

UDK

## PAT ANALIZA ZA ZAPREMINU KOKIČAVOSTI, PRINOS ZRNA I KOMPONENTE PRINOSA ZRNA KOKIČARA (*Zea mays* L. *everta*)

BABIĆ M., VANČETOVIC, JELENA, DELIĆ, N.<sup>1</sup>

**IZVOD:** Pet linija kukuruza: ZPN11, Sg1533, ZPLP2/1, ZPK18 i ZPK6 su upotrebljene za ovo istraživanje. Dialelno ukerštanje sa  $n(n-1)/2$  kombinacija urađeno je između ovih linija, a 10 njihovih F1 hibrida je ispitivano u uporednim ogledima u dve lokacije (Zemun Polje i Indija). Za obradu podataka korišćena je dvofaktorijalna analiza varijanse i kovarijanse, model II, kao i za razdvajanje komponenti varijanse (genetička, spoljne sredine, fenotipska) i procenu koeficijentata genetičkih i fenotipskih korelacija između ispitivanih osobina (zapremina kokičavosti, prinos zrna, broj redova zrna, broj zrna u redu, broj zrna u 10 g, debljina zrna). Takođe su utvrđeni koeficijenti varijacije i heritabilnost.

Osim stepena saglasnosti između dve osobine (koeficijent korelacije), pat analiza (Wright 1934) pruža detaljniji uvid u odnose između ispitivanih osobina. Procene standardizovanih regresionih koeficijentata (pat koeficijenti) su urađene po metodi inverznih korelacionih simetričnih matrica (Edwards 1979).

Zapremina kokičavosti, kao najbitnija osobina u selekciji kokičara, iskorišćena je kao zavisna promenljiva ( $y$ ). Dobijeni rezultati ukazuju na složenost odnosa između zapremine kokičavosti, kao zavisne promenljive, i nezavisnih promenljivih, kao i na karakter odnosa između nezavisnih promenljivih. Pat analiza je oblik regresione analize koji omogućuje procenu direktnih i indirektnih efekata, kao i udeo zajedničkih efekata (determinacija) nezavisnih promenljivih ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) na zavisnu promenljivu ( $y$ ).

Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrde i procene efekti prinosa zrna i komponenti prinosa zrna na zapreminu kokičavosti. Pretpostavilo se da neke od odabranih osobina, kao nezavisne promenljive, značajno utiču na prinos zrna kao zavisnu varijablu.

Najviša korelaciona zavisnost (genetička i fenotipska) utvrđena je između zapremine kokičavosti i broja zrna u redu ( $r_g=0,82^{**}$ ,  $r_f=0,75^{**}$ ). Direktni genetički efekti (pat koeficijenti) bili su veći i značajniji od fenotipskih. Najveći direktan genotipski efekat na zapreminu kokičavosti bio je za broj zrna u redu ( $Pyg_3=1,04^{**}$ ) i broj redova zrna ( $Pyg_4=1,00^{**}$ ). Negativan direktan genetički efekat nađen je za prinos zrna ( $Pyg_1=-1,33^{**}$ ) i broj zrna u 10 g ( $Pyg_4=-0,48^{**}$ ). Koeficijenti determinacije, posebno genetički, nisu bili visoki ( $R_g^2=0,31$ ;  $R_f^2=0,73$ ), što ukazuje na to da ispitivane osobine ne utiču mnogo na zapreminu kokičavosti, tako da bi selekcija genotipova sa visokom zapreminom kokičavosti mogla biti urađena bez obzira na prinos zrna i neke komponente prinosa zrna. Direktni fenotipski efekti bili su niži i nisu bili značajni.

**Ključne reči:** kokičar, zapremina kokičavosti, korelacije, regresija, pat analiza, kvantitativne osobine

**UVOD:** Međuzavisnosti osobina u procesu selekcije su važne za oplemenjivanje biljaka. Osim stepena saglasnosti između dve osobine, dobijenog primenom korelacija, važno je odrediti odnose između nezavisnih

promenljivih i osobine koja je uzeta kao zavisna promenljiva. Ovo nudi regresiona analiza. Pat analiza (Wright 1934) je oblik regresione analize koji omogućava procenu direktnih i indirektnih efekata, kao i udeo

Originalni naučni rad (Original scientific paper)

<sup>1</sup>Dr MILOSAV BABIĆ, dr JELENA VANČETOVIC, dr NENAD DELIĆ, Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd - Zemun

zajedničkih efekata (determinaciju) nezavisnih promenljivih ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) na zavisnu promenljivu ( $y$ ) (Ivanović 1984).

Prinos zrna, kao najvažnija i veoma kompleksna osobina u selekciji biljaka, se obično uzima kao zavisna promenljiva ( $y$ ). U ovom istraživanju, međutim, zbog njegove važnosti za selekciju kokičara, zapremina kokičavosti uzeta je kao zavisna promenljiva. Rezultati pat analize ukazuju na složenost odnosa između zapremine kokičavosti, kao zavisne promenljive, i nezavisnih promenljivih, kao i na karakter odnosa između nezavisnih promenljivih.

Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrde i procene efekti prinosa zrna i komponenti prinosa zrna na zapreminu kokičavosti kod kukuruza kokičara. Pošlo se od pretpostavke da ispitivane osobine, kao nezavisne promenljive, mogu značajno da utiču na zapreminu kokičavosti kao zavisnu promenljivu. Zapremina kokičavosti kao osnovna komponenta kvaliteta zrna kokičara gotovo uvek se izučava zajedno sa prinosom zrna. Procene korelacije između prinosa zrna i zapremine kokičavosti kreću se od -0,046 (Pajić i Babić 1991) do -0,780 (Ristanović i Mišović 1976). Takođe, Musijko i Mojster (1968) nalaze negativnu korelaciju između ove dve osobine, ali navode i primere koji odstupaju od ovog pravila.

### Materijal i metode

Pet inbred linija kukurza, ZPNP11, Sg1533, ZPLP2/1, ZPK18 i ZPK6, su korišćene u ovom istraživanju. Linija ZPNP11 je tipa pirinčara, dok su ostale 4 linije tipa biserca. Dialelno ukrštanje sa  $n(n-1)/2$  kombinacija bez recipročnih ukrštanja, urađeno je 1992. godine. Ogljed je postavljen po slučajnom blok sistemu sa četiri ponavljanja u dve lokacije (Zemun Polje i Indija) 1993. godine.

Ispitivana su sledeća svojstva:

Zapremina kokičavosti ( $\text{cm}^3$ )

Prinos zrna ( $\text{t/ha}$ )

Broj zrna u redu

Broj redova zrna

Dubina zrna

Zapremina kokičavosti utvrđena je po O.V.T. (Official Volume Test) metodu na

aparatu Creetors-2300 W (Creetors and Co., Chicago, IL, USA). Uzorak za kokičavost iznosio je 125g (sa 13,5+0,5% vlage), uz dodavanje po 20g suncokretovog ulja po potrebi. Tri merenja po ponavljanju rađeno je za svaki genotip, a zatim je utvrđivana zapremina kokičavosti. Sušenje do određene vlage je vršeno prirodnim putem, dok je krunjenje rađeno ručno, da bi se izbegle eventualne povrede perikarpa. Analiza varijanse, Model II, i dvofaktorijalna analiza kovarijanse su urađene prilikom obrade podataka. Genetičke, fenotipske i varijanse interakcije, njihovi koeficijenti varijacije i heritabilnost u širem smislu utvrđeni su na osnovu sredina kvadrata i njihovih očekivanih vrednosti. Odgovarajuće kovarijanse su utvrđene analogno. Na osnovu varijansi i kovarijansi utvrđene su genetičke i fenotipske korelacije, dok je testiranje koeficijenata korelacije urađeno putem t-testa (Falconer 1981). Procena standardizovanih regresionih koeficijenata (pat koeficijenata) vršena je metodom inverznih korelacionih simetričnih matrica (Edwards 1979). Testiranje pat koeficijenata i koeficijenata determinacije urađeno je putem F-testa (Ivanović 1984).

### Rezultati i diskusija

#### 1. Komponente varijanse, koeficijenti varijacije i heritabilnost

Najveće genetičke varijanse nađene su za broj redova zrna i broj zrna u 10g, dok je genetička varijansa za zapreminu kokičavosti bila visoka. Slično je utvrđeno i za fenotipske varijanse, dok su najniže fenotipske i genetičke varijanse nađene za debljinu zrna (Tab. 1).

Kada se koeficijenti varijacije razmatraju kao relativni pokazatelji varijacije, primećuje se da prinos zrna najviše varira, a zatim broj zrna u redu. Najveća heritabilnost nađena je za zapreminu kokičavosti i broj redova zrna. Relativno visoka heritabilnost nađena je za prinos zrna, i to pre svega heritabilnost u širem smislu. Visoke vrednosti standardnih grešaka heritabilnosti ukazuju na relativno visok uticaj spoljnih uslova na izučavane osobine (Tab. 1).

Tab 1. Komponente varijanse, koeficijenti varijacije i heritabilnost proučavanih osobina.  
 Tab 1. Variance component, coefficient of variation and heritability of investigated traits.

Osobina Trait	$\sigma^2_g$	$Cv_g$	$\sigma^2_{ph}$	$Cv_{ph}$	$\sigma^2_{gc}$	$h^2 \pm She$
Zapremina kokičavosti	4.76	0.09	5.10	0.09	0.16	0.93±0.30
Prinos zrna	0.73	0.20	0.81	0.22	0.05	0.89±0.30
Broj zrna u redu	11.81	0.09	14.89	0.11	3.69	0.79±0.31
Broj redova zrna	1.03	0.06	0.11	0.07	0.13	0.91±0.30
Broj zrna u 10 g.	9.69	0.04	29.44	0.07	31.51	0.33±0.30
Dubina zrna	0.20	0.07	0.41	0.09	0.24	0.51±0.34

## 2. Genetičke i fenotipske korelacije

Najviša korelacija (i genetička i fenotipska) nađena je između zapremine kokičavosti i broja redova zrna. Negativne korelacije nađene su između zapremine kokičavosti i broja zrna u redu i između zapremine kokičavosti i broja zrna u 10 g. Korelacija između zapremine kokičavosti i prinosa zrna bila je pozitivna, ali niska i bez značajnosti, što ukazuje na mogućnost stvaranja visoko prinosa hibrida kokičara sa odličnom zapreminom kokičavosti. Ovo se uspelo, do izvesnog stepena, u savremenim programima oplemenjivanja. S druge strane, nezavisna korelaciona zavisnost utvrđena je

između prinosa zrna i broja redova zrna. Ovo je u saglasnosti sa rezultatima Filipovića (1988). Husić (1988) je utvrdio neznajne negativne korelacije između prinosa zrna i broja redova zrna, kao i značajnu korelaciju između dužine klipa i prinosa zrna (Tab. 2).

Što se tiče korelacija između nezavisnih promenljivih, visoko značajna pozitivna korelacija utvrđena je između prinosa zrna i broja zrna u redu, kao i između dubine zrna i broja redova zrna. Broj zrna u 10 g bio je u negativnoj korelaciji sa svim proučanim osobinama, posebno sa prinosa zrna i dubinom zrna (Tab. 2).

Tab 2. Koeficijenti genetičkih (iznad dijagonale) i fenotipskih korelacija (ispod dijagonale)  
 Tab 2. Coefficients of genetic (above diagonal) and phenotypic correlations (below diagonal)

Trait	Trait					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.18	-0.22	0.82**	-0.53	0.47
2	0.16	1.00	0.98**	0.20	-0.03	0.49
3	-0.19	0.81**	1.00	0.01	-0.03	0.22
4	0.75**	0.18	0.01	1.00	-0.03	0.84**
5	-0.02	-0.30	-0.15	-0.01	1.00	-0.87**
6	0.49	0.33	0.15	0.56*	-0.58	1.00

1. zapremina kokičavosti - popping volum, 2. prinos zrna - grain yield, 3. broj zrna u redu - number of kernels in row, 4. broj redova zrna - number of rows, 5. broj zrna u 10 g - number of kernels in 10 g, 6. dubina zrna - depth of kernels.

## 3. Pat analiza

Detaljniju analizu odnosa između proučanih osobina daje pat analiza. U isto vreme, moguće je sagledati i direktne i indirektne efekte (preko neke druge nezavisne varijable) nezavisnih promenljivih na zavisnu promenljivu.

Značajni direktni genetički efekti su pronađeni za broj zrna u redu, prinos zrna i broj zrna u 10 g. I pored korelacione zavisnosti zapremine kokičavosti i prinosa zrna, direktni genetički efekat prinosa zrna na zapreminu kokičavosti bio je značajan ( $p$

0,01). Osim značajnog negativnog direktnog genetičkog efekta broja zrna u 10 g na zapreminu kokičavosti, indirektni efekti ove osobine na zapreminu kokičavosti su bili preovlađujući. Iako je direktan genetički efekat prinosa zrna na zapreminu kokičavosti bio negativan, indirektan genetički efekat prinosa zrna preko broja zrna u redu bio je visok i pozitivan (Tab. 3).

Poređenje rezultata iz literature ukazuje na to da kada su vrednosti korelacija slične za neka svojstva, direktni efekti određene osobine, posebno preko drugih osobina,

moгу biti različiti (Uthede i Shukla 1976; Uthede 1980; Ivanović i Rosić 1985; Trifunović 1994; Husić 1988; Tyagi i sar. 1988). Visoka pozitivna i slična korelacija između prinosa zrna i težine zrna ( $r=0,91^{**}$ ), dubine zrna ( $r=0,78^{**}$ ), visine biljke ( $r=0,76^{**}$ ) i težine 1000 zrna ( $r=0,55^{**}$ ) utvrđena je u istraživanju Tyagi i sar. (1988), gde su proučavane genetičke i fenotipske korelacije na bazi dialelnog ukrštanja osam inbred linija. Dužina klipa ( $P_y=0,558$ ), zatim

težina klipa ( $P_y=0,448$ ) imale su najveći direktan efekat na prinos zrna. Ottaviano i Camussi (1981) ustanovili su najveći direktan efekat težine 50 zrna ( $P_y=0,80^{**}$ ), što je u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Singh i sar. (1987). Detaljnije poređenje radova o pat analizi nije moguće zbog razlika u proučavanom materijalu, kao i proučavanim osobinama, što se posebno odnosi na zapreminu kokičavosti.

Tab 3. Direktni genetički i fenotipski efekti (na dijagonali) i indirektni genetički i fenotipski efekti (iznad i ispod dijagonale) proučavanih osobina na prinos zrna

Tab 3. Direct genetic and phenotypic effects (on diagonal) and indirect genetic and phenotypic effects (above and below diagonal) for estimated traits on grain yield

Osobina Trait	Efekat Effect	Efekat Effect				
		2	3	4	5	6
2	G	-0.33**	1.02	0.20	0.25	0.04
	Ph	0.62	-0.11	0.10	-0.04	0.06
3	G	-1.30	1.04**	0.01	0.01	0.02
	Ph	0.50	-0.70	0.01	-0.03	0.03
4	G	-0.27	0.01	1.00	0.01	0.07
	Ph	0.11	-0.01	0.54	0.00	0.11
5	G	0.70	-0.03	-0.29	-0.48**	0.00
	Ph	-0.19	0.10	-0.01	0.18	-0.11
6	G	-0.62	0.23	0.84	-0.03	0.08
	Ph	0.20	-0.10	0.30	-0.10	0.19
R <sup>2</sup>	G	0.96**				
	Ph	0.83				

2. prinos zrna - grain yield, 3. broj zrna u redu - number of kernels in row, 4. broj redova zrna - number of rows, 5. broj zrna u 10 g - number of kernels in 10 g, 6. dubina zrna - depth of kernel, g - genetičke - genetic, ph - fenotipske - phenotypic, R<sup>2</sup> - koeficijent determinacije - coefficient of determination

### Zaključak

Najveće genetičke varijanse su nađene za broj zrna u 10 g, dok je genetička varijansa za zapreminu kokičavosti bila visoka.

Kada se koeficijenti varijacije uzmu u razmatranje, kao relativni pokazatelji varijacije, primećuje se da osobina prinos zrna varira najviše, a zatim broj zrna u redu.

Najveća korelacija (kako genetička, tako i fenotipska) nađena je za zapreminu kokičavosti i broj redova zrna. Negativne korelacije su nađene između zapremine kokičavosti i broja zrna u redu i između zapremine kokičavosti i broja zrna u 10 g. Korelacije između zapremine kokičavosti i prinosa zrna su bile pozitivne, ali niske i beznačajne, potvrđujući da je moguće stvoriti

visoko prinosan hibrid kokičara sa odličnom zapreminom kokičavosti.

Značajan direktan genetički efekat utvrđen je za broj zrna u redu, prinos zrna i broj zrna u 10 g.

Sa stanovišta selekcije, selekcija genotipova sa visokom zapreminom kokičavosti može biti praćena zadržavanjem prinosa zrna na visokom nivou čak i sa tako visokim negativnim direktnim genetičkim efektom ove osobine na zapreminu kokičavosti, pošto su indirektni efekti preko ostalih ispitivanih osobina bili visoki i pozitivni. Znači, moguće je stvoriti visoko prinosan hibrid kokičara sa odličnom zapreminom kokičavosti.

## LITERATURA

- FALCONER D.S. (1981): Introduction to quantitative genetics. Longman, London and New York.
- FILIPOVIĆ M. (1988): Genetičke i fenotipske korelacije važnijih agronomskih svojstava ranostasnih hibrida kukuruza zubana, tvrđunaca i poluzubana. Magistarski rad. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- HUSIĆ I. (1988): Ispitivanje kombinacionih sposobnosti važnijih agronomskih osobina inbred linija kukuruza dobijenih iz različitih ciklusa selekcije BSSS sintetika. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.
- IVANOVIĆ M. (1984): Primena metoda koeficijent puta u genetičko-selekcionim istraživanjima. Arhiv za poljoprivredne nauke, Sv.160: 471-478.
- IVANOVIĆ, M. AND K. ROSIĆ (1985): Path coefficient analysis for three stalk traits and grain yield in maize (*Zea mays* L.). Maydica 30: 233-239.
- MUSIJKO, A.S. and A.N. MAJSTER (1968): Korelativnač zavisimostx među priznakamw lopayšejsć kukuruzw. Kukuruz 7: 29.
- OTTAVIANO E. and A. CAMUSSI (1981): Phenotypic and genetic relationship between yield components in maize. Euphytica 30:601-609.
- PAJIĆ, Z. and M. BABIĆ (1991): Interrelation of popping volume and some agronomic characteristics in popcorn hybrids. Genetika 23 (2): 137-144.
- RISTANOVIĆ D. i MISOVIĆ M. (1976): Yield and popping expansion of inbred lines and F<sub>1</sub> hybrids in popcorn (*Zea mays* L. *everta*). Genetika, Vol.8., 1:81-88.
- SINGH K., D.S.R.M. RAO, and H.SINGH (1987): Correlation and path coefficients analysis of yield components in maize - Ganga Hybrid 5. Haryana Agric. University J. res. 17(19):64-67.
- TRIFUNOVIĆ, B. (1994): Naslednost višekliposti i genetička dobit od fenotipske rekurentne selekcije u ZPSynP1 populaciji kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- TYAGI A.P., G.PPOKHARIYAL, O.M. ODONDO (1988): Correlation and path coefficients analysis for yield components and maturity traits in maize (*Zea mays* L.). Maydica 33:109-119.
- UTKHEDE R.S. and P.T. SHUKLA (1976): Path coefficients analysis and its implications in maize improvement. Egypt. Journ. Genet. and Cytol. 5:164-169.
- UTKHEDE R.S.(1980): Correlation and path coefficients analysis in maize. Egypt. Journ. Genet. and Cytol. 9:35-40.
- WRIGHT S.(1934): The methods of path coefficients. Annals of Mathematical Statistics, 5, 161-215.

### PAT ANALYSIS FOR POPPING VOLUME, GRAH YIELD AND YIELD COMPONENTS IN MAIZE (*Zea mays* L. *everta*)

BABIĆ M., VANČETKOVIĆ, JELENA, DELIĆ, N.

#### SUMMARY

Five maize inbred lines, ZPNP11, Sg1533, ZPLP2/1, ZPK18 and ZPK6, were used for this study. The diallel cross with  $n(n-1)/2$  combinations was performed and 10 F<sub>1</sub> hybrids were analysed in parallel trials in two locations (Zemun Polje and Indjija). The two factorial analysis of variance and covariance, model II, was used for data processing and therefore separation of variance components (genetic, ecological, phenotypic) and the estimation of coefficients of genetic and phenotypic correlations among studied traits (popping volume, grain yield, number of kernel rows per ear, number of kernels per row, number of kernels per 10 grams, kernel depth). The coefficients of variation and heritability were also computed.

Beside the degree of compatibility between the two traits (correlation coefficient), the path analysis (Wright, 1934) provided a more detailed consideration of the relations among observed traits. The estimation of standardised regression coefficients (path coefficients) was done by the

method of inversion correlation symmetrical matrixes (Edwards, 1979).

Popping volume, as the most important trait in popcorn breeding is used as a dependent variable ( $y$ ). The results obtained by the path analysis point to the complexity of relations between popping volume, as a dependent variable, and independent variables, as well as to the character of relations among independent variables. Path analysis is a form of the regression analysis providing comprehension of the direct and indirect effects, as well as the share of joint effects (determination) of independent variables ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) on the dependent variable ( $y$ ).

The purpose of this study was to determine and evaluate effects of grain yield and grain yield components on popping volume. It was assumed that some of the selected traits, as independent variables, significantly affected grain yield as the dependent variable.

The highest correlation dependence (genetic and phenotypic) was detected between popping volume and the number of kernel per row ( $r_g=0.82^{**}$ ,  $r_f=0.75^{**}$ ). The direct genetic effects (path coefficients) were higher and more significant than phenotypic ones. The highest direct genotypic effect on popping volume was detected for the number of kernel per row ( $Pyg_3=1.04^{**}$ ) and number of kernel row per ear ( $Pyg_4=1.00^{**}$ ). Negative direct genetic effect was found for grain yield ( $Pyg_1=-1.33^{**}$ ) and number of kernels per 10 grams  $Pyg_4=-0.48^{**}$ . The coefficients of determination, especially genetic one were not high ( $R_g^2=0.31$ ,  $R_f^2=0.73$ ) which indicate that studied traits do not determine popping volume at a great extent, so selection of genotypes with high popping volume could be done regardless grain yield and grain yield components. Direct phenotypic effects were lower and not significant.