

VARIRANJE PRINOSA I ENERGETSKIH KOMPONENTI HIBRIDA I INBRED LINIJA KUKURUZA ZA SILAŽU

V. Kozumplik, Đurđica Vasilj, D. Grbeša, I. Pejić

Sažetak

Dvanaest inbred linija kukuruza i 24 njihovih hibridnih kombinacija analizirano je na prinos suhe tvari cijele biljke, zrnatog - nezrnatog dijela, sadržaja vlage, pepela, surovih proteina, surove masti, surovih vlakana i NET-a, u cilju primjene u oplemenjivanju silažnog kukuruza s visokim prinosom probavljivog nezrnatog dijela. Rezultati istraživanja pokazuju veliku varijabilnost između hibrida u prinosu suhe tvari cijele biljke, nezrnatog dijela i surovih vlakana. Sličnu varijabilnost pokazuju i inbred linije. Rezultati kemijskih analiza pokazuju da je sadržaj surovih proteina i surovih masti kod hibrida i inbred linija slabo varijabilan, a NET-a, i osobito surovih vlakana, visoko varijabilan. S obzirom na prinos nezrnatog dijela i kemijski sastav, četiri od 12 ispitivanih inbred linija mogu se smatrati perspektivnim u daljnjem oplemenjivačkom radu. Tri od 24 promatrana hibrida potrebno je ispitati na probavljivost ukupne suhe tvari i surovih vlakana.

Uvod

Kukuruzna silaža je dominantno krmivo u obroku goveda. Za silažu se uglavnom upotrebljava hibridi kukuruza razvijeni oplemenjivanjem prvenstveno za zrno, bez obraćanja pažnje na kvalitetu zrna i hranjivu vrijednost nezrnatog dijela. Najčešće se za silažu odabere hibrid kasniji za jednu FAO grupu i uzgoji u gušćem sklopu nego za proizvodnju zrna. Često 50% ili više od ukupne suhe tvari silaži predstavlja zrno (bogato škrobom). Osim toga silaži se kao nadopuna u ishrani stoke obično dodaju koncentрати čiji je osnovni sadržaj također zrno, pa je cjelokupna ishrana bogata škrobom.

Ovakva ishrana može kod mliječnih krava dovesti do nenormalne fermentacije u buragu, metaboličkih poremećaja i poremećenog sastava mlijeka (Johnson, i sur., 1985). Zbog hranidbeno- fizioloških osobitosti preživaca obrok mora sadržavati surova vlakna koja su pretežno zastupljena u nezrnatom dijelu biljke kukuruza. Probavljiva surova vlakna značajan su i poželjan izvor energije mliječnih krava, rasplodnih junica, mliječnih ovaca i koza (Doreau i sur., 1991).

Rad predstavlja dio znanstveno istraživačkih rezultata projekta "Proučavanje i primjena genetskih parametara kod ratarskih kultura", 4-01-055, djelomično financiranog od Ministarstva znanosti Republike Hrvatske.

Rad je predstavljen na Međunarodnom savjetovanju "KRMIVA '93", održanom 29.9. - 1. 10.1993. u Opatiji.

Dr Vinko Kozumplik, red. prof., dr Đurđica Vasilj, red., prof., mr. Darko Grbeša, asistent, mr. Ivan Pejić, asistent na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 41000 Zagreb.

Prosječni obrok mliječnih krava najčešće se sastoji od 60% silaže, 30% koncentrata, i 10 % sijena. Osnovicu koncentrata čini kukuruzna prekrupa ili zrno neke druge žitarice, te razni aditivi (proteinski dodatak, minerali, vitamini i sl.). Koncentrate stoka rado jede, ali su oni skupi, a pretjerana konzumacija može biti i štetna, jer negativno djeluju na pH buraga, brzo prolaze kroz burag i probavni trakt te se često nedovoljno iskoriste unatoč visokoj probavljivosti (Steg i Hindle, 1988). Osim toga, koncentrat sadrže pretežno škrob kao energetske komponente (1 gram probav. kukuruznog škroba = 15.9 kJ ME) čijom razgradnjom nastaje propionska kiselina koja služi kao prekursor sinteze proteina, a ne masti, što rezultira niskom masnoćom mlijeka. Treća komponenta obroka, sijeno, uglavnom ima fiziološko značenje, s prvenstvenom ulogom stimulacije preživljanja i pasaža hrane. Kvalitetno sijeno obiluje surovim vlaknima čijom razgradnjom se oslobađa značajna energija (1 gram probav. vlakana = 12.8 kJ ME) i octena kiselina koja služi kao prekursor u sintezi masti što ima pozitivnog utjecaja na masnoću mlijeka. Međutim, proizvodnja sijena je skupa i u našim uvjetima praćena slabom kvalitetom. Iz tih razloga bi povećanje sadržaja i prinosa probavljivih surovih vlakana u kukuruzu za silažu moglo imati značajne ekonomske i hranidbene učinke zbog manje upotrebe koncentrata i sijena u spremanju obroka, a bez nepoželjnih učinaka (Grbeša, 1993).

Istraživanja Deinuma i Bakker (1981), Johnsona i sur. (1985) i Cartera i sur. (1991) pokazuju da se komercijalni visokoprinosni hibridi znatno razlikuju u omjeru između zrnatog i nezrnatog dijela, odnosno sadržaja surovih vlakana naprama NET, te da je za silažu perspektivno oplemenjivanje kukuruza na visoki prinos stabiljike i lista uz istovremeno i visoku probavljivost. Stoga bi za mliječne krave bilo potrebno oplemenjivanjem razvijati hibride kukuruza visokog prinosa i visoke probavljivosti nernatog dijela biljke, tj. stabiljike, lista, metlice, komušine i oklaska, uz istovremeno i visok prinos zrna. Ovakvi hibridi bi i glede hranidbene vrijednosti silaže manje varirali zbog stresova okoline npr. suše, nego hibridi namijenjeni za zrno.

Suprotno ovome, u obroku tovne junadi poželjna je silaža kukuruza s većim udjelom zrna. Naime, s porastom udjela zrna u obroku s 30 na 50% (silaža + koncentrat) poraste dnevni prirast junadi za 17.4% (Woody i sur., 1983).

Među različitim hibridima sastav zrna i njegova probavljivost su relativno malo varijabilni i uglavnom vrlo malo utječu na razlike u probavljivosti cijele biljke (Russell i sur., 1985). Međutim, sastav i probavljivost nezrnatog dijela biljke kukuruza u najvećoj mjeri utječu na kvalitetu cijele biljke kao silaže, pa bi proučavanju germoplazme za oplemenjivanje hibrida kukuruza za silažu trebalo posvetiti više pažnje (Deinum, 1988; Deinum i Struik, 1986; Dolstra i Medema, 1990; Dolstra i sur., 1987; Hunter, 1978; Johnson i sur., 1985; Kolić, 1991).

S hranidbenog motrišta, oplemenjivanje silažnog kukuruza kao energetske krmive trebalo bi ići u dva pravca, (1) gdje bi izvor energije za mliječne krave bili visoko probavljivi strukturni ugljikohidrati stabiljike i lista, i (2) gdje bi izvor energije za tovnju junad bio škrob sjemena kukuruza.

Deinum i Struik (1989) ističu relativno manju probavljivost organske tvari (70.7%) novih hibrida (1984-1988) u odnosu na starije 73% (1973-1980). Ovo se dijelomično može razjasniti nalazima Russella i sur. (1985) da hibridi visokog prinosa zrna imaju manju probavljivost suhe tvari stabiljike od nisko prinosnih.

Rezultati pokusa Johnsona i sur. (1985), Russella i sur. (1985) i Irlbeckog i sur. (1987) pokazuju znatne razlike u kemijskom sastavu različitih hibrida kukuruza, a to može biti osnova za selekciju kvalitetnije energije iz hibrida kukuruza za silažu.

U dosadašnjim istraživanjima uglavnom je proučavan odnos cijele biljke kukuruza i kvalitete silaže, dok je proučavanju prirode i veličine nasljedne varijabilnosti sastojaka nezrnatog dijela biljke posvećeno malo pažnje (Carter i sur., 1991). Mogućnost genetskog modificiranja sadržaja vlakana demonstrirana je razvojem WFISIHI i WFISILO populacija na Sveučilištu Wisconsin (Buendgen i sur., 1990, prema Carter i sur., 1991). Kao rezultat odabiranja, srednje vrijednosti plojke lista dvije populacije su se međusobno razlikovale u fazi svilanja za 4.1%, u sadržaju neutralnog detergenta vlakana (NDV), 4.5% u sadržaju kiselog detergenta vlakana (KDV) i 0.6% u ligninu. Proučavanjem inbred linija kukuruza ustanovljena je značajna opća i specifična kombinacijska sposobnost (OKS i SKS) za probavljivost nezrnatog dijela biljke, sadržaj NDV, KDV, i lignina (Dhillon i sur., 1990, Roth i sur., 1970). Vrijednosti SKS su međutim bile znatno manje od vrijednosti OKS za analizirana svojstva. Heritabilnost u užem smislu izračunata iz podataka pokusa s ponavljanjima iznosila je za sva ova svojstva uvijek više od 80% (Dhillon i sur., 1990). Rezultati dobiveni proučavanjem probavljivosti stabiljike jednostrukih hibrida kukuruza (Dolstra i Medema, 1990) pokazali su veću heritabilnost probavljivosti stanične stijenke u usporedbi s probavljivosti cijele biljke, što upućuje da bi selekcija na nivou nezrnatog dijela biljke, umjesto na nivou cijele biljke, mogla dati bolje rezultate u svrhu poboljšanja kvalitete silaže kukuruza.

Svrha ovog rada bila je (1) proučiti varijabilnost prinosa i energetske komponente (putem sadržaja bjelančevina, masti, vlakana, i dr.) zrnatog i nezrnatog dijela hibrida domaćeg i stranog porijekla, (2) proučiti varijabilnost prinosa i energetske komponente onih inbred linija koje su davale prinosa hibride s divergentnim sadržajem energetske komponente, i (3) ustanoviti i izdvojiti za daljnja proučavanja divergentne inbred linije u svojstvima energetske vrijednosti, a koje su u hibridnim kombinacijama pokazale dobar hibridni vigor prinosa.

Materijal i metode

U 1990. godini križano je 20 inbred linija grupe zrenja FAO 400 do 500, domaćeg i stranog porijekla, bujnog rasta, sočne stabiljike koja dugo u jesen zadržava zelenu boju, i izrazito širokog lista, s različitim komercijalnim linijama dobre kombinatorne sposobnosti (testerima), uglavnom američkog porijekla (iz BSSS i Lancaster populacija). Kombinacije križanja su određene pedigreeom linija i testera, kao i vremenom cvatnje.

U 1991. godini postavljen je poljski pokus s 24 test hibrida i dvije kontrole, Bc488 i Bc492, po metodi slučajnog blok rasporeda u četiri ponavljanja, na lokaciji Maksimir. Osnovnu parcelu je činio jedan red dužine 4 m (2.8 m²), u kojemu je nakon prorjeđivanja bilo 20 biljaka, što čini sklop od približno 71.000 biljaka po hektaru.

U fazi pojave crnog sloja na sredini klipa kod više od 50% biljaka na parceli obavljena je ručna žetva. Biljke su sječene u sredini između prvog i drugog nodija. Na polju je izvagan prinos svih biljaka s parcele, osim dvije rubne, a zatim je odvojeno

pet slučajnih biljaka za analizu prinosa zrna i nezrnatog dijela biljke.

Odmah nakon žetve, na pet biljaka je odvojen list od stabljike, i zrno s klipa. Sve tri frakcije (zrno, stabljika i list) su odvojeno izvagane, a potom sušene u sušioniku na 70°C do konstantne težine.

Stabljika i list su prethodno isjeckani na komadiće od 1-2 cm radi lakšeg sušenja. Nakon sušenja ponovo je obavljeno vaganje svih triju frakcija, a iz razlike u težini uzoraka određen je sadržaj vlage u žetvi, i prinos "suhe tvari" (suha tvar s vlagom kod 70°C - ST). Zbrajanjem svih triju frakcija dobiven je prinos ST cijele biljke, a u odnosu na tu vrijednost određen je dio zrna, stabljike i lista. Odmah nakon vađenja uzorka iz sušionika samljeven je Wiley-ovim mlinom na frakciju 1-2 mm. Kemijske analize su rađene na dvije frakcije: zrno i nezrnat dio biljke (stabljika + list + oklasak), a i prinos i kemijski sastav cijele biljke, dobiveni su zbrajanjem vrijednosti navedenih uzoraka u određenom odnosu.

Na temelju ukupnih rezultata pokusa iz 1991., izdvojeni su najbolji i najlošiji hibridi, te je izabrano 12 linija i testera koji su činili te hibride, i to šest što su bili roditelji u "lošim" hibridima (L1 - L6), i šest što su bili roditelji u "dobrim" hibridima (D1-D6). S ciljem da se utvrdi varijabilnost inbred linija u svojstvima važnim za silažni kukuruz, u 1992. godini je postavljen poljski pokus s tih 12 linija na lokaciji Maksimir, koji je u svim elementima bio identičan pokusu iz 1991. Postupak žetve i analize prinosa također je bio identičan prethodno opisanom.

Kemijske analize su provedene na miješanom uzorku iz svih ponavljanja. Na uzorcima su napravljene slijedeće kemijske analize (AOAC, 1990):

- Količina vode, odnosno suhe tvari sušenjem 5.000 g uzorka na 105 °C do konstantne težine;
- Količina surovog pepela sagorijevanjem organske tvari i žarenjem ostatka ($t=550\text{ }^{\circ}\text{C}$) do konstantne težine; surovi pepeo je postotni ostatak mase uzorka;
- Količina surove masti (SM) ekstrakcijom uzorka dietil - eterom metodom Soxleth, aparatom "Tecator" (Soxtec System 1040);
- Količina surovog proteina (SP) Kjeldahl metodom ($N \times 6.25$), aparatom "Tecator" - Kjeltex System 10003;
- Količina surovih vlakana (celuloze) Henneberg Stohman metodom (SV), aparatom "Tecator" - SU - Fibertec System 1010 Heat Extractor;
- Količina nedušičnih ekstraktnih tvari (NET) izračunana je odbijanjem zbroja količine vlage, surovog pepela, surove masti, surovog proteina i surovih vlakana od 100.00.

Podaci o prinosu suhe tvari (ST) analizirani su analizom varijance i to za slijedeća svojstva: prinos cijele biljke, prinos zrna i prinos stabljike. Testiranje razlika srednjih vrijednosti obavljeno je Duncan-ovim testom (Steel and Torrie, 1960). Za vrijednosti sadržaja hranjivih tvari (SP, SM, SV i NET) proučavanih hibrida i inbred linija izračunane su prosječne vrijednosti i standardna devijacija. Iz vrijednosti prinosa (dt/ha) i sadržaja hranjivih tvari (%) izračunan je prinos hranjivih tvari (dt/ha).

Rezultati i rasprava

Među 26 proučavanih hibrida nađena je velika varijabilnost u prinosu suhe tvari cijele biljke, prinosu nezrnatog dijela (stabljike) i prinosu zrna (Tab. 1). Hibridi su pokazali najveću varijabilnost u prinosu stabljike. Sličnu varijabilnost uočili su u svom pokusu Johnson i sur. (1985).

Tab. 1. - PRINOS ANALIZIRANIH KOMPONENATA PROUČAVANIH HIBRIDA KUKURUZA, MAKSIMIR, 1991.
YIELD OF ANALYSED COMPONENTS OF TESTED MAIZE HYBRIDS, MAKSIMIR, 1991.

Šifra hibrida Hybrid code	Prinos suhe tvari - Dry matter yield (dt/ha)						stabljika (%) stover (%)
	zrno grain	DMRT*	stabljika stover	DMRT	cijela biljka whole plant	DMRT	
24#	149.4	a	114.3	ab	263.7	a	43.3
16	145.8	ab	11.9	ab	257.7	ab	43.4
20	136.9	abc	119.6	a	256.5	ab	46.6
15	124.4	abcd	123.2	a	247.6	abc	49.8
25##	141.1	abc	102.4	abcd	243.5	abcd	42.1
22	119.8	abcde	111.7	ab	231.5	abcde	48.3
19	128.6	abcd	101.2	abcde	229.8	abcde	44.0
21	127.7	abcd	96.7	abcdef	224.4	abcde	43.1
17	119.0	abcde	100.0	abcde	219.0	abcdef	45.7
3	112.5	bcde	106.0	abc	218.5	abcdef	48.5
14	110.3	cde	99.2	abcde	209.5	bcdefg	47.4
9	114.3	bcde	91.7	bcdefg	206.0	bcdefgh	44.5
5	123.2	abcd	80.4	cdefghij	203.6	bcdefgh	39.5
12	110.1	cde	91.7	bcdefg	201.8	cdefgh	45.4
23	110.8	cde	89.8	bcdefgh	200.6	cdefgh	44.8
2	117.9	abcde	82.1	cdefghi	200.0	cdefgh	41.1
18	118.5	abcde	81.6	cdefghi	200.0	cdefgh	40.8
13	116.7	abcde	77.4	defghij	194.0	cdefgh	39.9
4	109.5	cde	80.4	cdefghij	189.9	defgh	42.3
1	108.3	cde	78.6	cdefghij	186.9	efgh	42.0
26	111.9	bcde	74.4	efghij	186.3	efgh	39.9
6	112.7	bcde	71.3	fghij	183.9	efgh	38.7
10	106.0	cde	63.1	hij	169.0	fghi	37.3
11	98.4	def	61.1	ij	159.5	ghi	38.3
7	86.9	ef	66.7	ghij	153.6	hi	43.4
8	72.0	f	54.2	j	126.2	i	42.9

*DMRT = Duncan's Multiple Range Test (P=0.05)

Bc 488, kontrola - control

Bc 492, kontrola - control

Po ukupnom prinosu suhe tvari najrodniji je bio kontrolni hibrid Bc 488. Prvih devet hibrida nije se međusobno značajno razlikovalo, a sedam je imalo značajno niži prinos od oba kontrolna hibrida (Tab. 1). Hibridi pod šifrom 15 i 20 imali su najveći prinos stabljike, ali se nisu statistički značajno razlikovali od kontrolnih hibrida.

Postotni udio stabljike u masi cijele biljke varirao je od 37.3 do 49.8%. Treba naglasiti da su najrodniji hibridi imali udio stabljike između 45 i 50%. Slične rezultate navode ranije Woody i sur. (1983).

Kada je u pitanju efikasnost silaže, važni su podaci o vrijednosti i probavljivosti energetske komponente cijele biljke kukuruza. Međutim, Dolstra i sur. (1987), Carter i sur. (1991) smatraju da je probavljivost i efikasnost kukuruzne silaže u najvećoj mjeri ovisi o kvaliteti nezrnatog dijela. U našem pokusu, sadržaj hranjivih tvari u nezrnatom dijelu je znatno varijabilniji nego u zrnatom, a to se slaže s rezultatima Deinum i sur. (1984). Sadržaj surovih proteina (SP) i surovih masti (SM) u nezrnatom dijelu je dosta stalan, dok je sadržaj surovih vlakana (SV) i nedušićnih ekstraktivnih tvari (NET) visoko promjeljiv (Tab. 2.). Slične rezultate su dobili Johnson i sur. (1985). Najviši sadržaja SP u stabljici imali su hibridi 11 (7.57%) i 18 (7.02%) što se može smatrati visokim vrijednostima. Johnson i sur. (1985) su u ranije spomenutom pokusu unutar 13 američkih hibrida registrirali najveći sadržaj SP od 6.8%.

Sadržaj SV stabljike varirao je od 16.5 - 29.9% (Tab. 2) što predstavlja značajnu varijabilnost. Najveći sadržaj SV pokazuje hibrid 3 (29.91%) koji ujedno ima i najveći prinos SV, 31.7 dt/ha (Tab.3.), a koji je po ukupnom prinosu bio tek deseti (Tab.1). Sadržaj i prinos glavnih energetske komponente (SV i NET) je vrlo varijabilan i uglavnom obrnuto proporcionalan (Tab. 2 i 3).

Općenito se smatra da povećanje sadržaja SV u hibridima kukuruza uzrokuje smanjenje probavljivosti suhe tvari (Jarrige, 1978). Međutim, Deinum (1988) zaključuje da hibridi kukuruza s niskim sadržajem vlakana ne moraju imati visoku probavljivost. Stoga se može očekivati da i genotipovi s visokim sadržajem SV mogu imati visoku probavljivost. U ovom radu nije provedena analiza probavljivosti surovih vlakana, ali dobiveni pokazatelji pružaju mogućnost daljnje selekcije na visoku probavljivost suhe tvari među genotipovima s visokim sadržajem SV.

Na temelju rezultata prinosa cijele biljke i prinosa stabljike hibrida kukuruza izabrano je za istu analizu šest roditeljskih linija loših hibrida (D1-D6 i L1-L6). Prinos cijele biljke inbred linija, kao i prinos stabljike i zrna pokazuju također veliku varijabilnost, ali manju u usporedbi s hibridima (Tab. 4). Kao i kod hibrida, i kod linija je zabilježeno najveće variranje u prinosu stabljike (51.8 - 101.7 dt/ha). Zbog inbriding učinka, udio zrna je kod linija manji. Linije iz grupe "dobrih" imale su uglavnom veći prinos cijele biljke, a osobito prinos stabljike, od onih iz grupe "loših" (Tab. 4). Ovo upućuje na mogućnost značajnijeg udjela aditivne u ukupnoj genotipskoj varijanci pri naljeđivanju ovog svojstva. Prinos zrna je, međutim, očito više vezan uz dominantne učinke.

U odnosu na hibride sadržaj SV bio je veći, ali manje varijabilan, kako u stabljici tako i u cijeloj biljci (Tab. 5). Sadržaj SV u stabljici slično je varirao i u grupi "loših" i "dobrih" linija. Dolstra i sur. (1987) navode da je ovo svojstvo niske varijabilnosti,

V. Kozumplik i sur.: Variranje prinosa i energetske komponente hibrida i inbred linija kukuruza za silaža

Tab. 2. - KEMIJSKI SASTAV PROUČAVANIH HIBRIDA KUKURUZA, MAKSMIR, 1991.
CHEMICAL COMPOSITION OF TESTED MAIZE HYBRIDS, MAKSMIR, 1991

šifra hibrida Hybrid code	STABLJKA (nezm. dio) STOVER (non grain part)				ZRNO GRAIN				CIJELA BILJKA WHOLE PLANT						
	pepeo ash	sur. prot. aru.	sur. meat aru.	sur. vlak. aru. fib.	pepeo ash	sur. prot. aru.	sur. meat aru.	sur. vlak. aru. fib.	pepeo ash	sur. prot. aru.	sur. meat aru.	sur. vlak. aru. fib.	NET NFE		
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
1	6.57	6.12	0.76	25.09	61.48	1.54	11.48	3.95	4.18	78.85	3.97	8.90	2.41	14.27	70.46
2	4.19	5.57	0.77	21.61	67.86	1.72	12.38	5.15	3.63	77.11	2.84	9.31	3.18	11.74	72.93
3	5.89	6.19	1.14	29.91	57.06	1.40	10.33	6.39	2.56	79.33	3.29	8.51	4.08	14.61	69.52
4	7.10	5.75	0.94	23.99	62.21	1.76	12.19	6.19	3.34	76.53	4.05	9.42	3.93	12.21	70.38
5	6.55	6.75	1.32	29.09	58.29	1.31	9.66	6.02	2.46	80.55	3.38	8.51	4.16	12.98	70.97
6	6.02	5.54	0.86	24.37	63.22	1.51	10.45	4.70	2.99	80.34	3.28	8.53	3.20	11.36	73.64
7	6.97	5.32	0.73	28.69	58.29	1.37	11.99	3.93	3.42	79.29	3.93	8.94	2.46	14.98	69.69
8	6.46	5.71	0.75	25.58	61.51	1.07	10.29	4.56	2.14	81.94	3.07	8.59	3.15	10.83	74.37
9	6.18	5.44	0.73	29.07	56.58	1.63	9.58	5.01	2.47	81.31	4.25	7.92	3.29	13.12	71.40
10	5.15	6.47	0.97	18.44	68.97	1.33	12.29	5.80	2.92	77.66	2.93	9.86	3.78	9.39	74.03
11	5.87	7.57	1.12	20.59	64.85	1.71	13.72	4.01	2.98	77.59	3.29	11.38	2.91	9.66	72.75
12	6.71	6.06	0.77	19.38	67.09	1.86	11.71	6.30	2.64	77.49	4.13	9.06	3.70	10.51	72.60
13	5.91	6.37	0.82	19.34	67.56	1.53	13.14	4.51	3.29	77.53	3.45	10.17	2.89	10.33	73.16
14	6.42	5.84	0.91	21.29	65.55	2.15	11.22	7.36	3.42	75.86	4.47	8.29	3.84	13.16	70.24
15	5.88	5.48	0.88	21.95	66.32	1.80	11.35	7.16	2.88	77.22	3.56	8.46	3.98	12.15	71.86
16	5.47	6.53	0.79	19.15	66.07	1.40	9.16	4.34	3.47	81.63	3.47	7.82	2.53	11.46	74.72
17	5.84	7.03	0.92	19.98	66.23	1.43	12.20	4.37	2.50	79.49	3.62	9.64	2.66	11.17	72.91
18	5.58	7.02	0.76	16.48	70.16	1.32	10.09	4.66	3.25	80.68	3.18	8.75	2.96	9.02	76.09

V. Kozumplik i sur.: Variranje prinosa i energetske komponente hibrida i inbred linija kukuruza za silažu

Nastavak tablice 2.

Šifra hibrida Hybrid code	STABLJKA (nezn. dio) STOVER (non grain part)						ZRNO GRAIN						CIJELA BILJKA WHOLE PLANT					
	pepeo ash	prot. cru.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	(%)	pepeo ash	prot. cru.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	(%)	pepeo ash	prot. cru.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	(%)
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
19	5.94	6.26	0.96	21.23	65.61	1.45	11.71	4.90	3.59	78.35	3.67	9.02	2.96	12.31	72.05			
20	3.90	6.65	1.03	17.44	70.97	1.49	11.72	5.55	3.00	78.25	2.70	9.18	3.28	10.23	74.61			
21	6.31	6.24	0.89	21.00	65.56	1.44	10.23	5.25	3.53	79.54	3.63	8.44	3.29	11.38	73.26			
22	5.26	6.44	0.96	19.95	67.39	1.48	13.00	4.77	2.22	78.53	3.73	9.10	2.50	12.76	71.91			
23	6.51	6.33	0.87	25.69	60.59	1.52	10.88	4.63	3.28	79.68	3.84	8.77	2.89	13.69	70.81			
24	5.99	6.32	0.74	23.82	63.13	1.29	11.95	5.41	3.45	77.91	3.26	9.59	3.45	11.98	71.72			
25	5.63	5.66	0.83	21.00	66.87	1.42	10.76	4.12	3.77	79.93	3.17	8.64	2.75	10.92	74.51			
26	5.44	6.21	0.84	18.86	68.66	1.21	11.19	5.99	3.53	78.09	2.89	9.21	3.95	9.61	74.35			
AVG	5.97	6.19	0.88	22.42	64.54	1.50	11.33	5.19	3.10	78.87	3.50	9.00	3.24	11.76	72.50			
MIN	3.90	5.32	0.68	16.48	56.29	1.07	9.16	3.93	2.14	75.86	2.70	7.82	2.41	9.02	69.52			
MAX	8.18	7.57	1.32	29.91	70.97	2.15	13.72	7.36	4.18	81.94	4.47	11.38	4.16	14.98	76.09			
STD	0.85	0.54	0.15	3.73	4.12	0.22	1.13	0.94	0.51	1.57	0.45	0.73	0.53	1.59	1.72			

V. Kozumplik i sur.: Variranje prinosa i energetske komponenti hibrida i inbred linija kukuruza za silažu

Tab. 3. - PRINOS HRANJIVIH TVARI PROUČAVANIH HIBRIDA KUKURUZA (dt ST/ha), MAKSIMIR, 1991.
NUTRIENTS YIELD OF TESTED MAIZE HYBRIDS (dt DM/ha), MAKSIMIR, 1991

Šifra hibrida Hybrid code	STABLJKA - STOVER				ZRNO - GRAIN				CIJELA BILJKA - WHOLE PLANT			
	sur. prot. cru. prot.	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	
1	4.81	0.59	19.71	48.29	12.44	4.28	4.52	85.39	16.63	4.50	26.67	131.68
2	4.57	0.64	17.75	55.74	14.60	6.07	4.28	90.91	18.62	6.35	23.48	145.87
3	6.57	1.21	31.71	60.49	11.62	7.19	2.88	89.24	18.58	8.91	31.92	151.90
4	4.62	0.76	19.28	50.00	13.34	6.77	3.66	83.80	17.89	7.47	23.19	133.65
5	5.43	1.06	23.37	45.24	11.90	7.41	3.03	99.24	17.33	8.47	26.43	144.49
6	3.95	0.61	17.37	45.04	11.78	5.30	3.37	90.55	15.68	5.88	20.89	135.43
7	3.55	0.49	19.13	38.86	10.42	3.41	2.97	68.90	13.73	3.79	23.01	107.04
8	3.09	0.41	13.86	33.32	7.41	3.28	1.54	59.01	10.84	3.97	13.66	93.85
9	4.99	0.67	26.65	51.87	10.95	5.73	2.82	92.94	16.32	6.79	27.04	147.09
10	4.08	0.61	11.63	43.52	13.02	6.15	3.10	82.32	16.67	6.39	15.88	125.12
11	4.63	0.69	12.59	39.64	13.50	3.94	2.93	76.34	18.15	4.64	15.42	116.04
12	5.55	0.70	17.77	61.50	12.89	6.94	2.91	85.31	18.27	7.47	21.20	146.51
13	4.93	0.64	14.96	52.27	15.34	5.26	3.84	90.48	19.73	5.61	20.04	141.92
14	5.79	0.90	21.13	65.04	12.37	8.11	3.77	83.67	17.36	8.05	27.56	147.15
15	6.75	0.84	27.04	81.70	14.12	8.91	3.33	96.06	20.95	9.84	30.08	177.92
16	7.30	0.88	21.43	76.17	13.35	6.33	5.06	119.02	20.14	6.52	29.54	192.55
17	7.03	0.92	19.98	66.23	14.52	5.20	2.97	94.60	21.11	5.82	24.46	159.68
18	5.73	0.62	13.44	57.22	11.96	5.52	3.85	95.61	17.51	5.92	18.04	152.19
19	6.34	0.98	21.48	66.39	15.05	6.30	4.62	100.76	20.72	6.79	28.28	165.58
20	7.96	1.23	20.86	84.88	16.04	7.59	4.11	107.12	23.55	8.43	26.24	191.36

V. Kozumplik i sur.: Variranje prinosa i energetske komponente hibrida i inbred linija kukuruza za silažu

Šifra hibrida Hybrid code	STABLJKA - STOVER				ZRNO - GRAIN				CIJELA BILJKA - WHOLE PLANT			
	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE
21	6.03	0.86	20.30	63.38	13.07	6.70	4.51	101.58	18.94	7.38	25.53	164.41
22	7.19	1.07	22.28	75.27	15.57	5.71	2.66	94.08	21.06	5.80	29.53	166.47
23	5.69	0.78	23.07	54.42	12.06	5.14	3.64	88.29	17.59	5.79	27.47	142.05
24	7.23	0.85	27.22	72.16	17.85	8.08	5.16	116.40	25.29	9.10	31.60	189.12
25	5.80	0.85	21.51	68.48	15.18	5.81	5.33	112.78	21.05	6.70	26.60	181.43
26	4.62	0.63	14.03	51.08	12.52	6.70	3.95	87.38	17.16	7.36	17.90	138.51
AVG	5.55	0.79	19.98	58.01	13.19	6.07	3.65	91.99	18.50	6.68	24.29	149.58
MIN	3.09	0.41	11.63	33.32	7.41	3.28	1.54	59.01	10.84	3.79	13.66	93.85
MAX	7.96	1.23	31.71	84.88	17.85	8.91	5.33	119.02	25.29	9.84	31.92	192.55
STD	1.23	0.20	4.81	13.31	2.05	1.39	0.87	13.13	2.87	1.53	5.00	24.46

Nastavak tablice 3.

V. Kozumplik i sur.: Variranje prinosa i energetskih komponenti hibrida i inbred linija kukuruza za silažu

Tab. 4. - PRINOS ANALIZIRANIH KOMPONENATA PROUČAVANIH INBRED LINIJA KUKURUZA, MAKSIMIR, 1991
YIELD OF ANALYSED COMPONENTS OF TESTED MAIZE INBRED LINES, MAKSIMIR, 1991

Šifra linije Line code	Prinos suhe tvari - Dry matter yield (dt/ha)						
	zrno grain	DMRT*	stabljika stover	DMRT	cijela biljka whole plant	DMRT	stabljika (%) stover (%)
D2	48.3	ab	92.5	ab	140.8	a	65.7
D5	54.9	a	85.5	abc	140.4	a	60.9
D6	29.1	bcd	101.7	a	130.8	ab	77.8
L3	46.8	abc	73.5	bcde	120.3	abc	61.1
D1	33.3	abcd	80.1	bcde	113.4	abcd	70.7
L6	49.8	ab	63.4	def	113.2	abcd	56.0
D3	25.1	cd	82.1	bcd	107.2	bcd	76.6
L4	43.5	abcd	60.9	ef	104.4	bcd	58.3
L1	31.8	bcd	67.4	cdef	99.2	bcd	68.0
L2	34.7	abcd	62.6	def	97.2	cd	64.4
D4	20.9	d	67.5	cdef	88.4	cd	76.4
L5	29.3	bcd	51.8	f	81.1	d	63.8

* DMRT = Duncan's Multiple Range Test (P=0.05)

čime bi se moglo razjasniti takvo grupiranje. Međutim, kada se promatra prinos SV u stabljici i cijeloj biljci, ponovo "dobre" linije imaju količinski više SV od "loših" linija. Sadržaj i prinos surovih proteina i surovih masti u stabljici pokazuju znatno veću varijabilnost nego kod hibrida, a obrnuto, kada je u pitanju sadržaj istih tvari u zrnu, hibridi su pokazali veću varijabilnost (Tab. 5 i 6). Linije D1 i D6 imaju visok sadržaj proteina, kako u stabljici, tako i u cijeloj biljci. Ovo nema veliki značaj u apsolutnom prinosu proteina, koliko u utjecaju na bolju ješnost silaže takvog kukuruza (Carter i sur., 1991). Vrijednost NET-a su znatno niže i manje varijabilne u odnosu na hibride, što se može očekivati zbog inbriding depresije.

Zaključci

- 1) Nađena je značajna varijabilnost kod proučavanih hibrida i inbred linija kukuruza u prinosu cijele biljke, prinosu zrna, a osobito u prinosu nezmatog dijela;
 - 2) Proučavani materijali pokazali su značajnu varijabilnost u sadržaju i prinosu SV i NET, a manju u sadržaju i prinosu SP i SM;
 - 3) Linije D5, D6, D2 i D1, zbog zabilježenih vrijednih svojstava, bit će upotrijebljene u daljnjim istraživanjima, a mogu se smatrati i perspektivnim u hibridnim kombinacijama;
 - 4) Linije L5, L4, L2 i L6 pokazale su niske vrijednosti svih poželjnih svojstava, te nemaju oplemenjivačku vrijednost, ali će biti upotrebljene kao divergentni genotipovi od prethodnih u istraživanjima načina nasljeđivanja poželjnih svojstava kukuruza za silažu.
 - 5) Hibridi 15, 20 i 3 čine se zanimljivim i trebalo bi ih nastaviti ispitivati u poljskim pokusima i pokusnom siliranju.
- S navedenim materijalima će se nastaviti proučavanje nasljeđivanja ukupne probavljivosti, a prvenstveno probavljivosti stabljike i surovih vlakana.

V. Kozumplik i sur.: Variranje prinosa i energetskih komponenti hibrida i inbred linija kukuruza za silažu

Tab. 5. - KEMIJSKI SASTAV PROUČAVANIH INBRED LINIJA KUKURUZA, MAKSIMIR, 1992.
CHEMICAL COMPOSITION OF TESTED MAIZE INBRED LINES, MAKSIMIR, 1992.

Šifra linije Line code	STABLJIKJA (nezm. dio) - STOVER (non grain part)										ZRNO - GRAIN										CIJELA BILJKA - WHOLE PLANT									
	pepeo ash (%)		sur. prot. (%)		sur. mast. (%)		sur. vlak. (%)		NET NFE (%)		pepeo ash (%)		sur. prot. (%)		sur. mast. (%)		sur. vlak. (%)		NET NFE (%)		pepeo ash (%)		sur. prot. (%)		sur. mast. (%)		sur. vlak. (%)		NET NFE (%)	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
D1	6.54	8.83	1.17	27.80	46.01	1.09	10.09	3.78	2.70	71.71	5.78	9.01	1.53	24.31	49.58															
D2	5.71	4.75	1.07	33.02	46.32	1.04	9.02	3.35	2.30	74.09	3.92	6.39	1.94	21.24	56.97															
D3	5.13	6.98	0.80	27.10	50.53	1.49	11.06	3.40	2.40	2.40	71.55	4.31	7.90	21.56																
D4	6.10	4.46	0.80	31.18	47.33	1.35	11.64	4.00	2.45	70.26	4.59	6.75	1.82	22.03	54.63															
D5	5.16	4.56	0.88	33.80	45.94	1.06	9.41	3.92	1.80	73.34	3.75	6.23	1.93	22.79	55.37															
D6	5.54	7.95	0.85	28.05	47.90	1.28	10.09	4.10	1.62	72.03	4.79	8.33	1.42	23.40	52.14															
L1	5.07	5.43	0.32	29.79	49.57	1.42	10.28	4.54	1.38	72.31	3.51	7.50	2.12	17.64	59.29															
L2	6.64	7.85	0.88	28.35	46.95	1.34	9.70	3.80	2.20	73.29	5.04	8.41	1.76	20.48	54.88															
L3	4.35	4.46	0.27	31.41	50.19	1.36	9.31	4.42	2.35	72.14	3.09	6.51	2.02	19.12	59.47															
L4	5.99	4.75	0.85	30.88	47.90	1.32	10.28	3.70	2.15	72.25	4.12	6.96	1.99	19.39	57.64															
L5	6.23	6.06	0.70	30.85	46.37	1.30	10.37	4.32	1.91	72.16	4.41	7.65	2.04	20.16	55.90															
L6	7.38	6.01	0.95	28.70	47.16	1.13	10.67	3.68	1.78	72.25	5.16	7.66	1.92	19.15	56.06															
AVG	5.82	6.01	0.80	30.08	47.68	1.27	10.16	3.92	2.09	72.28	4.37	7.44	1.82	20.94	55.60															
MIN	4.35	4.46	0.27	27.10	45.94	1.04	9.02	3.35	1.38	70.26	3.09	6.23	1.38	17.64	49.58															
MAX	7.38	8.83	1.17	33.80	50.53	1.49	11.64	4.54	2.70	74.09	5.78	9.01	2.12	24.31	59.47															
STD	0.80	1.49	0.25	2.04	1.54	0.14	0.72	0.36	0.37	0.93	0.73	0.85	0.24	1.90	2.66															

V. Kozumplik i sur.: Variranje prinosa i energetske komponente hibrida i inbred linija kukuruza za silažu

Tab. 6. - PRINOS HRANJIVIH TVARI PROUČAVANIH INBRED LINIJA KUKURUZA (dt ST/ha), MAKSIMIR, 1992
NUTRIENTS YIELD OF TESTED MAIZE INBRED LINES (dt DM/ha), MAKSIMIR, 1992

Šifra linija Line code	STABLJIKA - STOVER				ZRNO - GRAIN				CIJELA BILJKA - WHOLE PLANT			
	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE	sur. prot. cru. prot.	sur. mast cru. fat	sur. vlak. cru. fib.	NET NFE
D1	7.07	0.94	22.27	36.85	3.35	1.26	0.90	23.84	10.21	1.74	27.56	56.20
D2	4.39	0.99	30.54	42.85	4.35	1.62	1.11	35.75	8.99	2.74	29.90	80.18
D3	5.73	0.66	22.25	41.49	2.77	0.85	0.60	17.92	8.46	1.48	23.10	59.20
D4	3.01	0.54	21.05	31.95	2.43	0.84	0.51	14.68	5.96	1.61	19.47	48.30
D5	3.90	0.75	28.90	39.28	5.17	2.15	0.99	40.26	8.74	2.70	32.00	77.73
D6	8.09	0.86	28.53	48.71	2.94	1.19	0.47	20.96	10.89	1.86	30.61	68.21
L1	3.66	0.22	20.08	33.41	3.26	1.44	0.44	22.96	7.44	2.11	17.49	58.79
L2	4.91	0.55	17.73	29.37	3.36	1.32	0.76	25.39	8.17	1.71	19.90	53.34
L3	3.28	0.20	23.09	36.89	4.35	2.07	1.10	33.73	7.83	2.43	23.00	71.51
L4	2.89	0.52	18.79	29.15	4.47	1.61	0.94	31.43	7.26	2.08	20.23	60.15
L5	3.14	0.36	15.96	24.00	3.04	1.27	0.56	21.14	6.20	1.65	16.34	45.31
L6	3.81	0.60	18.20	29.90	5.31	1.83	0.89	35.98	8.68	2.17	21.67	63.47
AVG	4.49	0.60	22.28	35.32	3.73	1.45	0.77	27.00	8.24	2.02	23.44	61.86
MIN	2.89	0.20	15.96	24.00	2.43	0.84	0.44	14.68	5.96	1.48	16.34	45.31
MAX	8.09	0.99	30.54	48.71	5.31	2.15	1.11	40.26	10.89	2.74	32.00	80.18
STD	1.60	0.25	4.54	6.71	0.92	0.40	0.24	7.81	1.39	0.41	5.09	10.43

LITERATURA

1. AOAC (1990): Official Methods of Analysis (15th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
2. Carter, P.R., J.G. Coors, D.J. Undersander, K.A. Albrecht and R.D. Shaver (1991): Corn hybrids for silage: an update. Proceedings of the 46th Annual Corn & Sorghum Research Conference, No. 46, ASTA, Washington, D, C., p.p.141-164.
3. Dhillon, B.S., Chr. Paul, E. Zimmer, P.A. Gurrath, D. Klein and W.G. Pollmer (1990): Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. *Crop Sci.* 30: 931-936.
4. Deinum, B. and J.J. Bakker (1981): Genetic difference in digestibility of forage maize hybrids. *Neth. J. Agric. Sci.*, 29: 93-98.
5. Deinum, B., A. Steg and G. Hof (1984): Measurement and prediction of digestibility of forage maize in the Netherlands. *Animal Feed Science Technology*, 10 (1983/1984) 301-313.
6. Deinum, B. and P.C. Struik (1986): Improving the nutritive value of forage maize. p.p.77-90. In: D. Dolstra and P. Medema (eds). Breeding of silage maize. Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section, EUCARPIA. 9-12 Sept. 1985, PUDOC, Wageningen, Netherlands.
7. Deinum, B. (1988): Genetic and environmental variation in quality of forage maize in Europe. *Neth. J. Agric. Sci.* 36: 400-403.
8. Deinum, B. and P.C. Struik (1989): Genetic variation in digestibility of forage maize (*Zea mays* L.) and its estimation by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *An. Euphytica*, 42: 89-98.
9. Dolstra, O., M.A. Jongmans and A.W. de Jong (1987): Genetic variation for digestibility of cell-wall constituents in the stalks and its relation to feeding value and various stalk traits in maize (*Zea mays* L.). Proc. 14th Congress of the Maize and Sorghum Section, EUCARPIA. 7-11 Sept. 1987, Nitra, Czechoslovakia, Nr. 2, 394-402.
10. Dolstra, O. and J.H. Medema (1990): An effective screening method of genetic improvement of cell-wall digestibility in forage maize. p.p. 258-270. In: J. Hinterholzer (ed.) Proc. 15th Congress of the Maize and Sorghum Section, EUCARPIA. 4-8 June 1990, Baden near Vienna, Austria.
11. Doreau, M., D. Sauvant, R. Verite (1991): Which diet for tomorrow? In: Rumen microbial metabolism and ruminant digestion (ed. Jonay, J.P.) INRA editions, Paris, 369-372.
12. Grbeša, D. (1993): Aktualnosti u hranidbi preživača. *Stočarstvo*, 47: (5-6) 233-243.
13. Hunter, R. B. (1978): Selection and evaluation of procedures for whole plant corn silage. *Can. J. Plant Sci.* 58: 661-678.
14. Irlbeck, N.A., J.R. Russell, A.R. Hallauer and D.R. Buxton (1987): Genetic, agronomic and ensiling effects on forage quality of corn whole plant and stover. *J. Anim. Sci.* Vol. 65, Suppl. 1, 141-142.
15. Jarrige, R. (1978): Alimentation des Ruminants. Publ. INRA, Versailles.
16. Johnson, J. C., W. G., W. G. Monson and W. T. Pettigrew (1985): Variation in nutritive value of corn hybrids for silage. *Nutrition Reports International*, Vol. 32, Nr. 4, 953-958.
17. Kolić, B. (1991): Gospodarsko biološke osobine Bc hibrida kukuruza FAO grupe 100-300, s obzirom na njihovo korištenje za silažu. *Agronomski glasnik*, 1-2, 3-26.
18. Roth, L.S., G. C. Marten, W. A. Compton and D.D. Stuthman (1970): Genetic variation for quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. *Crop Sci.* 10: 365-367.
19. Russell, J.R., B. Kuehl, A. R. Hallauer and D.R. Buxton (1985): Influence of corn hybrid, plant density, and harvest date on the nutritive value of whole plant and corn stover silages. Agriculture and Home Economics Experiment Station, Cooperative Extension Service, Ames, Iowa, A.S. Leaflet R361, 97-102.
20. Steg, A. and V.A. Hindle (1988): Some observations on forage maize evaluation. Proceeding of International Seminar: Quality of silage maize, digestibility and zootechnical performance, 29th November 1988, Gembloux, Belgium, 68-84.
21. Steel and Torrie. (1960): Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc New York, Toronto, London.
22. Woody, H.D., D.G. Fox and J. R. Blacic (1983): Effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 57: 717-728.

VARIATION IN YIELD AND ENERGETIC COMPONENTS OF MAIZE HYBRIDS AND INBRED LINES FOR SILAGE

Summary

Twelve inbred lines and their 24 crosses were analysed for variability in dry matter yield of the whole plant and the grained - ungrained part, as well as variability in content of water, ash, crude proteins, crude fats, crude fibres and NFE, respectively with the aim to breed maize with high yield and digestibility of the ungrained part. The results have shown high variability between hybrids in dry matter yield of the whole plant, the ungrained part and crude fibres. Similar variability is recorded for inbred lines, too. The results of chemical analyses of hybrids and inbred lines have shown that crude protein content and crude fat content had low variability. In contrast, NFE and specially crude fibres had high variability. Regarding yield of the ungrained part and chemical composition, four out of 12 studied inbred lines have been selected as promising for further breeding. Three out of 24 studied hybrids should be tested for total dry matter and crude fibres digestibility.

Primljeno: 5. 11. 1993.