

"Zbornik radova", Sveska 40, 2004.

**MEĐUZAVISNOST PRINOSA, SADRŽAJA ULJA I
DUŽINE TRAJANJA VEGETACIONOG PERIODA NA SADRŽAJ
PROTEINA U ZRNU NOVIH SORTI SOJE**

**Miladinović, J., Hrustić, Milica, Vidić, M., Tatić, M.,
Balešević - Tubić, Svetlana ¹**

IZVOD

Tokom 2002. i 2003. godine sprovedena su istraživanja sa ciljem utvrđivanja međuzavisnosti prinosa, sadržaja ulja i dužine trajanja vegetacionog perioda na sadržaj proteina u zrnu novih sorti soje. U obe godine istraživanja ustanovljene su visoke negativne korelacije sadržaja proteina sa drugim ispitivanim svojstvima. Path koeficijent analizom utvrđeno je da značajan direktan efekat na sadržaj proteina ima samo sadržaj ulja. Rezultati istraživanja ukazuju da sadržaj proteina u zrnu soje uprkos visokoj heritabilnosti, pokazuje izraženu međuzavisnost u odnosu na druga svojstva, i to prvenstveno na sadržaj ulja.

KLJUČNE REČI: soja, sadržaj proteina, path koeficijent analiza

Uvod

Rad na oplemenjivanju soje u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu svake godine rezultira stvaranjem većeg broja novih linija, koje su po svojim agronomskim svojstvima superiorne u odnosu na standarde. U proces priznavanja, međutim, uključuju se samo one koje zadovoljavaju i druge kriterijume kao što su adaptabilnost i stabilnost prinosa, a u poslednjih nekoliko godina sve veća pažnja pridaje se i hemijskom sastavu zrna. Poznato je da je zrno soje najvažniji izvor biljnih proteina, esencijalnih u ishrani ljudi i domaćih životinja. Zbog toga je povećanje sadržaja proteina u zrnu jedan od najvažnijih zadataka u radu na oplemenjivanju soje.

¹ Dr Jegor Miladinović, naučni saradnik, dr Milica Hrustić, naučni savetnik, dr Miloš Vidić, naučni savetnik, mr Mladen Tatić, istraživač saradnik, mr Svetlana Balešević - Tubić, naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

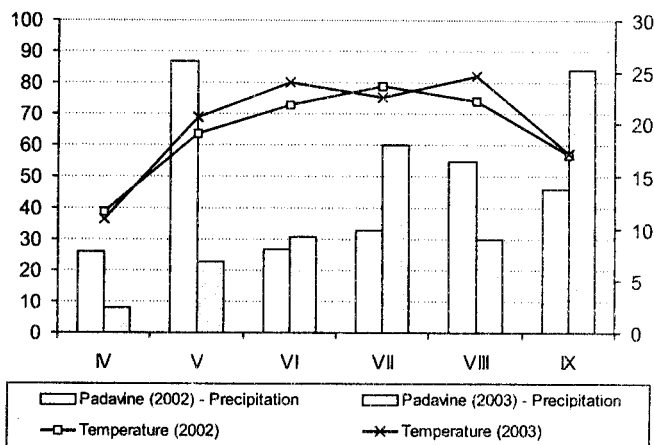
Ranija istraživanja pokazala su da je sadržaj proteina uslovljen pretežno aditivnim dejstvom gena (Ishige, 1984, McKendry et al., 1985), mada ima podataka i o epistatičnim komponentama varijabilnosti za procenat proteina (Mc Kendry et al., 1985, Sabbouh and Edwards, 1986). Generalno, heritabilnost za sadržaj proteina je viša nego za druga kvantitativna svojstva i kreće se od 0.51 - 0.96 (Shannon et al., 1972; Brim, 1973; Shorter et al., 1976; Burton and Brim, 1981; Openshaw and Hadley, 1984).

Uprkos visokoj heritabilnosti, osnovni problem u programima oplemenjivanja koji za cilj imaju povećanje sadržaja proteina u zrnu soje je negativna korelacija između ovog svojstva i prinosa zrna (Thorne and Fehr, 1970, Hartwig and Hinson, 1972, Simpson and Wilcox, 1983, Burton, 1987, Holbrook et al., 1989, Miladinović i sar., 1996a, Chung et al., 2003), kao i visoka negativna korelacija između sadržaja proteina i sadržaja ulja (Leffel, 1988, Escalante and Wilcox, 1993, Miladinović i sar., 1996b, Miladinović i sar., 1996c, Yang and Wang, 2000, Kravchenko and Bullock, 2002).

Stoga je napredak u povećanju sadržaja proteina u zrnu soje korišćenjem različitih metoda selekcije (Thorne and Fehr, 1970, Erickson et al., 1981, Openshaw and Hadley, 1984, Sebern and Lambert, 1984, Wehrmann et al., 1987, Pazdernik et al., 1996) bio veoma spor, što znači da je ovo, kao i svako drugo kvantitativno svojstvo uslovljeno većim brojem različitih faktora.

Materijal i metod rada

Istraživanja su obavljena tokom 2002. i 2003. godine na oglednim poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Rimskim Šančevima. Predmet istraživanja bilo je 12 novih sorti soje stvorenih u novosadskom Institutu koje danas zauzimaju najveći deo površina pod sojom u našoj zemlji.



Graf. 1. Padavine (mm) i temperature (°C) u vegetacionom periodu 2002. i 2003. god.
Fig. 1. Rainfall (mm) and temperatures (°C) for the growth periods 2002 and 2003.

Ogled je izveden u uslovima široke proizvodnje - svaka sorta sejana je na površini od 2 ha, bez primene navodnjavanja sa gustinama preporučenim za određene grupe zrenja.

Prinos je preračunavan u kg/ha i svoden na 14 % vlage. Sadržaj proteina i ulja u zrnu utvrđen je na aparatu Perten DA7000, koji radi na NIR principu, i preračunat na suhu materiju (0 % vlage). Dužina vegetacionog perioda izražena je kao broj dana od nicanja do žetve.

Dobijeni rezultati statistički su obrađeni metodom Path koeficijent analize koji omogućava proučavanje direktnog i indirektnog uticaja kao i proporcije zajedni kog delovanja (determinacije) nezavisno promenljivih (x_1, x_2, \dots, x_k) na zavisno promenljivu (y) (Li, 1977). U ovom radu ispitivan je uticaj prinosa zrna (x_1), sadržaja ulja (x_2) i dužine trajanja vegetacionog perioda (x_3) na sadržaj proteina u zrnu soje (y).

Podaci o temperaturi i padavinama tokom vegetacionog perioda 2002. i 2003. godine dobijeni su sa meteorološke stanice u Rimskim Šančevima (Graf. 1).

Rezultati i diskusija

Svi ispitivani genotipovi imali su viši prinos i veći sadržaj ulja u 2003. godini, osim kasnostasne sorte Morava, koja je viši prinos ostvarila u 2002. godini (Tab. 1).

Tab. 1. Srednje vrednosti ispitivanib svojstava za 2002. i 2003. godinu

Tab. 1. Mean values of the traits in 2002 and 2003

Sorta Variety	GZ MG	Prinos (kg/ha) Yield (kg/ha)		Sadržaj proteina (%) Protein content (%)		Sadržaj ulja (%) Oil content (%)		Vegetacioni perioda (dani) Growing season (days)	
		2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
1. Fortuna	00	2.750	2.783	43.50	40.34	19.36	20.58	126	126
2. Bojana	0	2.749	3.383	39.62	36.75	22.28	23.50	130	139
3. Proteinka	0	2.857	3.265	42.75	38.33	20.82	23.13	131	139
4. Afrodita	0	2.857	3.057	41.57	38.00	21.93	23.37	133	144
5. Valjevka	0	3.006	3.594	38.79	35.76	23.09	24.12	130	148
6. Balkan	I	2.889	3.194	40.13	37.19	21.62	23.53	133	141
7. Ravnica	I	2.829	3.105	39.39	35.18	21.90	24.64	133	149
8. Novosađanka	I	2.854	2.967	40.43	35.58	21.08	24.79	134	149
9. Ana	I	3.185	3.312	38.74	34.90	22.15	25.20	141	152
10. Vojvođanka	II	2.787	3.152	38.86	38.01	21.37	22.00	150	152
11. Venera	II	2.816	3.435	38.34	36.03	22.06	23.70	151	159
12. Morava	III	3.375	2.894	37.76	35.31	23.10	24.82	159	159

Najviši prinos u obe godine ispitivanja ostvarila je sorta Valjevka 2003. godine (3.594 kg/ha), a najniži sorta Bojana 2002. (2.749 kg/ha). Najveći sadržaj

proteina imala je sorta Fortuna 2002. godine (43,5 %), a najmanji Ana 2003. (34,9 %). Sorta Ana je, međutim, imala najveći sadržaj ulja (25,2 %, 2003. godine), dok je Fortuna imala najmanji sadržaj ulja (19,36 %, 2002. godine). Sve sorte su, generalno, imale duži vegetacioni period u 2003. godini.

Ostvareni viši prinos u 2003. godini je prvenstveno posledica nešto boljeg rasporeda padavina, budući da su obe godine istraživanja bile nepovoljne za soju sa stanovišta ukupne količine padavina. Kišni kraj jula i početak avgusta 2003. godine pogodovao je svim ispitivanim sortama, osim kasnoj sorti Morava, za koju je to bilo isuviše rano i ona nije uspjela da na pravi način iskoristi ove padavine. Za ovu sortu je mnogo povoljnija bila 2002. godina, kada je bilo više padavina u avgustu.

Veće količine padavina u septembru 2003. godine nisu bitnije uticale na prinos, već su više uticale na nešto duže trajanje vegetacionog perioda.

Na osnovu prikazanih rezultata, metodom Path koeficijent analize proučavana je međuzavisnost ispitivanih svojstava.

Utvrđene su pozitivne korelacije između prinosa zrna i sadržaja ulja, kao i visoko signifikantne negativne korelacije između sadržaja ulja i proteina, kao i dužine vegetacionog perioda i sadržaja proteina u obe godine ispitivanja (Tab. 2).

Tab. 2. Koeficijenti korelacije između proučavanih svojstava u 2002. godini (iznad dijagonale) i 2003. godini (ispod dijagonale)

Tab. 2. Correlations between the traits in 2002 (above the diagonal) and 2003 (below the diagonal)

Osobine Traits	x ₁	x ₂	x ₃	y
x ₁ Prinos Yield	1.000	r ₁₂ = 0.591*	r ₁₃ = 0.546	r _{1y} = -0.515
x ₂ Sadržaj ulja Oil content	r ₁₂ = 0.291	1.000	r ₂₃ = 0.440	r _{2y} = -0.823**
x ₃ Vegetacioni period Growing season	r ₁₃ = 0.261	r ₂₃ = 0.671*	1.000	r _{3y} = -0.699**
y Sadržaj proteina Protein content	r _{1y} = -0.361	r _{2y} = -0.944**	r _{3y} = -0.770**	1.000

Signifikantno na nivou 0,05 (*) i 0,01 (**)
Significant at 0.05 (*) and 0.01 (**) levels

Ovakvi odnosi između ispitivanih svojstava bili su očekivani. Može se reći i da su nešto jače izraženi u nepovoljnijoj, 2002. godini, gde postoje značajne korelacije između prinosa i sadržaja ulja.

Ipak, raščlanjivanjem efekata ispitivanih svojstava na sadržaj proteina, jasno je da značajni efekti postoje samo između sadržaja ulja i sadržaja proteina (Tab. 3)

Direktan efekat sadržaja ulja na sadržaj proteina je negativan i visoko značajan, dok direktni efekti prinosa zrna i dužine vegetacionog perioda nisu značajni, a direktni efekat prinosa zrna je čak pozitivan. Ukupan negativan efekat

prinosa zrna na sadržaj proteina ostvaren je preko negativnih indirektnih efekata druga dva svojstva, posebno sadržaja ulja (-0,42). To znači da prinos zrna sam po sebi ne utiče direktno na sadržaj proteina u zrnu soje, već se negativna korelacija između ova dva svojstva pojavljuje prvenstveno kao posledica visoke negativne korelacije između sadržaja ulja i sadržaja proteina.

Tab. 3. Path koeficijent analize za sadržaj proteina u 2002. godini
Tab. 3. Path coefficient analysis for protein content in 2002.

Direktni efekti Direct effects	Indirektni efekti Indirect effects	
$P_{y1} = 0.165$	$r_{12};P_{y2} = -0.420$	$r_{13};P_{y3} = -0.260$
$P_{y2} = -0.711^{**}$	$r_{21};P_{y1} = 0.098$	$r_{23};P_{y3} = -0.209$
$P_{y3} = -0.476$	$r_{31};P_{y1} = 0.090$	$r_{32};P_{y2} = -0.313$
$R^2_{y123} = 0.833$		

Signifikantno na nivou 0,05 (*) i 0,01 (**)
Significant at 0.05 (*) and 0.01 (**) levels

Isto bi se moglo reći i za dužinu vegetacionog perioda, s tom razlikom što ovde, pored indirektnih efekata sadržaja proteina, postoji i indirektan efekat prinosa koji je u pozitivnoj korelaciji sa dužinom vegetacije.

Tab. 4. Path koeficijent analize za sadržaj proteina u 2003. godini
Tab. 4. Path coefficient analysis for protein content in 2003.

Direktni efekti Direct effects	Indirektni efekti Indirect effects	
$P_{y1} = -0.077$	$r_{12};P_{y2} = -0.221$	$r_{13};P_{y3} = -0.062$
$P_{y2} = -0.761^{**}$	$r_{21};P_{y1} = -0.022$	$r_{23};P_{y3} = -0.160$
$P_{y3} = -0.239$	$r_{31};P_{y1} = -0.020$	$r_{32};P_{y2} = -0.510$
$R^2_{y123} = 0.930$		

Signifikantno na nivou 0,05 (*) i 0,01 (**)
Significant at 0.05 (*) and 0.01 (**) levels

Gotovo identični rezultati dobijeni su i u drugoj godini istraživanja, što se moglo i očekivati budući da nije bilo bitnijih razlika u uslovima spoljašnje sredine. Visoka značajnost direktnog efekta na sadržaj proteina utvrđena je samo za sadržaj ulja, dok su druga dva svojstva imala male direktne efekte. Indirektni efekti sadržaja ulja su za oba svojstva bili veći od direktnih.

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetog može se zaključiti sledeće:

Svi ispitivani genotipovi imali su viši prinos, sadržaj ulja i duži vegetacioni period u 2003. godini u odnosu na 2002, osim sorte Morava.

Najviši prinos u obe godine ispitivanja ostvarila je sorta Valjevka 2003. godine (3.594 kg/ha), a najniži sorta Bojana 2002. (2.749 kg/ha), dok je najveći sadržaj ulja imala sorta Ana 2003. godine (25,2 %), a najmanji Fortuna 2002. (19,36 %).

Sadržaj proteina bio je generalno veći 2002. godine. Najveći sadržaj proteina imala sorta Fortuna 2002. godine (43,5 %), a najmanji Ana 2003. (34,9 %).

U obe godine istraživanja ustanovljene su visoke negativne korelacije sadržaja proteina sa drugim ispitivanim svojstvima. Path koeficijent analizom utvrđeno je da značajan direktan efekat na sadržaj proteina ima samo sadržaj ulja.

Rezultati istraživanja ukazuju da sadržaj proteina u zrnu soje uprkos visokoj heritabilnosti, pokazuje izraženu međuzavisnost u odnosu na druga svojstva, i to prvenstveno na sadržaj ulja.

LITERATURA

- Brim, C.A. (1973): Quantitative genetics and breeding. In: Soybeans: Improvement, production and uses. Caldwell, B.E. (edit.). Agronomy 16: 155 - 186.
- Burton, J.W. (1987): Quantitative genetics: Results relevant to soybean breeding. Agron. J. 16: 211 - 247.
- Burton, J.W., Brim, C.A. (1981): Recurrent selection in soybeans III. Selection for increased percent oil in seeds. Crop Sci. 21: 31 - 34.
- Chung, J., Babka, H.L., Graef, G.L., Staswick, P.E., Lee, D.J., Cregan, P.B., Shoemaker, R.C., Specht, J.E. (2003): The seed protein, oil, and yield QTL on soybean linkage group I. Crop Sci. 43:1053-1067.
- Erickson, L.R., Voldeng, H.D., Beversdorf, W.D. (1981): Early generation selection for protein in Glycine max x Glycine soja crosses. Can. J. Plant Sci. 61: 901 - 908.
- Escalante, E. E., Wilcox, J. R. (1993): Variation in seed protein among nodes of normal- and high-protein soybean genotypes. Crop Sci. 33: 1164-1166.
- Hartwig, E.E., Hinson, K. (1972): Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans. Crop Sci. 12: 829 - 830.
- Holbrook, C.C., Burton, J.W., Carter, T.E. (1989): Evaluation of recurrent restricted index selection for increasing yield while holding seed protein constant in soybean. Crop Sci. 29: 324 - 329.
- Ishige, T. (1984): Biometrical analysis and estimation of number of the genes for seed protein content of soybean, Glycine max (L.) Merrill. J. Agric. Res. Quart., 17: 230 - 235.
- Kravchenko, A.N., Bullock, D.G. (2002): Spatial variability of soybean quality data as a function of field topography II. A proposed technique for calculating the size of the area for differential soybean harvest. Crop Sci. 42:816-821.
- Leffel, R.C. (1988): High protein lines and chemical constituent pricing in soybean. J. Prod. Agric. 2: 111 - 115.
- Li, C. C. (1977): Path Analysis - A Primer. The Boxwood Press, Pacific Groove.

- McKendry, A.L., McVetty, P.B.E., Voldeng, H.D. (1985): Inheritance of seed protein and seed oil content in early maturing soybean. *Can. J. Gen. Cyt.* 27: 603 - 607.
- Miladinović, J., Hrustić, Milica, Vidić, M., Tatić, M. (1996a): Path coefficient analysis of the effect of yield, oil content and the duration of vegetative and reproductive period on seed protein content in soybean, *Eurosoya*, 10: 26 - 33
- Miladinović, J., Hrustić, M., Vidić, M., Tatić, M. (1996b): Path koeficijent analiza međuzavisnosti prinosa, sadržaja proteina i dužine trajanja vegetativnog i reproduktivnog perioda na sadržaj ulja u zrnju soje. *Zbornik radova 37. Savetovanje proizvodnja i prerada uljarica. Budva*, 27 - 31. 05. 1996., 233 - 241
- Miladinović, J., Malenčić, Đ., Hrustić, Milica, Gašić, Olga, Popović, M., Verešbaranji, I. (1996c): Path - koeficijent analiza međuzavisnosti aktivnosti enzima metabolizma azota na prinos zrna i sadržaj rastvorljivih proteina soje. *Zbornik Radova 28*: 77 - 83.
- Openshaw, S.J., Hadley, H.H. (1984): Selection indexes to modify protein concentrations of soybean seeds. *Crop Sci.* 24: 1 - 4.
- Pazdernik, D.L., Hardman, L.L., Orf, J.H., Clotaire, F. (1996): Comparison of field methods for selection of protein and oil content in soybean. *Can. J. Plant Sci.* 76: 721-725.
- Sabbouh, M.Y. and Edwards, L.H. (1985): Combining ability for seed protein and oil content in soybeans. *Soybean Genetics Newsletter*, 12: 99 - 100.
- Sebern, N.A., Lambert, J.W. (1984): Effect of stratification for percent protein in two soybean populations. *Crop Sci.* 24: 225 - 228.
- Shannon, J.G., Wilcox, J.R., Probst, A.H. (1972): Estimated gains from selection for protein and yield in the F₄ generation of six soybean populations. *Crop Sci.* 12: 824 - 826.
- Shorter, R., Byth, D.E., Mungomery, V.E. (1976): Estimates of selection parameters associated with protein and oil content of soybean seeds *Glycine max (L.) Merr.* *Aust. J. Agric. Res.* 28: 211 - 222.
- Simpson, A.M. Jr., Wilcox, J.R. (1983): Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations. *Crop Sci.* 23: 1077 - 1081.
- Thorne, J.C., Fehr, W.R. (1970): Incorporation of high protein exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3- way crosses. *Crop Sci.* 10: 652 - 655.
- Wehrmann, V.K., Fehr, W.R., Cianzio, S.R., Cavins, J.F. (1987): Transfer of high seed protein to high - yielding soybean cultivars. *Crop Sci.* 27: 927 - 931.
- Yang, Q., Wang, J. (2000): Agronomic traits correlative analysis between interspecific and intraspecific soybean crosses. *Soybean Genetics Newsletter* 27.

**INTERRELATIONSHIP BETWEEN YIELD, OIL CONTENT AND
VEGETATION PERIOD DURATION ON PROTEIN CONTENT IN
NEW SOYBEAN VARIETIES' SEEDS**

***Miladinović, J., Hrustić, Milica, Vidić, M., Tatić, M.,
Balešević - Tubić, Svetlana***

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

During 2002 and 2003, a study was carried out to determine the effects of yield, oil content, and growing season duration on protein content in new soybean varieties' seeds. In both years, high negative correlations were found between protein content and the other traits under investigation. Path coefficient analysis showed that only oil content had a significant direct effect on protein content. Our findings have shown that despite its high heritability, protein content exhibited a strong interrelationship with other traits, primarily oil content.

KEY WORDS: soybeans, protein content, path coefficient analysis