.D. and Wichser W.D. (1971.): Oat milling-systems and products. Bulletin Association of Operative Millers, 3242–3247.
21. SAS Institute. 1997. SAS/STAT user's guide (Version 6.12). SAS Institute, Cary, NC.
22. Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. (1974.): Decimal code for growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.

Adrese autora – Author's adresses:
Josip Gmižić, mag. ing. agr.
Srednja škola „Arboretum Opeka“,
Vinička 53, 42207 Vinica

Dr. sc. Dario Jareš
Bc institut Zagreb, Dugoselska 7, 10370 Dugo Selo

Martina Kovačević, mag. ing. agr.,
Prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak
e-mail: svecnjak@agr.hr
Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Primljeno – received:
22.04.2026.
Revidirano – revised:
22.05.2026.
Prihvaćeno – accepted:
03.06.2026.