

## ISTRAŽIVANJE ZNAČAJKI RASTA BROJLERA POMOĆU ASIMETRIČNE S-FUNKCIJE

Gordana Kralik, R. Scitovski

### Sažetak

U radu su istraživane fenotipske značajke rasta Arbor Acres pilića do 6. tjedna odnosno 10. tjedna. U istraživanju je uključeno po 30 pilića ženskog odnosno muškog spola. U modeliranju krivulje rasta upotrebljena je asimetrična S-funkcija. Pomoću navedene funkcije utvrđene su karakteristične faze rasta i točka infleksije. Istraživanje je pokazalo da je asimetrična S-funkcija prikladna i za prognozu životne mase pilića do 10. tjedna.

### Uvod

Rast je biološki proces karakterističan živim bićima u svom trajanju. Mitchell (1962) opisuje rast koordiniranim biološkim i kemijskim procesima koji započinju sazrijevanjem spolnih stanica a završavaju formiranjem tjelesne mase i njenog sadržaja, karakterističnog za vrstu, pasminu odnosno individuu. Rast živih bića intenzivniji je u mlađoj dobi što se, u gospodarskom pogledu, kada je u pitanju proizvodnja mesa, smišljeno iskorištava. Istraživanja su pokazala da se procesi rasta odvijaju po krivulji koja ima svoje specifičnosti s obzirom na genetsku konstrukciju životinja (Pfeffer i sur. 1984). U literaturi se susreću različite definicije rasta ovisno o aspektu izučavanja. Fenotipsko očitovanje bioloških promjena u organizmu, matematički su izrazili modeliranjem krivulje rasta, Verhulst (1838), Bertalanffy (1957), Lewandowski (1980) i drugi autori. Najčešće upotrebljavane funkcije su: GOMPERTZ-ova, logistička i BERTALANFFY-eva, a o njihovim modifikacijama u modeliranju rasta izvijestili su Laird (1966), Lehmann (1975, 1977) te Seber i Wild (1989). Istražujući specifičnosti pojedinih funkcija, pokušali smo u svom radu, za opisivanje rasta brojlera upotrijebiti asimetričnu S-funkciju, kao opći oblik logističke funkcije. Ovaj rad predstavlja nastavak našeg ranijeg istraživanja (Kralik i Horvat, 1992) o specifičnostima rasta brojlera s obzirom na spol.

### Materijal i metode rada

U istraživanju je uključeno po 30 pilića oba spola Arbor Acres podrijetla tovljenih do 6 tjedana smjesom s 23% sir. proteina i 12,97 MJ ME/kf, u 6. tjednu dobijali su

Dr. Gordana Kralik, red. prof., Poljoprivredni fakultet Osijek, dr. Rudolf Scitovski, izv. prof., Elektrotehnički fakultet Osijek.

smjesu iste hranidbene vrijednosti ali bez antibiotika i antikokcidijskog preparata. Svakih tjedan dana mjerene su mase pilića prema spolu. Na osnovi pojedinačnih masa (tablica 1) modelirane su krivulje rasta za muške odnosno ženske brojlere.

Pretpostavka, da je brzina prirasta tjedne mase pilića proporcionalna trenutnoj masi pilića ( $y$ ) i njihovom trenutnom biološkom potencijalu, uz korekciju koeficijenta asimetrije  $\gamma$ , može se zapisati diferencijalnom jednadžbom

$$\frac{dy}{dt} = cy \left(1 - \left(\frac{Y}{A}\right)^\gamma\right) \quad (1)$$

gdje je  $A$  - biološki maksimum, a  $c$  - stopa rasta.

Rješenje jednadžbe (1) je asimetrična S-funkcija (L e w a n d o w s k y, 1980).

$$f(t) = \frac{A}{(1 + be^{-c\gamma t})^{1/\gamma}} \quad (2)$$

Asimetrična S-funkcija s jednom točkom infleksije sigurno raste u cijelom području definiranja. Parametri asimetrične S-funkcije  $b$ ,  $c$  određeni su na osnovi eksperimentalnih maksimum  $A$  i koeficijenti asimetrije zadani unaprijed.

Faze rasta tjedne mase prilića određene su vremenskim terminima  $t_B$  i  $t_C$ :

$$t_B = \frac{i}{c\gamma} \ln \frac{2b}{\gamma(\gamma + 3) + \gamma\sqrt{(\gamma + 1)(\gamma + 5)}} \quad (3)$$

$$t_C = \frac{i}{c\gamma} \ln \frac{2b}{\gamma(\gamma + 3) + \gamma\sqrt{(\gamma + 1)(\gamma + 5)}}$$

Pri tome je  $B$  točka maksimum u području intenzivnog rasta (područje konkavnosti), a  $C$  točka minimuma u području degresivnog rasta (područje konkavnosti).

Interval ( $t > t_B$ ) predstavlja fazu formiranja rasta, interval ( $t_B < t = t_C$ ) fazu intenzivnog rasta, a interval ( $t < t_C$ ) predstavlja fazu usporavanja rasta (Scitovski, 1993).

#### Rezultati istraživanja i diskusija

Pojedinačne mase pilića, izmjerene u pokusu, prikazane su na tablici 1. Definirana razina zasićenja  $A$ , kao biološki maksimum na kraju 10. tjedna (najduže trajanje tova), za ženske piliće iznosi 3.250 g, a za muške 4.000 g. Za koeficijent asimetrije izabrano je  $\gamma = 0,01$  jer je za tu vrijednost postignuto najbolje prilagođavanje podacima. Metodom najmanjih kvadrata (LEVENBERG-MARQUARTOVA metoda) izračunati su posebno za ženske i posebno za muške piliće odgovarajući parametri  $b$ ,  $c$  asimetrične S-funkcije.

Tab. 1 - MASE PILIĆA PREMA SPOLU (G)  
WEIGHTS OF CHICKENS ACCORDING TO SEX

| Broj<br>pileta<br>Number<br>of<br>chicken | Muški - Males  |     |     |       |       |       | Ženski - Females |     |     |       |       |       |
|---|----------------|-----|-----|-------|-------|-------|------------------|-----|-----|-------|-------|-------|
|   | Tjedni - Weeks |     |     |       |       |       |                  |     |     |       |       |       |
|   | 1              | 2   | 3   | 4     | 5     | 6     | 1                | 2   | 3   | 4     | 5     | 6     |
| 1   | 133            | 335 | 665 | 1.015 | 1.480 | 1.725 | 121              | 261 | 510 | 840   | 1.250 | 1.480 |
| 2   | 155            | 360 | 695 | 1.030 | 1.495 | 1.765 | 148              | 320 | 615 | 945   | 1.305 | 1.610 |
| 3   | 155            | 370 | 750 | 1.185 | 1.700 | 1.970 | 171              | 352 | 655 | 1.000 | 1.400 | 1.685 |
| 4   | 143            | 299 | 635 | 1.010 | 1.420 | 1.690 | 128              | 295 | 575 | 870   | 1.240 | 1.490 |
| 5   | 113            | 250 | 545 | 765   | 1.255 | 1.575 | 139              | 305 | 635 | 1.045 | 1.495 | 1.810 |
| 6   | 168            | 385 | 785 | 1.215 | 1.750 | 2.200 | 155              | 340 | 685 | 1.000 | 1.435 | 1.775 |
| 7   | 131            | 326 | 620 | 1.035 | 1.520 | 1.765 | 139              | 309 | 575 | 875   | 1.250 | 1.475 |
| 8   | 139            | 325 | 670 | 670   | 1.585 | 1.850 | 140              | 318 | 615 | 945   | 1.320 | 1.585 |
| 9   | 133            | 330 | 695 | 1.120 | 1.670 | 2.020 | 158              | 338 | 630 | 975   | 1.300 | 1.380 |
| 10  | 138            | 320 | 635 | 985   | 1.435 | 1.765 | 149              | 320 | 625 | 980   | 1.380 | 1.610 |
| 11  | 139            | 310 | 625 | 1.000 | 1.475 | 1.790 | 117              | 265 | 550 | 865   | 1.305 | 1.575 |
| 12  | 121            | 275 | 625 | 1.000 | 1.475 | 1.790 | 113              | 280 | 560 | 885   | 1.310 | 1.620 |
| 13  | 158            | 345 | 635 | 1.170 | 1.660 | 2.085 | 159              | 367 | 680 | 1.075 | 1.500 | 1.745 |
| 14  | 120            | 245 | 430 | 640   | 960   | 1.390 | 150              | 338 | 670 | 1.050 | 1.465 | 1.725 |
| 15  | 152            | 382 | 705 | 1.185 | 1.645 | 1.995 | 137              | 304 | 635 | 990   | 1.455 | 1.635 |
| 16  | 161            | 346 | 645 | 1.120 | 1.565 | 1.990 | 156              | 355 | 655 | 1.020 | 1.300 | 1.580 |
| 17  | 150            | 357 | 670 | 1.180 | 1.565 | 1.880 | 125              | 293 | 590 | 925   | 1.345 | 1.655 |
| 18  | 132            | 310 | 615 | 1.020 | 1.440 | 1.830 | 140              | 323 | 640 | 980   | 1.390 | 1.610 |

Nastavak tablice na sljedećoj stranici

| Broj<br>pileta<br>Number<br>of<br>chicken | Muški - Males  |     |     |       |       |       | Ženski - Females |     |     |       |       |       |
|---|----------------|-----|-----|-------|-------|-------|------------------|-----|-----|-------|-------|-------|
|   | Tjedni - Weeks |     |     |       |       |       | Tjedni - Weeks   |     |     |       |       |       |
|   | 1              | 2   | 3   | 4     | 5     | 6     | 1                | 2   | 3   | 4     | 5     | 6     |
| 19  | 133            | 279 | 570 | 1.020 | 1.520 | 1.885 | 178              | 430 | 860 | 1.365 | 1.920 | 2.310 |
| 20  | 143            | 280 | 525 | 835   | 1.295 | 1.520 | 153              | 350 | 615 | 1.000 | 1.405 | 1.755 |
| 21  | 134            | 312 | 580 | 955   | 1.480 | 1.875 | 144              | 329 | 610 | 970   | 1.350 | 1.585 |
| 22  | 144            | 348 | 660 | 1.100 | 1.580 | 1.905 | 159              | 378 | 640 | 1.040 | 1.455 | 1.875 |
| 23  | 165            | 319 | 585 | 980   | 1.455 | 1.820 | 160              | 400 | 740 | 1.290 | 1.765 | 2.145 |
| 24  | 138            | 335 | 635 | 990   | 1.530 | 1.830 | 155              | 365 | 685 | 1.080 | 1.470 | 1.940 |
| 25  | 140            | 279 | 545 | 790   | 1.145 | 1.495 | 155              | 354 | 645 | 1.170 | 1.725 | 2.250 |
| 26  | 137            | 339 | 550 | 905   | 1.390 | 1.780 | 155              | 354 | 615 | 980   | 1.390 | 1.705 |
| 27  | 154            | 338 | 680 | 1.075 | 1.585 | 1.765 | 133              | 355 | 620 | 970   | 1.205 | 1.500 |
| 28  | 136            | 309 | 600 | 1.010 | 1.475 | 1.795 | 156              | 348 | 685 | 1.155 | 1.600 | 1.965 |
| 29  | 147            | 327 | 585 | 950   | 1.365 | 1.700 | 147              | 373 | 730 | 1.230 | 1.690 | 2.110 |
| 30  | 154            | 339 | 685 | 915   | 1.395 | 1.810 | 134              | 315 | 630 | 1.105 | 1.630 | 2.050 |

Za skupinu ženskih pilića vrijedi model rasta gdje je  $b = 0,043915194$ ,  $c = 32,979468$ . Točka infleksije postiže se nakon 4,5 tjedana pri čemu je masa brojlera 1.211 g. Faza rasta određene su točkama B (1,55; 242) i C (7,42; 2.224) što znači da intenzivni rast traje od polovice drugog do polovice osmog tjedna (graf. 1).

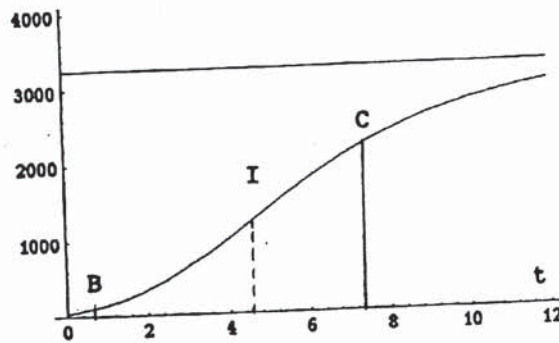
Za skupinu muških pilića vrijedi model rasta gdje je  $b = 0,044848872$ ,  $c = 29,313918$ . Točka infleksije postiže se nakon 5 tjedana tova, pri masi pilića 1.480 g. Faze rasta određene su točkama B (1,82; 298) i C (8,42; 2.737) tako da intenzivni rast muških pilića traje od polovice drugog do polovice devetog tjedna (graf. 2).

Modeliranje krivulje rasta pomoću asimetrične S-funkcije pogodno je istraživanje rasta različitih podrijetla pilića. Specifičnosti determinirane genetskom osnovom, ovisno o paragenetskim čimbenicima u uzgoju ili tovu, različito se fenotipski očituju a mogu se pratiti primjenom opisanog modela. Na osnovi poznavanja kretanja masa ženskih (muških) pilića tijekom prva tri tjedna moguće je vrlo precizno prognozirati kretanje masa do kraja 10. tjedna (tablica 2). Prema tome ova metoda može se uspješno upotrijebiti i u selekcijskom radu u svrhu kontrole i prognoze rasta.

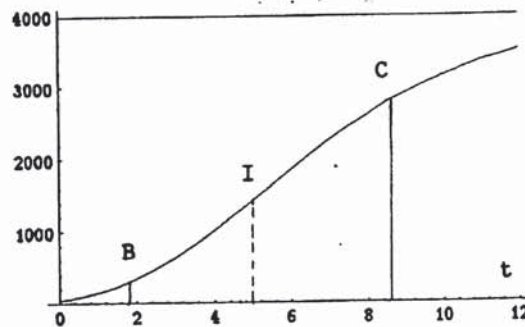
Tab. 2. - PROSJEČNE TJEDNE MASE PILIĆA PREMA SPOLU  
AVERAGE WEEKLY WEIGHTS OF CHICKENS ACCORDING TO SEX

| Kraj tjedna<br>End of week | Masa pilića (g)<br>Weights of chickens |               |
|----------------------------|--|---------------|
|                            | Ženski - Females                       | Muški - Males |
| 1.                         | 145,1                                  | 148,9         |
| 2.                         | 344,2                                  | 340,1         |
| 3.                         | 643,4                                  | 632,6         |
| 4.                         | 1.011,5                                | 1.007,5       |
| 5.                         | 1.402,1                                | 1.427,6       |
| 6.                         | 1.744,3                                | 1.852,9       |
| 7.                         | 2.102,4                                | 2.251,8       |
| 8.                         | 2.375,6                                | 2.604,9       |
| 9.                         | 2.594,0                                | 2.904,3       |
| 10.                        | 2.763,5                                | 3.150,1       |

U našem primjeru, utvrđeno je da faza intenzivnog rasta muških pilića traje cijeli tjedan duže nego ženskih pilića, što bi trebalo naći svoju primjenu u izmjenjenoj tehnologiji tova. U odvojitom tovu dolaze do izražaja biološke značajke spola a moguće je i preciznije podešavanje hranidbe prema potrebama pilića. Muški pilići, kod kojih je utvrđena točka infleksije u kasnijoj fazi tova, pogodni su za produženi tov i proizvodnju trupova većih klaoničkih masa.



Graf. 1. - KRIVULJA RASTA ŽENSKIH PILIĆA  
GROWTH CURVE OF FEMALE CHICKENS



Graf. 2. - KRIVULJA RASTA MUŠKIH PILIĆA  
GROWTH CURVE OF MALE CHICKENS

### Zaključak

Istraživanje rasta značajno je kod svih vrsta i kategorija domaćih životinja. Kada su u pitanju pilići, prednost imaju oni hibridi koji u našim uvjetima, vodeći računa o zahtjevima tržišta, daju najbolje učinke. Pri tome, bitna su istraživanja utjecaja odnosnih čimbenika kao i njihova interakcija na izražavanje genetskog potencijala.

Otkrivanjem zakonitosti koje vladaju u procesu rasta i njihovim provjeravanjem putem eksperimenata moguće je pomoću matematičkih izraza definirati nastale promjene.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da se asimetrična S- funkcija može upotrijebiti prilikom izučavanja i definiranja rasta pilića. Primjena opisanog modela prihvatljiva je kako u tovu, tako i u selskcijskom radu jer se pomoću izračunatih parametara mogu uspješno prognozirati tjelesne mase pilića do 10- tjedne dobi.

#### LITERATURA

1. Bertalanffy, L. V. (1934): Wilhelm Roux Archiv über die Entwicklungsmechanik d. Organismen 131,613.
2. Bertalanffy, L. V. (1957): Wachstum. In: Helmeke, Stark, Lengerken Handbuch der Zoologie, Bd 8, T. 4 (6).
3. Kralik Gordana, Horvat, D. (1992): Fenotipsko očitovanje prirasta i mesnatosti trupova Arbor Acres pilića s obzirom na spol. Stočarstvo, 11-12
4. Laird, A. K. (1966): Growth. Philadelphia 30, 263.
5. Lehmann, R. (1975): Arch. Tierzucht, 18, 163, Berlin.
6. Lehmann, R. (1979): Arch. Tierzucht, 22, 381, Berlin.
7. Lewandowsky, R. (1980): Prognose und informations systeme und ihre Anwendungen. Walter de Gruyter, Berlin-New York.
8. Mitchell, H. H. (1962): Comparative nutrition of man and domestic animals. Vol. 1, New York - London. Acad Press.
9. Pfeiffer, H., V. Lengerken, G., Gebhardt, G. (1984): Wachstum und Schlachtkörperqualität bei landwirtschaftlichen Nutztieren - Schweinw. VEB, Berlin.
10. Scitovski, R. (1993): - Problemi najmanjih kvadrata. Financijska matematika, EF, ETF, Osijek.
11. Seber, G. A. F., Wild, C. J. (1989): Nonlinear Regression. Wiley, New York.
12. Verhulst, P. P. (1838): Corr. math. et phys. 10, 113.
13. .... Poultry Breeding Co. Ltd. (1992): Arbor Acres Broiler.

#### ANALYSIS OF THE CHICK GROWTH CHARACTERISTICS BY MEANS OF ASYMMETRIC S-FUNCTION

##### Summary

This article deals with the analysis of phenotypic growth characteristics of the Arbor Acres chicks till the 6th, i. e. 10th week of age. The study included 30 female and male chicks. An asymmetric S-function was applied as a growth curve. The characteristics of the growth stages and the point of inflection were determined. The study showed that the asymmetric S-function was adequate for forecasting the weight, i. e. live mass of the chicks till the 10th week of age.

Primljeno: 9. 2. 1993.