

## Nelinearnost regresije potomak - roditelj za proizvodnju mlijeka u krava\*

Ivan Jurić i Marija Đikić

Izvorni znanstveni rad - Original Scientific paper

UDK: 636.2

### Sažetak

Hipotezu o nelinearnosti regresije potomak - roditelj postavio je A. Robertson 1977. god. U našem istraživanju izračunat je regresijski odnos kćeri - majki za svojstvo količine proizvedenog mlijeka u 305 dana prve laktacije. Sve majke ( $n=224$ ) bile su kćeri jednoga bika. Njihove kćeri proizvedene su sparivanjem s drugim bikom, pa su i one bile polusestre. Tako su majke imale istoga oca, a kćeri istog i djeda i oca. U tako srodnih životinja utvrđena su linearna regresija kćeri - majke  $Y = -23,43 + 0,0462 X$  i krivocrtna regresija  $Y = -25,93 + 0,348767 X - 0,0002572 X^2$ .

Testiranjem zakrivljenosti određen je  $F = 4,908$ , a tendencija zakrivljenosti bila je signifikantna na razini od 11,4%. Dobiveni rezultati omogućavaju postavljanje hipoteze o različitu odnosu aditivne varijance i varijance koja je posljedica interakcije gena u subpopulacija različito udaljenih od prosječne vrijednosti populacije.

**Ključne riječi:** regresija, nelinearnost, kćeri - majke, proizvodnja mlijeka.

### 1. Uvod

Nakon postavke teorije o heritabilitetu (Lush, 1945.) odnos, pogotovu regresijski, između roditelja i potomaka učestalo se istražuje (G. E. Bradford i Van Vleck, 1964., J. P. Beardsley, 1950., W. G. Hill 1972a.), ali tek Alan Robertson 1977. daje cjelovitu studiju o regresijskom odnosu potomak - roditelj. Ideje Robertsona su nadograđene i detaljnije objašnjene u knjizi Hilla i Mackaya, izdanoj u čast Alana Robertsona, a posebno u radu R. Frankhama (1989). Nekoliko autora navodi postojanje značajnih nepublikiranih radova iz ovoga područja, koje je proučavao Maki Tanila pod nadzorom A. Robertsona.

U ranijim radovima dali smo prilog istraživanju ovih odnosa: I. Jurić (1979), I. Jurić (1986), I. Jurić i sur. (1993), Marija Đikić, I. Jurić (1994).

\*Referat održan na 1. Slovenskom međunarodnom kongresu "Mlijeko i mliječni proizvodi", Portorož, 20. - 22. 9. 1995.

## 2. Materijal i metoda rada

U prvom pokusu sparane su slučajno izabrane krave s bikom A i proizvedene krave majke koje su sparane s bikom B i tako su proizvedene kćeri. U drugom pokusu ponovljen je ovaj način sparivanja, ali su zamijenjena mjesta bikova A i B. Prvi pokus je publiciran (I. Jurić, 1986.)

Rezultati drugog pokusa ( $n = 224$  majki i kćeri) obrađeni su tako da je cijela populacija majki podijeljena u 6 skupina po visini proizvodnje mlijeka u prvoj laktaciji od 305 dana. Uspoređena su odstupanja svake skupine od prosjeka ukupno istraživane populacije majki, te odstupanja njihovih kćeri od prosjeka njihove populacije. Tako su određeni rezultati proizvodnje mlijeka roditelja unutar isječaka normalne distribucije i proizvodnje njihovih potomaka.

Analizirani su i odnosi potomci - roditelji kao odsječci distribucije. Uspoređeni su odnosi proizvodnje potomaka i roditelja u skupini najviše proizvodnje roditelja i njihovih potomaka, zatim dvije skupine s najvišom proizvodnjom mlijeka i t. d. Ta usporedba je ujedno usporedba selekcijskog diferencijala i rezultata selekcije. Taj je odnos analiziran linearnom regresijom i regresijom drugog stupnja, te je testirana signifikantnost zakrivljenosti. Obrada je načinjena računskim programom Madison Academic Computing Center Program Step 1", gdje je  $x_M$  prosječna proizvodnja kg mlijeka majki u skupini, a oznaka  $y_D$  prosječna proizvodnja kćeri u skupini;  $\bar{x}_M$  je prosječna proizvodnja svih majki, a  $\bar{y}_D$  prosječna proizvodnja svih kćeri.

## 3. Rezultati istraživanja

Rezultati visine proizvodnje u skupinama majki ( $x_M$ ) i njihovih kćeri  $y_D$ , te razlike proizvodnje unutar skupina majki i kćeri prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Proizvodnja mlijeka skupina majki i kćeri i razlika između skupine majki i kćeri  
Table 1 Mothers' and daughters' milk production groups and differences between mothers and daughters groups

Skupina Group	n	$x_M$	s	$y_D$	s	$y_D - x_M$
1	37	3.742,0	496,07	5.650,03	1.487,24	1.908,0
2	38	4.479,8	289,51	5.449,84	1.531,86	970,0
3	37	4.889,1	334,56	5.580,08	1.155,20	690,9
4	38	5.307,5	459,84	5.809,47	1.129,99	502,0
5	37	5.703,2	403,61	5.887,86	1.343,76	184,7
6	37	6.232,6	464,56	5.682,94	1.429,66	-549,6

Rezultati razlika skupina kao odsječka distribucije prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Razlika između skupina majki i kćeri  
Table 2 Differences between mothers' and daughters' groups

Skupina Group	n	$x_M - \bar{x}_M$	$y_D - \bar{y}_D$
6	37	1.175,03	6,66
5 + 6	74	910,32	109,12
4 + 5 + 6	112	686,25	117,28
3 + 4 + 5 + 6	149	474,02	64,27
2 + 3 + 4 + 5 + 6	187	260,30	5,20
Total	224	0	0

Regresija za podatke u tablici 2, gdje je x bila proizvodnja skupina majki, a y proizvodnja skupina kćeri, utvrđene su slijedećim jednadžbama:

$$\text{Linearne: } Y = -23,43 + 0,0462 X$$

$$\text{Drugog stupnja: } Y = -25,93 + 0,348767 X - 0,0002574 x^2$$

Zakrivljenost je bila signifikantna na 11,4% razini, a vrijednost je iznosila 4,908.

#### 4. Diskusija o rezultatima

Rezultati prikazani u tablici 1 razlikuju se od rezultata prvog pokusa (Jurić, 1986), jer je razlika u prvom pokusu na neki način simetrična. Ova se pojava može protumačiti razlikom u uzgojnim vrijednostima između bikova A i B, koja je bila značajna, kako to prikazuje tablica 3.

Tablica 3. Rezultati progenih testova bikova A i B  
Table 3 Progeny tests of bulls A and B

Pokazatelji Characteristics	Bik A Bull A	Bik B Bull B
Broj kćeri (n) Daughters' number	1.595	1.442
Proizvodnja kćeri - kg mlijeka Daughters' production - kg milk	5.647	5.334

Rezultati tablice 2 i signifikantnost zakrivljenosti na 11,4 % razini temelj su za tvrdnju da su odnosi aditivne i neaditivne varijance u subpopulacijama kao odsječcima distribucije različiti. Budući da su odsječci distribucije u praktičnoj

provedbi selekcije selekcijski diferencijal, ne mogu se očekivati rezultati selekcije kao linearni odnos veličine selekcijskog diferencijala i rezultata selekcije. Dakako, tada se postavlja pitanje interakcija i njihova eventualnog značenja u selekciji na mliječnost. Taj se odnos i teoretski može dosta jasno postaviti na način kako to prikazuje tablica 4.

Tablica 4. Hipotetički primjer rezultata progenog testa za genotipove  $A_1 A_1$  i  $A_2 A_2$   
Table 4 Hypothetical results of progeny test for genotypes  $A_1 A_1$  and  $A_2 A_2$

Genotip Genotype	$\bar{x}$ populacije za frekvenciju gena $\bar{x}$ population for genes frequency		Vrijednost potomaka Progeny value	
	$p = 0,9$	$p = 0,3$		
$A_1$	10,34	9,86	10,2	11,4
$A_2$	10,34	9,86	11,6	9,2

Rezultat je obračunat uz vrijednosti genotipova:  $A_1 A_1=10$ ,  $A_2 A_2=8$ ,  $A_1 A_2=12$

Hipotetički primjer u tablici 4 pokazuje da je moguće, ako postoje interakcije, očekivati da najbolje kćeri u velikoj mjeri mogu biti rezultat interakcija. U praksi, ova se pojava može manifestirati tako da jedna krvna linija, čiji je predek imao izuzetno visoko procijenjenu uzgojnu vrijednost, neće dugo u populaciji davati bikove s visokom vrijednošću progenog testa. Kako proizvodnja mlijeka u populaciji bude rasla, valja očekivati da će se krvne linije bikova naglo smjenjivati. Temelji za takvo mišljenje registrirali smo i tijekom selekcije svinja (J. Jurić i sur., 1993; Marija Đikić i J. Jurić, 1994).

## 5. Zaključci

1. U istraživanjima regresijskog odnosa za proizvodnju mlijeka kćeri i majki utvrđena je zakrivljenost, koja je bila signifikantna na 11,4 % razini.

### OFFSPRING - PARENT REGRESSION'S NON-LINEARITY IN COWS' MILK PRODUCTION

#### Abstract

*Offspring-parent regression's non-linearity hypothesized A. Robertson in 1977. We calculated the regressive relation daughter-mother for milk yield during 305 days of the first lactation. All mothers (n = 224) were daughters of the same bull, their daughters were offspring of another same one bull, consequently they were half sisters as well. So mothers had the same father and daughters the same grandfather and father. Among these related animals we ascertained linear*

regression daughter-mother  $Y = -23.43 + 0.0462 X$ , and the curvilinear regression  $Y = -25.93 + 0.348767 X - 0.0002572 x^2$ .

Testing the curvilinearity we obtained  $F = 4.908$ , its tendency was significant at the 11.4 per cent level. According to own data it is possible to form a hypothesis relative to different relation between additive variance and variance resulting from the interaction of genes in subpopulations differently distant from the mean value of population.

*Key words: regression, non-linearity, daughters-mothers, milk yield.*

### Literatura

- BEARDSLEY Y.P., R.W. BRATTON, W. SALISBURY (1950.): The curvilinearity of heritability of butterfat production. **J. Dairy Sci.** vol. 33, str. 93.
- BRADFORD G.E., VAN VLECK L.D. (1964): Heritability in relation to selection differential in cattle. **Genetics** vol. 4, str. 819.
- ĐIKIĆ MARIJA, I. JURIĆ (1994): Differences in the meatness between progenies of two lines sows within some sires. Proceedings of the 5<sup>th</sup> WCGALP Vol 19 493-496 August 7-12 Guelph Ont. Canada.
- ĐIKIĆ MARIJA, I. JURIĆ (1995): Proportions of the ham loin and belly-rib part in the carcasses of pigs. 3rd International symposium "Animal Science Days" Perspectives in the production of various kinds of meat. Research reports Biotehnična fakulteta Univerzitetu Ljubljana supl. 22. 155-164 Bled, 26-29. September 1995.
- FALCONER D.S. (1977): Why are mice the size they are? International Conference on Quantitative Genetics Iowa State August 16-21. 1976. The Iowa State Univer. Press. Ames 1977.
- FALCONER D.S. (1981): Introduction to Quantitative Genetics. Longman London, New York.
- FRANKHAM R. (1989): Alan Robertson's contribution to Quantitative Genetics. Evolution and Animal Breeding. Reviews on Molecular and Quantitative Approaches in Honour of Alan Robertson 84-89. Edited by W.G. Hill and Trudy F.C. Mackay. CAB International Wallingford Oxon OX 10 8DE UK.
- HILL W.G. (1972): Estimation of realised heritabilities from selection experiments. I. Divergent selection. **Biometrics**, vol. 28, str. 741.
- HILL W.G., (1972a): Estimation of realised heritabilities from selection experiments. II. Selection in one direction. **Biometrics**, vol. 28, str. 767.
- HILL W.G., TRUDY F.C. MACKAY (1989): Evolution and Animal Breeding Reviews on Molecular and Quantitative Approaches in Honour of Alan Robertson. CAB International Wallingford Oxon OX 10 8DE UK.
- JURIĆ I. (1979): Odnos između intenziteta i rezultata selekcije krava na mliječnost. Doktorska disertacija. Zagreb, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- JURIĆ I. (1986): Istraživanje zakrivljenosti regresije potomak - roditelj proizvodnje mlijeka kod holstein krava. **Agronomski glasnik**, br. 4, 3-8.
- JURIĆ I., MARIJA ĐIKIĆ, B. MIOČ, K. BENČEVIĆ (1993): Udio i odnosi mišićnog i masnog tkiva u polovicama različito selekcioniranih svinja i njihovih križanaca. **Poljoprivredna znanstvena smotra** 58, 1, 67-74.

LUSH J.L. (1945): Animal breeding plan. The Iowa State College Press, Ames Iowa.

ROBERTSON A. (1977): The non - linearity of offspring - parent regression. Proceeding of the International conference on quantitative Genetics. Iowa State August 16-21, 1976. The Iowa State University Press/Ames 1977.

**Adrese autora - Author's addresses:**

Prof. dr. Ivan Jurić

Doc. dr. Marija Đikić

Agronomski fakultet

Zagreb, Svetošimunska 25

**Primljeno - Received:**

15. 10. 1995.