

Uticaj faktora spoljne sredine na prinos i kvalitet zrna kukuruza kokočara (*Zea mays L. everta*)

- Originalan naučni rad -

Jelena SRDIĆ i Zorica PAJIĆ
Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd- Zemun

Izvod: Kukuruz kokičar se razlikuje od kukuruza standardnog tipa zrna po tome što se prilikom zagrevanja njegovo zrno rasprskava u finu kokicu ili pahuljicu. Zbog toga je za ovaj tip kukuruza pored prinosa, kao glavne osobine, bitan i kvalitet iskakanog zrna, naročito njegova zapremina.

U ovom radu ispitivan je uticaj faktora spoljne sredine - lokacije, na prinos, zapreminu kokičavosti i broj zrna u 10 g. Posejano je 12 ZP hibrida kukuruza kokičara na tri lokacije po metodu slučajnog blok sistema. Uticaj genotipa- hibrida i lokacije bio je visoko značajan za sve tri posmatrane osobine, dok je interakcija genotip x lokacija bio visoko značajan za prinos i broj zrna u 10 g. Ovo ukazuje na činjenicu da je prinos zrna kukuruza kokičara, zapremina kokica, kao i krupnoća zrna na koju ukazuje broj zrna u 10 g, pod uticajem ne samo genetičkih faktora, već i pod velikim uticajem faktora sredine.

Spearmanovim koeficijentom korelacije ranga utvrđene su negativne korelacije između prinosa i zapremine kokičavosti $r_{(p-z)} = -0,45$, prinosa i krupnoće zrna $r_{(p-bz)} = -0,46$ i zapremine kokičavosti i krupnoće zrna $r_{(z-bz)} = -0,29$. Negativna korelacija između prinosa i zapremine kokičavosti, ukazuje na to da prinostniji hibridi daju zrno slabije kokičavosti. Iako ova vrednost nije bila statistički značajna, njihova vrednost, naročito između prinosa i zapremine kokičavosti, ukazuje na to da je veoma teško stvoriti hibride kukuruza kokičara visokog prinosa i dobre zapremine kokičavosti.

Ključne reči: Kukuruz kokičar, prinos, zapremina kokičavosti.

Uvod

Kukuruz kokičar je specifična vrsta tvrduca, čija je glavna razlika od kukuruza standardnog kvaliteta zrna, sposobnost formiranja krupne "pahuljice" ili "kokice" prilikom zagrevanja zrna. Zagrevanjem se unutar zrna kokičara voda

pretvara u paru i stvara pritisak koji izaziva širenje skrobnih zrna u tanak film i pucanje perikarpa, čime se formira kokica, *Hoseney i sar.*, 1983. Ova osobina se naziva kokičavost, izražava u cm^3/g i predstavlja odnos zapremine iskokanog zrna - kokice i neiskokanog - sirovog zrna.

Postoji više faktora koji negativno utiču na zapreminu kokičavosti, među njima su: oštećenja perikarpa, visok procenat mekog endosperma, nizak i visok sadržaj vlage u momentu upotrebe, *Pajić i sar.*, 2006. Pored genetičke karakteristike na zapreminu kokičavosti utiču i različiti faktori spoljne sredine u toku vegetativnog razvoja biljke, ali i način i vreme berbe, kao i tehnika dorade zrna kokičara, kada može doći do oštećenja perikarpa usled mehaničkih povreda ili visoke temperature.

Materijal i metode

U radu je korišćeno 12 ZP hibrida kokičara, koji po dužini vegetacije pripadaju FAO grupi 600, i ZP 501k koji pripada FAO grupi 500. Ogled je postavljen po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja na tri lokacije: Zemun Polje, Pančevo i Bečej u toku 2006 godine. Genotipovi su sejani u dva reda sa ukupnim brojem biljaka 40 i dva rubna reda. Veličina elementarne parcele bila je 7m^2 a gustina 57.142 biljka/ha.

Mereni su prinos i procenat vlage u vreme berbe, pa je prinos preračunat na 14% vlage. Uzorci za ispitivanje zapremine kokičavosti sušeni su prirodno do nivoa vlage od 14%. Krunjenje klipova vršeno je ručno, kako ne bi došlo do oštećenja perikarpa, što izaziva snižavanje procenta iskokanih zrna i zapremine kokičavosti. Zapremina kokičavosti je merena po standardnoj metodi za ocenu zapremine kokičavosti (MWT), aparatom koji određuje ekspanziju zrna kokanjem sa uljem. Krupnoća zrna određena je na osnovu broja zrna u 10 g.

Dvofaktorijalna analiza varijanse za prinos zrna, zapreminu kokičavosti i broj zrna u 10 g urađena je po *Hadživukoviću*, 1974. Takođe je izračunat Spearmanov koeficijent korelacije ranga između posmatranih osobina, *Zar*, 1999.

Rezultati i diskusija

Prosečan prinos bio je najviši na lokaciji Bečej (6,36 t/ha), a najniži u Pančevu (4,94 t/ha). Najprinosniji hibrid bio je ZPkok 3 sa prosečnim prinosom od 7,47 t/ha. Ovaj hibrid je na dve od tri lokacije zauzeo prvo mesto, dok je samo na lokaciji Bečej imao za 0,08t/ha niži prinos od hibrida ZP 611k koji je zauzimao drugo mesto po prinosu (Tabela 1).

Hibrid sa najnižim ukupnim prinosom bio je ZPkok 9 (4,89 t/ha), i najslabiji prinos imao je na lokaciji Bečej. Pored ovog najlošije prinose ostvarili su hibridi ZPkok 5 sa najmanjim prinosom na lokaciji Pančevo (4,16 t/ha) i ukupnim rangom 11 i ZP kok 10, sa najslabijim prinosom na lokaciji Zemun Polje (4,60 t/ha) i ukupnim rangom 10 (Tabela 1).

Tabela 1. Prinos 12 hibrida kukuruza kokičara (t/ha)
Grain Yield for 12 Popping Maize Hybrids (t ha⁻¹)

Hibrid Hybrid	Prosečan prinos zrna Average grain yield			Prosek Mean	Rang Rank
	Z. Polje	Pančevo	Bečej		
ZP 611k	6,40	5,14	9,39	6,98	2
ZP 501k	6,76	5,02	5,87	5,88	3
ZPkok3	7,46	5,65	9,31	7,47	1
ZPkok4	5,38	4,45	5,76	5,20	8
ZPkok5	5,35	4,16	5,38	4,96	11
ZPkok6	5,72	5,14	6,59	5,82	5
ZPkok7	4,94	5,00	6,28	5,41	6
ZPkok8	4,84	5,52	5,28	5,21	7
ZPkok9	4,94	4,90	4,82	4,89	12
ZPkok10	4,60	4,73	5,59	4,97	10
ZPkok11	6,28	5,13	6,06	5,82	4
ZPkok12	4,73	4,40	5,97	5,03	9
Prosek lokacija Average over locations	5,62	4,94	6,36		

Zapremina kokičavosti je bila obrnuto srazmerna osobini prinos zrna kukuruza. Tri hibrida koja su imala najniže prosečne prinose po lokacijama, postigla su najbolje zapremine kokičavosti. Hibrid ZPkok 9, koji je po rangi prinosa bio na poslednjem mestu, rangirao se kao najbolji po zapremini kokičavosti prosečno za sve lokacije i postigao najveću zapreminu na lokaciji Bečej od 41 cm³/g. Istu zapreminu je imao i drugorangirani hibrid ZPkok 5 na lokaciji Zemun Polje (Tab. 2).

Hibrid ZP 501k koji je bio među najprinosnijima imao je najslabiju zapreminu kokičavosti od 28,5 cm³/g (Tabela 2).

Koficijentom korelacije ranga utvrđena je negativna korelacija između prinosa zrna i zapremine kokičavosti. Iako ova vrednost nije bila statistički značajna (-0,45), to ipak govori da prinosniji hibridi kukuruza kokičara imaju manje zapremine kokičavosti (Tabela 3). S obzirom da su ove dve osobine u slaboj zavisnosti, *Pajić i sar.*, 2006, ili negativnoj korelaciji, *Erić i sar.*, 2003, to predstavlja poteškoće selekcionerima prilikom stvaranja viskoprinosnih hibrida koji ujedno imaju i visoku zapreminu kokičavosti.

Veoma niska vrednost, negativne korelacije, koja ukazuje na slabu zavisnost ove dve osobine (-0,29), takođe je utvrđena između zapremine kokičavosti i broja zrna u 10 g. S obzirom da veći broj zrna u 10 g ukazuje na to da je zrno krupnije, ovo znači da je sitnije zrno imalo manju zapreminu kokičavosti dok je kod krupnijeg i zapremina bila veća. Odnos prinosa i broja zrna u 10 g bio je takođe negativan i bez statističke značajnosti (-0,46), tj. hibridi krupnijeg zrna davali su i veći prinos i obrnuto (Tabela 3).

Analiza varijanse pokazala je značajnost uticaja kako genetičkih, tako i faktora spoljne sredine kao i interakcija ovih faktora na posmatrane osobine. Uticaj

Tabela 2. Zapremina kokičavosti 12 hibrida kukuruza kokičara (cm^3/g)
Popping Volume for 12 Popping Maize Hybrids ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$)

Hibrid Hybrid	Prosečna zapremina kokičavosti Average popping volume			Prosek Mean	Rang Rank
	Z. Polje	Pančevo	Bečej		
ZP 611k	40	36,00	36,00	37,33	6
ZP 501k	29	29,00	27,50	28,50	12
ZPkok3	40,5	37,00	37,00	38,17	5
ZPkok4	39	36,00	37,00	37,33	7
ZPkok5	41	37,00	38,00	38,67	2
ZPkok6	38	37,00	36,00	37,00	9
ZPkok7	37	38,00	35,00	36,67	10
ZPkok8	38	35,00	36,00	36,33	11
ZPkok9	39	41,00	36,50	38,83	1
ZPkok10	40	38,50	37,50	38,67	3
ZPkok11	40	39,00	36,00	38,33	4
ZPkok12	38	38,50	35,00	37,17	8
Prosek lokacija Average over locations	38,29	36,83	35,63		

Tabela 3. Koeficijent korelacije ranga - Rank Correlation Coefficient

	Prinos Yield	Zapremina kokičavosti Popping volume
Zapremina kokičavosti Popping volume	-0,45	
Broj zrna u 10 g Number of kernels per 10 g	-0,46	-0,29

genotipa, kao i lokacije bio je visokoznačajan za sve tri osobine: prinos, zapreminu kokičavosti i krupnoću zrna. Uticaj interakcije ova dva faktora takođe je bio visokoznačajan osim za zapreminu kokičavosti gde je bio na nivou značajnosti od 5% (Tabela 4).

Tabela 4. Analiza varijanse za prinos, zapreminu kokičavosti i broj zrna u 10 g
Analysis of Variance for Grain Yield, Popping Volume and Number of Kernels per 10 g

Izvor varijacije Source of variance	d.f.	Prinos Yield	Zapremina kokičavosti Popping value	Br. zrna u 10 g No. of kernels per 10 g
Lokacija L Location L	2	8,93**	19,50**	342,46**
Hibrid H Hybrid H	11	26,29**	12,41**	214,28**
H x L	22	2,51**	1,73*	11,88**

Značajan uticaj kako genetičkih, tako i faktora spoljne sredine u pogledu ispoljavanja ove tri osobine potvrđen je i od strane drugih autora, **Babić**, 1995, i **Erić i sar.**, 2003.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je najprinosniji hibrid bio ZPkok 3, sa najvišim prinosom na dve od tri lokacije. Zapremine kokičavosti bila je obrnuto srazmerna prinosu, pa je hibrid ZPkok 9, sa najnižim prinosom imao najveću zapreminu kokičavosti, dok je ZPkok 3 sa najvišim prinosom rangiran kao peti po zapremini kokičavosti.

Rezultati proučavanja uticaja faktora spoljne sredine na prinos, zapreminu kokičavosti i krupnoću zrna kukuruza kokičara ukazali su na veoma značajan uticaj kako, genetičkih, tako i faktora spoljne sredine. Takođe, interakcije ova dva faktora bile su značajne ili visokoznačajne. Ovo znači da je pored izbora dobrog hibrida za prinos i kvalitet kokičara veoma bitan i uticaj spoljne sredine, što govori o veoma kompleksnoj prirodi posmatranih osobina.

Utvrđene korelacije ukazuju na veoma zahtevan posao selekcionera kukuruza kokičara, jer povećanje prinosa često rezultira u smanjenju zapremine kokičavosti, koja je podjednako važna osobina, a za potrošača i jedina relevantna.

Literatura

- Babić, M.** (1995): Nasleđivanje prinosa zrna, zapremine kokičavosti i osobina važnih za kvalitet kukuruza kokičara. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Erić, U., Z. Pajić i J. Videnović** (2003): Uticaj genotipa i spoljne sredine na prinos i zapreminu kokičavosti hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays* L. *everta*). Arh. poljopr. nauke **64** (225-226): 27-33.
- Hadživuković, S.** (1974): Statistički metodi, izd. Radnički univerzitet "Radivoj Ćirpanov", Novi Sad.
- Hosoney, R.C., K. Zeleznak and A. Abdelrahman** (1983): Mechanism of popcorn popping. J. Cereal Sci. 1: 43-52.
- Pajić, Z., J. Srdić i M. Filipović** (2006): Odnos rodnosti i zapremine kokičavosti hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays* L. *everta*). Selekcija i semenarstvo **XII** (3-4): 81-84.
- Zar, J.H.** (1999): Biostatistical Analysis, 4th ed. by Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.

Primljeno: 13.11.2007.

Odobreno: 21.11.2007.

* *
*

Effects of Environmental Factors on Grain Yield and Grain Quality of Popping Maize Hybrids (*Zea mays L. everta*)

- Original scientific paper -

Jelena SRDIĆ and Zorica PAJIĆ
Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade- Zemun

Summary

The main difference between popping maize hybrids and standard grain quality hybrids is the ability of the former to expand in fine flakes while being heated up. Therefore, not only grain yields, but also the quality of the popped grain and especially popping volume, are important for this type of maize.

In this paper we explored the environmental effects i.e. locations, on grain yield, popping expansion and the number of grains per 10 g. Twelve ZP popping maize hybrids were sown over three locations by the method of complete random block design. The effect of the genotype-hybrid, and the location were highly significant for all three examined traits, while the hybrid x location interaction was highly significant for grain yield and the number of grains per 10 g. This indicates that grain yield, popping volume and the grain size (which is determined by the number of grains per 10 g) are not determined only by the genetic factors, but also by the environment and the genotype x environment interaction.

Estimates of the rank correlation coefficients implied that there was a negative correlation among all three traits ($r_{(gy-pe)} = -0.45$; $r_{(gy-ng)} = -0.46$ i $r_{(pe-ng)} = -0.29$). Although these estimates were not statistically significant, they indicated that it was not easy to make high yielding and good quality popping maize hybrids.

Received: 13/11/2007

Accepted: 21/11/2007

Adresa autora:

Jelena SRDIĆ

Institut za kukuruz "Zemun Polje"

Slobodana Bajića 1

11185 Beograd-Zemun

Srbija

E-mail: jsrdic@mrizp.co.yu