

"Zbornik radova", Sveska 36, 2002.

STAY GREEN KRITERIJUM U OPLEMENJIVAČKIM PROGRAMIMA NA KUKURUZU

***Bekavac, G., Stojaković, M., Ivanović, M., Jocković, Đ., Vasić, N.,
Purar, Božana, Boćanski, J.¹***

IZVOD

Genetička varijabilnost za stay green je u oplemenjivanju kukuruza više korišćena u svetlu selekcionisanja visoko prinasnih nego tipičnih stay green genotipova. Stay green je indikator dobrog zdravstvenog stanja biljke u kasnijim fazama vegetacije, redukovanog progresivnog starenja, tolerantnosti prema stresnim uslovima izazvanim sušom i tolerantnosti prema poleganju biljaka, što obezbeđuje superiornost stay green genotipova u odnosu na one koji ne poseduju ovo svojstvo (non stay green). Cilj istraživanja bio je da se utvrde međusobni odnosi stay green-a i prinosa zrna sa nekoliko vegetativnih svojstava u dve sintetičke populacije kukuruza šire genetičke osnove. Najkonzistentnije korelacije sa stay green-om ustanovljene su za udeo vode u listu i stablu, što je potvrđeno path koeficijent analizom. Najniža genetička korelacija sa prinosom zrna ustanovljena je za stay green ($r=-0.095$), dok je path koeficijent analizom utvđen vrlo jak i visoko signifikantan direktan uticaj stay green-a na prinos zrna ($p=0.834^{**}$).

KLJUČNE REČI: stay-green, korelacije, path analiza.

Uvod

Da bi hibrid kukuruza bio prihvaćen u proizvodnji mora da poseduje niz poželjnih svojstava kao što su visok i stabilan prinos zrna, dobra adaptiranost na šire agroekološko područje, tolerantnost prema dominantnim prouzrokovateljima bolesti prizemnog dela stabla i klipa, tolerantnost prema suši, brzo odavanje vlage iz zrna nakon fiziološke zrelosti, itd. Iako je u jednom hibridu, sa aspekta

1 Dr Goran Bekavac, naučni saradnik, dr Milisav Stojaković, viši naučni saradnik, prof. dr Mile Ivanović, naučni savetnik, dr Đorđe Jocković, naučni savetnik, dr Nenad Vasić, naučni saradnik, dr Božana Purar, naučni saradnik, dr Jan Boćanski, vanredni profesor, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

praktičnog oplemenjivanja teško objediniti sva ova svojstva, ustanovljeno je da tzv. stay green hibridi (hibridi koji se karakterišu produženim trajanjem zelene lisne površine) poseduju u manjoj ili većoj meri većinu pobrojanih svojstava. Lisna površina ovakvih hibrida ostaje aktivna i u kasnim fazama vegetacije, što ih čini produktivnijim u odnosu na genotipove koji ne poseduju ovo svojstvo (non stay green).

Kao glavne razloge superiornosti hibrida kukuruza nove generacije u poređenju sa hibridima ranijih ciklusa selekcije Cavalieri i Smith (1985) te Meghji i sar.(1984) ističu poboljšano zdravstveno stanje biljaka u kasnijim fazama vegetacije (stay green), povećanu otpornost prema poleganju, skraćen period od polinacije do svilanja, produžen period nalivanja zrna i promenu u arhitekturi same biljke. Genotipovi koji ne poseduju stay green svojstvo počinju da gube zelenu boju listova već 30 dana nakon oplodnje, dok kod stay green genotipova ovaj proces započinje tek nakon fiziološke zrelosti (Swank i sar., 1982; Craft-Brandner i sar., 1984).

Stay green je indikator dobrog zdravstvenog stanja biljaka u kasnijim fazama vegetacije (Crosbie, 1982; Meghji i sar., 1984), redukovano progresivnog starenja (McBee, 1984), tolerantnosti prema suši i poleganju biljaka (Rosenow i Clark, 1981) što predstavlja glavne razloge njihove superiornosti u odnosu na non stay green genotipove.

Iako su faktori spoljašnje sredine jasno povezani sa starenjem i odumiranjem lisne površine, ovi procesi su genetski determinisani, a geni koji kontrolišu ove procese mogu se svrstati u pet grupa (Thomas i Smart, 1993). Uprkos očiglednom značaju ovog svojstva, genetička varijabilnost populacija kukuruza za stay green je u praktičnom oplemenjivanju korišćena više u svetlu selekcionisanja prinostnijih nego tipičnih stay green genotipova.

Sa aspekta praktičnog oplemenjivanja, za genotip se može reći da poseduje stay green svojstvo ukoliko je u momentu berbe udeo zelene lisne površine u odnosu na ukupnu lisnu površinu viši, a sadržaj vlage u zrnu niži ili jednak proseku populacije (Bekavac i sar, 1998). Ukoliko su i stay green i sadržaj vlage u zrnu određenog genotipa viši od proseka populacije, ne radi se o stay green nego o genotipu duže vegetacije. Uprkos jasnoj definiciji stay green svojstva, još uvek je nedovoljno poznata genetička osnova ovog svojstva, kao i njegova veza sa produktivnošću hibrida, odnosno prinostom zrna.

Stoga je cilj istraživanja bio da se utvrde korelacije, direktni i indirektni efekti nekoliko svojstava na stay green, odnosno prinost zrna u dve sintetičke populacije kukuruza. Istovremeno, cilj rada bio je da se prikaže neophodnost kombinovanog korišćenja pogodnih biometričkih metoda (korelacione i path koeficijent analize) u cilju dobijanja validnih rezultata i izvođenja ispravnih zaključaka.

Material i metod rada

Dve sintetičke populacije kukuruza (NS Syn 88/12 i NS Syn88/14) šire genetičke osnove odabrane su za ispitivanja. Populacije su stvorene u Institutu za

ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu ukrštanjem linija poreklom iz američkog corn belt-a i linija domaćeg porekla. S1 familije stvorene su 1996 godine samooplodnjom S₀ biljaka. U berbi je odabrano 95 familija a jedini kriterijum za izbor bio je dovoljna količina semena za izvođenje ogleđa. Odvojeni poljski eksperimenti po Nested dizajnu (nekompletni blok dizajn sa ponavljanjima u okviru seta, Hallauer i Miranda, 1988) postavljeni su u Rimskim Šančevima i Srbobranu tokom 1997 i 1998 godine. Osamdeset S₁ familija po populaciji testirano je u 4 seta, sa dva ponavljanja po setu, 20 biljaka po eksperimentalnoj parcelici i pri gustini od 63500 biljaka po hektaru.

Analizirani su prinos zrna (t/ha sa 14% vlage), stay green (skala od 1-10 po Walulu i sar., 1994), zakašnjenje u svilanju (broj dana od sredine polinacije do sredine svilanja), udeo vode u stablu i listu (%), sadržaj vlage u zrnu u vreme berbe (%). Prinos zrna, stay green, zakašnjenje u svilanju i sadržaj vlage u zrnu određeni su na osnovu cele eksperimentalne parcelice, dok su udeo vode u stablu i listu određeni na osnovu uzorka od 10 slučajno odabranih kompetitivnih biljaka.

Distribucije frekvencija proučavanih svojstava određene su na bazi prosečnih vrednosti 80 S1 familija za svaku populaciju, a testiranje normaliteta varijabli izvršeno je primenom Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilk testa. Genetičke varijanse svojstava računane su iz kombinovane analize varijanse $\sigma_g^2 = (MS_5 - MS_6) / r \cdot l$ gde su MS₅ i MS₆ odgovarajuće sredine kvadrata iz analize varijanse nekompletnog blok dizajna. Genetičke korelacije između svojstava određivane su iz odnosa kovarijanse posmatranih svojstava i kvadratnog korena proizvoda odgovarajućih pojedinačnih varijansi, $r_{g_{xy}} = COV_{g_{xy}} / \sqrt{\sigma_{g_x}^2 \cdot \sigma_{g_y}^2}$. Set korelacionih koeficijenata podvrgnut je analizi koeficijenata putanje (path coefficient analysis), a direktni i indirektni uticaji utvrđeni su po metodu simetričnih korelacionih matrica (Edwards, 1979). Nivo signifikantnosti path koeficijenata (S_{b_i}) izračunat je preko standardnih greški regresionih koeficijenata

(b_{yi} = p_{yi}) primenom jednačine $S_{b_i} = \sqrt{\frac{1 - R_{yi}^2}{(n - k - 1)(1 - R_i^2)}}$ gde y i i predstavljaju

zavisnu i nezavisne varijable (i=1,2,3,...,k), n i k predstavljaju broj genotipova i broj nezavisnih varijabli, $R_i^2 = 1 - 1 / r_i^2$ gde r_i predstavlja dijagonalu invertovane korelacione matrice. F vrednosti računane su po jednačini $F_{b_i} = (b_i / S_{b_i})^2$, za (1) i (n-k-1) stepeni slobode.

Rezultati i diskusija

Populacije su se razlikovale u srednjim vrednostima svojstava što je posledica kako razlika u genetičkoj konstituciji testiranih populacija tako i klimatskih razlika između 1997 i 1998 godine, odnosno specifične reakcije materijala na faktore spoljašnje sredine. Više srednje vrednosti za sva svojstva, osim za udeo vode u listu, ustanovljene su u populaciji NS Syn 88/12 (Tab.1).

Tabela 1. Srednje vrednosti (\pm SE) svojstava u populacijama NS Syn 88/12 i NS Syn 88/14

Table 1. Mean values (\pm SE) of traits in the populations NS Syn 88/12 i NS Syn 88/14

Populacija	SG (1-10)	GY(t/ha)	ASI (days)	SW (%)	LW (%)	GM (%)
NS Syn 88/12	2.73 \pm 0.07	6.91 \pm 0.07	2.94 \pm 0.05	54.85 \pm 0.34	15.82 \pm 0.29	24.98 \pm 0.06
NS Syn 88/14	2.59 \pm 0.07	6.32 \pm 0.06	2.21 \pm 0.05	51.24 \pm 0.41	18.53 \pm 0.26	20.06 \pm 0.06

Kako su u obe populacije osnovni biometrički parametri na analogan način odražavali genetičke karakteristike proučavanog materijala, u cilju jednostavnijeg prikazivanja i tumačenja rezultata u daljem tekstu akcentat će biti stavljen samo na populaciju NS Syn 88/14.

Kombinovana analiza varijanse pokazala je veliki uticaj faktora spoljašnje sredine na proučavana svojstva, dok su visoko signifikantne razlike između familija u okviru seta utvrđene kod svih ispitivanih svojstava (Tabela 2).

Tabela 2. Sredine kvadrata u populaciji NS Syn 88/14

Table 2. Mean squares in the population NS Syn 88/14

Izvor varijacija Source of var.	St. slobode (df)	PZ GY	SG SG	ZS ASI	VS SW	VL LW	VZ# GM
Lokacija (L)	3	551,90**	472,02**	194,25**	38891,55**	2346,32**	1200,43**
Set (S)	3	5,26**	3,14	1,15**	416,62*	320,09*	19,00**
L x S	9	1,30*	4,50**	0,57	148,21**	90,83**	3,74**
Pon./S/L	16	0,56	0,68	0,27	21,08	32,84	1,01
Fam./S	76	4,74**	4,70**	3,38**	228,66**	58,53**	7,14**
F x L/S	228	1,00**	1,48**	0,84	54,51**	22,00	1,32**
Greška	304	0,55	0,33	0,57	24,71	15,48	0,71

*($p < 0,05$); **($p < 0,01$)

PZ - prinos zrna; SG - stay green; ZS - zakašnjenje u svilanju; VS - udeo vode u stablu; VL - udeo vode u listu; VZ - vlaga u zrnu.

GY - grain yield; SG - stay green; ASI - anthesis silking interval; SW - stalk water; LW - leaf water; GM - grain moisture.

Ustanovljene su visoko signifikantne genetičke korelacije između stay green-a sa jedne i udela vode u stablu, listu i zrnu sa druge strane (Tabela 3). Najjača, negativna korelaciona veza sa prinosom zrna ustanovljena je za sadržaj vode u stablu ($r_{16} = -0.342$), dok je najniža korelacija sa istim svojstvom ustanovljena za stay green ($r_{56} = -0.095$). Visoko signifikantne, pozitivne korelacije ustanovljene su između udela vode u stablu, odnosno listu i sadržaja vlage u zrnu. Najslabija korelativna veza ustanovljena je između sadržaja vlage u zrnu i zakašnjenja u svilanju (Tabela 3).

Tabela 3. Genetičke korelacije u populaciji NS Syn 88/14

Table 3. Genetic correlations in the population NS Syn 88/14

Svojstva	VL (LW)	VZ (GM)	ZS (ASI)	SG (SG)	6. PZ (GY)
1. VS (SW)	0.676**	0.717**	0.191	0.821**	-0.342
2. VL (LW)		0.823**	-	0.900**	-
3. VZ (GM)			-0.043	0.806**	-0.196
4. ZS (ASI)				0.171	-0.262
5. SG (SG)					-0.095

** ($p < 0,01$)

PZ - prinost zrna; SG - stay green; ZS - zakašnjenje u svilanju; VS - udeo vode u stablu; VL - udeo vode u listu; VZ - vlaga u zrnu.

GY - grain yield; SG - stay green; ASI - anthesis silking interval; SW - stalk water; LW - leaf water; GM - grain moisture.

Tabela 4. Path koeficijenti i korelaciona analiza za stay green u populaciji NS Syn 88/14

Table 4. Path coefficients and correlations for stay green in the population NS Syn 88/14

Path koeficijenti (Path coefficients)		Korelacije (Correlations)
Udeo vode u stablu → Stay green		
Direktan efekat, p_{15}	0.389**	0.821**
Indirektan efekat preko udela vode u listu, $r_{12} p_{25}$	0.426	
Indirektant efekat preko vlage u zrnu, $r_{13} p_{35}$	0.006	
Udeo vode u listu → Stay green		
Direktan efekat, p_{25}	0.630**	0.900**
Indirektan efekat preko udela vode u stablu, $r_{21} p_{15}$	0.263	
Indirektant efekat preko vlage u zrnu, $r_{23} p_{35}$	0.007	
Vlaga u zrnu → Stay green		
Direktan efekat, p_{35}	0.009	0.806**
Indirektan efekat preko udela vode u stablu, $r_{31} p_{15}$	0.279	
Indirektant efekat preko udela vode u listu, $r_{32} p_{25}$	0.518	
Koeficijent multiple determinacije, R^2 Determination coefficient, R^2	0.893	

*($p < 0,05$); ** ($p < 0,01$)

r i p predstavljaju korelacione odnosno path koeficijente.

r and p - correlation and path coefficients, respectively.

Vrednosti u indeksu predstavljaju: 1 = udeo vode u stablu, 2 = udeo vode u listu, 3 = sadržaj vlage u zrnu, 5 = stay green.

Subscript values represent: 1 = stalk water content, 2 = leaf water content, 3 = grain moisture, 5 = stay green.

Path koeficijent analiza izvršena je u cilju dobijanja jasnije slike o međusobnim odnosima svojstava u ispitivanom materijalu. Direktni efekti iz path koeficijent analize ukazuju da je stay green svojstvo determinisano pre svega sadržajem vode u listu. Istovremeno, direktan uticaj sadržaja vlage u zrnu na stay green bio je vrlo slab ($p_{35} = 0.009$) (Tabela 4). Najjači pozitivan uticaj na prinost zrna utvrđen je za stay green (Tabela 5). U prilog ovome idu i jaki indirektni uticaji

udela vode u stablu i sadržaja vlage u zrnu na prinos zrna, preko stay green-a. Najjači negativan direktan uticaj na prinos zrna ustanovljen za sadržaj vode u stablu (Tabela 5).

Tabela 5. Path coefficient i korelaciona analiza za prinos zrna u populaciji NS Syn 88/14
Table 5. Path coefficients and correlations for grain yield in the population NS Syn 88/14

Path koeficijenti (Path coefficients)		Korelacije (Correlations)
Udeo vode u stablu → Prinos zrna		
Direktan efekat, $p_{1\ 6}$	-0.701**	-0.342
Indirektan efekat preko vlage u zrnu, $r_{1\ 3\ p_{3\ 6}}$	-0.271	
Indirektan efekat preko zakašnjenja u svilanju, $r_{1\ 4\ p_{4\ 6}}$	-0.055	
Indirektan efekat preko stay green-a, $r_{1\ 5\ p_{5\ 6}}$	0.685	
Vlaga u zrnu → Prinos zrna		
Direktan efekat, $p_{3\ 6}$	-0.378*	-0.196
Indirektan efekat preko udela vode u stablu, $r_{3\ 1\ p_{1\ 6}}$	-0.503	
Indirektan efekat preko zakašnjenja u svilanju, $r_{3\ 4\ p_{4\ 6}}$	0.012	
Indirektan efekat preko stay green-a, $r_{3\ 5\ p_{5\ 6}}$	0.673	
Zakašnjenje u svilanju → Prinos zrna		
Direktan efekat, $p_{4\ 6}$	-0.287**	-0.262
Indirektan efekat preko udela vode u stablu, $r_{4\ 1\ p_{1\ 6}}$	-0.134	
Indirektan efekat preko vlage u zrnu, $r_{4\ 3\ p_{3\ 6}}$	0.016	
Indirektan efekat preko stay green-a, $r_{4\ 5\ p_{4\ 6}}$	0.143	
Stay green → Prinos zrna		
Direktan efekat, $p_{5\ 6}$	0.834**	-0.095
Indirektan efekat preko udela vode u stablu, $r_{5\ 1\ p_{1\ 6}}$	-0.576	
Indirektan efekat preko vlage u zrnu, $r_{5\ 3\ p_{3\ 6}}$	-0.305	
Indirektan efekat preko zakašnjenja u svilanju, $r_{5\ 4\ p_{4\ 6}}$	-0.049	
Koeficijent multiple determinacije, R^2 Determination coefficient, R^2	0.310	

*($p < 0,05$); **($p < 0,01$)

r i p predstavljaju korelacione odnosno path koeficijente.

r and p - correlation and path coefficients, respectively.

Vrednosti u indeksu predstavljaju: 1 = udeo vode u stablu, 3 = sadržaj vlage u zrnu, 4 = zakašnjenje u svilanju, 5 = stay green, 6 = prinos zrna.

Subscript values represent: 1 = stalk water content, 3 = grain moisture, 4 = anthesis silking interval, 5 = stay green, 6 = grain yield.

Diskusija

Razlike u srednjim vrednostima svojstava posledica su razlika u genetičkoj konstituciji ispitivanih populacija. Značajno viši sadržaj vlage u zrnu u populaciji NS Syn 88/12 u odnosu na populaciju NS Syn 88/14 upućuje na zaključak da ispitivane populacije pripadaju različitim vegetacionim grupama. Imajući u vidu različitu dužinu vegetacije ispitivanog materijala, sasvim je logično očekivati postojanje razlika u osnovnim genetičkim parametrima i genetičkim korelacijama između proučavanih svojstava. Ipak, međusobni odnosi ispitivanih svojstava bili

su gotovo analogni u obe populacije tako da je za prikazivanje i tumačenje rezultata odabrana samo populacija NS Syn 88/14.

Nekoliko interesantnih zaključaka može se izvesti iz tabele 3. Sa aspekta praktičnog oplemenjivanja od izuzetnog značaja je visoko signifikantna pozitivna korelativna veza udela vode u stablu i stay green-a. Kako udeo vode u stablu praktično determiniše njegovu otpornost prema poleganju (Đorđević i Ivanović, 1996), oplemenjivanjem populacija na stay green svojstvo indirektno će se popravljati otpornost stabla prema poleganju. Sa druge strane, postojanje jake i visoko signifikantne korelacije između stay green-a i sadržaja vlage u zrnu moglo bi dovesti do neželjene promene u dužini vegetacije ukoliko bi se oplemenjivanje vršilo samo na stay green svojstvo. Ipak, najznačajniji limitirajući faktor korišćenja stay green svojstva kao glavnog selekcionog kriterijuma u oplemenjivanju kukuruza moglo bi biti praktično nepostojanje korelativnih veza sa prinosom zrna. Genetičke korelacije između ova dva svojstva su bile veoma niske ($r_{56} = -0.095$), što isključuje mogućnost indirektno selekcije na povećan prinos zrna preko stay green-a. Ovakav rezultat je u suprotnosti sa rezultatima Howard i Smart (1993) te Duvick (1984) koji nedvosmisleno ukazuju na vezu između stay green-a i povećane fiziološke aktivnosti u kasnim fazama vegetacije, povećane tolerantnosti prema bolestima i štetočinama, povećane tolerantnosti prema stresu izazvanom sušom, i u krajnjem povećanim prinosom zrna. Nepostojanje pozitivne korelacione veze između stay green-a i prinosa zrna u ovom radu je pomalo neočekivano, pa je u cilju dobijanja preciznije slike odnosa između svojstava set korelacionih koeficijenata podvrgnut path koeficijent analizi. Dve odvojene path analize izvedene su u cilju rasvetljavanja odnosa između svojstava za koja se smatralo da utiču na stay green, odnosno prinos zrna.

Iako je korelacionom analizom ustanovljena gotovo identična saglasnost stay green-a sa jedne i udela vode u stablu, udela vode u listu i sadržaja vlage u zrnu sa druge strane, path koeficijent analizom su dobijeni sasvim drukčiji odnosi. Najjači direktan uticaj na stay green ustanovljen je za udeo vode u listu, što je u krajnjem biološki sasvim očekivano. Direktan uticaj udela vode u stablu na stay green, iako znatno niži nego što bi se to moglo zaključiti samo na osnovu korelacione analize ($p_{15} = 0.389^{**}$, $r_{15} = 0.821^{**}$), bio je srednje jak i visoko signifikantan.

Najveće neslaganje rezultata ove analize dobijeno je između sadržaja vlage u zrnu i stay green-a. Dok je korelaciona analiza ukazivala na jak i visoko signifikantan stepen saglasnosti između ova dva svojstva ($r_{35} = 0.806^{**}$), direktan uticaj sadržaja vlage u zrnu na stay green bio je izuzetno slab ($p_{35} = 0.009$). Ovo je od posebnog značaja sa praktičnog stanovišta jer ukazuje na mogućnost popravke stay green svojstva u populacijama bez opasnosti od promene u dužini vegetacije. Kako su u obe populacije dobijeni analogni rezultati, može se zaključiti da je oplemenjivanje na stay green moguće bez obzira na tip materijala i pripadnost različitim vegetacionim grupama.

Neslaganje između nekih rezultata dobijenih korelacionom i path koeficijent analizom proizilazi iz činjenice da korelacije identifikuju stepen saglasnosti između svojstava ne ulazeći u analizu složenih odnosa nezavisno promenljivih,

dok path analiza specificira međusobne odnose nezavisno promenljivih a zatim meri njihove pojedinačne uticaje na zavisno promenljivu (Dewey i Lu, 1959), te se dobija prečišćena slika odnosa svojstava u ispitivanom materijalu.

Negativna, srednje jaka korelacija između udela vode u stablu i prinosa zrna ukazuje na opasnost od redukcije prinosa zrna ukoliko bi se u cilju popravke otpornosti materijala prema poleganju vršila selekcija genotipova sa višim sadržajem vode u stablu. Ovakav zaključak je potvrđen path analizom, što je u saglasnosti sa rezultatima većeg broja istraživanja (Martin i Russell, 1984; Rehn i Russell, 1986; Đorđević i Ivanović, 1996).

Iako slaba i nesignifikantna, negativna korelacija između vlage u zrnu i prinosa zrna ($r_{36}=-0.196$) ukazuje na superiornost ranostasnijih genotipova u ispitivanom materijalu. Isti zaključak se može izvesti i na osnovu path analize, s tim što je direktan uticaj vlage u zrnu na prinos zrna jači nego što bi se samo na osnovu korelacione analize dalo zaključiti ($p_{36}=-0.378^*$). Gotovo identična vrednost korelacionog i path koeficijenta za zakašnjenje u svilanju i prinos zrna ($r_{46}=-0,262$; $p_{46}=-0.287^*$) ukazuje na neophodnost selekcionisanja genotipova sa sinhronizovanim cvetanjem.

Najočitiji primer neophodnosti kombinovanog korišćenja pogodnih biometričkih metoda odnosi se na vezu stay green-a i prinosa zrna. Korelacionom analizom je utvrđeno praktično nepostojanje saglasnosti između ova dva svojstva ($r_{36}=-0.095$), što je teško objašnjivo imajući u vidu činjenicu da je postojanje fiziološki aktivne zelene lisne površine osnovni preduslov biosintetskih procesa u biljci. Istovremeno, stay green kao indikator dobrog zdravstvenog stanja biljke u kasnijim fazama vegetacije bi trebao biti ključni faktor produženog perioda nalivanja zrna i shodno tome višeg prinosa zrna. Tek kada su primenom path koeficijent analize indirektni efekti izdvojeni iz korelacionih koeficijenata, došlo se do rezultata koji nedvosmisleno ukazuje na izuzetni značaj stay green-a u formiranju prinosa ($p_{56}=0.834^{**}$).

ZAKLJUČAK

Poznavanje međusobnih odnosa važnijih agronomskih svojstava u selekcionom materijalu je od suštinskog značaja za uspeh oplemenjivačkog programa. U tu svrhu neophodno je primeniti odgovarajuće biometričke metode kako bi se što preciznije odredili osnovni genetički parametri i međusobni odnosi svojstava, te mogućnost izvođenja pogrešnih zaključaka svela na minimum.

Kao tipičan primer svrsishodnosti kombinovane korelacione i path koeficijent analize mogu se navesti odnosi stay green-a i sadržaja vlage u zrnu, odnosno stay green-a i prinosa zrna. Tek primenom path analize, ustanovljeno je da se oplemenjivanje na stay green svojstvo može vršiti bez opasnosti od produženja vegetacije, odnosno da je stay green od izuzetnog značaja u formiranju prinosa zrna.

LITERATURA

- Bekavac, G., M. Stojaković, Đ. Jocković, J. Boćanski, Božana Purar, 1998: Path analysis of stay-green trait in maize. *Cereal Research Communications*, 26 No.2, 161-167.
- Cavaliere, A.J., and O.S. Smith, 1985: Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930 to 1982. *Crop Sci.* 25: 856-860.
- Craft-Brandner, S.J., F.E. Below, V.A. Wittenbach, J.E. Harper, R.H. Hageman, 1984: Differential senescence of maize hybrids following ear removal. II Selected leaf. *Plant Physiol.*, 47: 368-373.
- Crosbie, T.M. 1982: Changes in physiological traits associated with long-term breeding efforts to improve grain yield of maize. *In* H.D. Loden and D. Wilkinson (ed.) *Proc. 37th Ann. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf.*, p. 206-223. Chicago, IL. 8-9 Dec., ASTA, Washington, DC.
- Dewey, D.R., and K.H. Lu, 1959: A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.*, 51: 515-518.
- Dorđević, J., and Ivanović, M. 1996: Genetic analysis of stalk lodging resistance of narrow-base maize synthetic population ZPS14. *Crop Sci.*, 36: 909-913.
- Duvick, D.N. 1984: Genetic contributions to yield gains of U.S. hybrid maize, 1930 to 1980. *In* W.R. Fehr (ed.) *Genetic contributions to yield gains of five major crop plants. CSSA Spec. Publ. 7.* CSSA and ASA, Madison, WI.
- Edwards, A.L. 1979: Multiple regression and analysis of variance and covariance. *W.H. Freeman and Comp.*: 31-38, 186. San Francisco.
- Hallauer, A.R., and J.B. Miranda, 1988: *Quantitative Genetics in Maize Breeding.* 2nd ed. Iowa State Univ. Press, Ames.
- Howard, T., and C.M. Smart, 1993: Crops that stay-green. *Ann. Appl. Biol.*, 123: 193-219.
- Martin, M.J., and W.A. Russell. 1984: Correlated responses of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic. *Crop Sci.* 24: 746-750.
- McBee, G.G., 1984: Relation of senescence, nonsenescence, and kernel maturity to carbohydrate metabolism in sorghum. p.119-129. *In* L.K. Mughogho (ed.) *Sorghum root and stalk rots, a critical review. Proc. Consult. Group Discuss. on research Needs and Strategies for Control of Sorghum Root and Stalk Diseases*, 27 Nov.-2 Dec. 1983, Bellagio, Italy. ICRISAT, Patancheru, India.
- Meghji, M.R., J.W. Dudley, R.J. Lambert, and G.F. Sprague, 1984: Inbreeding depression, inbred and hybrid grain yields, and other traits of maize genotypes representing three eras. *Crop Sci.*, 24: 545-549.
- Rehn, P.N., and W.A. Russell. 1986: Indirect response in yield and harvest index to recurrent selection to stalk quality and corn borer resistance in maize. *Rev. Brasil. Genet.* 9: 41-53.
- Rosenow, D.T., and L.E. Clark, 1981: Drought tolerance in sorghum. *In* H.D. Loden and D. Wilkinson (ed.) *Proc. 36th Annu. Corn and Sorghum Industry Res. Conf.* p.18-31 Chicago, IL. 9-11 Dec., ASTA, Washington, DC.

- Swank, J.C., R.J. Bellow, R.J. Lambert, R.H. Hageman, 1982: Interaction of carbon and nitrogen metabolism in the productivity of maize. *Plant Physiol.*, 70: 1185-1190.
- Walulu, R.S., D.T. Rosenow, D.B. Wester, and H.T. Nguyen, 1994: Inheritance of stay-green trait in sorghum. *Crop Sci.*, 34: 970-972.

STAY GREEN CRITERION IN MAIZE BREEDING PROGRAMS

***Bekavac, G., Stojaković, M., Ivanović, M., Jocković, Đ., Vasić, N.,
Purar, Božana, Boćanski, J.***

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

Genetic variation for stay green character has been exploited in maize improvement mainly in the light of selecting high yielding rather than typical stay green genotypes. Stay green is an indicator of good plant health later in the season, reduced progressive senescence, tolerance to post-flowering drought and stalk lodging what ensure superiority of stay green genotypes in comparison to non stay green ones, especially in drought conditions. The objective of the study was to examine relationship of stay green and grain yield with some vegetative characters in two genetically broad based maize populations. Correlation as well as path coefficient analysis have been used.

The most consistent correlations with stay green were established for leaf and stalk water content, which has been confirmed by path-coefficient analysis. At the same time correlation and path coefficient analysis showed quite opposite results about relationship between stay green and grain yield. While correlation coefficients between these two traits were weak and insignificant ($r = -0.095$), path coefficient analysis showed very strong and highly significant direct effect of stay green on grain yield ($p = 0.834^{**}$).

KEY WORDS: stay green, correlations, path analysis.