

A. PUCARIĆ.
J. GOTLIN,
B. VARGA

ZNAČENJE BRZINE GUBITKA VODE ZRNA KUKURUZA U IZBORU HIBRIDA ZA SJEVEROZAPADNO PODRUČJE SRH

UVOD I PREGLED LITERATURE

Izbor pogodnog hibrida za svako proizvodno područje u proizvodnji kukuruza predstavlja jedan od najvažnijih činioca za postizavanje visokih prinosa kvalitetnog zrna. Pri izboru hibrida za sjetvu potrebno je poznavati određena svojstva hibrida među kojima su najvažnija: proizvodni kapaciteti rodnosti, čvrstoća stabljike i korijena odnosno otpornost na lomljenje i polijeganje, otpornost ili tolerantnost na najvažnije bolesti i štetnike, pogodnosti za kombajniranje te dužina vegetacije odnosno mogući rokovi berbe u određenim područjima. Ovo potonje svojstvo zavisi o vremenu nastupa fiziološke zrelosti te o brzini gubitka vode iz zrna nakon fiziološke zrelosti. Oba ta svojstva su genetski uvjetovana ali također vremenski i ostali uvjeti proizvodnje utječu na njih.

Kada se govori o zrelosti kukuruza onda se ovdje mogu razmatrati tzv. »fiziološka zrelost« i »zrelost za berbu«. Prema ALDRICHU (1943) te SHAWU i LOOMISU (1950) »fiziološka zrelost« se može definirati kao zrelost kada se u zrnu »akumulira maksimalna količina suhe tvari«. »Zrelost za berbu« zavisi o sistemu berbe i čuvanja i povezana je sa sadržajem vode u zrnu. Ako se vrši kombajniranje te zatim umjetno sušenje i čuvanje u silosima ili skladištima onda je prema ALDRICHU i LENGU (1966) idealna vlaga zrna za berbu 25%. Kod te vlage zrna trebalo bi pobrati najveći dio površina pod kukuruzom, a da bi to bilo moguće, berbu treba započeti nešto ranije i prema navedenim autorima berbu bi trebalo započeti kad zrno sadržava 28% vode. Kod idealne vlage zrna za berbu dobiva se najveći prinos zrna uz najmanji lom i oštećenje zrna, a sušenje zrna je ekonomično.

»Fiziološka zrelost« nastupa nakon određenog broja dana od svilanja. Većina autora navodi da fiziološka zrelost nastupa 50 — 60 dana nakon svilanja (SHAW i THOM 1951, HALLAUER i RUSSELL 1962, HANWAY 1963, HILSON i PENNY 1965), dok GUNN i CHRISTENSEN (1965) koji su proveli istraživanja na velikom broju hibrida u Minnesoti, navode da rani hibridi trebaju manji broj dana od svilanja da bi dostigli fiziološku zrelost nego kasni hibridi. Interval od svilanja do fiziološke zrelosti je u njihovim istraživanjima varirao od 45 dana kod ranih do 70 dana kod kasnih hibrida.

DAYNARD i DUNCAN 1969. godine u svojem radu pod naslovom »Crni sloj i zrelost kukuruza« ističu mogućnost preciznog utvrđivanja fiziološke zrelosti. Oni su našli da pojava crnog sloja na vršnom djelu zrna

Prof. dr Josip Gotlin, dr Aleksandar Pucarić, Boris Varga, dipl. inž., Fakultet poljoprivrednih znanosti Zagreb

kukuruzna znači završetak nakupljanja suhe tvari u zrnu a to prema autorima označuje kao momenat fiziološke zrelosti.

Sadržaj vode u zrnu u vrijeme fiziološke zrelosti najčešće se kreće oko 35% iako se u literaturi mogu naći vrijednosti i 40% pa i više, odnosno 30% ili niže. Interesantno je istaknuti da svi istraživači koji su određivali sadržaj vode u zrnu u vrijeme formiranja crnog sloja navode nešto niže vrijednosti nego oni koji su fiziološku zrelost utvrđivali klasičnim metodama. Za otvorene hibride različite dužine vegetacije BAKER (1970) iznosi ove vrijednosti za % vode u zrnu u vrijeme pojave crnog sloja: W 117 x A 635 28,4%, A 619 x A 632 32,9%, W 64A x Oh 43 32,5%, B 14A x B 37 34,1% i N 28 x Mo 17 34,8%.

Premda korištenje pojave crnog sloja predstavlja napredak za utvrđivanje fiziološke zrelosti ipak šira primjena korištenja ove metode ima izvjesna ograničenja. Crni sloj se može prijevremeno formirati, tj. prije nego što zrno postigne svoju maksimalnu težinu suhe tvari. To se može dogoditi u uvjetima hladnog vremena ili kod jakog napada bolesti. Osim toga duljina formiranja crnog sloja može kod određenih hibrida trajati znatno duže od 3 do 5 dana kao što navode DAYNARD i DUNCAN, čak do 20 dana.

Iz navedenih podataka proizlazi da je u većini slučajeva sadržaj vode u zrnu u fiziološkoj zrelosti previsok da bi se moglo vršiti kvalitetno kombiniranje. Radi toga intenzitet gubitka vode u toku i nakon fiziološke zrelosti određuje vrijeme nastupanja zrelosti za berbu. Brzina gubitka vode iz zrna jako zavisi o klimatskim uvjetima, ali također i građa zrna i biljke uvjetuju razlike među hibridima u brzini gubitaka vode. PURDY i CRANE (1967) navode važnost strukture perikarpa za gubitak vode iz zrna a TROYER i AMBROSE (1971) ističu značenje komušine. HILLSON i PENNY (1965) su našli da se brzina gubitka vode nakon fiziološke zrelosti značajno razlikuje među ispitivanim single crossevima u zavisnosti od njihovog sastava obzirom na linije, a iznosila je od 0,24% na dan kod Hy x Oh 45 do 0,65% kod B 14 x 38 — 11.

U našem višegodišnjem programu znanstvenog rada nalaze se, pored ostalog, istraživanja brzine gubitka vode iz zrna kod najraširenijih i perspektivnih hibrida kukuruza. U ovom radu iznose se podaci za 1977. godinu s dvije lokacije u zapadnom djelu SRH.

MATERIJAL I METODIKA ISTRAŽIVANJA

Intenzitet gubitka vode iz zrna analiziran je kod 17 hibrida iz vegetacijske grupe 200 — 500. Tih 17 hibrida bilo je zasijano u pet ponavljanja sa slučajnim rasporedom na dvije lokacije: u Zagrebu — Maksimir i u Bjeļovaru na kombinatu »5. maj«.

Intenzitet gubitka vode iz zrna je utvrđivan na osnovu uzoraka. Uzimanje uzoraka kod svakog hibrida započeto je kada je sadržaj vode u zrnu bio najbliži postotku od 40%.

Uzimanje uzoraka je nastavljeno u intervalima od 3 do 5 dana (2 puta tjedno) sve dok sadržaj vode nije dostigao oko 28% odnosno kod kasnijih hibrida je završavano u zadnjoj dekadi oktobra.

Uzorci su uzimani ujutro i sastajali su se od pet klipova iz punog sklopa iz svake repeticije. Odmah nakon uzimanja klipova iz sredine svakog klipa uzeto je po 15 zrna u svakoj repeticiji. Na taj način kod svakog uzimanja uzoraka dobiveno je pet uzoraka za svaki hibrid. Uzorci, koji su se nalazili u staklenim bočicama s brušenim čepom nakon toga su izvagani i stavljeni u sušionik na 105°C. Nakon sušenja do konstantne težine utvrđena je težina suhog zrna i izračunat postotak vode iz zrna.

Uzimajući postotak vode u zrnu kao zavisnu varijablu a vrijeme u danima nakon prvog uzimanja uzorka kao nezavisnu varijablu izračunate su linearne korelacije i regresije za svaki hibrid.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

1. Vegetacijski period kada zrno sadrži oko 40% vode

Prvo uzimanje uzoraka kod hibrida iz vegetacijske grupe 200 započeto je 5. 9. 1977. u Zagrebu kada su hibridi PFZg 252 i Os 290 imali oko 39% vode u zrnu, a Bc 290 37,5% (tabela 1). U Bjelovaru su prvi uzorci uzeti četiri dana kasnije uz nešto nižu vlagu zrna nego u Zagrebu.

Među hibridima grupe 300 najprije je vlagu zrna od oko 40% dostigao hibrid PFZg 333 i to 5. 9. 1977. u Zagrebu, a 9. 9. 1977. u Bjelovaru je imao oko 35% vode u zrnu. Iza njega je vlagu zrna od oko 40% postigao Bc 39 — 41 i to 8. 9. 1977. u Zagrebu, a 9. 9. 1977. u Bjelovaru. Ostala dva hibrida iz grupe 300, tj. Os 305 i Os 358 su vlagu zrna od oko 40% dostigli 12. 9. u Zagrebu i 13. 9. 1977. u Bjelovaru.

Hibridi grupa 400 su također postigli vlagu zrna od oko 40% na različite datume. PFZg 460, PFZg 45, Bc 418 i Os 218 su navedenu vlagu zrna postigli na iste datume kao dva zadnja hibrida iz grupe 300, tj. 12. 9. u Zagrebu, a 13. 9. u Bjelovaru. Ostala dva hibrida Os 440 i Bc 488 su oko 39% vode u zrnu postigli 15. 9. u Zagrebu, a Bjelovaru vlagu iznad 41% su postigli 20. 9.

Među hibridima grupe 500 Zg 502 je postigao vlagu 39 — 40% 15. 9. u Zagrebu, a 20. 9. u Bjelovaru. Ostali hibridi Bc 66 — 25, Os 570 i Zg 50 — 50 su vlagu oko 40% postigli 19. 9., 23. 9. i 26. 9. u Zagrebu, respektivno, dok su u Bjelovaru sva tri navedena hibrida tu vlagu postigli 27. 9.

2. Brzina gubitka vode iz zrna nakon 40% vode u zrnu

U tabeli 2 su prikazane b vrijednosti linearnih jednadžbi za svaki hibrid, a one predstavljaju brzinu gubitka vode iz zrna izraženu u % na dan. Grafički prikaz gubitka vode iz zrna prikazan je u grafikonima 1 — 8.

Tabela 1 Stvarni sadržaj vode u zrnu u vrijeme prvog uzimanja uzoraka kod hibrida kukuruza raznih grupa dozrijevanja, 1977. god.

Hibrid	Vegetacijska grupa	ZAGREB		BJELOVAR	
		Datum	Sadržaj vode u zrnu, %	Datum	Sadržaj vode u zrnu, %
PFZg 252	200	5. 9. 1977.	39,02	9. 9. 1977.	38,83
Bc 290	200	5. 9. 1977.	37,56	9. 9. 1977.	35,91
Os 290	200	5. 9. 1977.	39,65	9. 9. 1977.	35,73
PFZg 333	300	5. 9. 1977.	39,83	9. 9. 1977.	35,22
Bc 39 — 41	300	8. 9. 1977.	40,26	9. 9. 1977.	40,14
Os 305	300	12. 9. 1977.	41,24	13. 9. 1977.	40,68
Os 358	300	12. 9. 1977.	40,02	13. 9. 1977.	40,05
PFZg 460	400	12. 9. 1977.	40,38	13. 9. 1977.	38,29
PFZg 45	400	12. 9. 1977.	40,11	13. 9. 1977.	40,47
Bc 418	400	12. 9. 1977.	40,59	—	—
Os 218	400	12. 9. 1977.	39,46	13. 9. 1977.	38,97
Os 440	400	15. 9. 1977.	38,89	20. 9. 1977.	41,77
Bc 488	400	15. 9. 1977.	38,93	20. 9. 1977.	41,15
Zg 502	500	15. 9. 1977.	39,10	20. 9. 1977.	40,50
Bc 66 — 25	500	19. 9. 1977.	40,89	27. 9. 1977.	40,53
Os 570	500	23. 9. 1977.	41,28	27. 9. 1977.	40,69
Zg 50 — 50	500	26. 9. 1977.	40,04	27. 9. 1977.	39,72

Na osnovu podataka u tabeli 2 proizlazi da bi se svi ispitivani hibridi mogli svrstati u tri grupe. U prvoj grupi s najbržim gubitkom vode iz zrna na obje lokacije, tj. u Zagrebu i Bjelovaru, nalaze se dva hibrida i to PFZg 460 i Os 305. PFZg 460 je prosječno dnevno gubio u ispitivanom periodu 0,40% vode u Zagrebu i 0,45% u Bjelovaru, odnosno u prosjeku za obje lokacije 0,43%, a Os 305 0,38% u Zagrebu i 0,44% u Bjelovaru odnosno 0,41% u prosjeku za obje lokacije.

U drugu grupu bi spadali hibridi čija se brzina gubitka vode iz zrna kretala u prosječnim vrijednostima 0,25 — 0,35% dnevnog gubitka vode. U toj grupi su nešto brže gubili vodu Bc 418 (0,34% u Zagrebu), PFZg 45 (0,32% u prosjeku za obje lokacije) i PFZg 252 (0,31% u prosjeku za obje lokacije), zatim Os 290, Bc 39 — 41, Os 218, Bc 66 — 25 i Os 570 s prosječnim gubitkom oko 0,30% dnevno te Bc 290, PFZg 333, Bc 488, Zg 502 i Zg 50 — 50 s prosječnim gubitkom oko 0,25% vode dnevno.

U trećoj grupi s najsporijim gubitkom vode iz zrna nalazila su se dva hibrida Os 400 i Os 358 koji su dnevno gubili prosječno za obje lokacije svega 0,15 odnosno 0,19% vode iz zrna.

Tabela 2 Brzina gubitka vode (b vrijednosti linearnih jednadžbi) iz zrna hibrida raznih grupa dozrijevanja, 1977. god.

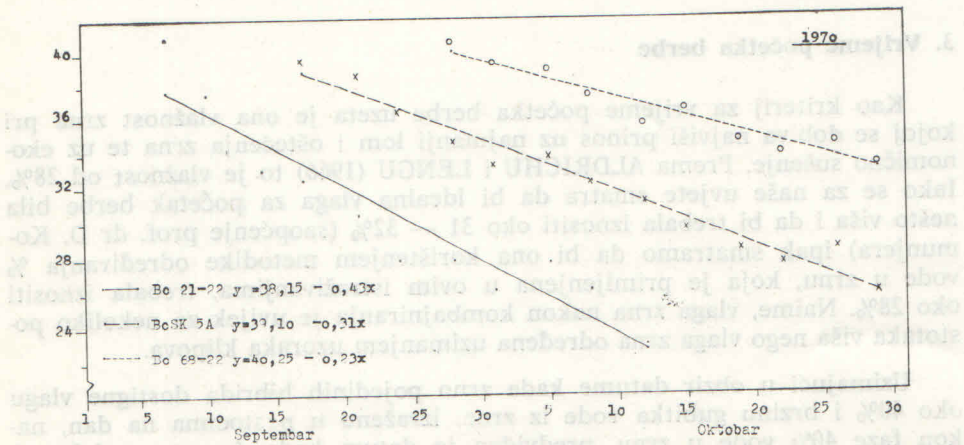
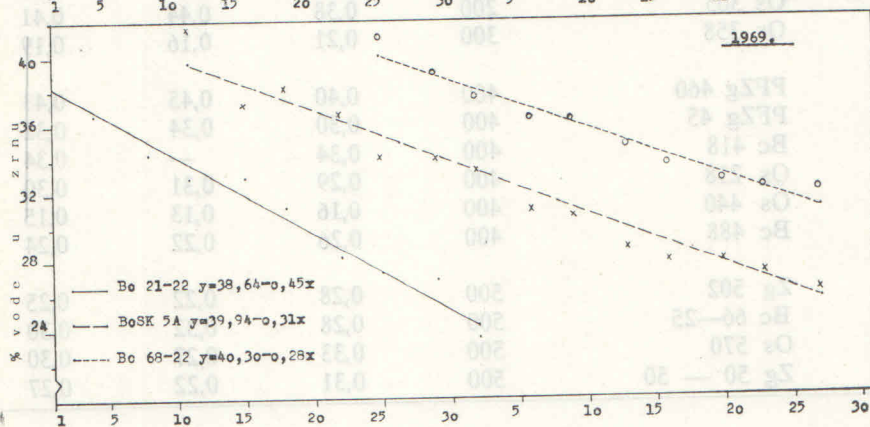
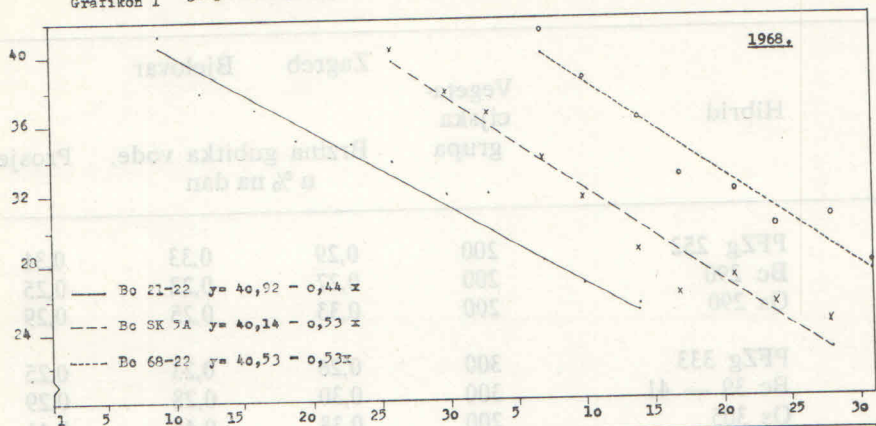
Hibrid	Vegetacijska grupa	Zagreb	Bjelovar	Prosjek
		Brzina gubitka vode, u % na dan		
PfZg 252	200	0,29	0,33	0,31
Bc 290	200	0,27	0,22	0,25
Os 290	200	0,33	0,25	0,29
PfZg 333	300	0,26	0,23	0,25
Bc 39 — 41	300	0,30	0,28	0,29
Os 305	200	0,38	0,44	0,41
Os 358	300	0,21	0,16	0,19
PfZg 460	400	0,40	0,45	0,43
PfZg 45	400	0,30	0,34	0,32
Bc 418	400	0,34	—	0,34
Os 218	400	0,29	0,31	0,30
Os 440	400	0,16	0,13	0,15
Bc 488	400	0,26	0,22	0,24
Zg 502	500	0,28	0,22	0,25
Bc 66—25	500	0,28	0,32	0,30
Os 570	500	0,33	0,27	0,30
Zg 50 — 50	500	0,31	0,22	0,27

3. Vrijeme početka berbe

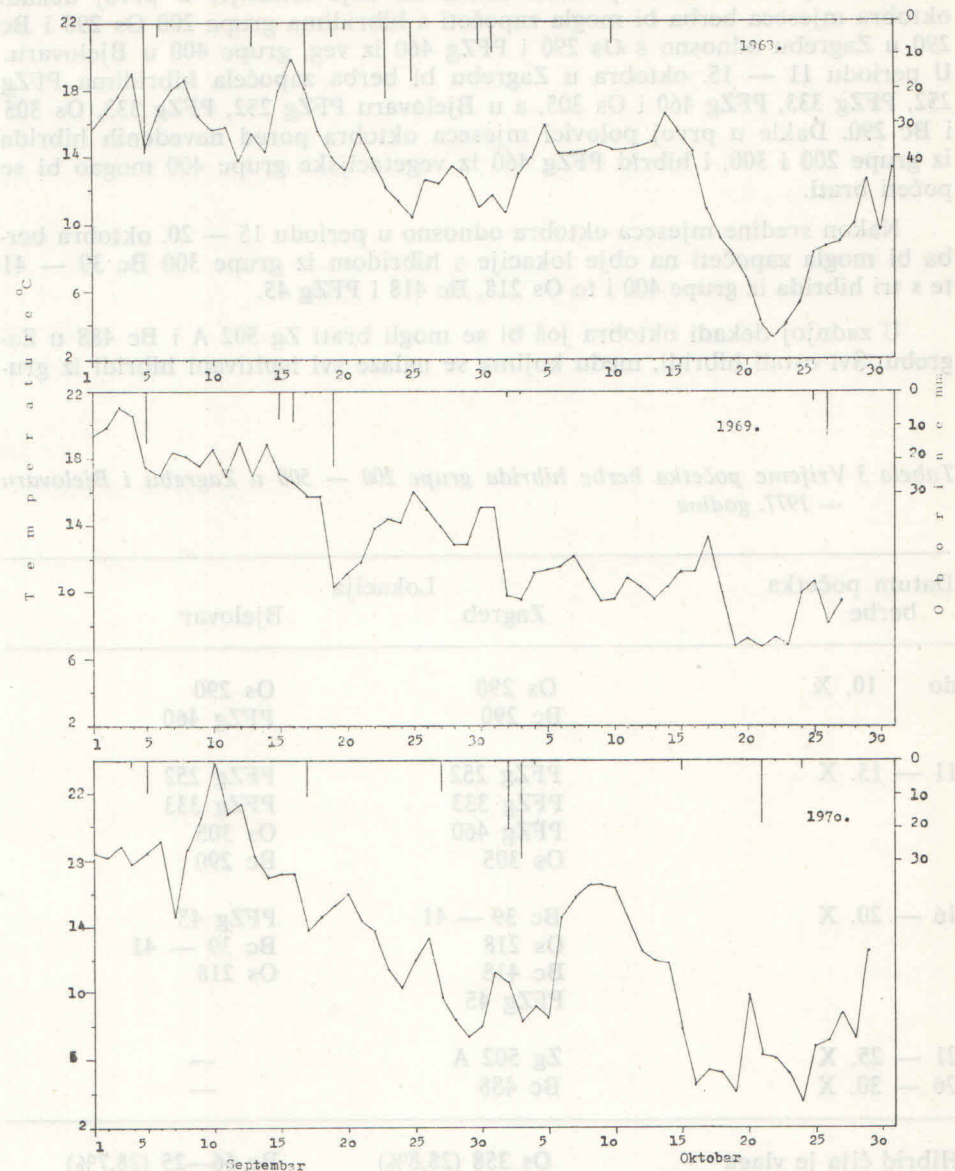
Kao kriterij za vrijeme početka berbe uzeta je ona vlažnost zrna pri kojoj se dobiva najviši prinos uz najmanji lom i oštećenja zrna te uz ekonomično sušenje. Prema ALDRICHU i LENGU (1966) to je vlažnost od 28%. Iako se za naše uvjete smatra da bi idealna vlaga za početak berbe bila nešto viša i da bi trebala iznositi oko 31 — 32% (saopćenje prof. dr D. Komunjera) ipak smatramo da bi ona korištenjem metodike određivanja % vode u zrnu, koja je primijenjena u ovim istraživanjima, trebala iznositi oko 28%. Naime, vlaga zrna nakon kombajniranja je uvijek za nekoliko postotaka viša nego vlaga zrna određena uzimanjem uzoraka klipova.

Uzimajući u obzir datume kada zrno pojedinih hibrida dostigne vlagu oko 40% i brzinu gubitka vode iz zrna, izraženu u postocima na dan, nakon faze 40% vode u zrnu, predviđen je datum kada će zrno sadržavati 28% vode odnosno kada može započeti berba pri idealnoj sadržini vode u

Grafikon 1
 Brzina gubitka vode iz zrna nakon faze 40+2% vode u zrnu kod hibrida ranih grupa dozrijevanja



Graf. 2 Srednje dnevne temperature zraka 1 oborine u periodu koji je utvrđivan gubitak vode iz zrna



zrnu za berbu. Na grafikonima 1 — 8 datumi početka berbe označeni su točkom koja predstavlja sjecište regresijskih linija ili trendova regresijskih linija s horizontalnom linijom koja označava vlagu zrna od 28%. U tabeli 3 svrstani su ispitivani hibridi prema datumima početka berbe.

Iz prikazanih podataka može se vidjeti da je redosljed hibrida prema datumima početka berbe prilično sličan na obje lokacije. U prvoj dekadi oktobra mjeseca berba bi mogla započeti s hibridima grupe 200 Os 290 i Bc 290 u Zagrebu odnosno s Os 290 i PFZg 460 iz veg. grupe 400 u Bjelovaru. U periodu 11 — 15. oktobra u Zagrebu bi berba započela hibridima PFZg 252, PFZg 333, PFZg 460 i Os 305, a u Bjelovaru PFZg 252, PFZg 333, Os 305 i Bc 290. Dakle u prvoj polovici mjeseca oktobra pored navedenih hibrida iz grupe 200 i 300, i hibrid PFZg 460 iz vegetacijske grupe 400 mogao bi se početi brati.

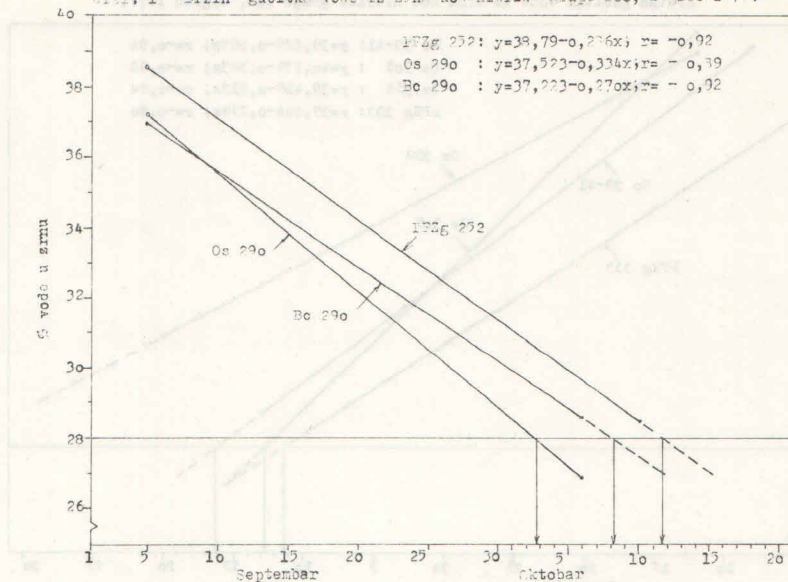
Nakon sredine mjeseca oktobra odnosno u periodu 15 — 20. oktobra berba bi mogla započeti na obje lokacije s hibridom iz grupe 300 Bc 39 — 41 te s tri hibrida iz grupe 400 i to Os 218, Bc 418 i PFZg 45.

U zadnjoj dekadi oktobra još bi se mogli brati Zg 502 A i Bc 488 u Zagrebu. Svi ostali hibridi, među kojima se nalaze svi ispitivani hibridi iz gru-

Tabela 3 Vrijeme početka berbe hibrida grupe 200 — 500 u Zagrebu i Bjelovaru — 1977. godine

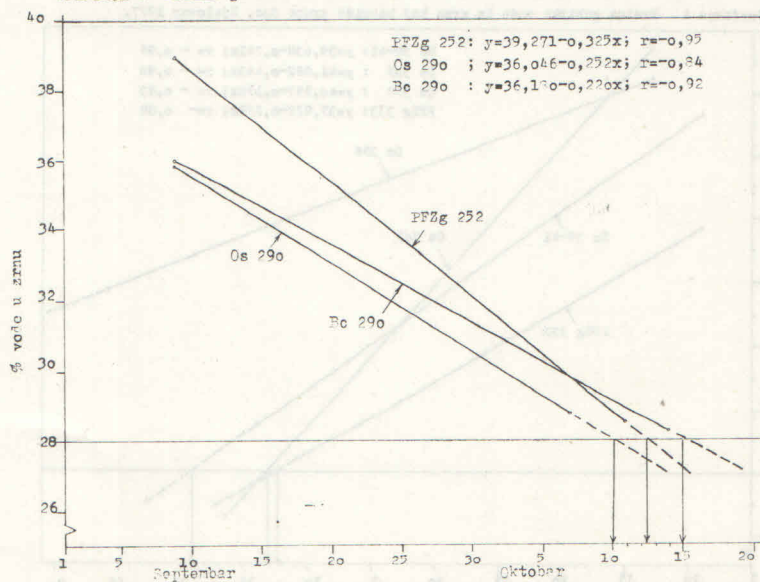
Datum početka berbe	Lokacija	
	Zagreb	Bjelovar
do 10. X	Os 290 Bc 290	Os 290 PFZg 460
11 — 15. X	PFZg 252 PFZg 333 PFZg 460 Os 305	PFZg 252 PFZg 333 Os 305 Bc 290
16 — 20. X	Bc 39 — 41 Os 218 Bc 418 PFZg 45	PFZg 45 Bc 39 — 41 Os 218
21 — 25. X	Zg 502 A	—
26 — 30. X	Bc 488	—
Hibrid čija je vlaga zrna 1. XI bila iznad optimalne vlage (28%) za početak berbe	Os 358 (28,8%) Os 570 (28,7%) Bc 66—25 (29,5%) Zg 50—50 (29,7%) Os 440 (31,8%)	Bc 66—25 (28,7%) Zg 502 A (29,7%) Os 570 (30,7%) Bc 488 (31,2%) Zg 50—50 (31,3%) Os 358 (32,9%) Os 440 (34,7%)

Graf. 1 Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 200, Z, sreb 1977.

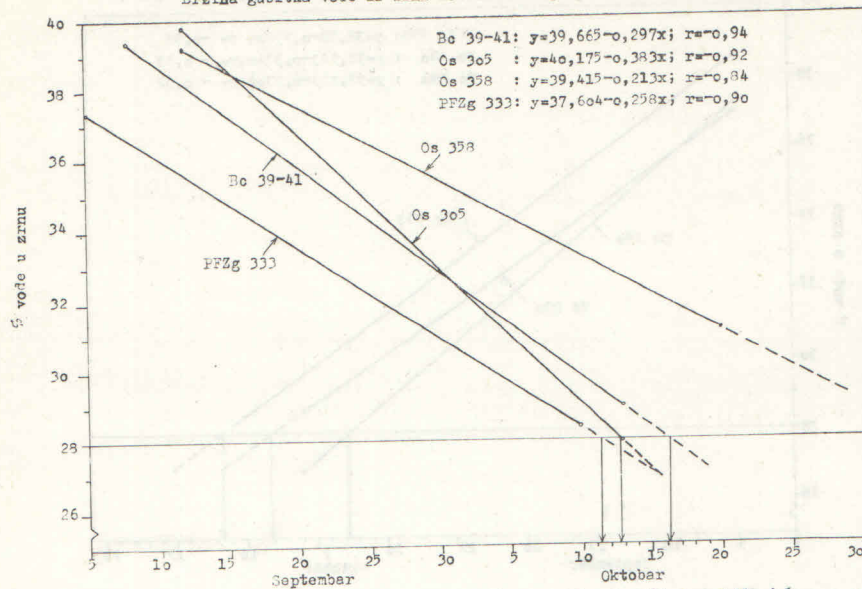


pe 500, a također i neki iz grupe 300 (Os 358) i iz grupe 400 (Os 440), su početkom novembra mjeseca imali vlagu zrna iznad za početak optimalne berbe. Uzimajući u obzir da bi se do početka novembra trebale završiti operacije jesenske gnojidbe i obrade tla te sjetva pšenice u svom optimalnom roku, navedeni hibridi bi bili prekasni za uzgajanje u područjima sjeverozapadne Hrvatske.

Grafikon 2 Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 200, Bjelovar 1977.

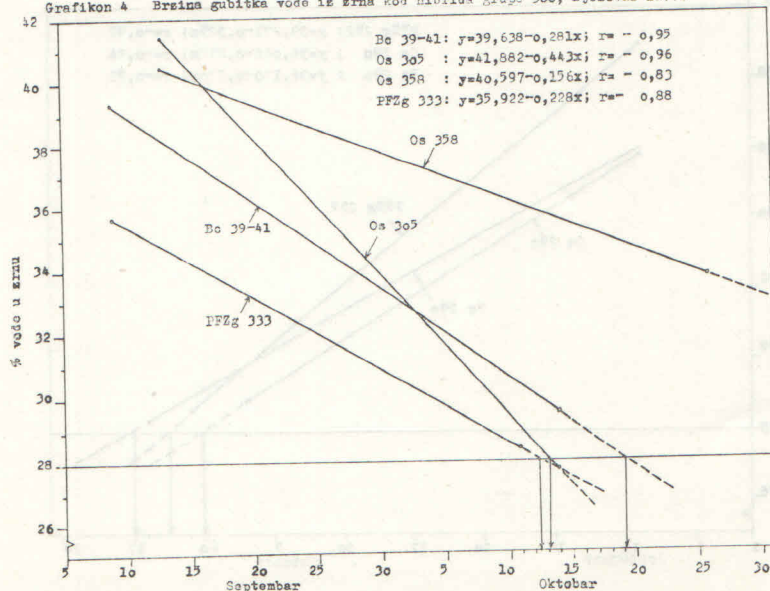


Graf. 3 Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 300, Zagreb 1977.



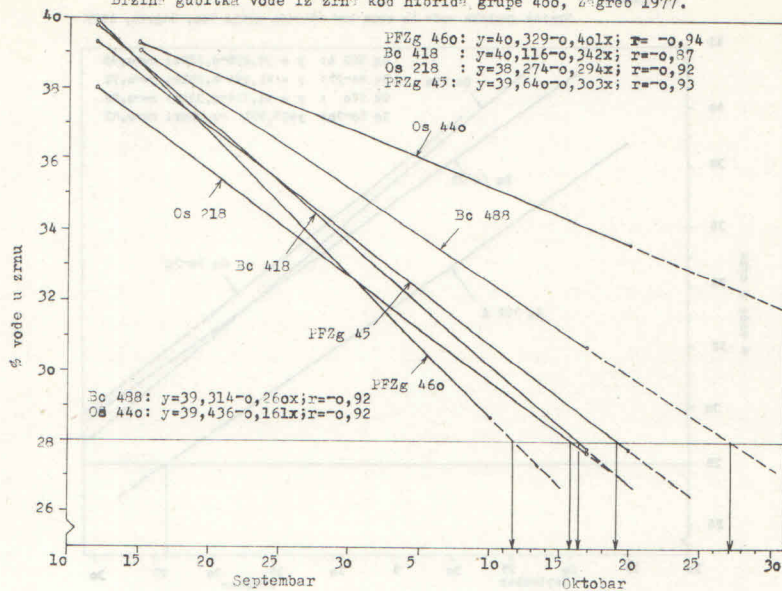
Ovi jednogodišnji rezultati nam ukazuju da podjela hibrida u vegetacijske grupe nije sigurni pokazatelj ranozrelosti odnosno kasnozrelosti određenog hibrida obzirom na početak berbe pri optimalnoj vlažnosti zrna. To znači da je potrebno svaki hibrid promatrati tokom sazrijevanja na brzinu gubitaka vode iz zrna i ustanoviti datume kada se postiže optimalna vlaga zrna za berbu i na osnovu toga svrstavati hibride u rane odnosno srednje kasne i kasne za dato područje.

Grafikon 4 Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 300, Bjelovar 1977.



Graf. 5

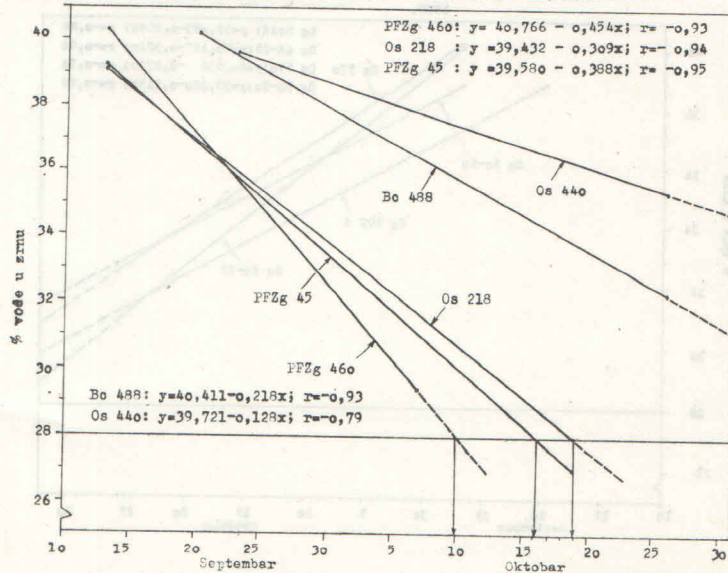
Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 400, Zagreb 1977.



ZAKLJUČAK

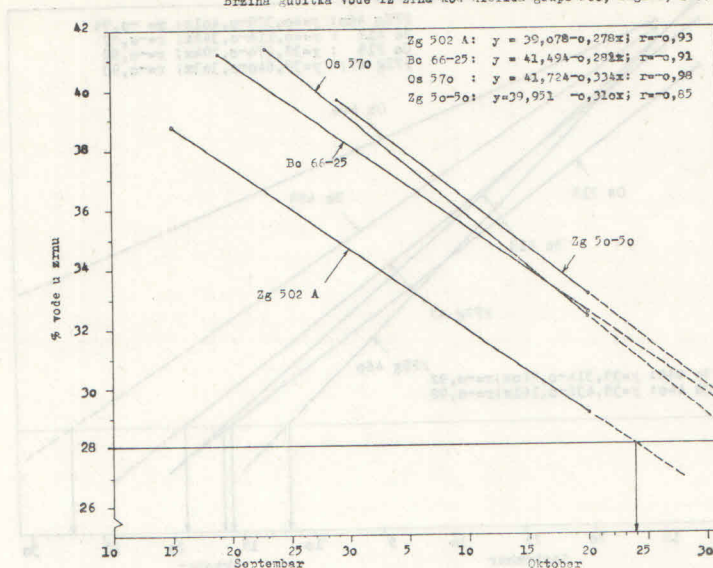
Na osnovu jednogodišnjih rezultata ispitivanja brzine gubitka vode iz zrna kod većeg broja hibrida kukuruza iz vegetacijskih grupa 200 — 500 u sjeverozapadnom području Hrvatske može se zaključiti sljedeće:

Grafikon 6 Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 400, Bjelovar 1977.



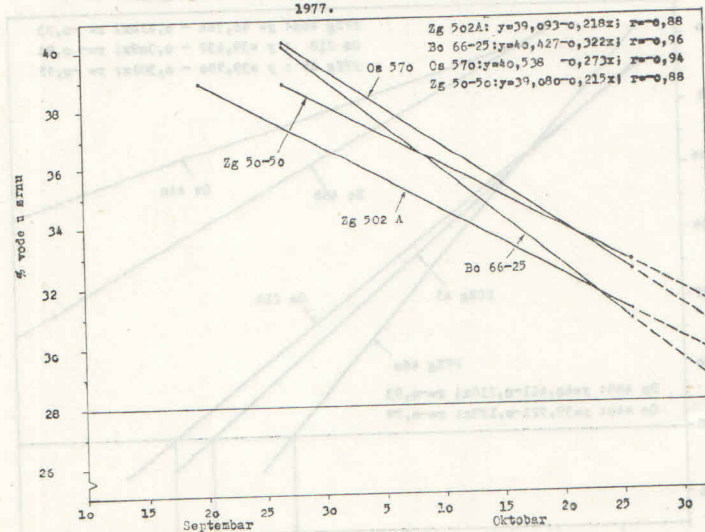
Grafikon 7

Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 500, Zagreb, 1977



Brzina gubitka vode iz zrna nakon faze kada zrno sadrži oko 40% vode je različita kod ispitivanih hibrida. Najbrže su gubili vodu iz zrna hibridi PFZg 460 iz vegetacijske grupe 400 i Os 305 iz vegetacijske grupe 300. U prosjeku za dvije lokacije (Zagreb i Bjelovar) oni su prosječno dnevno gubili 0,43 odnosno 0,41% vode iz zrna. S druge strane najsporije su gu-

Brzina gubitka vode iz zrna kod hibrida grupe 500, Bjelovar, 1977.



bili vodu dva hibrida također iz grupe 300 i 400 i to Os 440 (0,15% dnevno) i Os 358 (0,19% dnevno). Svi ostali hibridi su prosječno dnevno gubili 0,25 — 0,35% vode iz zrna s tim da su Bc 418, PFZg 45 i PFZg 252 nešto intenzivnije gubili vodu.

Na osnovu dobivenih analiza od onog vremena kada zrno sadrži oko 40% vode i brzine gubitka vode iz zrna nakon te faze određeni su datumi kada zrno sadrži optimalnu vlagu (28%) za početak berbe. Prema tom pokazatelju u sjeverozapadnoj Hrvatskoj bi se od ispitivanih hibrida mogli uspješno uzgajati Os 290, Bc 290, PFZg 252, PFZg 460, PFZg 333, Os 305, Bc 39 — 41, Os 218, Bc 418, PFZg 45 te donekle Bc 488 i Zg 502 A, a svi ostali ispitivani hibridi bili bi prekasni za uspješno uzgajanje za sistem kombajniranja i sušenja zrna.

LITERATURA

1. Aldrich, S. R.: Maturity measurements in corn and an indication that grain development continues after premature cutting. *J. Am. Soc. Agr.*, Vol. 35: 667 — 680, 1943.
2. Aldrich, S. A. and Leng, E. R.: Modern corn production. *The Farm Quarterly*, Cincinnati; Ohio, 1966.
3. Baker, R. F.: Relative maturity rating of corn by growing degree days. Proc. of the twenty — fifth annual corn and sorghum res. conf., Chicago 1970.
4. Daynard, T. B. and Duncan, W. G.: The black layer and grain maturity in corn. *Crop Sci.* Vol. 9: 473 — 476, 1969.
5. Gunn, R. B. and Christensen, R.: Maturity relationships among early to late hybrids of corn. *Crop Sci.* Vol. 5: 299 — 302, 1965.
6. Hallauer, A. R. and Russell, W. A.: Estimates of maturity and its inheritance in maize. *Crop. Sci.* Vol. 2: 289 — 294, 1962.
7. Hanway, J. J.: Growth stages of corn. *Agr. Jour.* Vol. 55: 487 — 492, 1963.
8. Hillson, M. T. and Penny, L. H.: Dry matter accumulation and moisture loss during maturation of corn grain. *Agr. Jour.* Vol. 57: 150 — 153, 1965.
9. Purdy, J. L. and Crane, P. L.: Influence of pericarp on differential drying rate in »mature« corn. *Crop. Sci.* Vol. 7: 379 — 381, 1967.
10. Shaw, R. H. and Loomis, W. E.: Bases for the prediction of corn yields. *Plant Physiol.* 25: 225 — 244, 1950.
11. Shaw, R. H. and Thom, H. C. S.: On the phenology of field corn, silking to maturity. *Agr. Jour.* Vol. 43: 541 — 546, 1951.
12. Troyer, A. F. and Ambrose, W. B.: Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn. *Crop. Sci.* Vol. 11: 529 — 531, 1971.