

B. MARKOVIĆ

## PROMENE KVALITETA SEMENA KUKURUZA U ZAVISNOSTI OD TEMPERATURE SUŠENJA

### U V O D

Berba semenskog kukuruza počinje kada je vlaga zrna veća od 30%, a u nekim godinama kada je veća i od 35%. Ranijom berbom kukuruza s povećanom vlagom smanjuju se gubici zrna na parceli, izbegavaju kasne jesenje kiše, smanjuje opasnost od mraza, sprečavaju štetni uticaji bolesti i štetočina i dr. Međutim, maksimalna vlažnost zrna za dugoročno skladištenje i očuvanje semenskih kvaliteta iznosi 12%. Stoga je neophodno svodenje vlage zrna do ove granice veštačkim sušenjem.

Sušenje predstavlja glavnu operaciju u doradi semenskog kukuruza. Ono zahteva velika ulaganja za izradu sušara i uređaja za transport klipa, punjenje i pražnjenje komora. Poseban trošak predstavlja energija. U tipično brznoj operaciji sušenja utroši se više goriva nego što se potroši za osnovnu i dopunsku obradu zemljišta, setvu, negu i berbu s transportom. Za sve navedene agrotehničke operacije na površini od 0,405 ha (podaci iz Ilinoisa — SAD) utroši se 19—57 l benzina ili dizel goriva, a za sušenje 2,5 t zrna (prinos suvog zrna s ove površine) 57—76 l ulja za loženje. Količina goriva za sušenje navedene količine semena u našoj zemlji, prema nekim podacima, iznosi 55—76 pa i do 400 l. Prema tome, sušenje predstavlja važnu ekonomsku stavku u doradi semena kukuruza. Potrošnja energije se povećava trajanjem sušenja. Tako, za spuštanje vlage zrna s 32 % na 20 % (Katić et al, 1977) utroši se energije oko 1900 KJ/kg isparane vode (26 sati sušenja), a za spuštanje vlage sa 20 % na 14 % vlage 2900 KJ/kg isparane vode (60 sati sušenja). Međutim, potrebno je da se sušenjem ne umanja kvalitet semena koji se ogleda u njegovom vigoru. Smatra se da je najveći vigor u fiziološki zreloom semenu tj., kada se u njemu nalazi najveća količina suve materije. No, vigor je različit u pojedinim hibridima pa se mora voditi računa o temperaturi sušenja svakog hibrida.

Temperaturu sušenja, dakle, treba prilagoditi tako da se ne ošteti enzimatska aktivnost semena, a zadovolji svrha sušenja. Nagle promene temperature prouzrokuju smanjenje klijavosti i pad životne sposobnosti semena. Na efikasnost sušenja utiču temperatura, relativna vlažnost i brzina strujanja vazduha kao i sadržaj vlage u zrnju. Veći broj istraživača izučavao je uticaj temperature i trajanja sušenja na klijavost i životnu sposobnost semena različite vlažnosti (Harrison i Wright, 1929; Kisselbach, 1939; Wileman; Ulstrup, 1945; Dimmock, 1947; Mc Rostic, 1949; Airy, 1950; Gotlin, 1967; Čuljat et al 1977; Katić et al 1977; Budžarovski et al 1978; Marković, 1982 i dr). Temperatura sušenja od 40,6 do 48,9°C, prema ovim ispitivanjima, nije negativno uticala na vigor

semena. Međutim, seme s početnim visokim sadržajem vlage (Wileman i Ulstrup, 1945; Dimmock, 1947; Mc Rostic, 1949; Čuljat et al, 1977), najbolje je sušiti na oko 40 do 43°C. Treba imati u vidu da je seme (zrno) gusto usađeno na klip i da je klica zaštićena od direktnog uticaja toplog vazduha. Temperatura klice iznosi (Pabis, 1965) 90 % vrednosti temperature ledne strane (krune) zrna i posle, zavisno od vlage, 240—480 minuta sušenja.

### MATERIJAL I METOD RADA

U cilju ispitivanja kvaliteta semena kukuruza zavisno od uticaja temperature sušenja izveli smo laboratorijski ogled po sistemu slučajnog rasporeda u tri ponavljanja. Kao materijal poslužilo je seme hibrida ZPSC—704 i BC—6661. Osnovne karakteristike semena bile su sledeće: vlaga sirovog zrna ZPSC—704 bila je 20 %, a BC—6661 22 %, vlaga oklaska ZPSC—704 bila je 30 % a, BC—6661 28 %. Klijavost sirovog zrna ZPSC—704 bila je 97 %, a BC—6661 98 %. Temperatura sušenja u sušionicama ventilatorom bila je 40°C, 43°C, 50°C, 60°C i 70°C. Kukuruz je sušen u klip i do svođenja vlage u zrnu na 13 %.

Standardnom metodom (na filter papiru) utvrđivana je energija klijanja i klijavost semena. Uporedo s ovim ispitivanjem kvaliteta semena, postavljen je isti ogled u sudovima zemljom tipa černoziem. Veličina posuda bila je 0,5 m<sup>2</sup>. Temperatura vazduha bila je oko 20°C. Sva tri dana utvrđivan je broj niklih biljaka, a posle 16 dana utvrđene su dužine i broj korenova, stabla i listova.

### REZULTATI ISPITIVANJA

#### Energija klijanja i klijavost semena

Temperature sušenja od 40 i 43°C nisu negativno uticale na energiju klijanja i klijavost semena u oba hibrida. Povećanjem temperature sušenja sa 43°C na 50°C zadržala se visoka klijavost semena ali je energija klijanja

Tabela 1 — Energija klijanja i klijavost semena (na filter papiru)

t°C sušenja	energija klijanja (%)			Klijavost semena (%)		
	ZPSC —704	BC —6661	X	ZPSC —704	BC —6661	X
40	82	85	83	99	100	99
43	99	98	98	100	100	100
50	80	78	79	99	99	99
60	32	71	51	38	60	49
70	0	0	0	2	9	5
X	58	66	62	67	74	70

smanjena. Daljim povećanjem temperature 64 % u proseku za oba hibrida, a na temperaturi sušenja od 70°C može se reći da je seme izgubilo svojstvo klijanja. Ovde treba napomenuti da je vlaga u zrnu pre sušenja bila 20 % (ZPSC—704) i 22 % (BC—6661), a klijavost 97 % odnosno 98 % (tab. 1).

Postoje izvesne razlike u energiji i klijavosti semena između hibrida. One su posledica nejednake krupnoće, oblika zrna i različitih uslova gajenja nego uticaja temperature sušenja. Slične rezultate ovim ispitivanjem dobili su Harrison i Wright, 1929; Airy, 1950; Čuljat, 1977 i drugi.

### Energija nicanja biljaka

Uticaj temperature sušenja na energiju nicanja bio je sličan uticaju na energiju klijanja i klijavost semena. Naime, iz semena sušenog na temperaturi 40 i 43°C niklo je 96 % biljaka (u proseku za oba hibrida) posle 10 dana, i 100 % biljaka posle 15 dana od dana setve. Iz semena sušenog na temperaturi od 50°C biljke niču sporije, a daljim povećanjem temperature sušenja procenat niklih biljaka se drastično smanjuje (Tab. 2). Kao i u slučaju energije klijanja i klijavosti semena, biljke hibrida BC—6661 pokazuju nešto veću energiju nicanja (iz navedenih razloga).

Tabela 2 — % niklih biljaka (u sudovima sa zemljom)

t°C	Nicanje biljaka (%)					
	10 dana posle setve			15 dana posle setve		
	ZPSC —704	BC —6661	X	ZPSC —704	BC —6661	X
40	100	100	100	100	100	100
43	100	93	96	100	100	100
50	83	93	88	100	100	100
60	30	40	35	40	65	52
70	0	0	0	3	15	9
X	62	65	63	68	76	72

Kada se, ipak, posmatraju vrednosti energije nicanja biljaka po danima (Tab. 3), zapazila se da je ona najveća kada je seme sušeno na 40 i 43°C. Za šest dana posle setve niklo je 3—6,5 % biljaka iz semena sušenog na 40 i 43°C, 1,5 % biljaka iz semena sušenog na 50°C, a iz semena sušenog na 60 i 70°C nije bilo nicanja. Posle 9 dana od dana setve nikle su skoro sve biljke iz semena sušenog na 40 i 43°C, 88 % iz semena sušenog na 50°C i samo 35 % iz semena sušenog na 60°C. Može se reći da biljke poreklom iz semena sušenog na 50°C sporo niču, a iz semena sušenog na višim temperaturama nicanje nije bilo zadovoljavajuće ni posle 16 dana od setve.

Tabela 3 — Nicanje biljaka (u %) po danima

Datum	Hibrid	Temperatura sušenja °C					X
		40	43	50	60	70	
11. XI	ZPSC—704	10	3	3	0	0	3
	BC—6661	3	3	0	0	0	1,2
		6,5	3	1,5	0	0	2,9
14. XI	ZPSC—704	100	100	83	30	0	62
	BC—6661	100	93	93	40	0	65
		100	96	88	35	0	63
17. XI	ZPSC—704	100	100	100	35	3	67
	BC—6661	100	100	100	63	0	72
		100	100	100	49	1,5	
21. XI	ZPSC—704	100	100	100	40	3	68
	BC—6661	100	100	100	65	15	76
		100	100	100	52	9	74

Ako ukupan procenat niklih biljaka podelimo s brojem dana nicanja (Tab. 4) videćemo da je dnevno nicalo 10 % biljaka iz semena sušenog na 40°C, 8,8 % biljaka iz semena sušenog na 43, 7,7 % iz semena sušenog na 50°C, 3,5 % iz semena sušenog na 60°C i 0,5 % iz semena sušenog na 70°C.

Tabela 4 — Prosečno vreme nicanja (%/dan)

Hibrid	Temperatura sušenja °C					X
	40	43	50	60	70	
ZPSC—704	10	10	7,7	2,3	0,2	6,0
BC—6661	10	7,7	7,7	4,8	0,8	6,2
X	10	8,8	7,7	3,5	0,5	6,1

#### K o r e n

Dužina korena zavisi od temperature sušenja semena. Povećanjem temperature sušenja preko 50°C koren se skraćuje. Između 40°C i 50°C nema razlike u dužini korena, a između 50°C i 70°C razlike su značajne. (Tab. 5). Ove razlike u dužini korena posledica su sporijeg diferenciranja i porasta klicinih organa semena sušenog na višim temperaturama tj., poremećaja enzimatskih procesa u njemu. Broj korenčića je manje-više podjednak u svim varijantama sušenja semena. Međutim, broj biljčica bez razvijenih korenčića se povećava povećanjem temperature sušenja. Tako, u proseku za oba hibrida, procenat biljaka bez korena iznosi 36,5, a u hibrida ZPSC—704 čak 60 % kada je seme sušeno na 60°C, odnosno 88 % kada je seme sušeno na 70°C.

Tabela 5 — Dužina i broj korenčića

t°C	Dužina korena (cm)			Broj korenčića		
	ZPSC	BC	X	ZPS	BC	X
	—704	—6661		—704	—6661	
40	8,5	10,1	9,3	3,0	3,0	3,0
43	8,0	10,4	9,2	3,1	3,2	3,1
50	8,5	10,2	9,3	3,0	3,1	3,1
60	8,1	6,4	7,2	3,4	3,8	3,6
70	7,9	4,7	6,3	3,0	3,2	3,1
X	8,2	8,4	8,3	3,1	3,3	3,2

Tabela 6 — Nenormalne biljčice

t°C	Bez korena (%)			Bez stabla (%)			Bez listova (%)		
	ZPSC	BC	X	ZPSC	BC	X	ZPSC	BC	X
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	60	13	36,5	0	0	0	66	17	41,5
70	96	80	88	97	80	88	96	87	91,5
X	31,2	18,6	24,9	19,4	16,0	17,7	32,4	20,8	26,6

Tabela 7 — Visina nadzemnog dela biljke

t°C	Visina biljke (cm)			Dužina stabla (cm)		
	ZPSC	BC	X	ZPSC	BC	X
	—704	—6661		—704	—6661	
40	12,9	14,4	13,6	4,8	5,5	5,1
43	13,2	15,5	14,3	4,9	5,6	5,2
50	13,1	14,1	13,6	4,8	5,4	5,1
60	11,7	10,2	10,9	4,2	3,5	3,8
70	4,0	6,2	5,1	4,0	2,6	3,3
X	11,0	12,1	11,5	4,5	4,5	4,5

Karakter uticaja temperature sušenja na dužinu stabla isti je kao i na dužinu korena. Naime, povećanjem temperature sušenja preko 50°C, stablo se skraćuje. Dužina stabla u varijanti sušenja na 70°C iznosi samo 63,5 % od dužine stabla u varijanti na 43°C (Tab. 7). Ukupna visina biljaka (nadzemni deo) u istoj je zavisnosti od temperature sušenja semena kao i dužina stabla. Nenormalne biljčice (bez stabla) pojavljuju se u varijanti sušenja na 70°C u kojoj su gotovo sve bile bez normalno razvijenog stabla (Tab. 6).

Dužina lista je bila u istoj zavisnosti od temperature sušenja kao i dužina korena i stabla. U svim slučajevima list je bio znatno kraći kada je temperatura sušenja bila veća od 50°C. (Ttab. 8).

Tabela 8 — Broj i dužina listova

t°C	Dužina lista (cm)		Broj listova			
	ZPSC	BC	ZPSC	BC	X	
40	8,1	8,9	8,5	1,9	2,0	1,9
43	8,3	9,9	9,1	2,0	2,0	2,0
50	8,3	8,7	8,5	2,0	2,0	2,0
60	7,5	6,7	7,1	1,9	1,8	1,8
70	0,0	3,6	1,8	0,0	1,2	0,6
X	6,4	7,6	7,0	1,6	1,8	1,7

U varijantama sušenja na 40, 43 i 50°C, gotovo sve biljke su bile sa po dva normalno razvijena lista, a u varijantama preko 50°C, sa po jednim ili bez ijednog lista. Procenat biljaka bez listova, u varijantama na 60 i 70 °C, kretao se između 41,5 i 91,5.

#### ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata siptivanja zavisnosti kvaliteta semena kukuruza od temperature sušenja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Najpovoljnija temperatura sušenja semena kukuruza je između 40 i 43°C. Seme kukuruza ZPSC—704 i BC—6661, ako sadrži 20—22 % vlage, može se uspešno sušiti i na temperaturi višoj od 43°C ali u svakom slučaju nižoj od 50°C.

Energija klijanja se smanjuje kada je temperatura sušenja semena 50 °C. Nicanje je usporeno te usev ostaje redak.

Biljke poreklom iz semena sušenog na znatno višim temperaturama od 43°C zaostaju u porastu, razviće pojedinih organa biljaka je usporeno, a usevi su neujednačeni.

Rezultati ovih ispitivanja odnose se na seme hibrida ZPSC—704 i BC—6661 čija je početna vlaga u zrnu bila 20—22 %. Svakako da bi seme ovih hibrida druge vlažnosti zahtevalo drugi režim sušenja, te ovakva ispitivanja treba nastaviti.

#### S U M M A R Y

U radu je izučavan uticaj temperature sušenja na energiju klijanja, nicanja i druge osobine semena i mladih biljčica hibrida, ZPSC—704 i BC—6661. Režim sušenja bio je na temperaturama 40, 43, 50, 60 i 70°C, a početna vlažnost semena 20 odnosno 22 %.

Rezultati ispitivanja pokazuju da je za seme ovih hibrida i ove vlažnosti najpovoljniji režim sušenja na 40 i 43°C. Na višoj temperaturi sušenja od navedene, smanjuju se energija klijanja i nicanja kao i gustine useva.

## LITERATURA

1. **Airy, J.M. (1950):** Current problems of detasseling. Rept. Fifth Ann. Hybrid Corn Industry — Research Conf.
2. **Budžarovski, D., Dimitrijević, D., Savić, R. (1978):** Uticaj negativnih temperatura u periodu sazrevanja na klijavost semena kukuruza različitih grupa zrenja. Savetovanje o proizvodnji kukuruza u Vojvodini. Privredna komora Vojvodine, Novi Sad.
3. **Čuljat, M., Pribanić, J., Matijašević, Đ., Krpeljević, A., Đurkić, J. (1977):** Prilog poznavanju tehnike sušenja sjemenskog kukuruza. Simpozij — sjeme i sjemenska proizvodnja kukuruza, Dani kukuruza, Osijek.
4. **Dimmock, F. (1947):** The effects of immaturity and artificial drying upon the quality of seed corn. Can. Dept. Agr. Tech. Bull. 58.
5. **Gotlin J. (1967):** Suvremena proizvodnja kukuruza. Agronomski glasnik, Zagreb.
6. **Harrison, C. M., Wright, A. H. (1929):** Seed corn drying experiments. J. Am. Soc. Agron. 21.
7. **Katić Z., Gambiroža N., Sever J. (1977):** Dvofazno sušenje sjemenskog kukuruza u sušarama C 0,8 m širokim slojem kukuruza u klipu. Simpozij sjeme i sjemenska proizvodnja kukuruza, Dani kukuruza, Osijek.
8. **Kisselbach, T. A. (1939):** Effect of artificial drying upon the germination of seed corn. J. Am. Soc. Agron. 31.
9. **Marković, B. (1982):** Proizvodnja semena kukuruza 1982, Tehnološko poljoprivredni institut Zrenjanin.
10. **Mc Rostie, G. P. (1949):** Some factors influencing the artificial drying of mature grain corn. J. Am. Soc. Agron. 41.
11. **Pabis, S. (1965):** Suzenie plodw Rolnich. Warszawa.
12. **Sprage, G. F. (1955):** Corn and corn improlement. Academic press inc., Publishers New York, N. Y.
13. **Wileman R. H., Ulstrupp A. J. (1945):** A study of factors at various stages of processing and its effect upon cold test performance. J. Am. Soc. Agron. 43.