

**KORELACIJE IZMEĐU AGRONOMSKIH SVOJSTAVA U FAOSYNFR1B
POPULACIJI KUKURUZA**I. BUHINIČEK¹, B. PALAVERŠIĆ¹, I. BRKIĆ², H. ŠARČEVIĆ³, V.
KOZUMPLIK³¹ Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d., Zagreb
Bc Institute for Breeding and Production of Field Crops, Zagreb² Poljoprivredni institut Osijek
Agricultural Institute Osijek³ Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Agriculture University of Zagreb**SAŽETAK**

Poznavanje korelacija između različitih svojstava kod kukuruza može biti od velike pomoći oplemenjivaču u izboru najučinkovitijeg selekcijskog postupka. Cilj ovog rada bio je istražiti korelaciju između različitih agronomskih svojstava tijekom drugog ciklusa rekurentne selekcije u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza. U 1995. godini provedeni su selekcijski pokusi koji su uključivali 167 S1 potomstava, kao i 167 njima pripadajućih test-križanaca s inbred linijom BcA632N. Pokusi su postavljeni prema shemi 13x13 nepotpunog bloka na tri lokacije. Ukupno gledano pronađeno je više signifikantnih korelacija između proučavanih svojstava u pokusima sa S1 potomstvima nego u pokusima s test-križancima. Većina korelacija kretala se u rasponu od vrlo slabe ($r = 0.15^*$) do osrednje ($r = 0.49^{**}$). Jedine dvije korelacije koje su u svim pokusima bile jake do potpune bile su korelacija između metličanja i svilanja ($r = 0.85^{**}$ do $r = 0.96^{**}$), te korelacija između visine biljke i visine do klipa ($r = 0.72^{**}$ do $r = 0.81^{**}$). Korelacija za trulež stabljike između S1 potomstava i test-križanaca kretala se u rasponu od slabe ($r = 0.34^{**}$) do osrednje ($r = 0.40^{**}$). Za prinos zrna niti na jednoj lokaciji nije pronađena signifikantna korelacija između S1 potomstava i test-križanaca. Ukupno je pronađen manji broj signifikantnih korelacija između različitih lokacija za isto svojstvo kod test-križanaca nego kod S1 potomstava. Stoga se može zaključiti da su rezultati S1 potomstava manje varirali s okolinom u usporedbi s test-križancima, što je omogućilo bolju procjenu vrijednosti kod S1 potomstava nego kod test-križanaca za svojstva na koja se vršila selekcija.

Ključne riječi: kukuruz, rekurentna selekcija, fenotipske korelacije, S1 potomstva, test-križanci

UVOD

Glavni cilj oplemenjivača kukuruza je razvoj inbred linija, te pronalazak i održavanje njihovih najboljih F1 hibridnih kombinacija. Od hibrida kukuruza se očekuje da imaju visok i stabilan prinos, čija ekspresija u određenoj mjeri ovisi i o poboljšanju drugih agronomskih svojstava kao što su čvrstoća stabljike, tolerantnost prema najznačajnijim bolestima i štetnicima kao i različitim abiotičkim stresovima. Većina svojstava od interesa za oplemenjivača kukuruza, uključujući i prinos, kvantitativne je prirode i kontrolirana je velikim brojem gena malog učinka, na čiju ekspresiju u značajnoj mjeri utječu okolinski faktori, što dodatno otežava selekciju.

Različite metode rekurentne selekcije pokazale su se uspješnima u poboljšanju prinosa i drugih kvantitativnih svojstava u oplemenjivačkim populacijama kukuruza široke genetske osnove (Hallauer, 1992; Carena i Hallauer, 2001; Šarčević i sur., 2004; Buhiniček i sur., 2005). Međutim, intenzivna selekcija na jedno svojstvo može utjecati na promjenu koreliranih svojstava kako u željenom tako i u neželjenom smjeru. Stoga poznavanje korelacija između različitih svojstava kod kukuruza može biti od velike pomoći oplemenjivaču u izboru najučinkovitijeg selekcijskog postupka. Publiciran je veći broj radova u kojima se proučava povezanost između pojedinih svojstava tijekom rekurentne selekcije (Genter i Alexander, 1962; Lonnquist i Lindsey, 1964; Genter i Alexander, 1966; Duclos i Crane, 1968; Colbert i sur., 1984; Martin i Russell, 1984; Hoard i Crosbie, 1986; Grombacher i sur., 1989; Frank i Hallauer, 1999; Guzman i Lamkey, 2000). U većini ovih radova naglasak je stavljen na germplazmu iz američkog kukuruznog pojasa dok je vrlo malo radova uključivalo europsku germplazmu.

Buhiniček i sur. (2005) su izvijestili o uspješnosti dva ciklusa istovremene rekurentne selekcije na prinos zrna i otpornost na trulež stabljike u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza sintetiziranoj iz europske germplazme.

Cilj ovog rada bio je istražiti korelacije između različitih agronomskih svojstava tijekom drugog ciklusa selekcije u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza.

MATERIJAL I METODE

FAOSYNFR1B, sintetička populacija kukuruza, formirana tijekom je 1985 i 1986 u Bc Institutu u Zagrebu međukrižanjem pet hibrida kukuruza, koji prema pedigreu pripadaju istočnoeuropskoj germplazmi. Od 1990 do 1996 u populaciji su provedena dva ciklusa simultane rekurentne selekcije na prinos zrna i otpornost na trulež stabljike. Formiranje sintetika FAOSYNFR1B i prvi ciklus rekurentne selekcije (C1) opisali su detaljno B u h i n i č e k i sur. (2005).

Drugi ciklus rekurentne selekcije započet je 1994. godine. U Rugvici je posijano 100 redova duljine 4 m sintetika FAOSYNFR1B C1 (otprilike 2000 biljaka) i samooplođeno je 300 zdravih biljaka vremenski ujednačene cvatnje (tri biljke po redu).

U zimsku generaciju u Čile, 1994/95. poslano je 200 S1 potomstava i križano je s inbred linijom BcA632N - ocem.

U 1995. godini provedeni su pokusi sa S1 potomstvima, kao i s njima pripadajućim test- križancima s inbred linijom BcA632N. Oba pokusa su postavljena po shemi, 13x13 nekompletnog bloka ("simple lattice") u dva ponavljanja i uključivala su po 167 S1 potomstava odnosno 167 njima pripadajućih test-križanaca te dva standarda (Bc388 i Podravec36).

Pokus sa S1 potomstvima postavljen je na dvije lokacije (Rugvica - strojna sjetva i Pitomača - ručna sjetva). U strojnoj sjetvi sijano je 25 zrna po redu duljine 4 m. Osnovna parcelica imala je 2.8 m² (1 red), a sklop je naknadno prorijeđen na 20 biljaka po redu (71428 bilj./ha). Ručna sjetva u Pitomači obavljena je u kućice s razmakom od 40 cm. U svakom redu bilo je 9 kućica, a duljina mu je iznosila 3.6 m. Sijano je kao i kod strojne sjetve 25 zrna po redu (sedam kućica po tri zrna i dvije kućice po dva zrna). Osnovna parcelica imala je isto tako jedan red, ali joj je površina bila nešto manja (2.5 m²). Sklop je naknadno prorijeđen na dvije biljke po kućici (71428 bilj./ha).

U Rugvici je postavljen još jedan identičan pokus sa S1 potomstvima (strojna sjetva), ali u rasadniku za bolesti, gdje je izvršena umjetna infekcija stabljike smjesom nekoliko uzročnika truleži stabljike: *Fusarium graminearum* Schwabe, *Fusarium moniliforme* Sheld., *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* Wr. & Reink (Sin. *Fusarium subglutinans*) and *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils. Detalji postupka umjetne infekcije dani u su Buhiniček i sur. (2005).

Pokus s test-križancima postavljen je na tri lokacije (Rugvica i Koška - strojna sjetva, te Pitomača - ručna sjetva). Kod strojne sjetve sijano je 27 zrna po redu, a osnovna parcelica imala je 5.6 m² (2 reda). Sklop je naknadno prorijeđen na 20 biljaka po redu (40 bilj./parcelici) - 71428 bilj./ha. Ručna sjetva u Pitomači obavljena je kao i kod S1 potomstava u kućice (devet kućica po tri zrna) s razmakom od 40 cm. Osnovna parcelica imala je površinu od 5.0 m² (2 reda), a sklop je naknadno prorijeđen na 2 biljke po kućici (71428 bilj./ha).

Tijekom vegetacije vršena su sljedeća opažanja: broj dana od nicanja do 50% metličanja, broj dana od nicanja do 50% svilanja, visina cijele biljke, visina biljke do klipa, broj biljaka na parceli, broj pleglih, polomljenih, prisilno uvelih i trulih biljaka, prinos zrna, te sadržaj vode u zrnu kod berbe. Visina cijele biljke (od zemlje do vrha glavne osi metlice) i visina biljke do klipa (od zemlje do najvišeg nodija koji nosi klip) mjerene su neposredno nakon cvatnje i to na prvih pet biljaka u oba reda parcelice u pokusima s test-križancima, te na prvih deset biljaka u pokusima sa S1 potomstvima. Prisilno uvele biljke (%) određene su nekoliko tjedana nakon cvatnje (u devetom mjesecu). Kao prisilno uvele biljke uzete su sve biljke čiji listovi su bili slamnato žuti, i čiji su donji internodiji poprimili smeđu boju (Palaveršić, 1983). Polegale biljke (%), polomljene biljke (%) i trule biljke (%) određene su neposredno prije berbe. Kao trule biljke određene su sve meke biljke nakon postepenog pritiskivanja između palca i kažiprsta prvog produženog internodija (Palaveršić, 1983), kao polomljene biljke sve biljke koje su se polomile ispod klipa, dok su kao polegale biljke bile određene sve koje

I. Bohuniček i sur.: Korelacije između agronomskih svojstava u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza

Tablica 1. Korelacijska povezanost svojstava kod 167 S1 potomstava (iznad dijagonale) te 167 pripadajućih test-križanaca (ispod dijagonale) proizvedenih u drugom ciklusu rekurentne selekcije u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza, Ruzvica 1995.
 Table 1. Correlations among agronomic traits in 167 S1 progenies (above diagonal) and 167 corresponding testcrosses (below diagonal), produced in the second cycle of recurrent selection in the FAOSYNFR1B maize population, Ruzvica 1995

Broj/ No.	Svojstvo / Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Prinos zrna (dt/ha) Grain yield (dt/ha)		0.07	-0.03	-0.05	-0.21**	0.41**	0.28**	0.13	0.02	-0.50**
2	Sadržaj vode u zrnju (%) Grain moisture content (%)	0.10		-0.29**	0.29**	0.29**	0.20*	0.14	0.01	-0.04	-0.33**
3	Trule biljke (%) Rotten plants (%)	-0.37**	-0.23**		-0.03	-0.05	-0.26**	-0.17*	0.09	0.21**	0.35**
4	Metlčanje (br. dana do 50%) Pollination (No. of days to 50%)	0.25**	0.38**	-0.09		0.85**	0.21**	0.36**	0.26**	0.06	-0.01
5	Svilanje (br. dana do 50%) Silking (No. of days to 50%)	0.19*	0.37**	-0.06	0.94**		0.18*	0.33**	0.19*	0.02	0.08
6	Visina biljke (cm) Plant height (cm)	0.53**	0.12	-0.31**	0.31**	0.27**		0.72**	0.35**	0.16*	-0.10
7	Visina do klipa (cm) Ear height (cm)	0.46**	0.05	-0.24**	0.38**	0.31**	0.81**		0.36**	0.23**	-0.15*
8	Poglete biljke (%) Lodged plants (%)	-0.03	0.06	-0.05	0.06	0.09	0.29**	0.18*		0.08	0.03
9	Polomljene biljke (%) Broken plants (%)	0.01	0.02	0.03	0.12	0.08	0.13	0.30**	-0.03		0.02
10	Prisilno uvele biljke (%) Prematurely killed plants (%)	-0.46**	-0.30**	0.59**	-0.21**	-0.19*	-0.34**	-0.30**	0.01	-0.01	

I. Bohuniček i sur.: Korelacije između agronomskih svojstava u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza

Tablica 2. Korelacijska povezanost svojstava kod 167 S1 potomstava (iznad dijagonale) te 167 pripadajućih test-križanaca (ispod dijagonale) proizvedenih u drugom ciklusu rekurentne selekcije u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza, Pitomača, 1995.
Table 2. Correlations among agronomic traits in 167 S1 progenies (above diagonal) and 167 corresponding testcrosses (below diagonal), produced in the second cycle of recurrent selection in the FAOSYNFR1B maize population, Pitomača, 1995

Broj/ No.	Svojstvo/ Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Prinos zrna (dt/ha) Grain yield (dt/ha)		-0.23**	-0.33**	0.01	-0.01	0.34**	0.33**	-0.07	0.07	-0.31**
2	Sadržaj vode u zrnu (%) Grain moisture content (%)	-0.14		-0.14	0.25**	0.22**	0.04	-0.06	0.09	0.13	-0.12
3	Trule biljke (%) Rotten plants (%)	-0.11	-0.18*		-0.00	-0.03	-0.26**	-0.19*	0.16*	-0.03	0.34**
4	Metličanje (br. dana do 50%) Pollination (No. of days to 50%)	0.16*	0.19*	-0.05		0.96**	0.12	0.17*	-0.03	0.18*	-0.22**
5	Svilanje (br. dana do 50%) Silking (No. of days to 50%)	0.18*	0.19*	-0.05	0.94**		0.14	0.20*	-0.04	0.20*	-0.20**
6	Visina biljke (cm) Plant height (cm)	0.37**	-0.12	0.13	0.03	0.10		0.77**	0.25**	0.08	-0.08
7	Visina do klipa (cm) Ear height (cm)	0.25**	-0.06	0.18*	0.05	0.10	0.75**		0.17*	0.03	-0.15*
8	Pogle biljke (%) Lodged plants (%)	0.08	-0.03	0.21**	-0.14	-0.09	0.55**	0.41**		0.08	0.12
9	Pomlijene biljke (%) Broken plants (%)	-0.22**	0.00	0.06	-0.20*	-0.19*	-0.01	0.01	0.03		-0.08
10	Prisilno uvele biljke (%) Prematurely killed plants (%)	-0.12	-0.07	0.11	-0.14	-0.16*	-0.14	-0.07	-0.15	0.05	

I. Bohuniček i sur.: Korelacije između agronomskih svojstava u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza

Tablica 3. Korelacijska povezanost svojstava kod 167 S1 potomstava (iznad dijagonale) te 167 pripadajućih test-križanaca (ispod dijagonale) proizvedenih u drugom ciklusu rekurentne selekcije u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza; S1 potomstva (Rugvica 1995, - umjetna infekcija, testkrižanci (Koška, 1995.)
Table 3. Correlations among agronomic traits in 167 S1 progenies (above diagonal) and 167 corresponding testcrosses (below diagonal), produced in the second cycle of recurrent selection in the FAOSYNFR1B maize population; S1 progenies (Rugvica-artificial infection 1995); Testcrosses (Koška, 1995)

Broj/ No.	Svojstvo/ Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Prinos zrna (dt/ha) Grain yield (dt/ha)		0.08	-0.18*	0.03	-0.15	0.46**	0.36**	0.00	0.05	-0.51**
2	Sadržaj vode u zrnu (%) Grain moisture content (%)	0.08		-0.36**	0.49**	0.50**	0.10	0.08	-0.01	-0.15	-0.42**
3	Trule biljke (%) Rotten plants (%)	-0.10	-0.16*		-0.13	-0.16*	-0.21**	-0.16*	0.17*	0.28**	0.58**
4	Metlicanje (br. dana do 50%) Pollination (No. of days to 50%)	-	-	-		0.86**	0.28**	0.39**	0.06	0.16*	-0.25**
5	Svilanje (br. dana do 50%) Silking (No. of days to 50%)	-	-	-	-		0.19*	0.32**	0.07	0.02	-0.17*
6	Visina biljke (cm) Plant height (cm)	-	-	-	-	-		0.76**	0.29**	0.20*	-0.18*
7	Visina do klipa (cm) Ear height (cm)	-	-	-	-	-	-		0.21**	0.26**	-0.25**
8	Pogle biljke (%) Lodged plants (%)	-0.06	0.07	0.05	-	-	-	-		0.12	0.14
9	Polomljene biljke (%) Broken plants (%)	-0.01	-0.01	-0.03	-	-	-	-	0.06		0.07
10	Prisilno uvele biljke (%) Prematurely killed plants (%)	-0.17*	-0.22**	0.34**	-	-	-	-	0.02	-0.05	

I. Bohuniček i sur.: Korelacije između agronomskih svojstava u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza

Tablica 4. Korelacijska povezanost između vrijednosti S1 potomstava i pripadajućih test-križanaca, proizvedenih u drugom ciklusu rekurentne selekcije u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza, za 10 agronomskih svojstava u Rugvici i Pitomači 1995.

Table 4. Correlations between S1 progeny and testcross performances, produced in the second cycle of recurrent selection in the FAOSYNFR1B maize population, for 10 agronomic traits at Rugvica and Pitomača 1995

Korelirano svojstvo / Correlated trait	r		
	Rugvica		Pitomača
	S1	S1(IS)*	S1
1. Prinos zrna (dt/ha) Grain yield (dt/ha)	0.01	0.06	-0.08
2. Sadržaj vode u zrnu (%) Grain moisture content (%)	0.33**	0.44**	0.37**
3. Trule biljke (%) Rotten plants (%)	0.40**	0.34**	0.35**
4. Metličanje (br. dana do 50%) Pollination (No. of days to 50%)	0.43**	0.39**	0.35**
5. Svilanje (br. dana do 50%) / Silking (No. of days to 50%)	0.42**	0.37**	0.26**
6. Visina biljke (cm) Plant height (cm)	0.59**	0.53**	0.41**
7. Visina do klipa (cm) Ear height (cm)	0.60**	0.56**	0.51**
8. Polegale biljke (%) Lodged plants (%)	0.29**	0.16*	0.21**
9. Polomljene biljke (%) Broken plants (%)	0.20*	0.27**	0.07
10. Prisilno uvele biljke (%) Prematurely killed plants (%)	0.22**	0.28**	0.19*

* - *umjetna infekcija stabljike/ artificial stalk infection*

su se u korijenu nagnule više od 30° od vertikale. U svim je pokusima izvršena strojna berba, a prinos zrna preračunat je na 14 % vlage u zrnu i izražen u dt/ha.

Na osnovi dobivenih podataka za analizirana svojstva izračunati su fenotipski korelacijski koeficijenti između proučavanih svojstava u pokusima sa S1 potomstvima, između proučavanih svojstava u pokusima s pripadajućim test-križancima, kao i između istih svojstava kod S1 potomstava i njima pripadajućih test-križanaca.

I. Bohuniček i sur.: Korelacije između agronomskih svojstava u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza

Tablica 5. Korelacijska povezanost svojstava 167 test-križanaca na 3 lokaciji i 167 S1 potomstava na 2 lokacije, 1995.
Table 5. Correlations among agronomic traits in 167 testcrosses at 3 locations and in 167 S1 progenies at 2 locations, 1995

Korelirano svojstvo/ Correlated trait	Test-križanci/ Testcrosses		S1 potomstva/ S1progenies	
	Rugvica i/ Pitmača	Rugvica i/ and Koška	Rugvica i/ and Rugvica (IS)*	Pitmača i/ and Rugvica (IS)*
1. Prinos zrna (dt/ha) Grain yield (dt/ha)	0.15	0.14	0.73**	0.42**
2. Sadržaj vode u zrnu (%) Grain moisture content (%)	0.48**	0.63**	0.73**	0.50**
3. Trule biljke (%) Rotten plants (%)	0.28**	0.58**	0.77**	0.63**
4. Meličanje (br. dana do 50%) Pollination (No. of days to 50%)	0.32**	-	0.84**	0.57**
5. Svilaње (br. dana do 50%) Silking (No. of days to 50%)	0.27**	-	0.77**	0.45**
6. Visina biljke (cm) Plant height (cm)	0.50**	-	0.86**	0.81**
7. Visina do klipa (cm) Ear height (cm)	0.57**	-	0.89**	0.82**
8. Polegline biljke (%) Lodged plants (%)	0.26**	0.03	0.64**	0.35**
9. Polomljene biljke (%) Broken plants (%)	0.08	0.14	0.36**	-0.00
10. Prisilno uvele biljke (%) Prematurely killed plants (%)	0.13	0.13	0.57**	0.42**

* - umjetna infekcija stabljike/ artificial stalk infection

REZULTATI I RASPRAVA

Na tablicama 1 do 3 prikazane su korelacije između različitih agronomskih svojstava u pokusima sa S1 potomstvima i test-križancima na različitim lokacijama. Ukupno gledano između proučavanih svojstava u pokusima sa S1 potomstvima pronađeno je više signifikantnih korelacija nego u pokusima s test-križancima (tablica 1-3). Najviše signifikantnih korelacija (29) pronađeno je između proučavanih svojstava u pokusu sa S1 potomstvima u uvjetima umjetne infekcije stabljike (tablica 3). U prirodnim uvjetima u Rugvici u pokusu sa S1 potomstvima i u pokusu s test-križancima (tablica 1) pronađeno je više signifikantnih korelacija između proučavanih svojstava, a naročito uz $p < 1\%$, u odnosu na iste pokuse u Pitomači (tablica 2).

Bez obzira na relativno veliki broj signifikantnih korelacija između proučavanih svojstava u svim pokusima, osim u Koški, može se reći da se jačina gotovo svih korelacija kretala u rasponu od vrlo slabe ($r = 0.15^*$) do osrednje ($r = 0.49^{**}$). U tom rasponu kretale su se i sve korelacijske veze prinosa zrna i trulih biljaka u pokusima u prirodnim uvjetima, osim u Rugvici gdje su nađene tri jake korelacije (jedna negativna između prinosa zrna i prisilnog venuća $r = -0.50^{**}$ / u pokusu sa S1 potomstvima, i dvije pozitivne između prinosa zrna i visine biljke $r = 0.53^{**}$ / te između trulih biljaka i prisilnog venuća $r = 0.59^{**}$ / u pokusu s test-križancima).

U uvjetima umjetne infekcije stabljike sa S1 potomstvima zabilježene su dvije jake korelacije: jedna negativna također između prinosa zrna i prisilnog venuća ($r = -0.51^{**}$), a druga pozitivna između truleži stabljike i prisilnog venuća ($r = 0.58^{**}$).

Jedine dvije korelacije koje su u svim pokusima bile jake do potpune (osim u Koški gdje svojstva koja su kod njih korelirana nisu opažana) bile su: korelacija između metličanja i svilanja, te korelacija između visine biljke i visine do klipa, što je u skladu s rezultatima Guzmána i Lamkeya (2000).

Između analiziranih svojstava S1 potomstava kukuruza i istih svojstava pripadajućih test-križanaca na lokaciji Rugvica i Pitomača, najveće i visoko signifikantne vrijednosti korelacijskih koeficijenata pronađene su za svojstva visina biljke i visina do klipa (tablica 4). Slične i visoko signifikantne vrijednosti korelacijskih koeficijenata za ta dva svojstva dobili su u svojim istraživanjima i Lonnquist i Lindsey (1964).

Jačina korelacije za trulež stabljike između S1 potomstava i test-križanaca kretala se od slabe ($r = 0.34^{**}$) do osrednje ($r = 0.40^{**}$). Za prinos zrna niti na jednoj lokaciji nije pronađena signifikantna korelacija između S1 potomstava i test-križanaca, što više vrijednosti korelacijskih koeficijenata kretale su se oko nule (od $r = -0.08$ do $r = 0.06$). Korelacije za prinos zrna između S1 potomstava i test-križanaca računali su i drugi autori (Duclos i Crane, 1968; Genter i Alexander, 1966; Lonnquist i Lindsey, 1964). Vrijednosti korelacijskih koeficijenata za prinos zrna u njihovim istraživanjima kretale su se od $r = 0.15$ do $r = 0.61$, ovisno o populaciji koja je bila podvrgnuta rekurentnoj selekciji, primijenjenom testeru (srodni ili nesrodni), te o ciklusu rekurentne selekcije u kojem su korelacije računate. Razlog znatno manjih vrijednosti korelacijskih koeficijenata za

prinos zrna dobivenih u našem radu vjerojatno leži u tome što smo mi istovremeno radili selekciju na prinos zrna i otpornost na trulež stabljike, što nije bio slučaj u navedenim radovima.

Za svojstvo otpornost na trulež stabljike između S1 potomstava proučavanih u uvjetima umjetne infekcije stabljike u Rugvici i S1 potomstava u prirodnim uvjetima na istoj lokaciji pronađena je vrlo jaka korelacijska veza ($r = 0.77^{**}$), a između S1 potomstava proučavanih u uvjetima umjetne infekcije stabljike u Rugvici i S1 potomstava u prirodnim uvjetima u Pitomači pronađena je jaka korelacijska veza ($r = 0.63^{**}$), tablica 5. Na osnovi rezultata koje su dobili Palaveršić i sur. (1992) za očekivati je da će kod umjetne infekcije stabljike sa smjesom izolata primijenjenom u našim istraživanjima doći do povećanog napada truleži stabljike uz prevladavanje simptoma antraknoze. Budući da u našim uzgojnim uvjetima od uzročnika truleži stabljike prevladavaju vrste iz roda *Fusarium* (Milatović, 1969) ranije navedeni korelacijski koeficijenti zapravo ukazuju na postojanje korelacije između otpornosti na antrakoznu i fuzarijsku trulež stabljike u proučavanoj populaciji od 167 S1 potomstava. Nyhus i sur. (1989) ustanovili su u sinteticima BSAA i BSBB, u kojima su provedena četiri ciklusa S1 rekurentne selekcije na prvu generaciju kukuruznog moljca i diplodijsku trulež stabljike, visoko signifikantno linearno poboljšanje i u otpornosti na antrakoznu trulež stabljike. Stoga autori smatraju da u proučavanim populacijama postoji genetska korelacija između otpornosti na diplodijsku i antrakoznu trulež stabljike.

Između test-križanaca u Rugvici i test-križanaca u Pitomači najjača korelacija ustanovljena je za visinu biljke ($r = 0.50^{**}$), visinu do klipa ($r = 0.57^{**}$) i sadržaj vode u zrnu ($r = 0.48^{**}$), (tablica 5). Između test-križanaca u Rugvici i test-križanaca u Koški ustanovljena je jaka korelacija za trulež stabljike ($r = 0.58^{**}$) i sadržaj vode u zrnu ($r = 0.63^{**}$), (tablica 5), a ove dvije korelacije bile su i jedine signifikantne od svih računatih korelacija između test-križanaca u Pitomači i test-križanaca u Koški (tablica 5). Korelacijska povezanost za prinos zrna između test-križanaca u različitim pokusima bila je vrlo slaba ili je nije ni bilo ($r = -0.00$ do $r = 0.15$).

Rezultati korelacija između istih proučavanih svojstava S1 potomstava u različitim pokusima nalaze se također u tablici 5. Najjača korelacijska povezanost ustanovljena je za visinu biljke ($r = 0.81^{**}$ do $r = 0.86^{**}$) i visinu do klipa ($r = 0.80^{**}$ do $r = 0.89^{**}$), za trulež stabljike bila je jaka ($r = 0.63^{**}$) do vrlo jaka ($r = 0.77^{**}$), dok je za prinos zrna bila slaba ($r = 0.28^{**}$) do jaka ($r = 0.73^{**}$).

Ukupno je pronađeno manje signifikantnih korelacija između različitih lokacija za isto svojstvo kod test-križanaca nego kod S1 potomstava (tablica 5). K tome treba uzeti u obzir da je kod test-križanaca pronađeno pet jakih signifikantnih korelacijskih veza i niti jedna vrlo jaka signifikantna korelacijska veza, a kod S1 potomstava pronađeno je devet jakih i devet vrlo jakih signifikantnih korelacijskih veza. Stoga se može zaključiti da su rezultati kod S1 potomstava manje varirali s okolinom u usporedbi s test-križancima, što je omogućilo bolju procjenu vrijednosti ispitivanih S1 potomstava za svojstva na koja se vršila selekcija. Manje variranje zbog utjecaja okoline S1 potomstva pokazala su i u istraživanjima Gentera i Alexandera (1962).

Pouzdanija procjena vrijednosti ispitivanog materijala trebala bi uz znatno veću fenotipsku varijancu, te podjednaku ili veću heritabilnost za svojstva na koja se vrši selekcija, što je bio slučaj u našim istraživanjima (Buhiniček i sur., 2005), rezultirati u većoj genetskoj dobiti za S1 metodu u odnosu na metodu temeljenu na test-križancima.

CORRELATIONS AMONG AGRONOMIC TRAITS IN FAOSYNFR1B MAIZE POPULATION

SUMMARY

Information on correlations among different traits in maize could help plant breeders to choose the most suitable selection procedure. The aim of this study was to estimate the correlation among different agronomic traits during the second cycle of recurrent selection in FAOSYNFR1B maize population. In 1995 the selection trials with 167 S1 progenies as well as with their 167 corresponding testcrosses with inbred line BcA632N were set up as 13x13 incomplete block design at three locations. On average, more significant correlations among studied traits were found in the trials including S1 progenies than in those including testcrosses. Most correlations ranged from very weak ($r=0.15^*$) to intermediate ($r=0.49^{**}$). The highest correlations at all locations for both S1 progenies and testcrosses were between pollen shed and silking ($r=0.85^{**}$ to $r=0.96^{**}$), and between ear and plant height ($r=0.72^{**}$ to $r=0.81^{**}$). The correlation for stalk rot between S1 progenies and testcrosses ranged from weak ($r=0.34^{**}$) to intermediate ($r=0.40^{**}$). The correlations between S1 progenies and testcrosses for grain yield were not significant at all locations. Generally, less significant correlations among different locations for the same trait were found in testcrosses than in S1 progenies. Thus it can be concluded that the traits in S1 progenies varied to the lower extent with the environment compared to the testcrosses. This allowed a better estimate of S1 progeny performances than testcross performances for traits under selection.

Key words: maize, recurrent selection, phenotypic correlations, S1 progenies, testcrosses

LITERATURA

1. Buhiniček, I., B. Palaveršić, A. Vragolović, D. Šimić, H. Šarčević, V. Kozumplik (2005): Improvement of stalk rot resistance and grain yield in the maize synthetic FAOSYNFR1B by recurrent selection. *Cereal Research Communications*, Vol 33 (2-3): 517-524.
2. Carena, M.J. and A.R. Hallauer (2001): Response to inbred progeny selection in leaming and midland yellow dent maize populations. *Maydica* 46: 1-10.
3. Colbert, T.R., L.L. Darrah, M.S. Zuber (1984): Effect of recurrent selection for stalk crushing strength on agronomic characteristics and soluble stalk solids in maize. *Crop Science* 24: 473-478.

I. Bohuniček i sur.: Korelacije između agronomskih svojstava u FAOSYNFR1B populaciji kukuruza

- Duclos, L.A., P.L. Crane (1968): Comparative performance of top crosses and S1 progeny for improving populations of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science* 8: 191-194.
- Frank, T.E. and A.R. Hallauer (1999): Inter- and intrapopulation genetic variances after ten cycles of reciprocal full-sib recurrent selection in the BS10 and BS11 synthetic maize populations. *Maydica* 44: 9-24.
- Genter, C.F., M.W. Alexander (1962): Comparative performance of S1 progenies and test-crosses of corn. *Crop Science* 2: 516-519.
- Genter, C.F., M.W. Alexander (1966): Development and selection of productive S1 inbred lines of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science* 6: 429-431.
- Grombacher, A.W., W.A. Russell, W.D. Guthrie (1989): Effects of recurrent selection in two maize synthetics on agronomic traits of S1 lines. *Maydica* 34: 343-352.
- Guzman, P.S. and K.R. Lamkey (2000): Effective population size and genetic variability in the BS11 maize population. *Crop Sci.* 40: 338-346.
- Hallauer, A.R. (1992): Recurrent selection in maize. *Plant Breed. Rev.* 9: 115-179.
- Hoard, K.G., T.M. Crosbie (1986): Correlated changes in agronomic traits from S1-line recurrent selection for cold tolerance in two maize populations. *Crop Science* 26: 519-522.
- Lonnquist, J.H., M.F. Lindsey (1964): Topcross versus S1 line performance in corn (*Zea mays* L.). *Crop Science* 4: 580-584.
- Martin, M.J., W.A. Russell (1984): Correlated responses of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic. *Crop Science* 24: 746-750.
- Milatović, Ivanka (1969): *Gibberella zeae* (Schw.) Petch i drugi uzročnici truleži kukuruza. Zbornik radova sa simpozija biljna proizvodnja, pp 134-140, Zagreb.
- Nyhus, K.A., W.A. Russell, W.D. Guthrie, C.A. Martinson (1989): Reaction of Two Maize Synthetics to Anthracnose Stalk Rot and Northern Corn Leaf Blight Following Recurrent Selection for Resistance to Diplodia Stalk Rot and European Corn Borer. *Phytopathology* 79 (2): 166-169.
- Palaveršić, B. (1983): Ispitivanje otpornosti kukuruza na trulež stabljike u uslovima prirodne i umjetne infekcije s *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. s posebnim osvrtom na lom stabljike. Magistarski rad, FPZ Sveučilišta u Zagrebu, pp 1-94.
- Palaveršić, B., J. Brekalo, I. Buhiniček, M. Rojc (1992): Suzbijanje truleži stabljike kukuruza putem oplemenjivanja. *Agronomski glasnik* 6: 401-417.
- Šarčević, H., I. Pejić, M. Barić, V. Kozumplik (2004): Performance and inbreeding depression of an exotic maize population under selfed progeny recurrent selection. *Bodenkultur* 55 (1): 37-43.

Adresa autora – Author's address:

Dr. sc. Ivica Buhiniček
Dr. sc. Branko Palaveršić
Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d.
Marulićev trg 5/I, 10000 Zagreb
E-mail: ibuhinicek@bc-institut.hr

Dr. sc. Ivan Brkić
Poljoprivredni institut Osijek,
Južno predgrađe 17, 31000 Osijek

Doc. dr. sc. Hrvoje Šarčević
Prof. dr. sc. Vinko Kozumplik
Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku,
biometriku i eksperimentiranje,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

Primljeno – Received:

18. 11. 2007.