

**PRINOS I SASTAVNICE PRINOSA  
KULTIVARA I OPLEMENJIVAČKIH LINIJA SOJE**I. PAULIĆ<sup>1</sup>, Klaudija CAROVIĆ<sup>1</sup>, I. KOLAK<sup>1</sup>, J. GUNJAČA<sup>2</sup>, i Z. ŠATOVIĆ<sup>1</sup><sup>1</sup>Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za sjemenarstvo  
Faculty of Agriculture, University of Zagreb  
Department of Seed Science and Technology<sup>2</sup>Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje  
Faculty of Agriculture, University of Zagreb  
Department of Plant Breeding, Genetics, and Biometrics**SAŽETAK**

Provedena je usporedba 21 oplemenjivačke linije soje kreirane na Zavodu za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu s četiri standardna kultivara (Sabina, Dubravka, Gordana i Aura) na temelju prinosa i njegovih sastavnica. Poljski je pokus postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u tri ponavljanja, a praćena su sljedeća svojstva: visina stabljike, visina do prve plodne etaže, broj etaža, broj grana, broj mahuna, broj zrna, masa zrna po biljci, broj zrna po mahuni, masa 1000 zrna, te prinos (dt/ha). Utvrđeno je postojanje signifikantnih razlika između genotipova u svim ispitivanim sastavnicama prinosa, ali ne i u prinosu. Dvije su se linije (SK2\*3/87 i IK(Hr)1-2) isticale većim brojem mahuna i zrna po biljci kao i većom masom sjemena po biljci dok je kod linije IK12\*9/87-10-18 uočen veći broj zrna po mahuni.

Ključne riječi: soja, prinos, sastavnice prinosa, oplemenjivačke linije, kultivari

**UVOD**

Soja (*Glycine max* /L./ Merrill.) ubraja se u najstarije kultivirane biljke, a danas je najvažnija svjetska uljarica i krupno sjemena mahunarka. Za Republiku Hrvatsku ona je jedna od strateški najvažnijih poljoprivrednih kultura.

Kroz program oplemenjivanja na Zavodu za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu oplemenjuju se vrlo rani i rani kultivari soje (grupe zriobe 00, 0 i 1), s ciljem stvaranja novih visokoprinosa kultivara koji imaju povećan sadržaj bjelančevina i ulja, te su otporni na sušu, adaptabilni i

stabilni. Genetska varijabilnost unutar oplemenjivačke kolekcije nastale križanjem elitnog domaćeg i introduciranog materijala dovoljno je široka, te omogućuje odabir različitih oplemenjivačkih linija (Kolak et al., 1992). Novokreirane oplemenjivačke linije ispituju se u mikro i makro pokusima i uspoređuju sa standardnim kultivarima. Pritom se bilježi prinos svake pojedine oplemenjivačke linije kao i glavne sastavnice prinosa (Šatović et al., 1998).

## CILJ

Dvadeset i jedna novostvorena oplemenjivačka linija ispitivana je u pokusu sa standardnim kultivarima Sabina, Dubravka, Gordana i Aura radi usporedbe prinosa i njegovih sastavnica. Svaha je bila vrednovanje dosadašnjeg oplemenjivačkog rada na soji i odabir najperspektivnijih linija za njihovo uključivanje u postupak priznavanja. Temeljem ispitivanja sastavnica prinosa uspostavljene su smjernice za daljnji oplemenjivački rad na ovom programu.

Cilj ovog rada bio je utvrditi razlike prinosa i njegovih sastavnica između genotipova.

## MATERIJAL I METODE

U pokus je uključeno 25 genotipova soje, od čega su četiri priznati standardni kultivari Sabina, Dubravka, Gordana i Aura, dok su ostali članovi pokusa obećavajuće oplemenjivačke linije (Tablica 1.).

Pokus je postavljen u tri repeticije po slučajnom bloknom rasporedu na pokušalištu u Maksimiru tijekom 2000 godine. Dužina osnovne parcele iznosila je 2 metra, a razmak između biljaka u redu iznosio je 5 cm. Uzorci su uzimani slučajnim odabirom biljaka pred žetvu, te je sa svake osnovne parcele izvađeno 10 biljaka s korijenom.

Analizirano je ukupno 750 biljaka (10 biljaka x 25 članova pokusa x 3 repeticije), za koje su zabilježene vrijednosti za slijedeća svojstva:

1. Visina stabljike (cm)
2. Visina do prve plodne mahune (cm)
3. Broj etaža
4. Broj grana
5. Broj mahuna po biljci
6. Broj zrna po biljci
7. Masa zrna po biljci (g)

Iz podataka o navedenim svojstvima izračunate su i vrijednosti sljedećih svojstava:

8. Broj zrna po mahuni
9. Masa 1000 zrna (g)

Tablica 1. Članovi pokusa

Oznaka	Genotip	Tip
1	SK 2*3/87	oplemenjivačka linija
2	IK 12*9/87-10-18	oplemenjivačka linija
3	IK 12*7/87-10	oplemenjivačka linija
4	SK 2*3/87	oplemenjivačka linija
5	SK 2*3/87	oplemenjivačka linija
6	SK 3*2/87	oplemenjivačka linija
7	IK (Hr) 1-2	oplemenjivačka linija
8	IK (Hr) 1-2	oplemenjivačka linija
9	RG01	oplemenjivačka linija
10	RG02	oplemenjivačka linija
11	RG03	oplemenjivačka linija
12	RG04	oplemenjivačka linija
13	RG05	oplemenjivačka linija
14	Aura M01	oplemenjivačka linija
15	Aura M02	oplemenjivačka linija
16	Aura M03	oplemenjivačka linija
17	Aura M04	oplemenjivačka linija
18	Aura M05	oplemenjivačka linija
19	Marija M01	oplemenjivačka linija
20	Marija M02	oplemenjivačka linija
21	1194 smeđi hilum	oplemenjivačka linija
22	Sabina	kultivar
23	Dubravka	kultivar
24	Gordana	kultivar
25	Aura	kultivar

Također je zabilježen i prinos sjemena po obračunskoj parceli. Površina obračunske parcela je iznosila 5 m<sup>2</sup>, a uračunat je i prinos 10 biljaka uzetih kao uzorak za analizu sastavnica prinosa. Prinos je preračunat u dt/ha.

Statistička obrada podataka uključivala je izračunavanje deskriptivnih statističkih parametara analiziranih svojstava, procjene korelacija između svojstava, te analizu varijance i Bonferronijev test višestrukih usporedbi.

## REZULTATI I RASPRAVA

### *Deskriptivni statistički parametri analiziranih svojstava*

Analiza deskriptivnih statističkih parametara za ispitivana svojstava provedena je na 750 pojedinačnih biljaka u pokusu. Prilikom analize korištene su mjerila središnje tendencije, kao i mjerila disperzije (Vasilj, 2000).

Na Tablici 2. navedeni su osnovni parametri analiziranih svojstava. U svrhu usporedbe varijabilnosti različitih svojstava možemo koristiti varijacijski koeficijent. Prema dobivenim rezultatima možemo zaključiti da je najveća varijabilnost zabilježena kod svojstva broja grana (51.81), a najmanja visina stabljike (12.34).

Tablica 2. Deskriptivni statistički parametri analiziranih svojstava soje (N = 750)

Svojstvo	Oznaka	$\bar{x}$	s	cv (%)	Min	Max
Visina stabljike (cm)	VS	75,37	14,9	12,34	13	120
Visina do prve mahune (cm)	VM	9,93	4,19	37,26	2	25
Broj etaža	BE	13,39	2,79	18,17	5	24
Broj grana	BG	2,32	1,48	51,81	0	8
Broj mahuna	BM	43,44	24,05	48,04	9	163
Broj zrna	BZ	89,98	52,08	51,08	15	367
Masa zrna (g)	MZ	13,86	7,53	49,45	2,1	50,2
Broj zrna po mahuni	BZM	2,07	0,32	13,78	1,11	3,6
Masa 1000 zrna (g)	MTZ	159,39	27,67	13,53	44,05	269,88
Prinos (dt/ha)	P	21,50	4,76	22,14	10,64	30,50

#### Korelacije između ispitivanih svojstava

Kao parametar određivanja povezanosti pojedinih ispitivanih svojstava korišten je Pearsonov korelacijski koeficijent. Procjene korelacijskih koeficijenata za analizirana svojstva prikazane su na Tablici 3., a temelje se na podacima za 749 analiziranih biljaka. Interpretacija korelacijskih koeficijenata provedena je pomoću Roemer-Orphalove ljestvice.

Potpuna pozitivna korelacija ustanovljena je između broja mahuna po biljci i broja zrna po biljci kao i mase zrna po biljci i broja zrna po biljci te broja mahuna po biljci. Broj etaža u vrlo je jakoj pozitivnoj korelaciji s brojem mahuna po biljci, brojem zrna po biljci i s masom zrna po biljci, dok je broj grana u jakoj pozitivnoj korelaciji s brojem mahuna po biljci, brojem zrna po biljci, brojem grana te masom zrna po biljci. Srednje pozitivne korelacije utvrđene su između visine stabljike i visine do prve mahune te visine biljke i broja etaža, a slabe pozitivne korelacije između visine biljke i broja mahuna po biljci, broja zrna po biljci te mase zrna po biljci. Vrlo slabe pozitivne korelacije otkrivene su između broja zrna po biljci i broja zrna po mahuni, mase zrna po biljci i broja zrna po mahuni te visine biljke i broja grana. Broj grana i masa 1000 zrna u jakoj su negativnoj korelaciji, dok je masa 1000 zrna u slaboj negativnoj korelaciji s brojem zrna po biljci, brojem mahuna po biljci i visinom stabljike.

Sve su navedene korelacije bile signifikantne na razini  $p < 0.01$ . Ostale signifikantne korelacije imale su korelacijski koeficijent manji od 0.25.

Tablica 3. Korelacije između ispitivanih svojstava

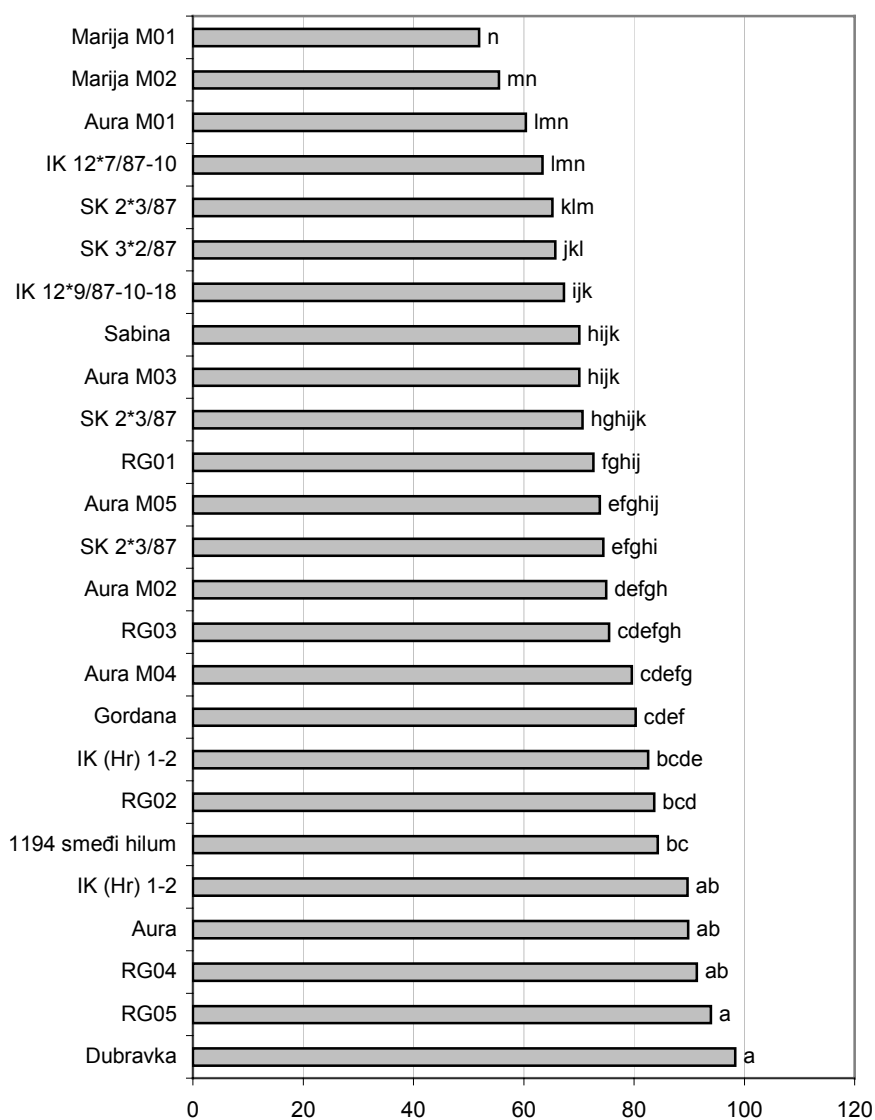
Svojstvo		VS	VM	BE	BG	BM	BZ	MZ	BZM
VM	<i>r</i>	0.4010							
	<i>p</i>	0.0001							
BE	<i>r</i>	0.4671	-0.2328						
	<i>p</i>	0.0001	0.0001						
BG	<i>r</i>	0.1949	-0.1004	<b>0.5465</b>					
	<i>p</i>	0.0001	0.0152	<b>0.0001</b>					
BM	<i>r</i>	0.3751	-0.1802	<b>0.7927</b>	<b>0.6686</b>				
	<i>p</i>	0.0001	0.0001	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>				
BZ	<i>r</i>	0.3806	-0.1829	<b>0.7705</b>	<b>0.6375</b>	<b>0.9626</b>			
	<i>p</i>	0.0001	0.0001	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>			
MZ	<i>r</i>	0.3498	-0.2298	<b>0.7597</b>	<b>0.5192</b>	<b>0.9178</b>	<b>0.9501</b>		
	<i>p</i>	0.0001	0.0001	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>		
BZM	<i>r</i>	0.0956	-0.0047	0.0469	0.0142	-0.0031	0.2376	0.2224	
	<i>p</i>	0.0088	0.8973	0.1990	0.7305	0.9313	0.0001	0.0001	
MTZ	<i>r</i>	-0.3124	-0.1729	-0.2469	-0.4135	-0.3262	-0.3385	-0.0712	-0.1101
	<i>p</i>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0514	0.0025

#### Analiza varijance i Bonferronijev test

Dvadeset i pet genotipova soje ispitano je metodom analize varijance u svrhu utvrđivanja statističkih opravdanih razlika između genotipova s obzirom na devet ispitanih svojstava. Obrada podataka sa 10 slučajno odabranih biljaka unutar pokusne parcelice provedena je pomoću računarskog programa SAS System for Windows Release 6.12. Izvori varijabilnosti bili su ponavljanje (repeticija) i genotip. Prinos je izračunat na temelju obračunske parcelice (5 m<sup>2</sup>) i preračunat u dt/ha. Utvrđeno je postojanje visokosignifikantnih razlika ( $p < 0.01$ ) između genotipova u svim ispitanim svojstvima. Nakon analize varijance proveden je Bonferronijev test u svrhu usporedbe oplemenjivačkih linija sa standardnim kultivarima.

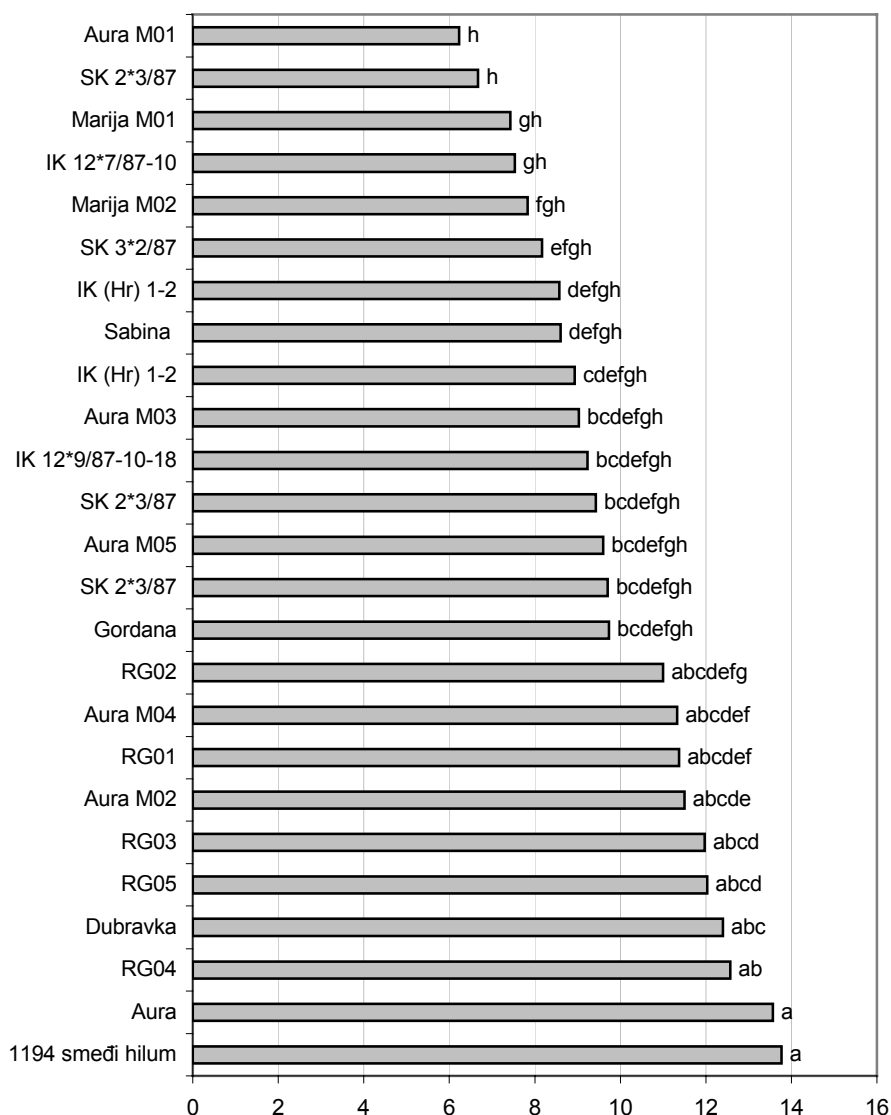
U grafikonima 1-10 prikazane su prosječne vrijednosti genotipova za pojedina ispitana svojstva. Genotipovi su poredani od onih sa najvišim prosječnim vrijednostima do onih s najnižim. A rezultati analize varijance i Bonferronijevog testa za sva ispitivana svojstva navedena su na Tablici 4.

Graf. 1. Visina stabljike (cm)



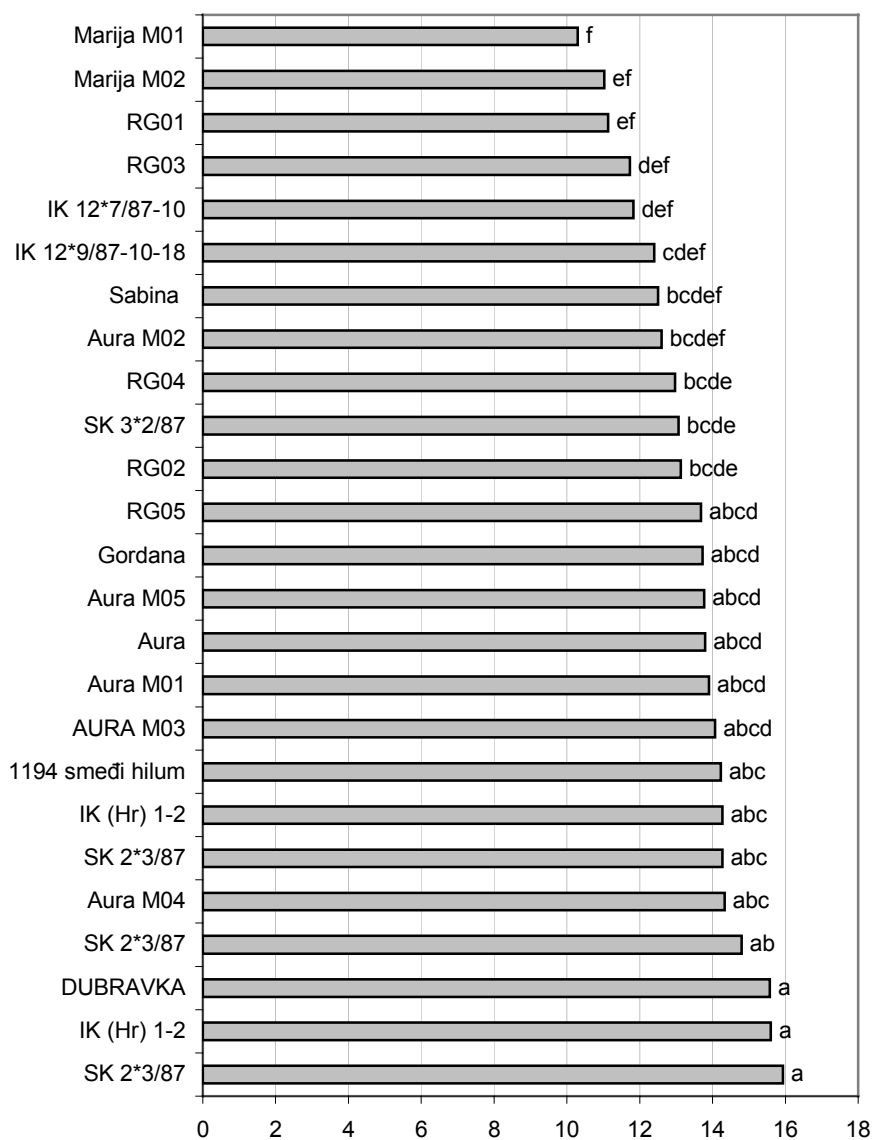
Model u slučaju zavisne varijable visina stabljike bio je visokosignifikantan, te je objašnjavao 62.36 % varijabilnosti. Bonferronijev test je pokazao da nije bilo signifikantno različitih setova genotipova. Najvišu stabljiku imao je kultivar Dubravka, a najnižu oplemenjivačka linija Marija MO1.

Graf. 2. Visina do prve plodne etaže (cm)



U slučaju zavisne varijable visina prve mahune model je bio visokosignifikantan i objašnjavao je 24.95 % varijabilnosti. Bonferronijev test je pokazao da nije bilo signifikantno različitih setova genotipova. Najveću visinu je imala oplemenjivačka linija 1194 smeđi hilum, a najnižu oplemenjivačka linija Aura M01.

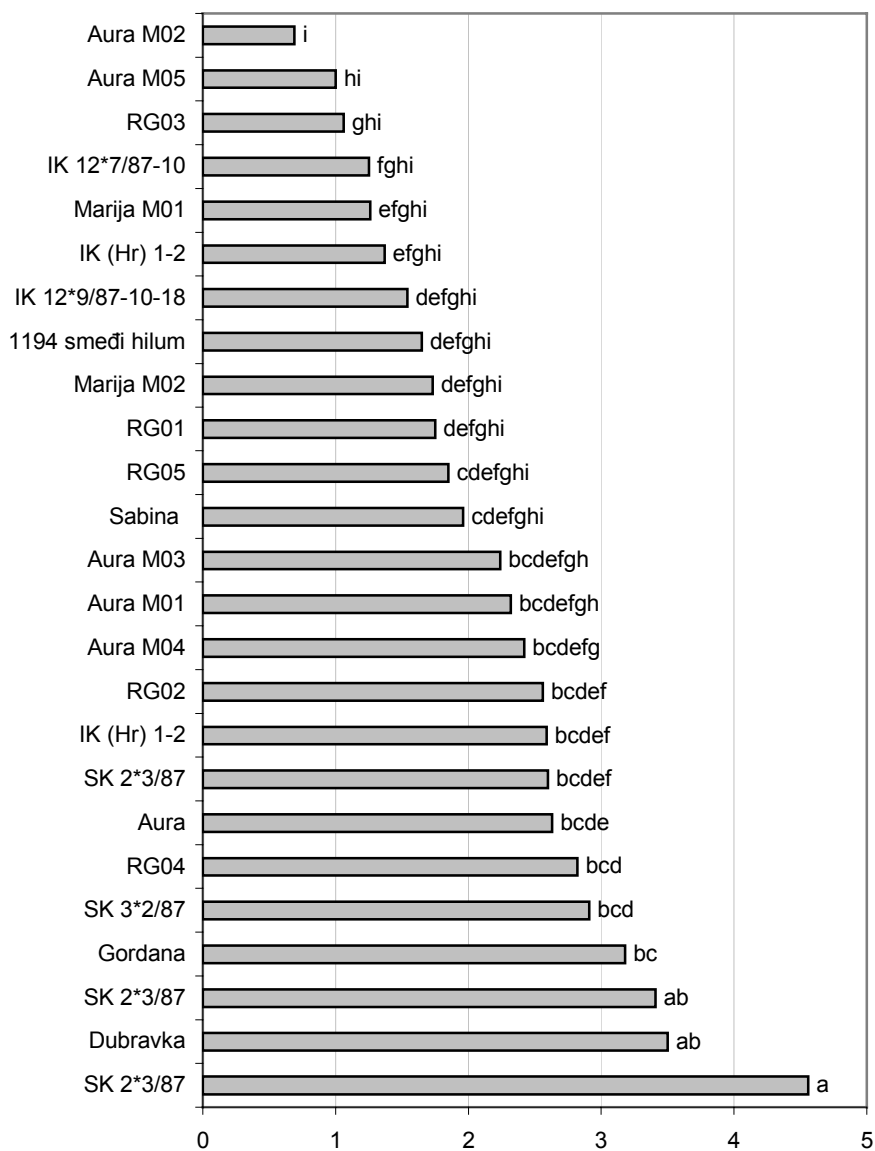
Graf. 3. Broj etaža



Kod zavisne varijable broj etaža model je bio visokosignifikantan i objašnjavao 27.12 % varijabilnosti, dok je Bonferronijev test pokazao da nisu postojali signifikantno različiti setovi genotipova. Najviše etaža imala je oplemenjivačka linija SK 2\*3/87, a najmanje oplemenjivačka linija Marija M01.

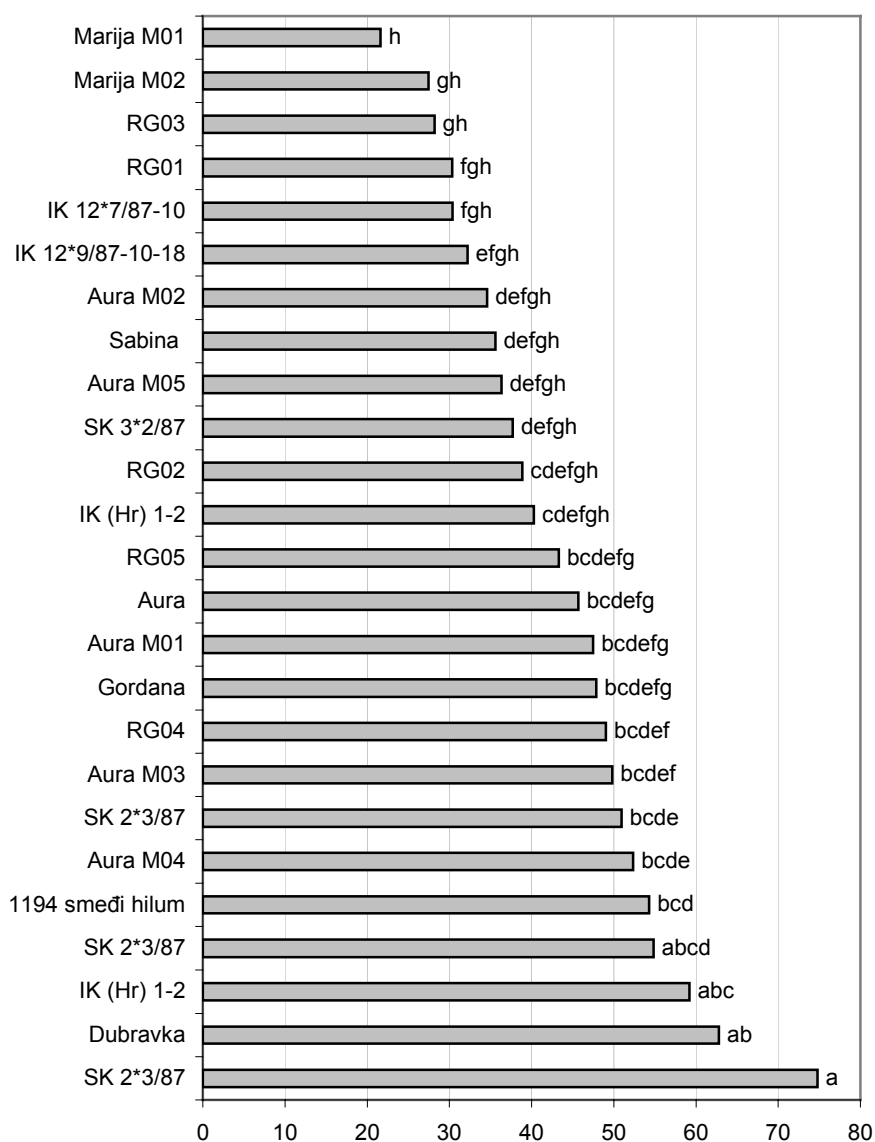


Graf. 4. Broj grana



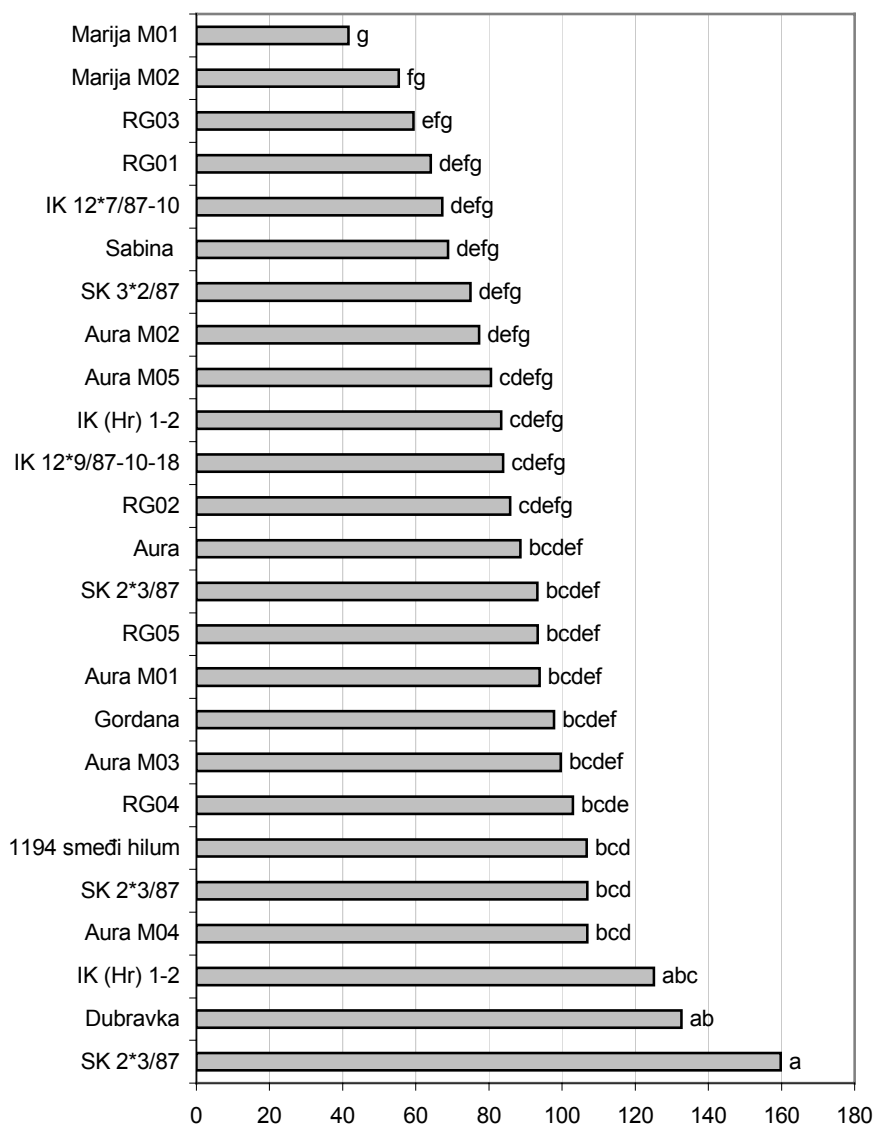
Model u slučaju zavisne varijable broj grana bio je visokosignifikantna i objašnjavao je 36.42 % varijabilnosti. Bonferronijev test je pokazao da nisu postojali signifikantno različiti setovi genotipova, dok je najveći broj grana imala je oplemenjivačka linija SK 2\*3/87, a najmanji oplemenjivačka linija Aura M02.

Graf. 5. Broj mahuna



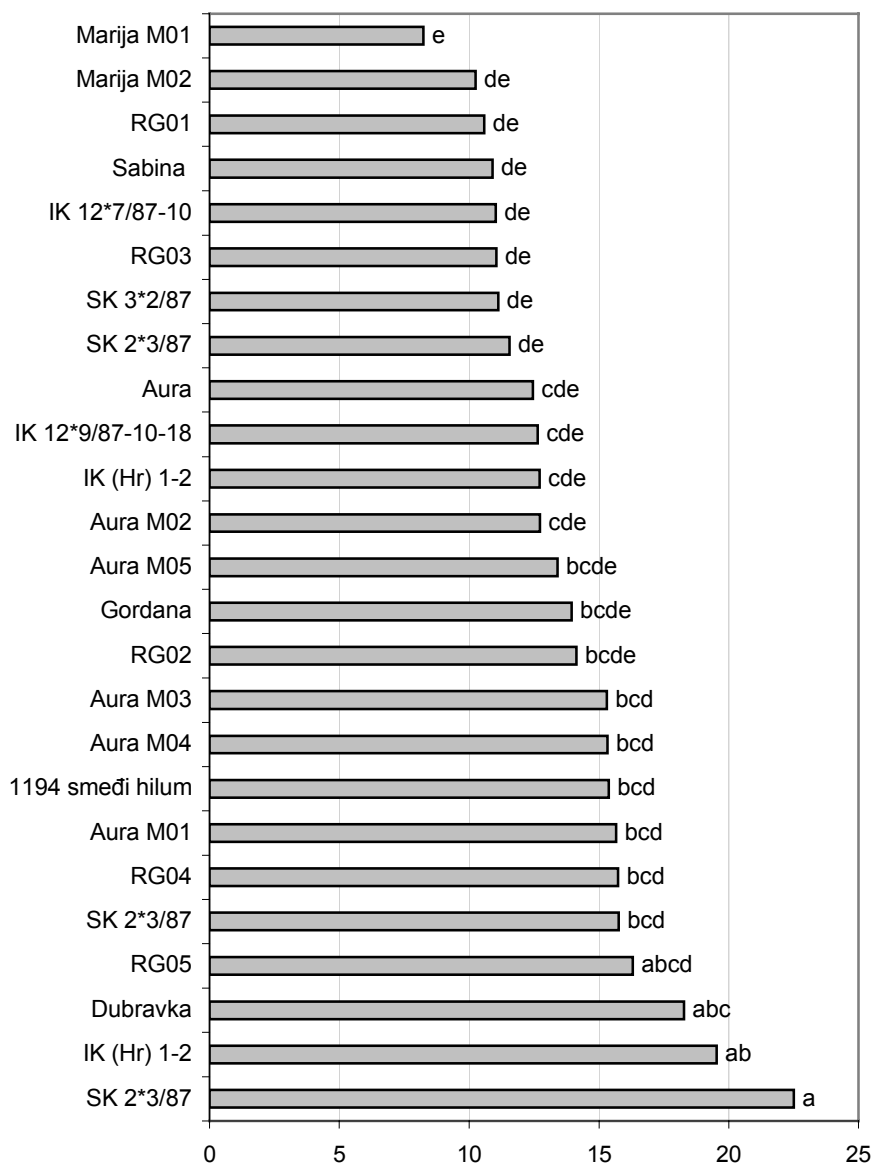
Model u slučaju zavisne varijable broj mahuna bio je visokosignifikantan, a objašnjavao je 27.34 % varijabilnosti. Bonferronijev test je pokazao da nisu postojali signifikantno različiti setovi genotipova. Najveći broj mahuna imala je oplemenjivačka linija SK 2\*3/87, a najmanji oplemenjivačka linija Marija M01.

Graf. 6. Broj zrna



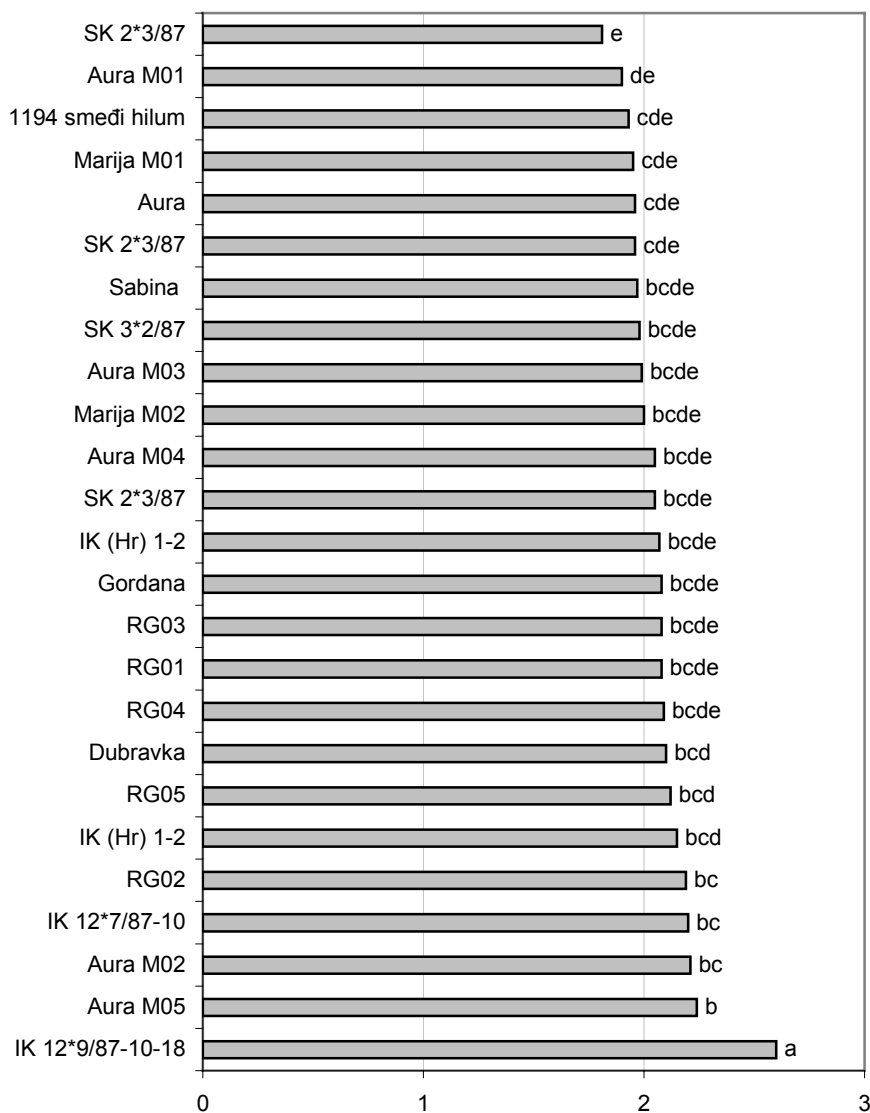
U slučaju zavisne varijable broj zrna po biljci model je bio visoko-signifikantan i objašnjavao je 24.83 % varijabilnosti. Bonferronijev test je pokazao da nisu postojali signifikantno različiti setovi genotipova. Najveći broj zrna po biljci imala je oplemenjivačka linija SK 2\*3/87 dok je oplemenjivačka linija Marija M01 imala najmanji broj zrna.

Graf. 7. Masa zrna (g)



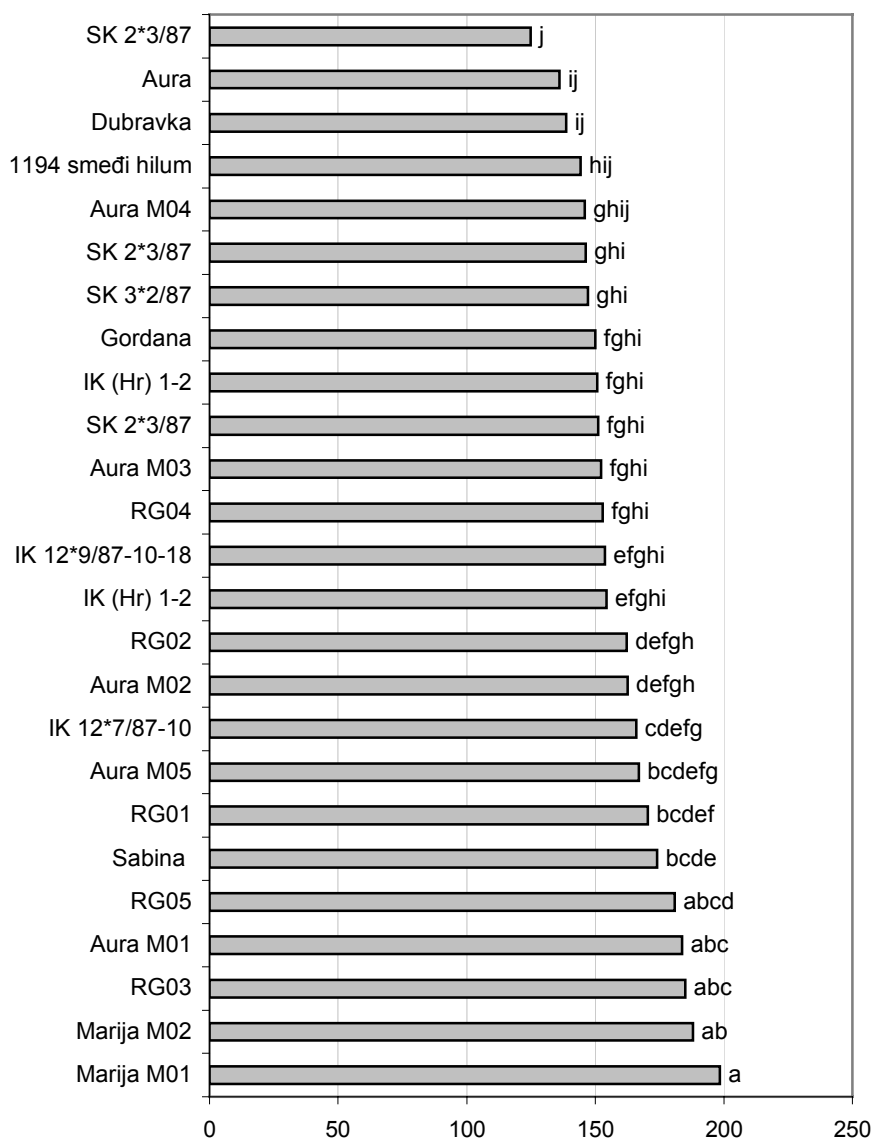
Visokosignifikantnim modelom moglo se objasniti 19.99 % varijabilnosti mase zrna. Bonferronijev test pokazao je da nisu postojali signifikantno različiti setovi genotipova. Najveću masu zrna imala je oplemenjivačka linija SK 2\*3/87, a najmanju oplemenjivačka linija Marija M01.

Graf. 8. Broj zrna po mahuni



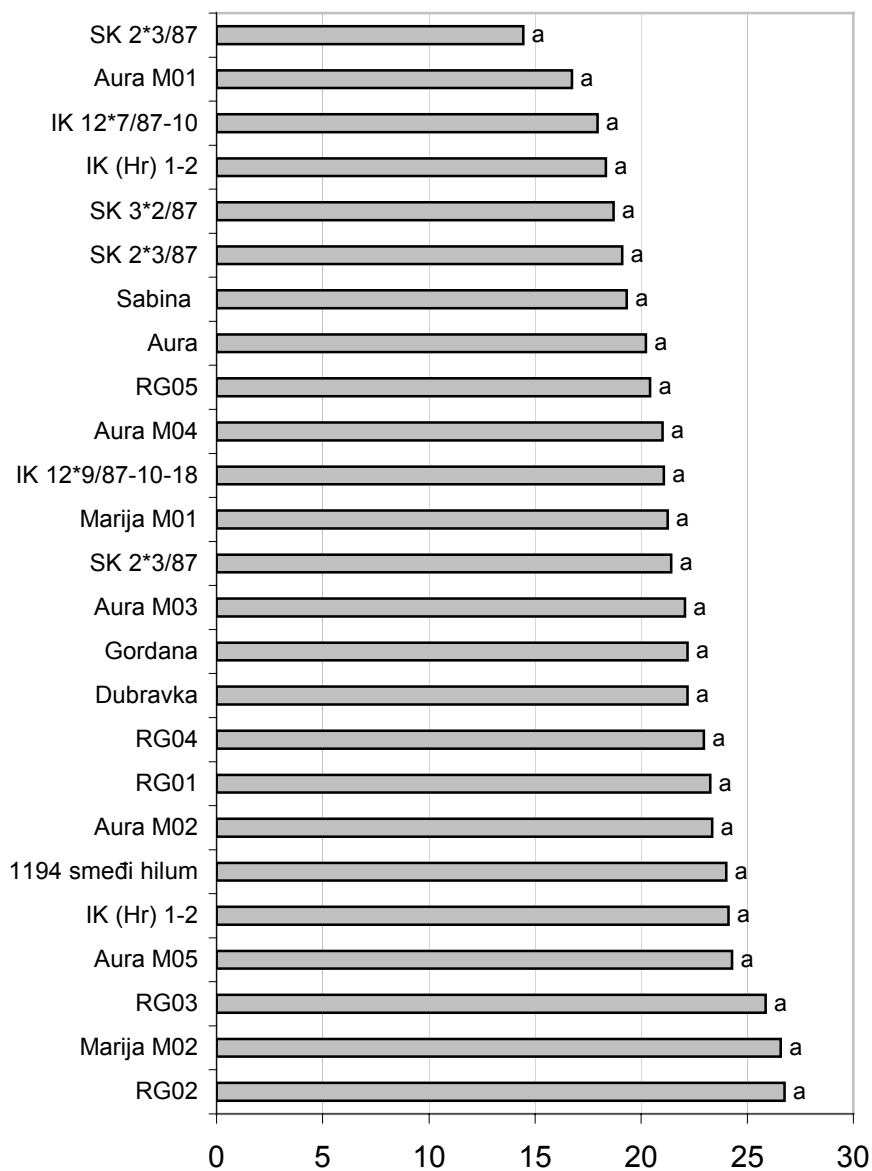
Model u slučaju zavisne varijable broj zrna u mahuni bio je visoko-signifikantan i objašnjavao je 21.99 % varijabilnosti broja zrna po mahuni. Bonferronijev test pokazao je da su postojala dva signifikantno različita seta genotipova, pri čemu je najveći broj zrna imala oplemenjivačka linija IK 12\*9/87-10-18, a najmanji oplemenjivačka linija SK 2\*3/87

Graf. 9. Masa 1000 zrna (g)



Visokosignifikantnim modelom objasnio se 41.29 % varijabilnosti mase 1000 zrna. Bonferronijev test je pokazao da nisu postojali signifikantno različiti setovi genotipova. Najveću masu imala je oplemenjivačka linija Marija M01, a najmanju oplemenjivačka linija SK 2\*3/87.

Graf. 10. Prinos (dt/ha)



Model u slučaju zavisne varijable prinosa (dt/ha) nije bio signifikantan. Prosječni prinosi članova pokusa su se kretali od 14.44 dt/ha kod oplemenjivačke linije SK 2\*3/87 do 26.76 dt/ha kod oplemenjivačke linije RG02.

## ZAKLJUČAK

Nakon provedenog pokusa koji je uključivao 25 genotipova (4 kultivara i 21 oplemenjivačku liniju) može se zaključiti sljedeće:

1. Na temelju analize 750 biljaka najveća varijabilnost je zabilježena kod svojstva broj grana ( $cv = 51.81$ ), a najmanja kod svojstva visina stabljike ( $cv = 12.34$ ). Visina stabljike je visokoheritabilno svojstvo pojedinog genotipa na koji bitno ne utječu okolišni uvjeti, dok su biljke unutar genotipa vrlo ujednačene po visini.
2. Potpuno pozitivna korelacija utvrđena je između svojstava broja mahuna po biljci i broja zrna po biljci (0.96). Također su potpuno pozitivne korelacije prisutne između svojstava broj zrna po biljci i masa zrna po biljci (0.95) i broj mahuna po biljci i mase zrna po biljci (0.91).
3. Utvrđeno je postojanje visokosignifikantnih razlika ( $p < 0.01$ ) između genotipova u svim ispitivanim sastavnicama prinosa, osim prinosa.
4. Prinos sjemena je izračunat po obračunskoj parcelici koja je iznosila 5 m<sup>2</sup>. Prosječni prinos iznosio je 21.50 dt/ha. Velika varijabilnost svojstava upućuje na to da bi se ispitivane linije mogle korisno upotrijebiti u nastavku oplemenjivačkog programa. Kao zaključak ispitivanja sastavnica priroda možemo istaći postojanje različite tvorbe priroda kod različitih linija. Dvije linije iskaču po broju mahuna (SK2\*3/87 i IK(Hr)1-2), dvije linije po broju zrna po biljci (SK2\*3/87 i IK(Hr)1-2), tri linije iskaču po masi zrna po biljci (SK2\*3/87, IK(Hr)1-2 i RG05), dok se linija IK12\*9/87-10-18 odlikuje većim brojem zrna po mahuni. Kod četiri linije je izražena veća masa 1000 zrna (RG03, RG05, Aura MO1 i Marija MO2). Oplemenjivačke linije RG02, RG03 kao i Marija M02 postigle su najveći prinos od svih oplemenjivačkih linija u pokusu kao i od sva četiri priznata kultivara. Ova činjenica naročito je važna za daljnji oplemenjivački rad.

## YIELD AND YIELD COMPONENTS OF SOYBEAN CULTIVARS AND BREEDING LINES

### SUMMARY

Yield and yield components of 21 soybean breeding lines developed at the Department of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb were compared to those of four standard soybean cultivars (Sabina, Dubravka, Gordana and Aura). A randomized complete block design with tree replications was used. The traits included in the analysis were the following: plant height, height of the first pod-bearing node, number of nodes,



number of branches, number of pods, number of seeds, 1000-seed weight, number of seeds per pod, and grain yield (dt/ha). Soybean genotypes differed significantly in all the yield components in the study, but not in yield per se. Two lines (SK2\*3/87 and IK(Hr)1-2) had a higher number of pods and seeds per plant as well as the higher seed weight per plant while in the line IK12\*9/87-10-18 a higher number of seeds per pod was detected.

Key words: soybean, yield, yield components, breeding lines, cultivars

#### LITERATURA - REFERENCES

1. Frederic, J. R., Hesketh, J. D. (1994.): Genetic improvement in soybean: Physiological Attributes, U: Genetic improvement of field crops. Slafer, G.A. (ur.) Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, Hong Kong. str. 237 – 276.
2. Hoggard, A. K., Shannon, J. G., Johnson, D. R. (1978.): Effect of plant population on yield and height characteristics in determinate soybeans. *Agron. J.* 70: 1070-1072.
3. Hume, D. J., Shanmugasundaram, S., Beversdorf, W. D. (1985.): Soybean (*Glycine max/L./Merrill*). U: Grain legume crops (Summarfielsd, R. J. i Roberts, E. H.). William Collins Sons and Co. Ltd., London Velika Britanija str. 391-432.
4. Kolak, I., Henneberg, R., Milas, S., Radošević, J., Šatović, Z. (1992.): Soybean breeding nad seed production in Croatia- Current status and perspectives. *Eurosoya Newsletter* 9: 76-84.
5. Palmer, R. G., Hymowitz, T., Nelson, R. L. (1996.): Gemplasm diversity within soybean. U: Soybean: Genetics, molecular biology and biotechnology (Verma, D: P: S: i Shoemaker, R. C.). CAB International, Wallingford, Oxon, Velika Britanija. Str. 1-36.
6. SAS Institute 1982. SAS User's Guide: statistics, basic version. SAS Institute, Cary, NC, SAD.
7. Šatović, Z., Požar, Renata, Kolak, I., Pecina, Marija, Rukavina, H. (1998): Sastavnice priroda oplemenjivačkih Zg linija soje. *Sjemenarstvo* 1-2: 13-31.
8. Vasilj, Đurđica (2000.): Biometrika i eksperimentiranje u biljnogojstvu. Hrvatsko Agronomsko društvo, Zagreb.
9. Wilcox, J. R. (1974.): Response of three soybean strains to equidistant spacings. *Agron. J.* 66: 409-412.

**Adresa autora – Authors' adresses:**

Ivan Paulić, dipl.ing.  
Klaudija Carović, dipl. ing.  
Prof. dr. sc. Ivan Kolak  
Prof. dr. sc. Zlatko Šatović  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za sjemenarstvo  
Svetošimunska 25  
HR – 10000 Zagreb

**Primljeno - Received:**

12. 12. 2005.

Doc. dr. sc. Jerko Gunjača  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje  
Svetošimunska 25  
HR – 10000 Zagreb