

"Zbornik radova", Sveska 35, 2001.

DINAMIKA NALIVANJA ZRNA OZIMOG DVOREDOG JEČMA

Pržulj, N., Momčilović, Vojislava, Mladenov, N.¹

IZVOD

Nakon formiranja broja zrna po klasu, masa zrna zavisi od intenziteta i perioda nalivanja zrna. Intenzitet nalivanja označava količinu akumulirane suve materije u jedinici vremena, dok trajanje nalivanja obuhvata period od cvetanja do fiziološke zrelosti. U ovom radu je ispitivano trajanje i intenzitet nalivanja zrna i sadržaj vode u zrnu tokom perioda nalivanja kod četiri sorte ozimog ječma. Suma aktivnih temperatura (SAT) od cvetanja je korišćena kao vremenska skala. Odnos između mase zrna i SAT je predstavljen kvadratnom jednačinom regresije, a odnos između sadržaja vode u zrnu i SAT linearnom jednačinom regresije. U zavisnosti od sorte i godine, intenzitet nalivanja se kretao 0,058-0,082mg zrna⁻¹°C⁻¹ a trajanje nalivanja 505-887 SAT. Prinos je bio u pozitivnoj korelaciji ($r=0,70$) sa intenzitetom a u negativnoj korelaciji ($r=-0,57$) sa dužinom perioda nalivanja. Korelacija između intenziteta i trajanja nalivanja je bila negativna. Pozitivna korelacija između intenziteta i mase zrna, kao i mase zrna i prinosa, omogućava indirektno selekciju na prinos i visok intenzitet nalivanja zrna putem selekcije na krupnije zrno.

KLJUČNE REČI: Ozimi ječam (*Hordeum vulgare* L), nalivanje zrna, prinos, korelacije

Uvod

Nakon formiranja broja klasova i broja zrna po klasu tokom vegetativne faze, prinos zrna je određen masom zrna (Wiegand i Cuellar, 1981), koja je uslovljena intenzitetom i dužinom trajanja perioda nalivanja zrna. Nalivanje je rezultat translokacije fotoasimilata iz listova u zrno. Intenzitet nalivanja zrna predstavlja brzinu nakupljanja suve materije u zrnu tokom perioda nalivanja. Nalivanje zrna je period koji traje od cvetanja do fiziološke zrelosti. Fiziološka zrelost predstavlja

1 Prof. dr Novo Pržulj, Vojislava Momčilović, dipl. biolog, dr Novica Mladenov, viši naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

kraj perioda nalivanja zrna i određena je momentom kada ne postoji signifikantno povećanje suve mase zrna.

Intenzitet nalivanja zrna zavisi od broja ćelija endosperma formiranih tokom prve dve nedelje nakon cvetanja (Broklehurst, 1977), dok temperatura u tom periodu ima znatno manji uticaj (Sofield i sar., 1977a; 1977b). Nakon toga trajanje nalivanja je u jakoj negativnoj korelaciji sa temperaturom (Spiertz, 1977; Wardlaw i sar., 1980; Wiegand i Cuellar, 1981; Wych i sar., 1982; Van Sanford, 1985; Stapper i Fischer, 1990). Duže trajanja perioda nalivanja može se postići selekcijom genotipova koji imaju ranije cvetanje (Metzger i sar., 1984) ili genotipova koji su relativno neosetljivi na visoke temperature i nastavljaju fotosintezu i u uslovima visokih temperatura (Van Sanford, 1985). Povećanje temperature do određene tačke ne utiče negativno na prinos, pošto intenziviranje fizioloških procesa može da kompenzira skraćanje perioda nalivanja (Sofield i sar., 1977b). Duže trajanje visokih temperatura skraćuje dužinu perioda nalivanja u tom stepenu da i povećanje intenziteta nalivanja ne može da spreči smanjenje prinosa (Wardlaw i sar., 1980). Kada je trajanje nalivanja jako uslovljeno temperaturom, krajnja masa zrna je proporcionalna intenzitetu nalivanja zrna (Wiegand i Cuellar, 1981). Wiegand i Cuellar (1981) iznose da svako povećanje srednjih dnevnih temperatura od 1°C tokom nalivanja skraćuje period nalivanja za 3,1 dan a masu zrna za 2,8mg.

Cilj ovih istraživanje je bio da se kod ozimog ječma ispita: (i) uticaj sorte i godine na intenzitet i trajanje nalivanja zrna, (ii) veza između povećanja mase zrna i komponenti prinosa i (iii) kinetika vode u zrnu tokom procesa nalivanja.

Materijal i metod rada

Ispitivane su četiri sorte ozimog ječma; dve dvoredog- Novosadski 183 i Astrid i dve šestoredog- Galeb i Botond. Sorte Novosadski 183 i Galeb su selekcionisane u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, sorta Astrid u BPZ/D rfer, Nemačka, a sorta Botond u Kompoltu, Mađarska. Setva je obavljena 15. X 1994, 20. X 1995, 12. X 1996. i 17. X 1997 na parcelama Instituta kod Rimskih Šančeva sa gustinom setve od 350 klijavih zrna po m², u tri ponavljanja. Dužina osnovne parcele je bila 5 m sa 6 redova i razmakom između redova od 20 cm. Intenzitet i trajanje nalivanja zrna, parametri prinosa kao i prinos utvrđeni su za svako ponavljanje u sve četiri godine. Predusev je bila soja i predsetveno je uneto 300kg ha⁻¹ N₁₅P₁₅K₁₅. Primenjena je standardna agrotehnika za ozimi ječam (Pržulj i Momčilović, 1998). Datum cvetanja i prosečne dekadne temperature vazduha prikazani su u Tab. 1.

U fazi cvetanja etiketama je obeleženo 60 primarnih klasova iz svakog ponavljanja koji su cvetali istog dana. Prvi klasovi su uzeti 5-10 dana posle cvetanja, a nakon toga u intervalima 3-4 dana po četiri klasa, sve do potpune zrelosti. Suma aktivnih temperatura (SAT) od cvetanja do dana uzimanja uzoraka korišćena je za vremensku skalu. SAT je izračunata na osnovu: $T_n = (T_7 + T_{14} + 2T_{21})/4$, gde su T₇, T₁₄ i T₂₁ izmerene temperature u 7, 14 i 21 čas. Intenzitet nalivanja zrna je izražen u miligramima po zrnu po 1°C (mg zrno⁻¹C⁻¹). Veza između utvrđene mase zrna i

sume aktivnih temperatura od cvetanja predstavljena je za svako ponavljanje kvadratnom jednačinom $W=a+bt+ct^2$, gde je W masa suvog zrna (mg), t SAT od cvetanja i a , b , i c , su koeficijenti regresije (Radford, 1967; Pržulj i sar. 2000). Odnos između sadržaja vode u zrnu i SAT od cvetanja, predstavljen je za svako ponavljanje linearnom jednačinom $M=a+bt$, gde je M procentualni sadržaj vlage u zrnu, t vreme (SAT) od cvetanja i a i b su koeficijenti regresije.

Tab. 1. Datum klasanja i dekadne temperature tokom perioda nalivanja zrna ozimog ječma

Tab. 1. Date of anthesis and mean 10-day temperatures during GF period of winter barley

God Year	Datum klasanja-Date of heading				Dekad. temp. u periodu nalivanja zrna			
	NS.183	Astrid	Galeb	Botond	1-10.V	11-20.V	21-30.V	1-10.VI
1995	3.V	5.V	16.V	13.V	14,1	19,2	24,1	19,0
1996	10.V	13.V	17.V	16.V	18,9	20,0	16,3	22,5
1997	12.V	13.V	16.V	16.V	16,8	21,2	14,9	17,6
1998	5.V	5.V	11.V	11.V	15,4	15,8	16,8	23,0

Prinos zrna, broj produktivnih vlati po kvadratnom metru, broj zrna po klasu i masa zrna su utvrđeni za svako ponavljanje i godinu u drugom identičnom ogledu. Analiza varijanse je urađena za svaku osobinu. Prosti i parcijalni korelacioni koeficijenti izračunati su između utvrđenih parametara nalivanja zrna i komponenti prinosa.

Rezultati i diskusija

Porast zrna od cvetanja do fiziološke zrelosti predstavljen je kvadratnom regresijom koja adekvatno predstavlja proces nalivanja zrna za ispitivane sorte. Za masu zrna i SAT ovaj model je bio odgovarajući, tako da koeficijent determinacije (r^2) u svim slučajevima prelazi vrednost 0,97. Jedino kod sorte Galeb u 1997. linearna regresija više odgovara procesu nalivanja zrna u sva tri ponavljanja, sa koeficijentom determinacije većim od 0,97.

Intenzitet nalivanja zrna kod sorte Novosadski 183 se kretao od 0,071mg zrna \cdot $^{\circ}$ C $^{-1}$ u 1995. i 1996. do 0,080mg zrna \cdot $^{\circ}$ C $^{-1}$ u 1997. (Tab. 2). Dinamike nalivanja zrna u 1995. i 1996. su bile približno iste do mase zrna oko 20-25 mg, odnosno 300 SAT (Graf. 1a), bez obzira što je u tom periodu razlika između prosečnih dnevnih temperatura bila 6,7 $^{\circ}$ C (-3,1 $^{\circ}$ C u 1995. i +3,6 $^{\circ}$ C u 1996). Jednake vrednosti intenziteta u prvoj polovini nalivanja u ove dve ekološki različite godine posledica su skraćenja inicijalno perioda nalivanja u 1996, usled visokih temperatura i brzog ulaska biljaka u ranu fazu nalivanja zrna, čime je nadoknađeno kasnije cvetanje. U drugoj polovini nalivanja zrna povećanje mase zrna je bilo intenzivnije 1996. nego 1995, te su prinos i masa zrna bili veći 1996. (Tab. 2). Krive nalivanja zrna kod sorte Novosadski 183 u 1997. i 1998. su identične, sa dužinom nalivanja od 568 SAT u 1997. i 626 SAT u 1998. (Tab. 2). Visoke prosečne dnevne temperature u drugoj dekadi maja 1997. (+4,9 $^{\circ}$ C u

odnosu na višegodišnji prosek) su ubrzale nalivanje zrna, zbog čega je intenzitet nalivanja zrna bio veći kod ove sorte u 1997. nego 1998. U 1997. početak cvetanja je bio 7 dana kasniji, te je SAT bila manja, a intenzitet nalivanja zrna oko 10% veći nego 1998. Prinos u godini sa kasnijim cvetanjem i intenzivnijim nalivanjem je bio veći u odnosu na godinu ranijeg cvetanja i sporijeg nalivanja, mada ta razlika nije bila statistički značajna (Tab. 2).

Tab. 2. Srednje vrednosti komponenti prinosa i nalivanja zrna
Tab. 2. Means of yield components and grain filling parameters

Sorta Cultivar	God	BK	BZ	MZ	Prinos	IN	PN	OV			
NS.183	1995	685	28	39.8	6.94	0.071	608	0.057			
	1996	755	24	43.8	7.72	0.071	710	0.053			
	1997	804	28	45.0	10.07	0.080	568	0.056			
	1998	856	26	44.6	9.68	0.073	626	0.052			
Astrid	1995	789	30	40.9	8.89	0.073	616	0.054			
	1996	817	25	44.3	9.00	0.068	778	0.053			
	1997	743	30	47.3	10.16	0.082	572	0.050			
	1998	768	27	46.2	9.34	0.072	640	0.054			
Galeb	1995	409	50	41.5	7.20	0.079	567	0.058			
	1996	438	55	46.1	9.00	0.071	756	0.044			
	1997	459	61	47.1	11.87	0.080	643	0.047			
	1998	462	48	43.9	9.33	0.058	888	0.049			
Botond	1995	432	46	43.0	6.75	0.072	726	0.057			
	1996	352	52	45.1	6.62	0.065	853	0.045			
	1997	467	56	43.1	11.37	0.078	505	0.050			
	1998	463	50	41.5	9.29	0.071	673	0.046			
LSD _{C and Y}		16 [§]	1.5 [§]	0.55 [§]	.41 [§]	.59 ^{§§}	.003 [§]	27	35 ^{§§}	.008 [§]	.011 ^{§§}
			21 ^{§§}	2.0 ^{§§}	0.74 ^{§§}		.004 ^{§§}				
LSD _{CxY}		31 [§]	3.0 [§]	1.10 [§]	.81 [§]	1.01 ^{§§}	.006 [§]	53	71 ^{§§}	.017 [§]	.022 ^{§§}
			42 ^{§§}	4.0 ^{§§}	1.48 ^{§§}		.008 ^{§§}				

P = 0.05[§], P = 0.01^{§§}

BK-broj klasova/m², BZ-broj zrna/klas, MZ-masa 1000z., Prinos (t ha⁻¹), IN-intenzitet naliv.(mg zrno⁻¹C⁻¹), PN-period naliv.(SAT), OV-stopa otpuštanja vode (%zrno⁻¹C⁻¹)

Kod sorte Astrid intenzitet nalivanja zrna se kretao od 0,068mg zrno⁻¹C⁻¹ u 1996. do 0,082mg zrno⁻¹C⁻¹ u 1997. Intenzitet nalivanja u 1995. i 1998. je bio identičan, iako su se ove dve godine razlikovale po odstupanju temperatura od višegodišnjeg proseka. Između intenziteta nalivanja zrna, dužine nalivanja zrna, prinosa i broja klasova po m² nije postojala značajna razlika (Tab. 2). Krupnije zrno u 1998. nego 1995. je posledica kompenzirajućih odnosa između mase zrna,

broja klasova i broja zrna po klasu (Rasmusson i Cannell, 1970). U 1996. godini intenzitet nalivanja je bio najsporiji, a period nalivanja najduži, 778 SAT. U 1997. nalivanje je bilo najintenzivnije i trajalo je najkraće, dok su prinosi i masa 1000 zrna bili veći u odnosu na ostale godine ispitivanja (Tab. 2).

Intenzitet nalivanja zrna kod sorte Galeb varirao je od $0,058\text{mg zarno}^{-1}\text{C}^{-1}$ u 1998. do $0,080\text{mg zarno}^{-1}\text{C}^{-1}$ u 1997. (Tab. 2). Intenziteti nalivanja u 1995. i 1997. su bili slični, dok je trajanje nalivanja u 1997. bilo duže 76°C ili oko 5 dana. Duže trajanje nalivanja zrna u 1997. je bilo rezultat nižih temperatura krajem maja i početkom juna, što odgovara periodu kasne (period između mlečne zrelosti i odumiranja fotosintetskog aparata, odnosno prestanku fotosinteze) i finalne faze nalivanja zrna (period od prestanka fotosinteze do potpune zrelosti) (Takahashi i sar. 1993). U 1998. kod sorte Galeb stopa nalivanja zrna je bila najniža a period nalivanja najduži, što je bilo rezultat kasnijeg cvetanja (5-6 dana) u odnosu na druge godine, kao i nižih temperatura u prvoj polovini nalivanja zrna.

Najveća stopa i najkraći period nalivanja zrna kod sorte Botond registrovani su u 1997. ($0,078\text{mg zarno}^{-1}\text{C}$ i 505°C). Temperature u kasnoj i finalnoj fazi nalivanja su bile umerene i nisu predstavljale ograničavajući faktor za duže trajanje nalivanja zrna. Do skraćenja perioda nalivanja zrna došlo je usled visokih temperatura sredinom maja i zbog toga skraćenja inicijalne i rane faze nalivanja zrna. Najniža stopa nalivanja ($0,065\text{mg zarno}^{-1}\text{C}$) i najduže trajanje nalivanja zrna kod sorte Botond bilo je 1996. (Tab. 2). Visoke temperature 1996. godine u kasnoj i finalnoj fazi nalivanja zrna nisu delovale u pravcu skraćenja perioda nalivanja, tako da su aktuelna (najveća masa zrna dobijena merenjem) i izračunata (masa zrna kod $dW/dt=0$) masa zrna registrovane kod 850°C . U druge dve godine, stopa i trajanje nalivanja zrna su bili u granicama vrednosti iz 1996. i 1997.

Tab. 3. Sredine kvadrata komponenti prinosa i nalivanja zrna

Tab. 3. Square means of yield components and grain filling

Izvor variranja	St. sl.	BK	BZ	MZ	Prinos	IN	PN	OV
Ponavlj.	2	252	4	0,1	164027	$0,41 \times 10^{-4}$	2868	$0,01 \times 10^{-4}$
Sorta	3	468369**	2520**	13,6**	2833952**	$0,16 \times 10^{-4}$	17518**	$1,14 \times 10^{-4}$ ** *
Godina	3	8438**	88**	57,9**	19585319* *	$3,49 \times 10^{-4}$ ** *	93938**	$1,09 \times 10^{-4}$ ** *
SxG	9	6922**	31**	4,7**	4886793**	$0,65 \times 10^{-4}$ ** *	20522**	$0,43 \times 10^{-4}$ ** *
Greška	30	353	3	0,4	238285	$0,14 \times 10^{-4}$	994	$0,01 \times 10^{-4}$

Odnos sadržaja vode u zrnu i SAT predstavljen je linearnom jednačinom, a r^2 vrednosti su se kretale od 0,83 do 0,99. Samo u dva ponavljanja kod sorte Novosadski 183 r^2 je bio niži (0,74 i 0,82). Intenzitet otpuštanja vode zavisio je od sorte, godine i specifičnog ponašanja sorte u određenoj godini (Tab. 3). Dvoredi ječam je imao kraći period nalivanja zrna i brže je otpuštao vodu u odnosu na

višeredi. Najbrže otpuštanje vode bilo je u 1995. godini i iznosilo je 0,057% $\text{zrno}^{-1}\text{C}^{-1}$, a najsporije u 1996; 0,505% $\text{zrno}^{-1}\text{C}^{-1}$.

Tab. 4. Koeficijenti prostih i parcijalnih korelacija između komponenti prinosa i nalivanja zrna

Tab. 4. Simple and path coefficients among components of yield and grain filling

Komponente prinosa i nalivanja	BZ	MZ	IN	PN	Prinos	Direktan uticaj na prinos	Indir. uticaj IN i PN na prinos preko komp.pr.	
							IN	PN
BK	-0,92**	0,13	0,16	-0,29**	0,14	1,18**	0,19	-0,35
BZ		0,04	-0,02	0,16	0,13	1,48**	-0,02	0,23
MZ			0,17	0,10	0,41**	0,34**	0,06	0,03
IN				-0,83**	0,70**	0,40*	-	-0,33
PN					-0,57**	0,01	0,01	-

Najveći intenzitet nalivanja zrna, a pri tome najkraći period nalivanja, je zabeležen u 1997. U toj godini vrednosti intenziteta nalivanja zrna su bile oko 0,080mg $\text{zrno}^{-1}\text{C}^{-1}$ a trajanje nalivanja zrna je bilo kraće od 600 SAT. U poređenju sa ostalim godinama, 1977. je bila karakteristična zbog viših srednjih dnevnih temperatura u ranim fazama nalivanja zrna. Visoke temperature u fazi cvetanja skratile su inicijalnu fazu nalivanja zrna i na osnovu toga i ukupan period nalivanja, ali nisu negativno uticale na prinos. Ustvari, najveći prinos i najkрупnije zrno su bili upravo u ovim ekološkim uslovima- visokim temperaturama tokom početne faze nalivanja zrna a umerenim temperaturama u relativno kratkom preostalom periodu, tokom kojeg se odvijalo ujednačeno i brzo nalivanje zrna.

Od svih komponenti varijanse, faktor godina je najviše uticao na intenzitet i trajanje nalivanja zrna (Tab. 3), što ukazuje na značaj uslova spoljašnje sredine, i to prvenstveno temperatura, u procesu nalivanja zrna. Uticaj sorte na intenzitet nalivanja zrna je ispoljen kroz značajnu interakciju sorta x godina. Dužina perioda nalivanja zrna je bila najkraća kod rane sorte dvoredog ječma Novosadski 183 a najduža kod sorte šestoredog ječma Galeb. Najduže nalivanje zrna je bilo 1996. godine, iako su u ovoj godini bile visoke temperature na početku i na kraju perioda nalivanja zrna, što može biti delimično objašnjeno specifičnom reakcijom genotipa na agroekološke uslove proizvodnje. Ovakvu pretpostavku potvrđuje i visoko učešće interakcije sorta x godina u ukupnoj varijabilnosti dužine perioda nalivanja zrna. Međutim, veliki broj autora (Bruckner i Frohberg, 1987; Campbell i sar., 1990; Hunt i sar., 1990) navode da sorta ima najveći uticaj na intenzitet nalivanja, a godina, odnosno ekološki uslovi proizvodnje na dužinu trajanja nalivanja zrna.

Broj zrna i masa zrna po klasu su zavisili od sorte i godine, dok je prinos pored glavnih faktora, bio i pod uticajem interakcije genotip x godina (Tab. 3).

Nakon formiranja broja klasova i broja zrna, prinos postaje zavisian od treće komponente prinosa- mase zrna, koji je funkcija intenziteta i trajanja nalivanja zrna (Wiegand i Cuellar, 1981). Odnos između parametara nalivanja zrna sa

prinosom i komponentama prinosa određen je prostim i parcijalnim koeficijentima korelacije (Tab. 4). Prinos je bio u pozitivnoj korelaciji sa intenzitetom nalivanja zrna; najveći prinos je ostvaren u godini sa najvećim intenzitetom nalivanja, a u isto vreme sa najkraćim periodom nalivanja. Negativne vrednosti prostog koeficijenta korelacije između prinosa i dužine trajanja perioda nalivanja treba uslovno prihvatiti s obzirom da parcijalnom analizom nije utvrđen negativan efekat dužine trajanja nalivanja na prinos. Pored toga, za razliku od prostog koeficijenta korelacije, parcijalnim koeficijentom nije utvrđeno postojanje tako jakog direktnog efekta intenziteta nalivanja zrna na prinos.

Iako se broj zrna po klasu formira tokom vegetativne faze i zavisi od uslova spoljašnje sredine u kojima se odvija morfogeneze generativnih organa tokom procesa ontogeneze, konačan broj zrna je ipak determinisan u toku nalivanja zrna. Naime, slabo nalivena zrna se izgube tokom žetve, tako da ona ustvari i ne učestvuju u krajnjem prinosu. Ako period nalivanja traje duže, slabije razvijena zrna ne mogu da završe proces nalivanja usled porasta temperatura i napada bolesti, čime se može i objasniti dobijena negativna korelacija između trajanja nalivanja i broja zrna po klasu.

Metzger (1984) i Wong i Baker (1986) navode da se period nalivanja može produžiti izborom genotipova sa kraćim vegetativnim periodom, dok je u našim istraživanjima duži period nalivanja zrna baš i bio u godinama sa kasnijim cvetanjem i dužim vegetativnim periodom. U godinama u kojima cvetanje počinje ranije, postoje uslovi za duže trajanje nalivanja zrna, ali istovremeno može doći i do prisilnog sazrevanja usled ranijeg napada bolesti, suše itd, a samim tim i skraćanja samog perioda nalivanja zrna.

U našim istraživanjima korelacija između intenziteta i trajanja nalivanja je bila negativna, iako mnogi autori (Sofield i sar., 1977a; Wardlaw i sar., 1980; Sayed i Gadallah, 1983; Van Saford, 1985) ističu da ne postoji značajna veza između ova dva parametra. Brukner i Frohberh (1987) su dobili jaku negativnu ekološku korelaciju između ovih osobina, što ukazuje da spoljašnji uslovi pospešuju veći intenzitet a kraće trajanje nalivanja zrna. Na osnovu toga, veza koju smo utvrdili može se pripisati jakoj negativnoj korelaciji sa spoljašnjom sredinom. Stvaranje sorti za agroekološke uslove gde su rađena istraživanja bi trebalo usmeriti u pravcu oplemenjivanja na krupnije zrno, veći intenzitet i umerenu dužinu nalivanja zrna. Sofield i sar. (1977a), Gebeyehou i sar. (1982), Van Sanford (1985) i Darroch i Baker (1990) ističu na između krupnoće zrna i intenziteta nalivanja postoji jaka pozitivna korelacija, dok Nass i Reiser (1975), Gebeyehou i sar. (1982) i Wong i Baker (1986) navode da se prinos zrna nalazi u pozitivnoj korelaciji sa efektivnim periodom nalivanja zrna. U našim agroekološkim uslovima u drugoj polovini nalivanja zrna temperature mogu da budu tako visoke da povećan intenzitet nalivanje ne može kompenzirati skraćenje perioda nalivanja, što može dovesti do redukcije prinosa (Pržulj i Momčilović, 1998). Maksimalan prinos se ne postiže ni pri maksimalnom intenzitetu ni pri najdužem periodu nalivanja, što znači da između ove dve komponente treba, zavisno od sorte i ekoloških uslova, uspostaviti optimalan odnos. Izbor genotipa visokog intenziteta nalivanja zrna,

čija dinamika nalivanja odgovara proizvodnim uslovima, mogao bi da predstavlja uspešniji put stvaranja stabilnih, adaptabilnih i visokoprinosnih sorti.

ZAKLJUČAK

U oplemenjivanju ozimog ječma za agroekoške uslove Srbije treba stvarati sorte krupnijeg zrna, visokog intenziteta i umerene dužine nalivanja zrna. Tokom kasne i završne faze nalivanja, genotipovi sa dužim trajanjem nalivanja zrna mogu ući u period visokih temperatura, što može redukovati prinos i kvalitet zrna. Između trajanja vegetativne i generativne faze treba da postoji skladan odnos, pošto genotipovi sa preranim ili prekasnim cvetanjem ne ostvaruju maksimalne prinose. Izbor genotipova visokog intenziteta nalivanja, čija dinamika razvoja odgovara datim uslovima spoljašnje sredine, predstavlja pouzdaniji put ka stvaranju stabilnih, adaptabilnih i visokoprinosnih sorti.

LITERATURA

- Brocklehurst, P.A. (1977): Factors controlling grain weight in wheat. *Natura* 266, 348-349.
- Bruckner, P.L., Frohberg, R.C. (1987): Rate and duration of grain fill in spring wheat. *Crop Sci.* 27, 451-455.
- Campbell, C.A., Cutforth, H.W., Selles, F., DePauw, R.M., Clarke, J.M. (1990): Dynamics of dry matter, N, and P accumulation in the developing kernels of four spring wheat cultivars for irrigation and dry land. *Can. J. Plant Sci.* 70, 1043-1056.
- Darroch, B.A., Baker, R.J. (1990): Grain filling in three spring wheat genotypes: Statistical analysis. *Crop Sci.* 30, 525-529.
- Gebeyehou, G, D.R. Knott and R.J. Baker (1982): Rate and duration of grain filling in durum wheat cultivars. *Crop Sci.* 22, 337-340.
- Hunt, L.A., van der Poorten, G., Pararajasingham, S. (1991): Postanthesis temperature effects and rate of grain filling in some winter and spring wheats. *Can. J. Plant Sci.*, 71: 609-617.
- Metzger, D.D., Szaplewski, S.J., Rasmusson, D.C. (1984): Grain-filling duration in spring barley. *Crop Sci.* 24, 1101-1105.
- Nass, H.G., Reiser, B., (1975): Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 55, 673-678.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (1998): Novosadske sorte pivskog ječma za proizvodne uslove Jugoslavije. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad* 30, 453-462.
- Pržulj, N., Momčilović, V., Mladenov, N. (2000): Grain filling in two-rowed barley. *Rostlinna Vyroba* 46,2, 81-86.
- Radford, P.J (1967): Growth analysis formulae-their use and abuse. *Crop. Sci.* 7, 171-175.
- Rasmusson, D.C., Cannell, R.Q. (1970): Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop. Sci.* 10, 51-54.

- Sayed, H.I., Gadallah, A.M. (1983): Variation in dry matter and grain filling characteristics in wheat cultivars. *Field Crops Res.* 7, 61-71.
- Sofield, I., Evans, L.T., Cook, M.G., Wardlaw, I.F. (1977a): Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 4, 785-797.
- Sofield, I., Wardlaw, I.F., Evans, L.T., Zee, S.Y. (1977b): Nitrogen, phosphorus and water contents during development and maturation in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 4, 799-810.
- Spiertz, J.H.J. (1977): The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Neth. J. Agric. Sci.* 25, 182-197.
- Stapper, M., Fischer, R.A. (1990): Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in Southern New Wales. III. Potential yields and optimum flowering dates. *Aust. J. Agric. Res.* 41, 1043-1056.
- Takahashi, T., Takahashi, N., Nakaseko, K. (1993): Grain filling mechanism in spring wheat. *Jap. J. Crop Sci.* 62,4, 560-564.
- Van Sanford, D.A. (1985). Variation in kernel growth characters among soft red winter wheats. *Crop Sci.* 25, 626-630.
- Wardlaw, I.F., Sofield, I., Cartwright, P.M. (1980): Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature. *Aust. J. Plant Physiol.* 73, 387-400.
- Wiegand, C.L., Cuellar, J.A. (1981): Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.* 21, 95-101.
- Wong, L.S.L., Baker, R.J. (1986): Developmental patterns in five spring wheat genotypes varying in time to maturity. *Crop Sci.* 26, 1167-1170.
- Wych, R.D., McGraw, R.L., Stutham, D.D. (1982): Genotype x year interaction for length and rate of grain filling in oats. *Crop Sci.* 22, 1025-1028.

DINAMICS OF WINTER BARLEY GRAIN FILING

Pržulj, N., Momčilović, Vojislava

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Yugoslavia

SUMMARY

Kernel weight and grain yield depends on the rate and duration of grain filling (GF). Rate of GF presents the rate of dry matter accumulation per kernel and GF period duration from anthesis to physiological maturity. In order to study the relationships among grain yield and yield components and the rate and duration of GF in winter barley, field experiments were conducted during the

1995-1998 period. A quadratic polynomial was used to describe the relationship between kernel weight and time from anthesis and a linear equation to describe the relationship between kernel water content and time from anthesis. Accumulated growing-degree days (GDD) from anthesis were used as a time scale. The rate and duration of GF were obtained from the fitted curve. Depending on the cultivar and year, rate of GF ranged from 0.058 to 0.082 mg kernel¹GDD⁻¹ and the duration of GF from 505 to 887 GDD. Rate positively ($r=0.70$) and duration of GF negatively ($r=-0.57$) effected grain yield. Both rate and duration of GF in large extent were influenced by environmental factors. The correlation between rate and duration of GF was negative. The positive correlations between the rate of GF and kernel weight as well as kernel weight and yield enable indirect selection for yield and a high rate of GF via breeding for a larger kernel.

KEY WORDS: winter barley (*Hordeum vulgare* L.), grain filling, yield, correlation