

## Prinos i kvaliteta vlažnog zrna i klipa kukuruza u optimalnim i naknadnim rokovima sjetve

Zlatko Svečnjak, Boris Varga, Darko Grbeša, Zvonimir Štafa, Darko Uher

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 631.115.1

### Sažetak

Namjenska proizvodnja kukuruza (*Zea mays L.*) za vlažno zrno i klip ima prednosti u usporedbi s proizvodnjom suhog zrna, budući da se mogu uzgajati hibridi dulje vegetacije i zato što nema troškova sušenja. Dvogodišnji pokusi provedeni na pokušalištu Maksimir Agronomskog fakulteta u Zagrebu imali su za cilj istražiti utjecaj naknadnih rokova sjetve na prinos i kvalitetu vlažnog zrna i klipa kukuruza u usporedbi s onim iz optimalnog roka sjetve. Hibridi kukuruza vegetacijskih skupina FAO 200 (PR39K38) i 300 (PR38P05) sijani su unutar optimalnog i dva naknadna roka sjetve i uzgajani u uvjetima intenzivne agrotehnike. Prvi naknadni rok sjetve bio je sredinom svibnja, a drugi početkom lipnja. Prinos zrna i klipa značajno je opao u naknadnim rokovima u usporedbi s optimalnim rokom sjetve, unatoč činjenici da su istraživani hibridi dostigli stadij fiziološke zrelosti prije prvih jesenskih mrazeva. Pad prinosa u naknadnim rokovima sjetve prvenstveno je rezultat manjeg broja zrna na klipu, a dijelom i smanjene mase 1 000 zrna. Oba hibrida ostvarila su sličan prinos klipa, ali je hibrid dulje vegetacije (PR38P05) imao značajno veće prinose zrna od hibrida kraće vegetacije (PR39K38,) jer je potonji hibrid imao značajno manji indeks krunjenja (82,1 %) od prvoga (87,0 %). Rok sjetve i vegetacijska sezona nisu utjecali na sadržaj proteina i masti u zrnu. Hibridi se također nisu razlikovali po sadržaju proteina, dok je PR38P05 imao apsolutno mali, ali značajno veći sadržaj masti u zrnu od PR39K38. Za proizvodnju vlažnog zrna i klipa u naknadnim rokovima sjetve do prve dekade lipnja mogu se uspješno uzgajati hibridi grupa FAO 200 i 300 uz zadržavanje kvalitete, ali niže prinose, u usporedbi s onim iz optimalnog roka sjetve.

*Ključne riječi: proteini, masti, indeks krunjenja, sadržaj vode u zrnu, fiziološka zrelost*

### **Uvod**

Pogodnost hibrida kukuruza za određeno namjensko korištenje u stočarstvu (proizvodnja suhog zrna, silaže vlažnog klipa ili zrna te silaže cijele biljke) prvenstveno ovisi o prinosu hranjivih tvari i datumu nastupa fiziološke, odnosno tehnološke zrelosti. Proizvodnja suhog zrna za hranidbu životinja najčešći je oblik namjenske proizvodnje i korištenja kukuruza u Hrvatskoj. Osnovni zahtjev pri izboru hibrida odgovarajuće duljine vegetacije je da on mora ostvariti fiziološku zrelost prije nastupa prvih jesenskih mrazeva. U fiziološkoj zrelosti zrno kukuruza ima relativno visoki sadržaj vode od 30 - 35 %, a u namjenskoj proizvodnji suhog zrna najpovoljnija vlaga za berbu je između 25 i 28 %, budući da su tada najmanji gubici u berbi, lom i oštećenja zrna (Hoeft i sur., 2000.). To znači da nakon fiziološke zrelosti mora proći određeno razdoblje tijekom kojeg se otpušta voda iz zrna. Brzina gubitka vode iz zrna ovisi o vremenskim uvjetima i hibridu, a između fiziološke i tehnološke zrelosti u širem prosjeku obično mora proći od 10 do 30 dana. Međutim, pri visokom sadržaju vode u zrnu kukuruz se može koristiti za proizvodnju vlažnog klipa i vlažnog zrna. Stoga se u namjenskoj proizvodnji vlažnog zrna i klipa mogu uzgajati hibridi dulje vegetacije koji su u pravilu i prinosniji, a nema ni troškova sušenja zrna. Prema Zlatiću i Kovčinu (1986.) troškovi umjetnog sušenja iznose od 15 do 20 % od cijene suhog zrna kukuruza. Vlažno zrno sa 30 - 40 % vode u zrnu te vlažni klip prvenstveno se koriste u hranidbi svinja, odnosno goveda. Suha tvar siliranog zrna je više hranjivosti i zdravstvene vrijednosti od suhog zrna, a kalorimetrijska istraživanja na kravama (Wilkerson i sur., 1997.) pokazuju da suha tvar mljevenog visokovlažnog zrna sadrži 13 % više neto energije ( $7,70 \text{ MJ kg}^{-1}$ ), nego suhog zrna ( $6,82 \text{ MJ kg}^{-1}$ ). Uremović i sur. (1998.) također izvješćuju o pozitivnim učincima hranidbe svinja s visokovlažnim zrnom kukuruza u odnosu na hranidbu s prekrupom suhog zrna, budući da je u njihovim istraživanjima postignut veći dnevni prirast i bolje iskorištavanje suhe tvari obroka.

Namjenska proizvodnja vlažnog zrna ili vlažnog klipa je posebice interesantna pri uzgoju kukuruza u naknadnim rokovima sjetve, odnosno nakon kultura koje se skidaju u kasno proljeće (primjerice smjesa ozimih žitarica i stočnog graška). Uzgoj kukuruza u naknadnim rokovima sjetve (nakon optimalnog roka do početka lipnja) gotovo nije istraživan u našim uvjetima, dok ima relativno dosta istraživanja o proizvodnji kukuruza kao naknadnog ili postrnog usjeva za zelenu krmu ili silažu (Fabijanac i sur., 2006.). Tako su Gotlin i Pucarić (1980.) utvrdili da na području Bjelovara

hibridi kukuruza FAO 100 sijani do 20. lipnja mogu dostići fiziološku zrelost, a nakon tog roka do početka srpnja s tim hibridima moguće je postići u pravilu samo mliječnu zrelost. Isti autori ističu da količina oborina u ljetnom razdoblju u većini godina nije dovoljna za uspješan uzgoj kukuruza bez navodnjavanja.

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj naknadnih rokova sjetve na prinos i kvalitetu vlažnog zrna i klipa hibrida kukuruza vegetacijskih skupina FAO 200 i 300 u usporedbi s onim iz optimalnog roka sjetve.

### ***Materijali i metode***

Poljski pokusi provedeni su na pokušalištu Maksimir Agronomskog fakulteta u Zagrebu tijekom vegetacijskih sezona 2002. i 2005. U obje godine postavljen je identičan dvofaktorijalni pokus po slučajnom bloknom rasporedu u pet ponavljanja. Faktori istraživanja bili su rokovi sjetve (optimalni i dva naknadna) i hibridi kukuruza. Hibridi kukuruza vegetacijske skupine FAO 200 (PR39K38) i 300 (PR38P05) sijani su unutar optimalnog (do 5. svibnja) i dva naknadna roka sjetve. Prvi naknadni rok sjetve bio je oko sredine svibnja, a drugi početkom lipnja (tablica 1).

Pokusi su provedeni u uvjetima intenzivne razine agrotehnike (oranje na 30 - 32 cm dubine, gnojidba sa 150 kg N ha<sup>-1</sup>, 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, intenzivna zaštita od korova i štetnika). Osnovna parcela u sjetvi imala je površinu od 28 m<sup>2</sup>, odnosno sijano je četiri reda kukuruza na međuredni razmak od 0,7 m na 10 m dužine. Sva mjerenja i opažanja obavljena su na dva srednja reda u svakoj osnovnoj parceli, tako da je obračunska parcela imala površinu 14 m<sup>2</sup>.

Neposredno pred berbu utvrđen je ukupni broj biljaka, broj dvoklipih, jalovih, poleglih (stabljika kukuruza nagnuta više od 60°), polomljenih i snjetljivih biljaka po parceli i preračunat na hektar. U jalove biljke ubrojene su biljke bez klipa, ili s klipom koji je imao manje od 10 zrna (Tollenaar i sur., 1992.). Iako su bile utvrđene, vrijednosti za broj snjetljivih biljaka na stabljici i klipom nisu dane u rezultatima istraživanja zbog neznatne pojave u provedenim pokusima. Za period sjetva - svilanje, sjetva - fiziološka zrelost i svilanje - fiziološka zrelost izračunata je suma toplotnih jedinica izražena u efektivnim stupnjevima prema Gilmore i Rogers (1958.).

Tablica 1.: Suma toplotnih jedinica i broj dana vegetacije od sjetve do fiziološke zrelosti hibrida kukuruza  
 Table 1.: Growing degrees and number of days from sowing to physiological maturity of maize hybrids

Hibrid Hybrid	Rok sjetve Sowing treatment	Vegetacijska sezona 2002. Growing season of 2002					Vegetacijska sezona 2005. Growing season of 2005.				
		Datum sjetve Sowing date	Datum FZ† Date of PM	Dana vegetacije Days of vegetation	Toplotnih jedinica Growing degrees	Datum sjetve Sowing date	Datum FZ† Date of PM	Dana vegetacije Days of vegetation	Toplotnih jedinica Growing degrees		
PR39K38	Optimalni Optimal	03/05	27/08	116	1 358	28/04	01/09	126	1 300		
PR38P05			02/09	122	1 427		06/09	131	1 353		
PR39K38	Prvi naknadni First afterward	23/05	12/09	112	1 340	16/05	14/09	121	1 338		
PR38P05			16/09	116	1 355		26/09	133	1 400		
PR39K38	Drugi naknadni Second afterward	03/06	03/10	122	1 320	02/06	30/09	120	1 246		
PR38P05			09/10	128	1 335		07/10	127	1 280		

†FZ Fiziološka zrelost / PM Physiological maturity

Berba klipova obavljena je ručno u trenutku fiziološke zrelosti, koja se opaža kao pojava crnog sloja na bazi zrna (Daynard i Duncan, 1969.). Pobrani klipovi posloženi su na radnu površinu, a zatim se metodom ponavljanja uzimalo 10 klipova u svrhu analize primarnih i sekundarnih komponenata prinosa zrna na klipu. Preostali klipovi su okrunjeni, izvagana je ukupna masa zrna te uzet uzorak zrna i oklaska za određivanje sadržaja vode. Za svaki od 10 klipova napravljene su analize komponenata prinosa na klipu. Izvagana je ukupna masa klipa i izbrojan broj redova na klipu (redovi su brojani u sredini klipa). Zatim je određen prosječan broj zrna u redu i to brojeći zrna iz dva nasuprotna reda koji su imali zrna od baze do vrha klipa. Klip je ručno okrunjen i nakon toga izvagana ukupna masa zrna, odnosno masa oklaska. Izbrojena su sva zrna na klipu, čime su bila uključena i zrna iz nedovršenih redova na klipu. Pomoću vrijednosti ukupne mase zrna na klipu i broja zrna na klipu dobivena je prosječna masa 1 000 zrna za svaki klip. Prinosi vlažnog zrna i klipa izraženi su u apsolutno suhoj tvari u  $\text{kg ha}^{-1}$ . Za sve komponente prinosa zrna na klipu također su korištene vrijednosti na bazi sadržaja apsolutne suhe tvari. Indeks krunjenja izračunat je kao omjer mase zrna i ukupne mase klipa  $\times 100$ . Sadržaj vlage (suhe tvari), proteina (sadržaj  $\text{N} \times 6,25$ ) i masti u zrnju određeni su standardnim metodama (AOAC, 1990.).

Statistička analiza podataka provedena je analizom varijance u programu SAS 8.0 koristeći MIXED MODEL PROCEDURE (SAS Inst., 1997.). U analizi varijance vegetacijska sezona, hibridi i rokovi sjetve smatrani su fiksnim efektom, a repeticije slučajnim efektom.

### ***Rezultati i rasprava***

Ovisno o vegetacijskoj sezoni, fiziološka zrelost pri sjetvi unutar optimalnih rokova nastupila je krajem kolovoza ili početkom rujna za hibrid FAO 200 grupe (PR39K38), odnosno u prvoj dekadi rujna za hibrid FAO grupe 300 (PR38P05). Pri sjetvi u prvom naknadnom roku (polovicom svibnja), fiziološka zrelost za uzgajane hibride nastupila je oko sredine rujna (tablica 1). Fiziološka zrelost istraživanih hibrida pri sjetvi u drugom naknadnom roku (početkom lipnja) opažena je najkasnije u prvoj dekadi listopada, odnosno prije nastupa ranih jesenskih mrazeva. Ovi rezultati ukazuju na pravilan izbor hibrida u agroekološkim uvjetima sjeverozapadne Hrvatske u kojima su pokusi provedeni, budući da su svi uzgajani hibridi

dostigli stadij fiziološke zrelosti prije 15. listopada, kada se mogu najranije očekivati jesenski mrazevi.

Suma toplotnih jedinica od sjetve do svilanja povećavala se u naknadnim rokovima sjetve u usporedbi s onom iz optimalnog roka sjetve, što je u suglasju s rezultatima Daynarda (1972.). Nasuprot tome, suma toplotnih jedinica od svilanja do fiziološke zrelosti smanjivala se u naknadnim rokovima sjetve u usporedbi s optimalnim. To je posljedično rezultiralo u relativno malim razlikama u ukupnoj sumi toplotnih jedinica od sjetve do fiziološke zrelosti, između optimalnog i naknadnih rokova sjetve (tablica 1). Tako je prosječna suma toplotnih jedinica za obje godine istraživanja kod hibrida sijanih unutar optimalnog roka sjetve iznosila 1 360 °C, a za prvi naknadni rok 1 358 °C. Nešto veća razlika utvrđena je za drugi naknadni rok sjetve, budući da su istraživani hibridi u trenutku fiziološke zrelosti u prosjeku nakupili 1 296 °C toplotnih jedinica.

Vegetacijska sezona utjecala je na sadržaj vode u zrnu u berbi, odnosno u trenutku nastupa fiziološke zrelosti (tablica 2). Tako je u 2005. utvrđen veći prosječni sadržaj vode u zrnu (35,7 %) u fiziološkoj zrelosti, od onog u 2002. (34,0 %). Prethodna istraživanja pokušala su povezati fiziološku zrelost s odgovarajućim sadržajem vode u zrnu. Međutim, rezultati Shaw i Thoma (1951.) govore da u fiziološkoj zrelosti zrno može imati vrlo različite sadržaje vode koji su se kretali od 26 do 47 %. Temeljem istraživanja provedenih u Centralnom kukuruznom pojasu, Rensch i Shaw (1971.), također ukazuju da sadržaj vode u zrnu u fiziološkoj zrelosti značajno varira između hibrida i datuma sjetve i to od 27,6 % (rani hibrid posijan u trećoj dekadi travnja) do 37,7 % (kasni hibrid posijan u trećoj dekadi svibnja). Nadalje, autori govore da je i kod istog hibrida pri ranoj sjetvi utvrđen manji sadržaj vode u fiziološkoj zrelosti u usporedbi s kasnim rokom sjetve. Naši rezultati su u suglasju s rezultatima prethodno navedenih autora budući da su istraživani hibridi pokazali tendenciju većeg sadržaja vode u zrnu u berbi u drugom naknadnom roku u usporedbi s optimalnim i prvim naknadnim rokom sjetve (tablica 3). Daynard (1972.) je kod svibanjske sjetve deset adaptiranih komercijalnih hibrida utvrdio da sadržaj vode u vrijeme pojave crnog sloja varira od 30 - 37 % i da se kod lipanjske sjetve crni sloj pojavio kad je sadržaj vode iznosio 39 - 40 %. Autor je to prijevremeno formiranje crnog sloja povezao s hladnim vremenom (srednje dnevne temperature zraka ispod 12 °C), koje je nastupilo oko tjedan dana prije formiranja crnog sloja. Za razliku od sadržaja vode u zrnu, sadržaj vode u klipju u našim istraživanjima bio je sličan u obje

Tablica 2: Kombinirana analiza varijance za prinos zrna i druga svojstva hibrida kukuruza  
 Table 2: Combined analysis of variance for grain yield and other traits of maize hybrids

Izvor varijabiliteta Source of variability	Prinos zrna Grain yield	Prinos klipa Ear yield	Sadržaj vode u zrnju Grain moisture content	Sadržaj vode u klipu Ear moisture content	Masa 1 000 zrna 1 000-grain weight	Zrna na klipu Grains per ear	Sadržaj proteina u zrnju Grain protein content	Sadržaj masti u zrnju Grain oil content	Indeks krunjenja Shelling index
Godina Year (G)	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	***
Hibrid Hybrid (H)	NS	*	NS	***	NS	NS	NS	***	***
Rok sjetve Sowing date (S)	***	***	***	***	**	NS	NS	NS	***
G × H	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	*
G × S	*	*	***	**	*	NS	NS	NS	NS
H × S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
G × H × S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

vegetacijske sezone (tablica 2) i prosječno je iznosio 39,1 %. Prosječni sadržaj vode u oklasku u fiziološkoj zrelosti iznosio je 55,5 %, što je osjetno više od prosječnog sadržaja vode u zrnu (34,8 %).

Vegetacijska sezona nije značajno utjecala na prinose koji su tijekom dvije vegetacijske sezone u prosjeku iznosili 9 838 kg ha<sup>-1</sup> za zrno i 11 633 kg ha<sup>-1</sup> za klip. U agroekološkim uvjetima sjeverozapadne Hrvatske (Varaždin), Evačić (1995.) izvještava da je prinos suhe tvari vlažnog klipa u nepovoljnoj vegetacijskoj sezoni iznosio prosječno 6 541 kg ha<sup>-1</sup>. U povoljnijim uvjetima uzgoja prosječni prinos suhe tvari vlažnog klipa bio je skoro duplo veći (11 754 kg ha<sup>-1</sup>). Autor nije dobio razlike u prinosu suhe tvari vlažnog klipa između hibrida kukuruza FAO grupa 200 - 600 u nepovoljnoj vegetacijskoj sezoni, dok su u povoljnim uvjetima uzgoja dobivene razlike u korist hibrida kasnije grupe dozrijevanja.

Rok sjetve je značajno utjecao na ostvarene prinose i to u obje vegetacijske sezone (tablica 2), unatoč činjenici da su istraživani hibridi dostigli stadij fiziološke zrelosti prije jesenskih mrazova i da su imali relativno sličan broj dana vegetacije (tablica 1). U prosjeku, za obje godine istraživanja, taj pad prinosa u prvom naknadnom roku sjetve iznosio je 800 kg ha<sup>-1</sup> (7,4 %) za zrno, odnosno 908 kg ha<sup>-1</sup> (7,2 %) za klip. U usporedbi s optimalnim, drugi naknadni rok sjetve rezultirao je u daljnjem značajnom smanjenju prinosa i to za relativno visokih 2 064 kg ha<sup>-1</sup> (19,1 %) za zrno, odnosno 2 270 kg ha<sup>-1</sup> (17,9 %) za klip. Ovi rezultati su u suglasju s onima Gotlina i Pucarića (1980.), koji također ukazuju da su hibridi FAO grupe 200 smanjili prinose zrna, ukoliko se sjetva odgađala od sredine svibnja do početka lipnja. U njihovim istraživanjima hibrid Bc 25-22 smanjio je prinos zrna za prosječno 6,5 %. Nasuprot tome, Kolčar i Videnović (1984.) nisu utvrdili nikakve razlike u prinosima zrna, ukoliko se sjetva hibrida kukuruza vegetacijske skupine FAO 300 odgađala od kraja travnja do početka lipnja. U našem istraživanju pad prinosa zrna u prvom naknadnom roku sjetve prvenstveno je rezultat slabije ozrnljenosti klipa (tablica 3). Tako je prosječan broj zrna na klipu pri sjetvi unutar optimalnog roka iznosio 467, dok je u prvom naknadnom roku izbrojano 429 zrna na klipu. Međutim, daljnje smanjenje prinosa u drugom naknadnom roku kombinirani je rezultat daljnjeg smanjenja broja zrna na klipu, ali i niže mase 1 000 zrna (tablica 3). Dobro je poznato da je masa 1 000 zrna najstabilnija komponenta prinosa i da kao takva relativno malo reagira na promjenu vanjskih čimbenika (Svečnjak i sur., 2004.). Tako je masa 1 000 zrna imala slične vrijednosti u optimalnom i prvom naknadnom

Tablica 3: Prosječni prinos zrna i klipa te druga svojstva hibrida kukuruza u različitim rokovima sjetve  
 Table 3: Average grain and ear yield and other traits of maize hybrids at various sowing rates

Vegetacijska sezona Growing season	Rok sjetve Sowing date	Prinos zrna Grain yield	Prinos klipa Ear yield	Sadržaj vode u zrnju Grain moisture content	Sadržaj vode u klipu Ear moisture content	Zrna na klipu Grains per ear	Masa 1 000 suhih zrna 1000-grain dry weight	Sadržaj proteina u zrnju Grain protein content		Sadržaj masti u zrnju Grain oil content	Indeks krunjenja Shelling index
								kg suhe tvari ha <sup>-1</sup> kg dry matter ha <sup>-1</sup>	br. no.		
2002.	Optimalni Optimal	11 022	12 815	33,3	38,4	450	310	7,97	3,51	86,0	
	Prvi naknadni First afterword	10 288	11 946	34,4	39,0	422	311	8,09	3,50	86,2	
	Drugi naknadni Second afterword	8 577	10 071	34,3	38,7	410	270	8,14	3,47	85,2	
	Optimalni Optimal	10 565	12 569	34,9	39,1	485	285	7,86	3,86	84,1	
2005.	Prvi naknadni First afterword	9 697	11 622	33,9	38,3	435	285	7,92	3,86	83,5	
	Drugi naknadni Second afterword	8 880	10 773	38,3	41,1	437	280	8,27	3,80	82,4	
	LSD (0,05)†	603	686	1,38	1,3	NS	18,4	NS	NS	NS	
	LSD (0,05)‡	562	663	1,05	1,0		19,9				

† LSD za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone / LSD for comparing means within growing season

‡ LSD za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih vegetacijskih sezona / LSD for comparing means across growing seasons

NS - Nesignifikantna interakcija između roka sjetve i vegetacijske sezone / Nonsignificant sowing date × growing season interaction

roku sjetve, dok je u drugom naknadnom roku sjetve došlo do njenog opadanja, što je posebice vidljivo u 2002. vegetacijskoj sezoni (tablica 3). Odsustvo interakcije između hibrida i roka sjetve za prinos zrna (tablica 2) ukazuje da su oba istraživana hibrida tijekom dvije vegetacijske sezone imala sličan pad prinosa u naknadnim rokovima sjetve u usporedbi s optimalnim rokom.

Indeks krunjenja kukuruza predstavlja omjer mase apsolutno suhog zrna u odnosu na masu apsolutnog suhog klipa i važan je u slučajevima kada se kukuruz bere u klipovima kao što je to slučaj u namjenskoj proizvodnji vlažnog klipa. Vegetacijska sezona utjecala je na indeks krunjenja (tablica 2) koji je bio značajno veći u 2002. (prosječno 85,8 %) nego u 2005. (83,3 %). Nadalje, rok sjetve je imao značajan utjecaj na vrijednosti indeksa krunjenja (tablica 2). Tako je u drugom naknadnom roku indeks krunjenja u prosjeku iznosio 83,8 %, što je bilo značajno manje od 85,1 %, koliko je utvrđeno za optimalni rok sjetve. Odsustvo interakcije između roka sjetve i vegetacijske sezone (tablica 2) ukazuje da je taj prosječan pad indeksa krunjenja u naknadnim rokovima sjetve bio konzistentan u obje godine istraživanja.

Unatoč razlikama u gustoći sklopa i broja jalovih biljaka u berbi (tablica 4), oba hibrida ostvarila su sličan prinos klipa. Međutim, hibrid dulje vegetacije (PR38P05) imao je značajno veće prinose zrna od hibrida kraće vegetacije (PR39K38), jer je potonji hibrid imao osjetno manji indeks krunjenja (82,1 %) od prvoga (87,0 %). Odsustvo interakcije hibrid  $\times$  vegetacijska sezona i hibrid  $\times$  rok sjetve za prinose zrna i klipa (tablica 2) ukazuje da su te međusobne razlike za indeks krunjenja stabilna karakteristika hibrida koja nije ovisila o vremenskim uvjetima tijekom vegetacije i datumu sjetve. Ti rezultati govore da se komercijalni hibridi kukuruza mogu značajno razlikovati u udjelu zrna na klipu i da na to svojstvo treba obratiti pažnju pri izboru hibrida za određeno namjensko korištenje poput proizvodnje vlažnog zrna ili vlažnog klipa. Hibrid dulje vegetacije (PR38P05) imao je neznatno veći sadržaj vode u zrnu i klipu od hibrida kraće vegetacije (PR39K38) u stadiju fiziološke zrelosti (tablica 4).

Vegetacijska sezona nije utjecala na prosječan sadržaj proteina i masti u zrnu hibrida kukuruza (tablica 2). Nadalje, sadržaj proteina u zrnu bio je sličan u svim rokovima sjetve (tablica 2), ali je u tablici 3 vidljiv trend neznatnog povećanja sadržaja proteina u naknadnim rokovima sjetve u usporedbi s optimalnim. Dobro je poznato da sadržaj proteina u zrnu kukuruza ovisi o brojnim čimbenicima poput ostvarenog prinosa, razini gnojidbe dušikom,

Tablica 4: Prosječan prinos zrna i klipa, te druga svojstva hibrida kukuruza tijekom dvogodišnjih istraživanja u Maksimiru

Table 4: Average grain and ear yield and other traits of maize hybrids in the two year field study in Maksimir

Hibrid kukuruza Maize hybrid	PR39K38	PR38P05
Gustoća sklopa u berbi, biljaka ha <sup>-1</sup> Plant population at harvest, plants ha <sup>-1</sup>	80 992	75 159
Jalovih biljaka u berbi na hektar Barren plants at harvest, plants ha <sup>-1</sup>	1 032	437
Suma toplotnih jedinica od sjetve do FZ†, °C Growing degrees from sowing to PM, °C	1 317	1 358
Prinos zrna, kg suhe tvari ha <sup>-1</sup> Grain yield, kg dry matter ha <sup>-1</sup>	9 679	9 998*
Prinos klipa, kg suhe tvari ha <sup>-1</sup> Ear yield, kg dry matter ha <sup>-1</sup>	11 775 <sup>ns</sup>	11 491
Sadržaj vode u zrnu u FZ, % Grain moisture content at PM, %	34,6	35,1 <sup>ns</sup>
Sadržaj vode u klipu u FZ, % Ear moisture content at PM, %	38,5	39,7 <sup>ns</sup>
Zrna na klipu, br. Grains per ear, no.	403	477*
Masa 1 000 suhих zrna, g 1000-grain dry weight, g	290 <sup>ns</sup>	290
Sadržaj proteina u zrnu, % u suhoj tvari Grain protein content, % in dry matter	8,35 <sup>ns</sup>	8,02
Sadržaj masti u zrnu, % u suhoj tvari Grain oil content, % in dry matter	3,49	3,84*
Indeks krunjenja, % Shelling index, %	82,1	87,0*

† Fiziološka zrelost / PM Physiological maturity

\* Signifikantan F-test za  $P=0,05$  / Significant F-test at  $P=0,05$

<sup>ns</sup> Nesignifikantan F-test / Nonsignificant F-test

agroekološkim uvjetima i uzgajanom hibridu (Butzen i Cummings, 1999.). Vasal (1994.) ukazuje da s porastom prinosa u zrnu raste udio endosperma u

odnosu na klicu, što u pravilu rezultira manjim sadržajem proteina u zrnu. To je u suglasju s našim rezultatima, jer su manji prinosi zrna ostvareni u naknadnim rokovima sjetve imali neznatno veći sadržaj proteina u usporedbi s onim iz optimalnog roka sjetve (tablica 3). Nadalje, prinosniji hibrid PR38P05 imao je neznatno niži sadržaj proteina u zrnu u usporedbi s manje prinosnijim hibridom PR39K38 (tablica 4). Značajnije razlike u sadržaju proteina u zrnu između istraživanih hibrida nisu dobivene vjerojatno iz razloga što su i razlike u prinosima zrna bile relativno male. Međutim, hibrid PR38P05 imao je značajno veći sadržaj masti u zrnu (prosječno 3,84 %) u usporedbi sa onim za hibrid PR39K38 (3,49 %). Rezultati prethodnih istraživanja (Jellum i Marion, 1966.; Jellum i sur., 1973.; Dudley i sur., 1977.; Fabijanac i sur., 2006.) također ukazuju da uzgajani hibrid (genotip) u pravilu značajnije utječe na sadržaj ulja nego agrotehnika i okolina. Odsustvo interakcije hibrid × rok sjetve i hibrid × vegetacijska godina za sadržaj masti u zrnu ukazuje da su u našim istraživanjima te međusobne razlike između hibrida bile vidljive u svim rokovima sjetve i u obje vegetacijske sezone.

### **Zaključci**

Istraživani hibridi slično su smanjivali prinose zrna i klipa u naknadnim rokovima sjetve u usporedbi s optimalnim. Unatoč razlikama u duljini vegetacije hibridi FAO grupe 200 i 300 imali su sličan sadržaj vode u zrnu i klipu u stadiju fiziološke zrelosti i prinose klipa, ali su dobivene značajne razlike u prinosu zrna zbog međusobnih značajnih razlika u indeksu krunjenja. Sadržaj proteina i masti nije ovisio o roku sjetve, dok je indeks krunjenja pokazao tendenciju smanjenja u naknadnim rokovima sjetve.

## ***EFFECT OF SOWING DATE ON YIELD AND QUALITY OF HIGH MOISTURE EAR AND GRAIN PRODUCTION FOR MAIZE***

### **Summary**

*High moisture ear and grain production of maize (Zea mays L.) has advantages in comparison with dry grain production because longer maturity hybrids might be grown and there are no grain drying costs. A two year study*

was carried out at the Faculty of Agriculture experimental field Maksimir to evaluate the effect of delayed sowing dates on yield and quality of high moisture ear and grain production when compared to optimum sowing date. Maize hybrids belonging to the maturity groups FAO 200 (PR39K38) and 300 (PR38P05) were sown at optimum (early May) and two delayed sowing dates (middle May and early June) and grown under intensive cropping system. When compared to optimum sowing date, grain and ear yield significantly decreased with delayed sowing dates despite the fact that grown hybrids reached physiological maturity before the first autumn frosts. These yield reductions at delayed sowing dates were mainly associated with fewer grains per ear, and partly due to lighter 1000-grain weights. Both hybrids resulted in similar ear yield; however, a longer maturity hybrid (PR38P05) had larger grain yields than a shorter-maturity hybrid (PR39K38) because the latter had significantly smaller shelling index (82,1 %) than the former one (87,0 %). Sowing date and growing conditions showed no significant effect on grain protein and oil contents. Hybrids also had similar grain protein content, whereas PR38P05 had absolutely small, but significantly higher grain oil content than PR39K38. Thus, delayed sowing of the maize hybrids of FAO 200 - 300 maturity groups might occur into early June with no effect on grain quality, but with significant yield losses when compared to optimum sowing date.

*Key words: protein content, oil content, shelling index, grain moisture, physiological maturity*

### **Literatura**

AOAC. (1990): Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

BUTZEN, S., CUMMINGS, M. (1999): Corn grain protein – Understanding the nutritional profile of corn grain and the effects of management and growing conditions on nutritional quality. Part 3: Environmental effects on protein content in conventional and high oil corn grain. *Crop Insights*, 9:11, 1-4.

DAYNARD, T. B., DUNCAN, W.G. (1969): The black layer and grain maturity in corn. *Crop. Sci.* 9, 473-476.

DAYNARD, T.B. (1972): Relationships among black layer formation, grain moisture percentage and heat unit accumulation in corn. *Agron. J.* 64, 716-719.

DUDLEY, J.W., LAMBERT, R.J., DE LA ROCHE, I.A. (1977): Genetic analysis of crosses among corn strains divergently selected for percent oil and protein. *Crop Sci.* 17, 114-117.

EVAČIĆ, M. (1995): Utjecaj gustoće sklopa i hibrida kukuruza na kvantitetu i kvalitetu prinosa pri raznim načinima korištenja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 60, 150-170.

FABIJANAC, D., VARGA, B., SVEČNJAK, Z., GRBEŠA, D. (2006): Grain yield and quality of semiflint maize hybrids at two sowing dates. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 71, 45-50.

GILMORE, E. C. E., ROGERS, S.J. (1958): Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron. J.* 50, 611-615.

GOTLIN, J., PUCARIĆ, A. (1980.): Izbor hibrida za namjensko korištenje. *Poljoprivredne aktualnosti* 16, 107-110.

HOEFT, R.G., NAFZIGER, E.D., JOHNSON, R.R., ALDRICH, S.R. (2000): *Modern corn and soybean production*. MCSP Publications, Illinois.

JELLUM, M.D., BOSWELL, F.C., YOUNG, C.T. (1973): Nitrogen and boron effects on protein and oil of corn grain. *Agron. J.* 65, 330-331.

JELLUM, M.D., MARION, J.E. (1966): Factors affecting oil content and oil composition of corn (*Zea mays* L.) kernels. *Crop Sci.* 6, 41-42.

KOLČAR, F., VIDENOVIĆ, Ž. (1984.) Uticaj vremena i gustine setve na prinos hibrida kukuruza različite dužine vegetacije. *Agronomski glasnik* 6, 811-820.

RENCH, W.E., SHAW, R.H. (1971): Black layer development in corn. *Agron. J.* 63, 303-305.

SAS Institute. 1997. SAS/STAT software: Changes and enhancements through release 6.12. SAS Inst., Cary, NC.

SHAW, R.H., THOM, H.C.S. (1951): On the phenology of field corn, silking to maturity. *Agron. J.* 43, 541-546.

SVEČNJAK, Z., VARGA, B., POSPISIL, A., JUKIC, Ž., LETO, J. (2004.): Maize hybrid performance as affected by production systems in Croatia. *Bodenkultur* 55, 37-44.

TOLLENAAR, M., DWYER, L.M., STEWART, D.W. (1992): Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. *Crop Sci.* 32, 432-438.

UREMOVIĆ, Z., UREMOVIĆ, M., GRBEŠA, D. (1998.): Utjecaj načina hranidbe kukuruzom na rezultate u tovu svinja. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 63, 161-167.

VASAL, S.K. (1994): *High quality protein corn*. Pages 79-122. In: Specialty Corns. Ed. Haullauer, A.R. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA.

WILKERSON, B.P., GLENN, B.P., MCLEOD, K.R. (1997): Energy and nitrogen balance in lactation cows fed diets containing dry or high moisture corn in either ground or rolled form. *J. Dairy Sci.* 80, 2487.

ZLATIĆ, H., KOVČIN, S. (1986.): Experiences with storage and feeding of high-moisture grain for pigs in Yugoslavia. 37th Annual Meeting of EAAP Budapest, pp. 1-21.

**Adrese autora - Author's addresses:**

Doc. dr. sc. Zlatko Svečnjak<sup>1</sup>

Prof. dr. sc. Boris Varga<sup>1</sup>

Prof. dr. sc. Darko Grbeša<sup>2</sup>

Prof. dr. sc. Zvonimir Štafa<sup>1</sup>

Mr. sc. Darko Uher<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zavod za specijalnu proizvodnju bilja

<sup>2</sup> Zavod za hranidbu domaćih životinja

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svetošimunska cesta 25, Zagreb

**Prispjelo - Received:** 02.11.2007.

**Prihvaćeno - Accepted:** 12.12.2007.