

## MODEL PROCJENE RASTA TEŠKOG HIBRIDA PURA

### A MODEL TO DETERMINE GROWTH RATE OF HEAVY HYBRID TURKEYS

Gordana Kralik, R. Scitovski, Z. Škrtić

Izvorni znanstveni članak  
UDK: 636.5.:636.084.4.412  
Primljeno: 15. svibanj 2005.

#### SAŽETAK

U radu je istražena primjena generalizirane logističke funkcije u modeliranju rasta teškog hibrida pura. Istraživanje je trajalo 19 tjedana, tijekom kojih je kontroliran rast 20 muških i 20 ženskih pura provenijencije Nicholas 700. Tijekom čitavog razdoblja tova razlike u živim težinama između purana i pura bile su statistički vrlo visoko značajne ( $P < 0,001$ ). Na kraju istraživanja purani su u prosjeku bili teški 15,17 kg, a pure 10,88 kg. Purani su od pura bili teži za otprilike 4,3 kg ili 39,53%. Prosječni tjedni prirasti kod purana bili su 795 g, a kod pura 577 g, dok su prosječne stope rasta u tovu teškog hibrida bile 12,45% (mužjaci) i 12,11% (ženke). Procjene točke infleksije i pojedinih faza rasta po spolu pura obavljene su primjenom generalizirane logističke funkcije:

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

Koeficijenti asimetrije bili su  $\gamma = 0,2$  (purani) i  $\gamma = 0,3$  (pure). Biološki maksimum za purane bio je 18,57 kg a za pure 12,63 kg. Prema izračunatim parametrima točka infleksije kod pura je početkom, a kod purana sredinom 10. tjedna tova kada su teški 5,27 kg (pure) i 7,46 kg (purani). Na temelju rezultata primijenjenog modela (generalizirana logistička funkcija) u opisivanju rasta pura teškog hibrida može se istaknuti skako ženke završavaju intenzivnu fazu rasta skoro tjedan dana ranije nego mužjaci, a točka infleksije kod pura nastupa ranije nego kod purana.

Ključne riječi: pure, rast, generalna logistička funkcija

#### UVOD

Za proizvodnju purećeg mesa koriste se laki, srednje teški i teški hibridi pura. Proizvođači purećeg mesa odlučuju se za hibrid koji im odgovara prema postavljenom cilju proizvodnje. Pri iskorištavanju genetskog potencijala pura potrebno je osigurati optimalno djelovanje paragenetskih čimbenika

tijekom tova, što znači da pojedini hibridi pura traže specifične uvjete hranidbe, mikroklima, zootehnike i

Prof. dr. sc. dr. h.c. Gordana Kralik, mr. sc. Zoran Škrtić – Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Katedra za specijalnu zootehniku, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek; Prof. dr. sc. Rudolf Scitovski, Odjel za matematiku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Gajev trg bb, 31000 Osijek, Hrvatska - Croatia.

zdravstvene zaštite. Nesumnjivo, naglasak se stavlja na postizanje što većih prirasta u tovu, koja treba pratiti visoka pretvorba hranjivih tvari u prirast žive težine, odnosno klaoničke težine. S obzirom da se pure u tovu hrane ad libitum, potrebno je izbalansirati obrok u svim hranjivim tvarima kako bi se u potpunosti iskoristio potencijal za rast, konverziju hrane (Wood, 1989.) i sastav trupa, pri čemu se ističe da veća brzina rasta poboljšava mesnatost (Veldkamp i sur., 2002.). U istoj dobi na kraju tova purani su značajno teži od pura. Ženke u tovu ranije završavaju rast i imaju više masti u trupu od mužjaka (Leeson i Summers, 1980., Hurwitz i sur., 1983.). Između različitih hibrida tovnih pura najveće su razlike s obzirom na završnu težinu pred klanje i brzinu rasta (Meyer, 1999.). Razumijevanje složene kontrole rasta nastojalo se matematički prikazati u obliku bioloških modela rasta, od objašnjavanja principa ili zakona rasta (von Bertalanffy, 1957.) do stvaranja modela za njihovo opisivanje (Zeger i Harlow, 1987.).

Krivulja rasta uglavnom je sigmoidalnog oblika: slabi porast na početku, ubrzanje do određene dobi (točka infleksije), zatim slijedi smanjenje rasta, nakon što tjelesna težina dostiže svoj maksimum. Prilikom analize prirasta nekog organizma polazi se od pretpostavke da je prirast žive težine u određenom trenutku proporcionalan trenutnoj težini organizma  $Y(t)$  i trenutnom biološkom potencijalu  $[A - Y(t)]$ , gdje je  $A$  biološki maksimum težine prosječnog orga-

nizma. Pri tome navedena dva čimbenika imaju različite intenzitete djelovanja na prirast težine u različitim vremenskim trenucima. Kombinacijom ta dva čimbenika dobiju se različiti modeli rasta (von Bertalanffy, 1957.; Nelder, 1961.; Lewandowsky, 1974.; Ratkowsky i Reedy, 1986.; Seber i Weld, 1989.). U ovom radu istražuje se primjena generalizirane logističke funkcije u modeliranju rasta pura Nicholas 700.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje obilježja rasta pura hibrida Nicholas 700 obavljeno je na 20 muških i 20 ženskih jedinki i trajalo je 19 tjedana. Za vrijeme istraživanja rasta pura upotrijebljeno je pet različitih krmnih smjesa (Tablica 1.). Od 1. do 21. dana tova za hranidbu pura korištena je pretpočetna krmna smjesa s 28% sirovih bjelančevina i 11,91 MJ ME/kg. Početna krmna smjesa upotrebljavala se od 22. do 41. dana (26% sir. bjelančevina i 12,33 MJ ME/kg). Porast 1 i porast 2 krmne smjese tovnj puriči dobivali su od 43. do 63. (23,5% sir. bjelančevina i 12,75 MJ ME/kg) i od 64. do 91. dana (21,5% sir. bjelančevina i 13,17 MJ ME/kg). Završnu krmnu smjesu puriči su dobivali od 92. dana do kraja tova (19,5% sir. bjelančevina i 13,29 MJ ME/kg). U pretpočetnoj, početnoj, smjesi porast 1 i porast 2 koristio se premiks PU-1, a u završnoj krmnoj smjesi premiks PU-2 (Tablica 2.). Učešće premiksa u gotovoj krmnoj smjesi bilo je 1%.

**Tablica 1. Sastav krmnih smjesa u tovu pura**

**Table 1. Composition of mixtures in fattening of turkeys**

Sastojak % - Ingredient	Pretpočetna Prestarter	Početna Starter	Porast 1 Grower 1	Porast 2 Grower 2	Završna Finisher
	0-3 tjedna 0-3 weeks	4-6 tjedana 4-6 weeks	7-9 tjedana 7-9 weeks	10-14 tjedana 10-14 weeks	Od 15. tjedna do kraja tova From 15 <sup>th</sup> week until the end of fattening
Kukuruz – Maize	32,07	34,25	44,50	48,35	51,44
Ekstrudirana soja Extruded soybean	20,64	25,13	21,39	16,23	22,41
Sojina sačma, 46% Soybean meal	29,19	19,26	13,94	16,24	11,61
Riblje brašno, 64% Fish meal	3,50	4,88	5,00	3,00	-

Sastojak % - Ingredient	Pretpočetna Prestarter	Početna Starter	Porast 1 Grower 1	Porast 2 Grower 2	Završna Finisher
	0-3 tjedna 0-3 weeks	4-6 tjedana 4-6 weeks	7-9 tjedana 7-9 weeks	10-14 tjedana 10-14 weeks	Od 15. tjedna do kraja tova From 15 <sup>th</sup> week until the end of fattening
Kvasac, 52% Feed yeast	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fosfonal-Phosphonal	2,62	2,38	1,93	1,66	2,62
Metionin – Methionine	0,25	0,22	0,20	0,19	0,21
Lizin – Lysine	0,01	0,01	0,03	0,02	0,04
Sol – Salt	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20
Lignobond (vezivo - connective matter)	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
Vapnenac - Limestone	3,00	2,66	0,94	1,09	0,47
Premiks – Premix	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mast BF – Fat BF	2,00	3,00	3,36	4,72	3,00
Pigozen	-	1,00	1,50	1,30	1,00
Ukupno – Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kalkulativni sastav krmnih smjesa – Calculative feed composition					
Sir. bjelančevine, % Crude protein, %	28,00	26,00	23,50	21,50	19,50
Mast – Fat, %	7,57	9,50	9,50	10,00	10,00
Sirova vlaknina, % Crude fibers, %	4,03	3,66	3,42	3,15	3,43
Pepeo – Ash, %	9,55	9,82	7,46	6,83	6,22
Lizin – Lysine, %	1,85	1,75	1,70	1,45	1,45
Metionin, % Methionine, %	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
Triptofan, % Tryptophane, %	0,39	0,36	0,32	0,29	0,26
Arginin – Arginine %	2,04	1,87	1,62	1,52	1,40
Ca, %	1,40	1,30	1,20	1,10	1,05
P iskoristivi, % P available, %	0,63	0,61	0,54	0,45	0,55
Na, %	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17
Linolna kiselina, % Linoleic acid, %	2,62	3,04	2,79	2,63	3,09
ME MJ/kg	11,91	12,33	12,75	13,17	13,54

**Tablica 2. Sastavi premiksa PU-1 i PU-2 (sadržaj u 1 kg premiksa)****Table 2. Composition of PU-1 and PU-2 premix (in 1 kg premix)**

Sastojak - Ingredient	Premiks PU-1 Premix PU-1	Premiks PU-2 Premix PU-2
Vitamin A, IJ	1.500.000	1.300.000
Vitamin D <sub>3</sub> , IJ	300.000	200.000
Vitamin E, mg	3.000	2.000
Vitamin K <sub>3</sub> , mg	400	300
Vitamin B <sub>1</sub> , mg	400	400
Vitamin B <sub>2</sub> , mg	1.000	1.000
Vitamin B <sub>6</sub> , mg	400	400
Vitamin B <sub>12</sub> , mg	2	2
Niacin, mg	7.000	7.000
Biotin, mg	20	20
Pantotenska kiselina - Pantothenic acid, mg	1.500	1.500
Folna kiselina – Folic acid mg	100	100
Kolin klorid - Choline chloride, mg	150.000	130.000
Co, mg	40	40
J, mg	150	150
Se, mg	20	20
Cu, mg	750	750
Mn, mg	10.000	10.000
Fe, mg	5.000	5.000
Zn, mg	9.000	9.000
Antioksidant – Antioxidant, mg	10.000	10.000
Nosač: biljno-mineralni, g Carrier: plant-mineral, g	do 1.000	do 1.000
Kokcidiostatici - Coccidiostatics:		
Amprol plus, mg	12.500	-
Avatec, mg	8.500	-
Cygro, mg	500	-
Antibiotici - Antibiotics:		
Virginiamicin, mg	1.000	-
Zn bacitracin, mg	1.500	-

Svakih tjedan dana kontrolirala se tjelesna težina pura. Procjena biološkog maksimuma rasta pura obavljena je na temelju prosječnih proizvodnih performanci muških i ženskih pura. Da bi naglasili utjecaj trenutne vrijednosti varijable  $Y$  ili biološkog potencijala  $A - y(t)$ , Nelder (1961.) kod bioloških istraživanja i Lewandowsky (1974.) kod marketinških istraživanja postavili su model

$$y'(t) = cy(t) \left( 1 - \left( \frac{y(t)}{A} \right)^\gamma \right) \quad (1)$$

Rješenje jednadžbe (1) je tzv. generalizirana logistička funkcija (Ratkowsky, 1990; Kralik i sur., 1993; Jukić i Scitovski, 1996).

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

Njezin graf je negativno asimetričan, a točka infleksije  $\left( \frac{1}{c\gamma} \ln \frac{\beta}{\gamma}, \frac{A}{(1 + \gamma)^{1/\gamma}} \right)$  je kod bioloških organizama niže postavljena (koeficijent asimetrije  $\gamma$  znatno je manji od 1). Na temelju poznatih vrijednosti optimalnih parametara generalizirane logističke funkcije procijenjene su faze rasta pura. Za  $t \leq t_i$  funkcija je konveksna i u tom intervalu rast pura je progresivan. Za  $t \geq t_i$  funkcija je konkavna i rast pura je degresivan. Zato je interesantno u intervalu progresivnog rasta ( $t \leq t_i$ ) pronaći točku maksimuma ( $t_B$ ), a u intervalu degresivnog rasta ( $t \geq t_c$ ) točku minimuma ( $t_C$ ).

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

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

Interval  $t \leq t_B$  predstavlja fazu formiranja rasta, interval  $t_B \leq t \leq t_C$  fazu intenzivnog rasta, a interval  $t \geq t_C$  predstavlja fazu usporavanja rasta (Scitovski, 1993.).

Tjedne stope rasta izračunate su pomoću sljedećih matematičkih izraza:

$$SP_i = (y_i - y_{i-1}) / y_{i-1}$$

gdje je:  $i = 1 \dots 19$  tjedana,  $y_i$  = masa purića na kraju  $i$ -tog tjedna.

Prosječne stope rasta po skupinama purića izračunate su pomoću eksponencijalne funkcije (Scitovski, 1993.):

$$f(x) = be^{cx}, \quad (b, c) \in \mathbb{R}^2.$$

Statistička značajnost razlika između spolova pura utvrđena je pomoću t-testa na tri razine:  $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$  i  $P < 0,001$ . Rezultati istraživanja obrađeni su pomoću statističkog programa Statistica for Windows v.6.0.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Od 1. dana do kraja tova po 20 muških i 20 ženskih pura obilježeno je nožnim prstenjem te su im određene individualne žive težine i prirasti po tjednima. Na Tablici 3 prikazane su prosječne težine purana i pura hibrida Nicholas 700 po tjednima tova. Tijekom čitavog razdoblja tova razlike u živim težinama između purana i pura bile su statistički vrlo visoko značajne ( $P < 0,001$ ). U prvom razdoblju tova (do 5. tjedna) purani su od pura bili teži od 18,57% (3. tjedan) do 26,45% (5. tjedan). Sredinom tova (od 6. do 14. tjedna) težina purana u odnosu na pure bila je u prosjeku oko 30% veća, dok su krajem tova (od 15.-19. tjedna) mužjaci bili više od 35% teži nego ženke. Na kraju istraživanja purani su u prosjeku bili teški 15,17 kg, a pure 10,88 kg. Purani su od pura bili teži otprilike 4,3 kg ili 39,53%. Nešto veće težine pura (11,79 kg) i purana (15,84 kg) na kraju tova utvrdio je Isguzar (2003.). U istraživanju Brenoa i Kolstada (2000.) purani su na kraju tova (17 tjedana) bili teški 13,06 kg, a pure 9,57 kg, dok su težine mužjaka na kraju 18 tjednog tova u istraživanju Kidde i sur. (1997.) bile od 11,68 do 12,76 kg. Ferket (2003.) navodi kako je prosječna težina purana u SAD-u na kraju 18 tjednog tova 15,13 kg, dok su pure teške u prosjeku 6,93 kg na kraju tova dugog 14 tjedana.

**Tablica 3. Žive težine pura po tjednima tova**  
**Table 3. Live weights of turkeys per fattening weeks**

Dob (tjedni) Age (weeks)	Težina purana, g Turkey toms weight, g $\bar{x} \pm s$	Težina pura, g Turkey hens weight, g $\bar{x} \pm s$	Statistička značajnost Statistical significance
1.	169,8±16,3	135,3±25,5	***
2.	340,8±35,1	282,3±49,9	***
3.	607,1±62,3	512,0±70,8	***
4.	1034,8±94,8	846,7±107,3	***
5.	1660,3±178,5	1313,0±185,1	***
6.	2438,3±286,6	1858,2±193,1	***
7.	3417,7±411,0	2625,3±337,8	***
8.	4519,3±526,3	3431,4±430,2	***
9.	5522,9±586,5	4155,1±556,7	***
10.	6433,4±570,1	4802,9±688,2	***
11.	7691,8±615,5	5772,5±824,0	***
12.	8936,6±635,6	6672,1±692,1	***
13.	10208,0±912,3	7784,3±771,9	***
14.	11520,2±902,2	8649,4±808,3	***
15.	12586,6±983,1	9218,1±788,0	***
16.	13500,1±1162,8	9853,4±849,2	***
17.	14230,8±879,1	10238,5±809,4	***
18.	14899,9±891,6	10694,7±800,9	***
19.	15173,3±1017,2	10874,2±601,8	***

\*\*\* P<0,001

Prirasti purana i pura (g) prikazani su na Tablici 4. Prosječni tjedni prirasti kod purana bili su 795 g, a kod pura 577 g. Najviše priraste purani su ostvarili tijekom 11.-14. tjedna tova (1248-1312 g). Pure su, poput purana, najviše priraste zabilježile od 11.-14. tjedna (970 g, 899 g, 1112 g i 865 g). Tijekom zadnja dva tjedna tova primijećena su značajna odstupanja u prirastu pura i purana. U 18. tjednu 2 purana i 6 pura imali su utvrđen gubitak na težini, dok je u 19. tjednu po 6 ptica oba spola imalo negativne priraste. Ostvareni gubitak u živoj težini imao je veliki utjecaj na visoke standardne devijacije zabilježene u 18. (669±423 g; 356±398 g) i 19. tjednu (271±513 g; 131±392 g) tova pura kod oba spola. Najvišu stopu rasta purani su zabilježili tijekom 1. tjedna (142,92%), a pure tijekom 2. tjedna tova (108,65%).

Slične stope rasta utvrđene su za oba spola. Tako su od 3. do 5. tjedna stope rasta kod purana i pura bile veće od 55%. Od 6. do 11. tjedna stope rasta purana i pura bile su između 20% i 40%, osim tijekom 9. (purani) i 10. tjedna (pure), kada su bile oko 16%. Od 12.-14. tjedna stope rasta kod oba spola veće su od 10%, a od 15. tjedna do kraja tova stopa rasta naglo se smanjuje. Prosječne stope rasta u tovu teškog hibrida bile su 12,45% za purane i 12,11% za pure. Stope rasta oba spola teškog hibrida pura manje su od rezultata koje su kod pilića dobili Kralik i sur. (1996.) i Ivanković (2002.). Autori u svojim istraživanjima navode kako je stopa rasta pilića u 1. tjednu veća od 300%, u drugom tjednu je oko 150%, dok su prosječne stope rasta pilića na kraju tova (42-49 dana) u granicama oko 75%.

**Tablica 4. Prirasti i stope prirasta****Table 4. Gains and gain rates**

Dob (tjedni) Age (weeks)	Purani – Turkey toms		Pure – Turkey hens	
	Prirasti, g Gains, g	Stope prirasta,% Gain rates, %	Prirasti, g Gains, g	Stope prirasta,% Gain rates, %
1.	100±14	142,92	69±15	105,31
2.	171±33	100,71	147±28	108,65
3.	266±36	78,14	230±40	81,37
4.	428±48	70,45	335±66	65,37
5.	625±96	60,45	466±117	55,07
6.	778±119	46,86	545±133	41,52
7.	979±163	40,17	767±189	41,28
8.	1101±168	32,23	806±123	30,71
9.	1004±229	15,57	724±295	21,09
10.	911±229	23,18	648±230	15,59
11.	1248±207	19,56	970±256	20,19
12.	1255±191	16,18	899±430	15,59
13.	1271±416	14,23	1112±327	16,67
14.	1312±248	12,85	865±352	11,11
15.	1066±328	9,26	669±201	6,57
16.	914±274	7,26	735±158	6,89
17.	731±363	5,42	485±271	3,91
18.	669±423	4,70	356±398	4,46
19.	271±513	1,84	131±392	1,68
Prosjek - Average	795±53	12,45	577±44	12,11

Procjene točke infleksije i pojedinih faza rasta po spolu pura (Tablice 5 do 7 i Grafikoni 1 i 2) obavljene su primjenom generalizirane logističke funkcije. Pogodnost generalizirane logističke funkcije u modeliranju rasta kod pilića ističu Kralik i sur. (2001.). Koeficijenti asimetrije bili su  $\gamma=0,2$  (purani) i  $\gamma=0,3$  (pure). Uz navedene koeficijente asimetrije procjena biološkog maksimuma kod purana bila bi 18,569 kg, a za pure 12,628 kg. Prema izračunatim parametrima točka infleksije kod pura je početkom, a kod purana sredinom 10. tjedna tova, kada su teški 5,27 kg (pure) i 7,46 kg (purani). Faza intenzivnog rasta kod purana traje od sredine 5. tjedna (težina purana 1,95 kg) do sredine 10. tjedna (težina purana 7,46 kg). Faza degresivnog rasta kod purana nastupa od sredine 10. tjedna (težina purana 7,46 kg) do kraja 15. tjedna, kada su purani teški 13,23

kg. Faza progresivnog rasta kod pura počinje nekoliko dana kasnije nego kod purana pri težini 1,52 kg i traje do početka 10. tjedna tova (težina pura 5,27 kg). Od početka 10. tjedna pa do početka 15. tjedna traje degresivna faza rasta kod pura, do težine od 9,16 kg. Na temelju rezultata primijenjenog modela (generalizirana logistička funkcija) u opisivanju rasta pura teškog hibrida može se uočiti kako ženke završavaju intenzivnu fazu rasta skoro tjedan dana ranije nego mužjaci, a točka infleksije kod pura nastupa ranije nego kod purana. Navedene razlike u rastu između muških i ženskih pura slične su razlikama između muških i ženskih pilića (Kralik i sur., 2001.). Faza intenzivnog rasta kod pjetlića također traje duže, a točka infleksije nastupa kasnije što ih čini pogodnijim za produženi tov od kokica u cilju postizavanja većih završnih težina.

**Tablica 5. Obilježja funkcija - modela rasta****Table 5. Characteristics of function – growth model**

Obilježje - Characteristic	Purani - Turkey toms	Pure - Turkey hens
A	18,569 kg	12,628 kg
$T_I$	10,65510; 7,46243	10,2471; 5,26664
$t_B$	5,42983; 1,94789	5,4658; 1,51627
$t_C$	15,88030; 13,227	15,0285; 9,15591

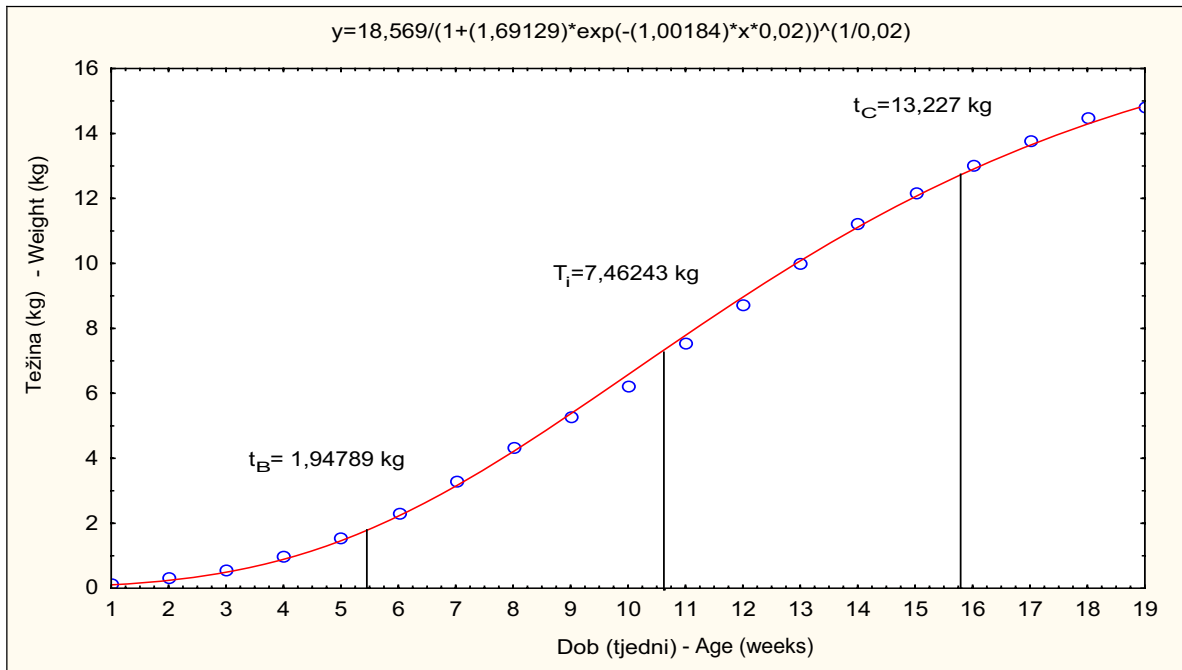
**Tablica 6. Generalizirana logistička funkcija (purani)****Table 6. Generalized logistic function (turkey toms)**

Tjedan - Week	A	b	c	$\gamma$	1/m F
10	11,2906	1,83596	1,37313	0,2	0,0109158
11	12,9917	1,77620	1,25171	0,2	0,0417176
12	15,0014	1,72019	1,37300	0,2	0,0943981
13	16,9817	1,67735	1,04702	0,2	0,156298
14	18,9356	1,64252	0,97324	0,2	0,231152
15	19,6804	1,62870	0,94721	0,2	0,247341
16	19,7277	1,62776	0,94582	0,2	0,247417
17	19,4501	1,63907	0,95885	0,2	0,257943
18	19,1340	1,65242	0,97137	0,2	0,272474
19	18,5689	1,69129	1,00184	0,2	0,396257

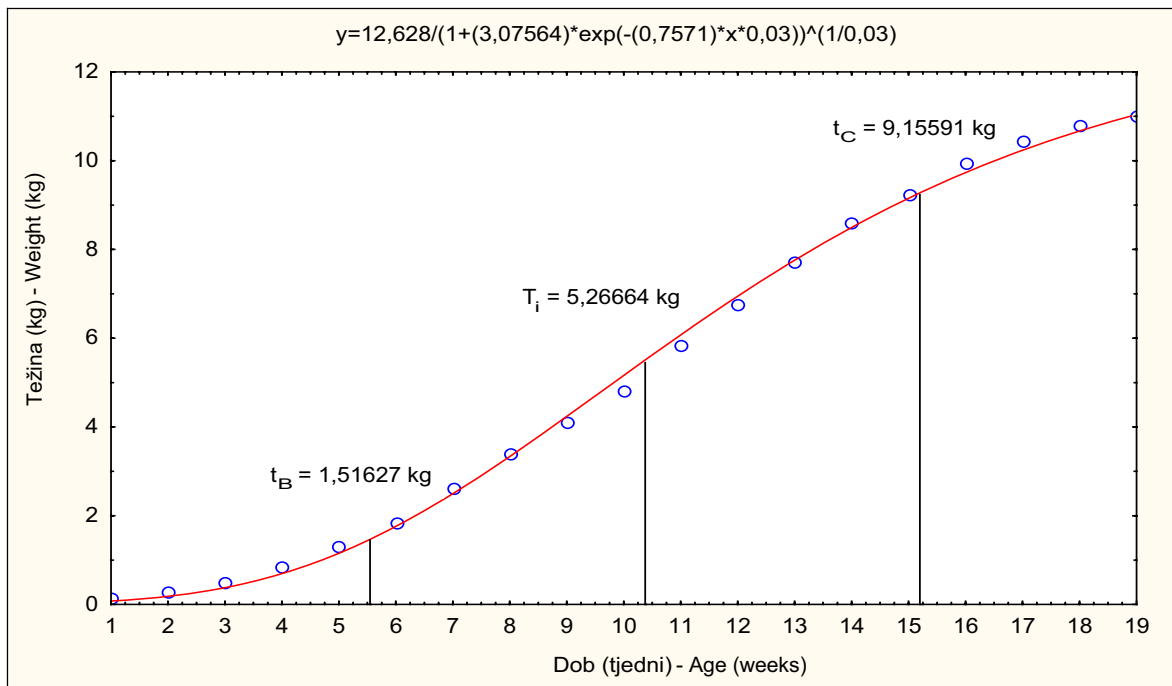
**Tablica 7. Generalizirana logistička funkcija (pure)****Table 7. Generalized logistic function (turkey hens)**

Tjedan – Week	A	b	c	$\gamma$	1/m F
10	7,8575	3,21304	1,0059	0,3	0,00843317
11	9,2682	3,09816	0,9019	0,3	0,037932
12	10,6659	3,01408	0,8221	0,3	0,0707097
13	12,9563	2,93078	0,7260	0,3	0,159116
14	14,0368	2,90348	0,6903	0,3	0,181389
15	13,6353	2,92052	0,7041	0,3	0,187327
16	13,4322	2,93634	0,7124	0,3	0,190809
17	13,0445	2,98427	0,7311	0,3	0,218173
18	12,8852	3,01289	0,7402	0,3	0,227524
19	12,6283	3,07564	0,7571	0,3	0,273522





Grafikon 1. Krivulja rasta purana  
Graph 1. Growth curve of turkey toms



Grafikon 2. Krivulja rasta pura  
Graph 2. Growth curve of turkey hens

## ZAKLJUČAK

U radu je istražena primjena generalizirane logističke funkcije u modeliranju rasta teškog hibrida pura provenijencije Nicholas 700. Model procjene rasta obavljen je praćenjem živih težina 20 muških i 20 ženskih pura tijekom 19-tjednog tova. Rezultati istraživanja pokazuju sljedeće:

- tijekom čitavog razdoblja tova razlike u živim težinama između purana i pura bile su statistički vrlo visoko značajne ( $P < 0,001$ ). Na kraju istraživanja purani su u prosjeku bili teški 15,17 kg, a pure 10,88 kg. Purani su od pura bili teži za otprilike 4,3 kg ili 39,53%.

- prosječni tjedni prirasti kod purana bili su 795 g, a kod pura 577 g. Najviše priraste ptice oba spola imale su između 11.-14. tjedna tova. Prosječne stope rasta u tovu teškog hibrida bile su 12,45% za purane i 12,11% za pure.

- rast pura opisan je primjenom generalizirane logističke funkcije uz koeficijente asimetrije  $\gamma = 0,2$  (purani) i  $\gamma = 0,3$  (pure). Biološki maksimum za purane bio je 18,57 kg, a za pure 12,63 kg.

- ženke pura teškog hibrida provenijencije Nicholas 700 završavaju intenzivnu fazu rasta skoro tjedan dana ranije nego mužjaci, a točka infleksije kod pura nastupa ranije nego kod purana.

## LITERATURA

1. Bertalanffy, L., von (1957): Quantitative laws in metabolism and growth. *Q Rev Biol. Sep*; 32(3), 217-231
2. Brenoe, U. T., K. Kolstad (2000): Body composition and development measures repeatedly by computer tomography during growth in two types of turkeys. *Poult.Sci.* 79, 546-552.
3. Ferket, P. R. (2003): Growth of toms improves substantially. *Watt Poultry USA*, July 2003, 38-44.
4. Hurwitz, S., Y. Frisch, A. Bar, U. Eisner, I. Bengal, M. Pines (1983): The amino acid requirements and performance of growing turkeys. 1. Model construction and parameter estimation. *Poult.Sci.* 62, 2208-2217.
5. Isguzar, E. (2003): Growth, carcass traits and meat quality of Bronze and White turkeys in Isparta province of Turkey. *Archiv fuer Tierzucht*, 46, 471-481.

6. Ivanković, S. (2002.): Modificiranje sadržaja masnih kiselina u mesu tovnih pilića. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Mostaru.
7. Jukić, D., R. Scitovski (1996): The existence of optimal parameters of the generalized logistic function. *Applied Mathematics and Computation*, 281-294.
8. Kidd, M. T., B. J. Kerr, J. A. England, P. W. Waldroup (1997): Performance and carcass composition of large white toms as affected by dietary crude protein and threonine supplements. *Poult.Sci.* 76, 1392-1397.
9. Kralik, G., R. Scitovski, Đ. Senčić (1993): Application of asymmetric S-function for analysis and valuation of the growth of boars. *Stočarstvo*, 47, 425-433.
10. Kralik G., P. Božičković, Z. Škrtić (1996.): Specifičnosti rasta i hranidba provenijencija tovnih pilića. *Krmiva*, 38(6):319.-326.
11. Kralik, G., R. Scitovski, G. Kušec (2001): Modeli procjene maksimuma rasta kod provenijencija tovnih pilića. *Poljoprivreda* 7 (1), 37-41.
12. Leeson, S., J. D. Summers (1980): Production and carcass characteristics of the Large White turkey. *Poult.Sci.* 59, 1237-1245.
13. Lewandowsky, R. (1974): Prognose und Informationssysteme und ihre Anwendungen-Band 1, Walter de Gruyter, Berlin, New York
14. Meyer, H. (1999.): Einfluss unterschiedlicher Fuetterungsintensitaeten bei schweren und mittelschweren Putenhaehnen auf Maistleistung, Schlachtkoerperzusammensetzung und Fleischqualitaet. Thesis. Institut fuer Tierzuchtwissenschaft der Rheinschen Friedrich-Wilhelms-Universitaet, Bonn. Germany.
15. Nelder, J. A. (1961): The fitting of a generalization of the logistic curve. *Biometrics*, 1961, 89-110.
16. Ratkowsky, D. A., T. J. Reedy (1986): Choosing near-linear parameters in the four-parameter logistic model for radio-ligand and related assays. *Biometrics*, 42, 575-582.
17. Ratkowsky, D. A. (1990): Handbook of nonlinear regression models. Marcel Dekker, New York.
18. Seber, G. A. F., C. J. Wild (1989): Nonlinear regression. Wiley, New York.
19. Scitovski, R. (1993): Problemi najmanjih kvadrata. Financijska matematika. Ekonomski fakultet, Elektrotehnički fakultet, Osijek.
20. Veldkamp, T., R. P. Kwakkel, P. R. Ferket, M. W. A. Verstegen (2002): Impact of ambient temperature and age on dietary lysine and energy in turkey production. *World's Poult.Sci. Journal*, Vol.58, December 2002, 475-491.

21. Wood, J. D. (1989): Meat yield and carcass composition in turkeys. In: Recent advances in turkey science. (Nixey, C. and Grey, T. C., Eds) Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., UK, 271-288.
22. Zeger. S. L., S. D. Harlow (1987): Mathematical models from laws of growth to tools for biologic analysis: fifty years of "Growth". Growth. Spring; 51(1):1-21.

## SUMMARY

The objective of this study was to investigate the application of generalized logistic function to the heavy hybrid turkey growth modeling. The growth of 20 turkey toms and 20 turkey hens of Nicholas 700 provenience was monitored over 19 weeks. During the whole fattening period, differences in live weights between males and females were statistically highly significant ( $P < 0.001$ ). At the end of the experiment, turkey toms weighed on average 15.17 kg, compared to 10.88 kg of average turkey hens live weight. Males weighed approximately 4.3 kg or 39.53% more than females. Average weekly gain of turkey toms was 795 g, and of turkey hens 577 g. Average growth rate of turkey toms was 12.45% and of turkey hens 12.11%. Evaluation of inflection point and each growth phase for both turkey sexes was carried out by using generalized logistic function:

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

Coefficients of asymmetry were  $\gamma = 0.2$  (males) and  $\gamma = 0.3$  (females). Biological maximum was 18.57 kg for males, and 12.63 kg for females. According to calculated parameters, inflection point in turkey hens occurred at the beginning of the 10<sup>th</sup> week of fattening, when they reached 5.27 kg; in turkey toms it occurred in the middle of the 10<sup>th</sup> week, at the weight of 7.46 kg. On the basis of the results obtained by using the model of generalized logistic function for turkey growth rate description, it was concluded that turkey hens ended their intensive growth phase about a week earlier than turkey toms, with the inflection point also starting earlier than in turkey toms.

Key words: turkeys, growth, generalized logistic function