

## NOVI Bc HIBRIDNI U SJEMENSKOJ PROIZVODNJI

### Sažetak

*Intenzivan rad na stvaranju linijskih hibrida u Bc Institutu započeo je 1947. godine, a rezultat tog početnog rada je prva hrvatska komercijalna inbred linija Bc 3 i 1962. godine prvi registrirani hibrid u Hrvatskoj Bc 590. Zamjena domaćih sorata s linijskim hibridima značajno je povećala prinose kukuruza. Za povećanje prinosa osim genotipa važnu ulogu ima i agrotehnika, prije svega gnojidba, zaštita i gustoća sklopa.*

*Cilj ovog rada bio je ispitati gospodarska svojstva novih Bc hibrida kukuruza Bc 462B, Bc 418B, Pajdaš i Bc 572. U pokusima na prinos zrna na 4 lokacije novi Bc hibridi imali su veće prinose od prosjeka pokusa, a posebno treba istaknuti hibrid Bc 418B koji je imao veći prinos od standarda Bc 4982. Osim toga ovaj hibrid odlikuje otpornost prema truleži stabljike i dugo zelen list, te je pogodan za intenzivnu proizvodnju zrna i silaže. Hibrid Bc 572 ostvario je najviši prinos pri sklopu od 65 000 biljaka/ha te se preporuča za uzgoj u nižim gustoćama sklopa. Pajdaš i naročito Bc 462B najveći prinose su imali pri najvećem sklopu od 80000 biljaka/ha koji je bio i statistički opravdan, te su uz visoku kvalitetu zrna pogodni za uzgoj u velikim gustoćama sklopa.*

**Ključne riječi:** kukuruz, prinos, gustoća sklopa, caklavost, otpornost

### Uvod

Prvi praktični program stvaranja linijskih hibrida kukuruza započeo je u Institutu za oplemenjivanje bilja u Botincu kraj Zagreba 1947. godine (Rojc i Kozumplik, 1996.). Introdukcije samooplodnih linija kukuruza iz kukuruznog pojasa Amerike bila je od velikog značaja, a kao originalni izvor germplazme koristile su se domaće sorte. Prva domaća linija Bc 3 dobivena je iz Maksimirskog ranog zubana i 1962. godine priznat je prvi domaći hibrid Bc 590. Ovaj hibrid proizvođači su ubrzo prihvatili i uzgajali ga skoro 10 godina (Parlov i sur. 2002.). Zamjena domaćih sorata s linijskim hibridima-double crossima u proizvodnji značajno je povećala prinos kukuruza. Trend povećanja genetskog potencijala novih hibrida nastavlja se postupno i dalje. U pokusnim poljima Bc

*mr.sc. Zdravko Kozić<sup>1</sup>, dr.sc. Boris Varga<sup>2</sup>, Mirko Jukić, dipl.ing.<sup>1</sup>, dr.sc. Branko Palaveršić<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d. Zagreb*

<sup>2</sup> *Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

Instituta u Rugvici ustanovljeno je prosječno godišnje povećanje prinosa u razdoblju od 1962. do 1991. godine od 0,77 dt/ha u nižoj gustoći sklopa, a 1,07 dt/ha u većoj gustoći što pokazuje da je za povećanje prinosa pored genotipa važna i agrotehnika (Parlov i sur. 2005.). Uz povećanje gustoće sklopa značajna je gnojidba i zaštita od korova. Velikim dijelom povećanje prinosa se može zahvaliti i poboljšanjem zdravlja stabljike i korijena kod novih hibrida kukuruza. Oplemenjivanjem na otpornost tj. uzgoj otpornih hibrida je ekološki najbolja, a često i jedina moguća zaštita od bolesti. Usvajane su pouzdane tehnike umjetne infekcije i skale za očitavanje zaraze. Testiranjem velikog broja linija izdvojena je otporna germplazma koja se unša u adaptirane, elitne linije. Siva pjegavost lista koju uzrokuje *Exserohilum turcicum* (Pass) (*Helminthosporium turcicum* Pass.) zahvaljujući oplemenjivanju na otpornost nije pričinjavala značajne štete. Korištena je poligenetska i monogenetska otpornost (Špehar i Rojc 1971, Palaveršić i sur. 1973.) međutim 1994 godine prvi puta je identificirana rasa 2 (rasa1 prema novoj nomenklaturi) *E. turcicum* koja danas dominira u širem uzgojnom području kukuruza što je rezultat široke i neprekidne primjene Ht1 gena (Palaveršić i sur. 1997.). Gljive roda *Fusarium* su najrašireniji uzročnici truleži stabljike. Zbog proširenja ponovnog uzgoja kukuruza povećana je zaraza s antraknozom stabljike. Uzročnik antraknoze *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. W. Wills je jači parazit, međutim zbog ograničenog prezimljenja u tlu javlja se uglavnom u monokulturi kukuruza. Značajna je otpornost kukuruza prema truleži klipa koju uzrokuje *Fusarium graminearum* zbog stvaranja mikotoksina deoxynivalenol i zearalenone.

Nakon više godina pedigree selekcije korištenja linije Bc 703-19 kao izvora otpornosti prema fuzarijskoj truleži stabljike dobivene su nove linije i hibridi (Kozčić, 2002.). Linija Bc 10 je vrijedan izvor otpornosti prema antraknozi stabljike te se koristi za unošenje otpornosti u osjetljive linije (Palaveršić, 2002.). Iz domaće germplazme genetski divergentnog izvora izveden je veći broj linija koje su odigrale značajnu ulogu u povećanju rodosti Bc hibrida kukuruza. Prednost domaćeg materijala gdje se ističe linija Bc 14 dobiven iz domaće sorte Beljski zuban je što ona ima dobru kombinacijsku sposobnost s elitnim linijama porijeklom iz heterotičnih grupa Stiff Stalk Synthetic (BSSS) i Lancaster (Parlov, 1989.).

Svrha ovog rada je usporedba gospodarskih svojstava novih Bc hibrida kukuruza Bc 462B, Bc 418B, Pajdaš i Bc 572 koji su tek uvedeni u širu proizvodnju sa standardnim hibridima, kako bi se proizvođačima olakšao izbor hibrida. Analizirani su dvogodišnji rezultati mikropokusa na četiri lokacije 2004. i 2005. godine. Utjecaj gustoće sklopa na prinos zrna ovih hibrida ispitan je u pokusu u Maksimiru 2006. godine. Provedena su i detaljna ispitivanja kemijskog sastava i fizikalnih svojstava Bc hibrida. Otpornost hibrida prema bolestima lista, stabljike i klipa ispitana je u uvjetima umjetne infekcije.

---

## Materijal i metode

### **Pokus 1.**

U ovom radu su korišteni rezultati 4 mikropokusa FAO 400 i FAO 500 (2002.) provedenih na lokacijama Rugvica, Bjelovar, Feričanci i Osijek. U svakom pokusu ispitano je 16 hibrida kukuruza uključivši i dva standarda, posijanih po shemi slučajnog blok rasporeda u 4 ponavljanja. U Rugvici, Bjelovaru i Osijeku sjetva i berba su obavljene strojno, a u Feričancima ručno. Provedena je analiza varijance za prinos zrna, F test i t test za svaki pokus kao i zajednička obrada.

U svakom od tri pokusa uspoređen je Bc hibrid koji sadrži domaću germplazmu i strani standard. Stabilnost ja procijenjena koeficijentom varijabilnosti CV (%) u kombinaciji s prosječnim prinostom (Francis i Kannenberg 1978.).

### **Pokus 2.**

Pokus je postavljen na pokusalištu Maksimir u 4 ponavljanja po split-plot shemi s 5 hibrida FAO 400 i 500 (Bc 408B, Bc 418B, Bc 462B, Pajdaš i Bc 572) i planiranim gustoćama 50000, 60000 i 80000 biljaka/ha. Veličina parcelice je 8 x 2,8 m (4 reda, 70 cm).

### **Pokus 3.**

Otpornost 21 Bc hibrida kukuruza prema bolestima ispitana je u Rugvici (2004., 2005. i 2006.) u slijedećim rasadnicima:

#### 1. E. t. R-1 *Exserohilum turcicum* rasadnik

Svakog hibrida posijano je po 2 reda u 2 ponavljanja. Umjetna infekcija izvršena je suspenzijom spora dobivena od suhog zaraženog lišća iz prošle godine. Prva infekcija u tujac obavljena je u fazi 7-8 listova, a slijedeća tjedan dana kasnije. Inficirani su samo rubni redovi osjetljivog hibrida Minnesota 706, koji je poslužio kao "spreader" (Špehar, Palaveršić D. 1969.). Očitavanje je obavljeno 3-4 tjedna nakon cvatnje po skali 0,5-5 (Elliot i Jenkins 1946).

#### 2. Fg - *Fusarium graminearum* rasadnik

Inokulum *F. graminearum* proizveden je na modificiranom Bilajev tekućem supstratu (Reid i sur. 1966.). Gljiva je uzgajana u 500 ml Erlenmayer tikvicama s 150 ml substrata. Nakon sterilizacije u autoklavu dodan je komadić agara s čistom kulturom jednog od 4 izolata *F. graminearum*. Kulture su trešene 1 sat u intervalu od četiri sata pod prirodnim i fluorescentnim svjetlom. Nakon što su izolati pomiješani koncentracija je podešena na  $5 \times 10^5$  konidija/ml. Dvadeset biljaka je uzgojeno po parcelici u 3 ponavljanja. Deset primarnih klipova je zaraženo s 2 ml suspenzije spora u kanal svile korištenjem brizgaljke u obliku pištolja (18-gauge Luer-lock-hypodermic) 6 dana iza svilanja. Jačina zaraze je ocijenjena u berbi po skali 1-7 (Reid i sur. 1966.).

### 3. C. g. *Colletotrichum graminicola* rasadnik

Smjesa 4 izolata gljive izolirane iz stabljike korištena je kao inokulum. Inokulum je proizveden na Oatmeal agaru (Tuite 1969.) s koncentracijom spora  $1-2 \times 10^6$  konidija/ml. Infekcija stabljike izvršena je prije spomenutom brizgaljkom u obliku pištolja s 1 ml inokuluma u prvi produženi internodij 7+ 1 dan na 50 % svilanja. Sve biljke u redu inficirane su u tri ponavljanja. Kod berbe je očitano vanjsko obojenje stabljike (1-9), 1= zdrava stabljika, 9= potpuno crna stabljika.

## Rezultati i rasprava

Za dobivanje što pouzdanije informacije o kvaliteti pojedinog hibrida pa tako i o njegovoj stabilnosti potrebno je izvesti što veći broj mikropokusa u različitim agroekološkim uvjetima kroz veći broj godina. U tablici 1 uspoređen je prinos zrna novih i standardnih Bc hibrida kukuruza u pokusu na 4 lokacije 2001. i 2002. godine. Također su prikazane i srednje vrijednosti hibrida i lokacija. Za svaki hibrid izračunat je koeficijent varijabilnosti (CV %). Stabilnost hibrida je procijenjena na temelju koeficijenata varijabilnosti i prosječnog prinosa. Novi hibridi Bc 462B, Bc 418B, Pajdaš i Bc 572 postigli su više prinose od prosjeka pokusa. Ovi hibridi predstavljaju poželjnu grupu genotipova s visokim prinosem i niskom varijabilnošću. Bc 418B istakao se značajno višim prinosem od standarda Bc 4982.

U vegetacijskoj sezoni 2006. na pokušalištu u Maksimiru proučavan je utjecaj gustoće sklopa na prinos pet Bc hibrida kukuruza. Nova generacija Bc hibrida (Pajdaš, Bc 572 i Bc 418B) postigli su veće prosječne prinose od najraširenijeg hibrida Bc 408B, a njihovi prinosi su se i značajno razlikovali od standarda uz razliku vlage ne veću od 1 %.

U tablici 2 prikazani su rezultati istraživanja utjecaja gustoće sklopa na prinos zrna novih Bc hibrida. Prosječni prinos zrna rastao je do sklopa od 80000 biljaka/ha. Iako je sa gustoćom sklopa od 80000 biljaka/ha ostvaren nešto veći prinos zrna u odnosu na 65000 biljaka/ha razlika nije statistički značajna. Hibridi Bc 408B i Bc 572 su najviše prinose ostvarili sa sklopom od 65000 biljaka/ha i pogodni su za uzgoj u nižim gustoćama sklopa. Hibridi novije generacije, Pajdaš i naročito Bc 462B reagirali su povećanjem prinosa i u najvećoj gustoći od 80000 biljaka/ha što je i statistički opravdano.

U tablici 3 prikazan je odnos caklavog i brašnog endosperma Bc hibrida kukuruza. Različiti odnosi endosperma omogućuju izbor hibrida za svaku namjenu uključujući i proizvodnju etanola. Perad bolje iskorištava polutvrduce, hibride s višim udjelom rožnatog nego brašnog endosperma. Junad i visokoproduktivne krave bolje iskorištavaju škrob hibrida s više brašnog endosperma (Grbeša, 2007.).

Od hibrida kukuruza koji se uvode u proizvodnju zahtjeva se da su otporni na najznačajnije bolesti. U trogodišnjim ispitivanjima u uvjetima umjetne infekcije dobivene su značajne razlike u stupnju otpornosti između ispitivanih Bc hibrida unutar pojedinih vegetacijskih grupa. Najotporniji hibridi prema sivoj pjegavosti lista, truleži

stabljike i truleži klipa (FAO 200-700) prikazani su u tablici 4. Bc 462B je hibrid za intenzivnu proizvodnju, a odlikuje se visokom kvalitetom zrna s povećanim udjelom caklavog endosperma (tablica 3). Ima odličan rani porast, zdravu i čvrstu stabljiku i otporan je prema sivoj pjegavosti lista (tablica 5). Pajdaš je visokorodan hibrid odlične adaptabilnosti. To je tipičan kvalitetan zuban, krupnog zrna crvene boje, ima čvrstu i nisku stabljiku, zdrav i dugo zelen list i preporuča se za intenzivan uzgoj u gustom sklopu. Bc 418B je otporan prema truleži stabljike, zadržava dugo zelen list, te se preporuča za intenzivnu proizvodnju zrna, a radi većeg učešća lišća u ukupnom prirodnu suhe tvari i za pripremu silaže. Bc 572 je po rodnosti i stabilnosti na nivou Bc 5982, međutim odlikuje se boljom kvalitetom zrna i s velikim klipom pogodan je za uzgoj u nešto nižoj gustoći sklopa. veće učešće klipa u ukupnoj masi suhe tvari favorizira ovaj hibrid kod odabira hibrida kukuruza za pripremu silaže klipa ili silaže kompletne biljke s povećanim sadržajem energije. Otporan je prema sivoj pjegavosti lista (tablica 4).

**Tablica 1. Stabilnost prinosa Bc hibrida kukuruza u pokusima na 4 lokacije (kg/ha)**

<i>Pokus</i>	<i>Hibrid</i>	<i>Rugvica</i>	<i>Bjelovar</i>	<i>Feričanaci</i>	<i>Osijek</i>	<i>Sred. vr.</i>	<i>CV</i>
1. 2001.	Bc 462B	10 339	12 236	11 938	11 621	11 533	7,24
	Podravec	10 548	11 058	11 890	11 519	11 254	5,16
	Sred. vr.	9 455	9 415	11 198	10 932	10 250	10,80
2. 2001.	Bc 418B	13 256*	13 652*	11 739	12 687	12 834**	6,43
	Bc 4982	11 041	11 387	11 196	11 741	11 341	2,66
	Sred. vr.	11 438	11 509	11 393	11 114	11 363	6,30
3. 2002.	Pajdaš	10 011	11 691	13 300	14 846	12 462	16,70
	Bc 4982	7 981	10 263	14 949**	14 370	11 891	28,08
	Sred. vr.	97,02	103,73	133,22	130,59	116,14	17,78
4. 2002.,	Bc 572	102,39	120,79	148,55	127,57	124,82	15,27
	Bc 5982	101,87	127,36	141,94	141,23	128,10	14,62
	Sred. vr.	98,19	116,81	136,64	131,32	122,74	16,27

**Tablica 2. Utjecaj gustoće sklopa na prinost zrna hibrida kukuruza, Maksimir 2006. (kg/ha)**

<i>Hibrid</i>	<i>Planirana gustoća sklopa (biljaka/ha)</i>			<i>Srednja vrijednost hibrida</i>	
	<i>50 000</i>	<i>65 000</i>	<i>80 000</i>	<i>Prinos zrna (14% vode)</i>	<i>% vode u zrnu</i>
Bc 408B	9178 a	9 908 a	9 664 a	9 577 A	27,6
Bc 418B	10 019 a	10 481 ab	11 095 b	10 532 B	27,6
Bc 462B	8 864 a	9 883 b	10 237 c	9 661 A	28,0
Pajdaš	10 327 a	10 978 ab	11 346 b	10 884 B	27,5
Bc 572	10 492 a	10 901 a	10 569 a	10 654 B	28,6
Srednja vrijednost	9 776 A	10 430 B	10 578 B		



**Tablica 3.**

**Odnos caklavog i brašnavog endosperma Bc hibrida kukuruza (prema Grbeša, 2007)**

<i>Hibrid</i>	<i>Endosperm caklavi %</i>	<i>Endosperm brašnasti %</i>	<i>Odnos endosperma</i>
Bc 462	77,58	22,42	3,46
Bc 282	70,49	29,52	2,39
Bc 462B	68,17	31,83	2,14
Bc 354	66,02	33,98	1,94
Pajdaš	65,94	34,07	1,88

Bc 304	65,68	54,32	1,91
Bc 408B	65,32	34,68	1,88
Bc 4982	65,27	34,73	1,88
Bc 566	64,17	35,84	1,79
Bc 5982	64,00	36,00	1,78
Bc 418B	63,74	36,26	1,76
Bc 288B	63,38	36,62	1,73
Bc 666	56,68	34,32	1,65
Bc 678	62,33	37,68	1,65
Bc 572	61,61	38,40	1,60
Bc 6661	59,39	40,61	1,46
Bc 394	59,11	40,89	1,45
Bc 723	54,48	45,52	1,20

**Tablica 4. Otporni hibridi kukuruza prema najznačajnijim bolestima, Rugvica (2004-2006)**

<b>FAO</b>	<b>Siva pjegavost <i>E. turcicum</i> rasa 1</b>	<b>Trulež stabljike <i>C.g., F.g., F.m., F.s.</i></b>	<b>Trulež klipa <i>F. graminearum</i></b>
200	Bc 282	Bc 282	
300	Bc 304	Bc 354	Bc 354 Bc 304
400	Bc 462B	Bc 462B Bc 418B	Bc 418B Bc 4982
500	Pajdaš Bc 572	Bc 566 Pajdaš	Bc 5982 Pajdaš
600	Bc 678	Bc 666 Bc 678	Bc 666
700		Bc 778	Bc 778

## Literatura

1. Elliot, C., Jenkins, M.T., 1946. *Helminthosporium turcicum* leaf blight of corn. - Phytopathology 36:660-666.
2. Francis, T.R., Kannenberg, L.W., 1987. Yield stability studies in short-season maize. I. A. descriptive method for grouping genotypes. Can. J. Plant Sci. 58: 1029-1034.
3. Grbeša, D. 2007. Kemijski sastav i fizikalna svojstva zrna Bc hibrida kukuruza u hranidbi životinja, Izdavač: Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d. Zg.
4. Kozić, Z., Palaveršić, B., Buhiniček, I. 2002. Evaluation of the inbred line Bc 703-19 as a source of resistance to *Fusarium* stalk rot of maize, J. Appl.Genet. 43A, 341-344.
5. Palaveršić, D., Parlov D., Rojc, M. 1973. Monogenic resistance to *Helminthosporium turcicum* identified in some maize inbred lines obtained from a local variety. Zbornik radova 7. Kongres Eucarpia, Zagreb.
6. Palaveršić, B., Emica Drašner, Parlov, D., Stastny, K., Kozić, Z. 1997. Patotipovi *Exserohilum*

7. *turcicum* Pass. i otpornost hibrida kukuruza, *Fragmenta phitomedica et herbologica*, Vol. 25 No. 1-2,2-13. Palaveršić, B., Buhiniček, I., Parlov D. 2002. The maize inbred line Bc 10 as a source of resistance to anthracnose stalk rot. *Eucarpia-XIX International conference on maize and sorghum-Barcelona 1-71*.
8. Parlov, D. 1989. Beljski zuban kao izvor genetske varijabilnosti za stvaranje inbred linija i hibrida kukuruza. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 54: 21-47.
9. Parlov, D., Buhiniček, I., Vragolović, A., Čergan, Z. 2002. Dostignuća u oplemenjivanju ranih do srednje ranih Bc hibrida kukuruza. *Zbornik simpozija, Novi izazivi v poljodjelstvu* pp 135-138.
10. Parlov, D., Muminović, Š., Kozić, Z., Vragolović, A., Buhiniček, I., Palaveršić, B. 2005. 55 godina oplemenjivanja kukuruza u Bc Institutu d.d. Zagreb, Radovi Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu, *God. L, broj 55/2005*, 111-118.
11. Reid, L. M., Hamilton, R.J., Mather, D. E. 1966. Screening maize for resistance to *Giberella* ear rot. *Tehnickal Bulletin 1996-5F. Agriculture and Agri-Food Canada 1996*.
12. Rojc, M., Kzumplik, V, 1996. *Kukuruz (Zea mays L.)*, Oplemenjivanje bilja, 207-236, urednici Julijo Martinčić i Vinko Kozumplik.
13. Špehar, V., Palaveršić, D. 1969. Ispitivanje otpornosti kukuruza prema *Helminthosporium turcicum*. *Savremena poljoprivreda* br. 5-6; 463-468.
14. Špehar, V. i Rojc, M. 1971. studies on the resistance of maize to *Helminthosporium turcicum* Pass.Proc. 5th Meet. Maize and Sorghum Sect. EUCARPIA, Budapest, 190-195.
15. Tuite, J. 1969. *Plant Pathological methods.*- Bargess Publishing Company 40.

scientific study

## NEW Bc HYBRIDS IN SEED PRODUCTION

### Summary

*Intensive work on development of maize hybrids from inbred lines in Bc Institute was started in 1947 and this early work resulted in development of the first inbred line Bc 3 and the first maize hybrid, Bc 590, registered in Croatia in 1962. The replacement of the local varieties by improved hybrids appreciably increased maize yields. Apart from the genotype, an important role in grain yield increase was played by cultural practices, primarily fertilizer application, crop protection and stand density.*

*The aim of this work was to test agronomic properties of new Bc hybrids Bc 462B, Bc418B, Pajdaš, and Bc 572. In yield trials at four locations, new Bc hybrids produced yields that were higher than the trial mean. Special mention should be made of Bc 418B which was superior in yield to the standard Bc 4982. In addition, this hybrid excels in stalk rot resistance and stay-green quality of the leaves and is suited to intensive grain and silage production. Hybrid Bc 572 produced the highest yield at 65000 plants/ha and can be recommended for production in lower plant densities. Pajdaš and Bc 462B in particular produced the highest yields at 80000 plants/ha, which was statistically significant. In addition to high grain quality, it is suited to high plant densities.*

**Key words:** maize, yield, plant density, vitreousness, resistance