

SỬ DỤNG MỘT SỐ HÀM HỒI QUY PHI TUYẾN TÍNH MÔ TẢ SINH TRƯỞNG CỦA GÀ F_1 (HỒ × LƯƠNG PHƯỢNG)

Hà Xuân Bộ*, Đặng Thuý Nhung

Khoa Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: hxbo@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 10.05.2021

Ngày chấp nhận đăng: 09.12.2021

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 6/2019 đến tháng 3/2021 tại Trại Thực nghiệm, Khoa Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam nhằm mô tả sinh trưởng và xác định hàm sinh trưởng phù hợp để ước tính khối lượng của gà F_1 (Hồ × Lương Phượng). Các hàm sinh trưởng: Logistic, Bertalanffy, Gompertz, Richards, Brody và Negative Exponential được sử dụng để ước tính khối lượng của gà HLP. Dữ liệu về sinh trưởng được theo dõi trên 210 con (105 trống và 105 mái) giai đoạn từ 1 đến 15 tuần tuổi. Hàm Logistic, Gompertz được đánh giá phù hợp để mô tả sinh trưởng của gà trống, gà mái với hệ số xác định cao nhất (96,55 và 96,79%) và giá trị MSE thấp nhất (32.371,80 và 18.625,90). Thời gian, khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh đạt 2,7 tuần, 280 g/con (gà trống) và 3,1 tuần, 264 g/con (gà mái). Thời gian, khối lượng tại điểm uốn đạt 7,82 tuần, 1.400,63 g/con (gà trống) và 7,13 tuần, 970,65 g/con (gà mái). Thời gian, khối lượng lúc kết thúc pha sinh trưởng chậm đạt 12,9 tuần, 2.521 g/con (gà trống) và 17,6 tuần, 2.375 g/con (gà mái). Sử dụng hàm hồi quy đa thức là phù hợp để xác định mối liên hệ giữa tuần tuổi với lượng thức ăn thu nhận và tiêu tốn thức ăn của gà HLP. Hàm Logistic và Gompertz phù hợp nhất để mô tả sinh trưởng của gà HLP.

Từ khóa: Hàm hồi quy phi tuyến tính, gà F_1 (Hồ × Lương Phượng), mô hình sinh trưởng.

Application of Nonlinear Functions to Describe the Growth of F_1 (Ho × Luong Phuong) Chickens

ABSTRACT

This study was carried out at animal farm of Vietnam National University of Agriculture from June 2019 to March 2021 in order to describe the growth and determine the best growth models to estimate body weight of F_1 (Ho × Luong Phuong) chickens. A total of six functional growth models, Logistic, von Bertalanffy, Gompertz, Richards, Brody and Negative Exponential were used to estimate body weight from 1 to 15 weeks of age. Data on growth performance were collected from 210 chickens (105 cocks and 105 hens). The results showed that, Logistic and Gompertz functions best described the growth of HLP chickens with the highest coefficient of determination (96.55 and 96.79%) and the lowest MSE (32,371.80 and 18,625.90). The age and weight of start of growth acceleration phase were 2.7 weeks and 280g for cocks and 3.1 weeks and 264g for hens. The age and weight of inflection point were 7.82 weeks and 1,400.63g for cocks and 12.9 weeks and 970.65g for hens. The age and weight of end of growth deceleration phase were 12.9 weeks and 2,521g (cocks) and 17.6 weeks and 2,375g (hens). Polynomial functions were suitable to estimate the association between feed consumption and feed conversion ratio with the age of the birds.

Keywords: Nonlinear models, growth models, F_1 (Ho × Luong Phuong) chickens.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc tập trung khai thác, phát triển nguồn gen gia cầm bản địa là một trong những hướng nghiên cứu cần thiết và đúng đắn trong lĩnh vực

chăn nuôi gia cầm trong những năm qua. Bên cạnh đó, việc nghiên cứu phát triển các giống gà bản địa, kết hợp lai tạo giữa các giống bản địa với giống ngoại nhập đóng vai trò quan trọng nhằm tăng năng suất chăn nuôi gia cầm và đã

đạt được những kết quả nhất định. Việc sử dụng trống nội như gà Hồ lai với mái Lương Phượng (LP) tạo ra tổ hợp lai Hồ × Lương Phượng (HLP) có khả năng sinh trưởng nhanh, năng suất thân thịt và chất lượng thịt tốt hiện đang chiếm một vị trí quan trọng trong sản xuất chăn nuôi và thị trường tiêu thụ gà lông màu tại Việt Nam. Nghiên cứu về khả năng sinh trưởng, năng suất thân thịt, chất lượng thịt của gà HLP đã được đề cập trong nghiên cứu của Vũ Đình Tôn & Hán Quang Hạnh (2010); Hà Xuân Bộ & cs. (2021). Bùi Hữu Đoàn & Hoàng Thanh (2011) đã đánh giá khả năng sản xuất và chất lượng thịt của tổ hợp lai kinh tế 3 giống (Mía - Hồ - Lương Phượng).

Hàm sinh trưởng được sử dụng để khảo sát mối liên quan giữa khối lượng và thời gian nuôi của gà. Từ đó, người chăn nuôi gà có thể dự báo được khối lượng, lượng thức ăn và chọn lọc được những cá thể có khả năng sinh trưởng vượt trội nhằm nâng cao năng suất chăn nuôi. Sử dụng hàm hồi quy phi tuyến tính để mô tả sinh trưởng ở gà được đề cập trong các nghiên cứu của Darmani & cs. (2003); Golomytis & cs. (2003); Darmani & cs. (2007); Darmani & cs. (2010); Porter & cs. (2010); Osei-Amponsah & cs. (2014). Đặng Vũ Hoà (2015) đã sử dụng một số hàm hồi quy phi tuyến tính để mô tả sinh trưởng của vịt Đốm (Pát Lài). Nguyen Hoang & cs. (2021) đã sử dụng một số hàm hồi quy phi tuyến tính mô tả sinh trưởng của Mía. Như vậy, các nghiên cứu sử dụng hàm hồi quy phi tuyến tính để mô tả sinh trưởng của gà tại Việt Nam còn khá hạn chế.

Nghiên cứu này nhằm xác định được hàm hồi quy phi tuyến tính phù hợp nhất để mô tả quy luật sinh trưởng, ước tính thời điểm, khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh; ước tính thời điểm, khối lượng tại điểm uốn và ước tính thời điểm, khối lượng lúc kết thúc pha sinh trưởng chậm của gà HLP nhằm đề xuất các biện pháp chăm sóc và giết mổ phù hợp. Đồng thời, xác định mối liên hệ giữa lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng với tuổi của gà HLP bằng hàm hồi quy đa thức.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Gà lai F_1 (Hồ × Lương Phượng) gồm tổng số 210 con (105 gà trống và 105 gà mái) nuôi từ 1 ngày tuổi đến 15 tuần tuổi tại Trại Thực nghiệm, Khoa Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong thời gian từ tháng 06/2019 đến tháng 3/2021.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Gà HLP được đeo số chân cho từng con và được nuôi thành 3 đợt (đợt 1 năm 2019 với 70 con (35 trống và 35 mái), đợt 2 năm 2020 với 70 con (35 trống và 35 mái) và đợt 3 năm 2021 với 70 con (35 trống và 35 mái) theo phương thức nuôi nhốt, tách riêng trống mái trên nền xi măng có độn lót. Gà được cho ăn và uống nước tự do. Thành dinh dưỡng của thức ăn cho gà ở các giai đoạn khác nhau và quy trình vắc xin phòng bệnh cho gà HLP được trình bày trong bảng 1 và 2.

Số liệu về khối lượng cơ thể 105 gà mái và 105 gà trống HLP ở cả ba đợt nuôi đều được sử dụng để khảo sát bằng 6 hàm sinh trưởng, bao gồm: Gompertz (Gompertz, 1825), Logistic (Pearl & Slobodkin, 1976), Richards (Richards, 1959), Brody (Brody, 1945), Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1957) và Negative Exponential (khảo sát riêng theo trống và mái). Mô hình sinh trưởng, công thức xác định tuổi và khối lượng tại điểm uốn được trình bày ở bảng 3.

Các giá trị “Starting value” của các tham số α , β , k và m sử dụng trong nghiên cứu này được ước tính dựa trên các nghiên cứu của Golomytis & cs. (2003); Darmani & cs. (2010); Porter & cs. (2010); Osei-Amponsah & cs. (2014) và Nguyen Hoang & cs. (2021).

Xác định tuổi, khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh và tuổi, khối lượng lúc kết thúc pha sinh trưởng chậm được thực hiện theo Osei-Amponsah & cs. (2014). Xác định tuổi và khối lượng tại điểm uốn được thực hiện theo Goshu & Koya (2013).

Các tham số α , β , k , m được xác định bằng hàm hồi quy phi tuyến tính với phần mềm Statgraphics Centurion XV version 15.1.02

(2009). Các tham số tối ưu được ước lượng trên cơ sở cực tiểu hoá tổng bình phương các phần dư. Các tham số bao gồm: hệ số xác định R^2 (R-Squared); sai số trung bình ME (Mean Error), trung bình bình phương sai số MSE (Mean Square Error), sai số tuyệt đối trung bình MAE (Mean Absolute Error); sai số dự đoán trung bình MPE (Mean Prediction Error)

và sai số dự đoán tuyệt đối trung bình MAPE (Mean Absolute Prediction Error) được sử dụng để đánh giá mức độ phù hợp và tương thích với thực nghiệm của các hàm hồi quy phi tuyến tính. Mô hình được đánh giá là phù hợp khi có giá trị của hệ số xác định R^2 (R-Squared) cao nhất và trung bình bình phương sai số MSE (Mean Square Error) nhỏ nhất.

Bảng 1. Thành phần dinh dưỡng của thức ăn (%DM)

Chỉ tiêu	1-4 tuần tuổi	5-15 tuần tuổi
Độ ẩm (% , tối đa)	14,0	14,0
Năng lượng trao đổi (ME, tối thiểu)	3.000	2.950
Protein thô (% , tối thiểu)	22,0	18,0
Xơ thô (%)	5,0	5,0
Ca (%)	0,8-1,5	0,8-1,5
P tổng số (%)	0,4-1,0	0,4-1,0
Lysine tổng số (% , tối thiểu)	1,00	0,85
Met + Cyst tổng số (% , tối thiểu)	0,70	0,66

Bảng 2. Quy trình vắc xin phòng bệnh cho gà HLP

Ngày tuổi	Loại vắc xin	Cách sử dụng
1	Marek	Tiêm dưới da
3	Lasota	Nhỏ mắt, mũi
7	Gumboro	Tiêm dưới da
14	Lasota	Nhỏ mắt, mũi
21	Gumboro	Tiêm dưới da

Bảng 3. Hàm sinh trưởng, công thức xác định tuổi và khối lượng tại điểm uốn

Tên hàm	Công thức	Tuổi tại điểm uốn	Khối lượng tại điểm uốn
Gompertz	$BW_t = \alpha \cdot \exp(-\beta \cdot \exp(-k \cdot t))$	$(\ln \beta)/k$	α/e
Logistic	$BW_t = \alpha / (1 + \beta \cdot \exp(-k \cdot t))$	$(\ln \beta)/k$	$\alpha/2$
Richards	$BW_t = \alpha \cdot (1 - \beta \cdot \exp(-k \cdot t))^{(-1/m)}$	$-\ln(m/\beta)/k$	$\alpha/(m + 1)^{1/m}$
Bertalanffy	$BW_t = \alpha \cdot (1 - \beta \cdot \exp(-k \cdot t))^3$	$\ln(3\beta)/k$	$8 \cdot \alpha/27$
Brody	$BW_t = \alpha \cdot (1 - \beta \cdot \exp(-k \cdot t))$	-	-
Negative Exponential	$BW_t = \alpha \cdot (1 - \exp(-\beta \cdot t))$	-	-

Ghi chú: BW_t : Khối lượng ước tính của gà tại tuần tuổi t (g); α : Khối lượng tiệm cận lúc trưởng thành (g); β , k , m : các tham số đặc biệt của hàm sinh trưởng; β : tham số thể hiện đặc tính sinh trưởng từ khi bắt đầu pha sinh trưởng nhanh đến khi đạt điểm uốn; k : tham số thể hiện tốc độ sinh trưởng ở pha sinh trưởng chậm từ điểm uốn đến khi đạt khối lượng tiệm cận; m : tham số quyết định hình dạng của đường cong sinh trưởng và $\exp$: hàm số mũ của số Euler ($\sim 2,718282$).

3. KẾT QUẢ

3.1. Mô tả sinh trưởng của gà HLP bằng một số hàm hồi quy phi tuyến tính

Các tham số ước tính của các hàm sinh trưởng trên gà trống và mái HLP được trình bày tại bảng 4. Khối lượng ước tính của gà trống và mái HLP lúc trưởng thành ước tính thấp nhất ở hàm Logistic (2.801,25 và 2.260,93g) và cao nhất ở hàm Negative Exponential (39.206,40 và 30.454,10g). Khối lượng lúc trưởng thành của gà trống HLP ước tính bằng các hàm sinh trưởng luôn cao hơn so với gà mái. Các hàm Brody, Bertalanffy và Negative Exponential đều cho các tham số α (khối lượng tiệm cận) quá lớn so với khối lượng thực tế có thể đạt được ở gà HLP trống và mái. Tham số α của hàm Brody và hàm Bertalanffy đối với gà trống HLP (5.684,18 và 5.557,90g) và gà mái HLP (4.492,77 và 4.464,21g) ở mức cao. Những giá trị này không thể đạt được trong thực tế, cho dù gà HLP được nuôi thêm nhiều tuần nữa. Các giá trị tham số α của hàm Negative Exponential còn cao hơn rất nhiều đối với gà trống (39.206,40g) và gà mái (30.454,10g). Bên cạnh đó, hai hàm Brody và Negative Exponential không có điểm uốn. Vì vậy, hai hàm này không thích hợp với việc mô tả đường cong sinh trưởng của gà HLP trong nghiên cứu này. Như vậy, hai hàm số Brody, Negative Exponential không được sử dụng để

tiếp tục đánh giá các giá trị liên quan tới thời gian của điểm uốn và khối lượng của điểm uốn.

Các hàm sinh trưởng trên gà trống và mái HLP được trình bày ở bảng 5. Các tham số đánh giá mức độ tin cậy, khả năng ước tính khối lượng của gà HLP trống và mái được thể hiện qua bảng 6.

Hàm Gompertz, Logistic và Richards đều có thể sử dụng được để mô tả sinh trưởng của gà HLP vì mức độ biến thiên về khối lượng được giải thích thông qua các mô hình này ở mức cao ($R^2 > 96\%$). Trong đó, sử dụng hàm Logistic mô tả sinh trưởng của gà trống HLP được đánh giá phù hợp nhất với hệ số xác định cao nhất ($R^2 = 96,55\%$) và giá trị MSE thấp nhất (32.371,80). Sử dụng hàm Gompertz mô tả sinh trưởng của gà mái HLP được đánh giá phù hợp nhất với hệ số xác định cao nhất ($R^2 = 96,79$) và giá trị MSE thấp nhất (18.625,90).

3.2. Ước tính thời điểm, khối lượng của gà HLP bằng các hàm hồi quy phi tuyến tính

Các số liệu về khối lượng trưởng thành, cũng như các tính toán dựa trên các tham số thu được đối với thời gian, khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh, điểm uốn, thời gian kết thúc pha sinh trưởng chậm của 4 hàm Gompertz, Logistic, Richards và Bertalanffy được trình bày trong bảng 7.

Bảng 4. Tham số ước tính của hàm sinh trưởng trên gà HLP

Hàm	α (g)	$\pm$ SE	β	$\pm$ SE	k (g/tuần)	$\pm$ SE	m	R^2
Trống								
Gompertz	3.225,06	36,03	4,86	0,10	0,23	0,004	-	96,50
Logistic	2.801,25	17,09	28,85	1,13	0,43	0,01	-	96,55
Richards	3.228,41	66,84	0,01	0,06	0,23	0,02	0,003	96,50
Brody	5.684,18	292,78	1,06	0,01	0,05	0,003	-	93,43
Bertalanffy	5.557,90	276,30	1,06	0,01	0,02	0,001	-	93,36
Neg. Exp.	39.206,40	17.878,40	0,005	0,002	-	-	-	93,62
Mái								
Gompertz	2638,51	31,00	4,47	0,08	0,21	0,004	-	96,79
Logistic	2.260,93	14,69	24,57	0,89	0,40	0,01	-	96,68
Richards	2.640,93	59,77	0,02	0,18	0,21	0,01	0,005	96,79
Brody	4.492,77	222,25	1,06	0,003	0,05	0,003	-	94,03
Bertalanffy	4.464,21	218,01	1,06	0,01	0,02	0,001	-	94,01
Neg. Exp.	30.454,10	12723,40	0,005	0,002	-	-	-	94,42

Bảng 5. Các hàm sinh trưởng trên gà HLP

Mô hình	Tính biệt	Hàm sinh trưởng	R ²
Gompertz	Trống	$BW = 3.225,06 \cdot \exp(-4,86179 \cdot \exp(-0,22853 \cdot t))$	96,50
	Mái	$BW = 2.638,38 \cdot \exp(-4,47136 \cdot \exp(-0,212803 \cdot t))$	96,79
Logistic	Trống	$BW = 2.801,25 / (1 + 28,848 \cdot \exp(-0,430339 \cdot t))$	96,55
	Mái	$BW = 2.260,93 / (1 + 24,5741 \cdot \exp(-0,40488 \cdot t))$	96,68
Richards	Trống	$BW = 3.228,41 \cdot (1 - 0,0137614 \cdot \exp(-0,227877 \cdot t))^{(-1/0,00284479)}$	96,50
	Mái	$BW = 2.640,93 \cdot (1 - 0,0222047 \cdot \exp(-0,212176 \cdot t))^{(-1/0,00499508)}$	96,79
Brody	Trống	$BW = 5.684,18 \cdot (1 - 1,05866 \cdot \exp(-0,0466178 \cdot t))$	93,43
	Mái	$BW = 4.492,77 \cdot (1 - 1,05525 \cdot \exp(-0,0465298 \cdot t))$	94,03
Bertalanffy	Trống	$BW = 5.557,9 \cdot (1 - 1,06069 \cdot \exp(-0,0159971 \cdot t)^3)$	93,36
	Mái	$BW = 4.464,21 \cdot (1 - 1,05579 \cdot \exp(-0,0156377 \cdot t)^3)$	94,01
Neg. Exp.	Trống	$BW = 39.206,4 \cdot (1 - \exp(-0,00487632 \cdot t))$	93,62
	Mái	$BW = 30454,1 \cdot (1 - \exp(-0,00498844 \cdot t))$	94,42

Ghi chú: BW: Khối lượng gà HLP (g); t: tuần tuổi; exp: hàm số mũ của e.

Bảng 6. Tham số thống kê đánh giá mức độ tin cậy của 6 hàm sinh trưởng trên gà HLP

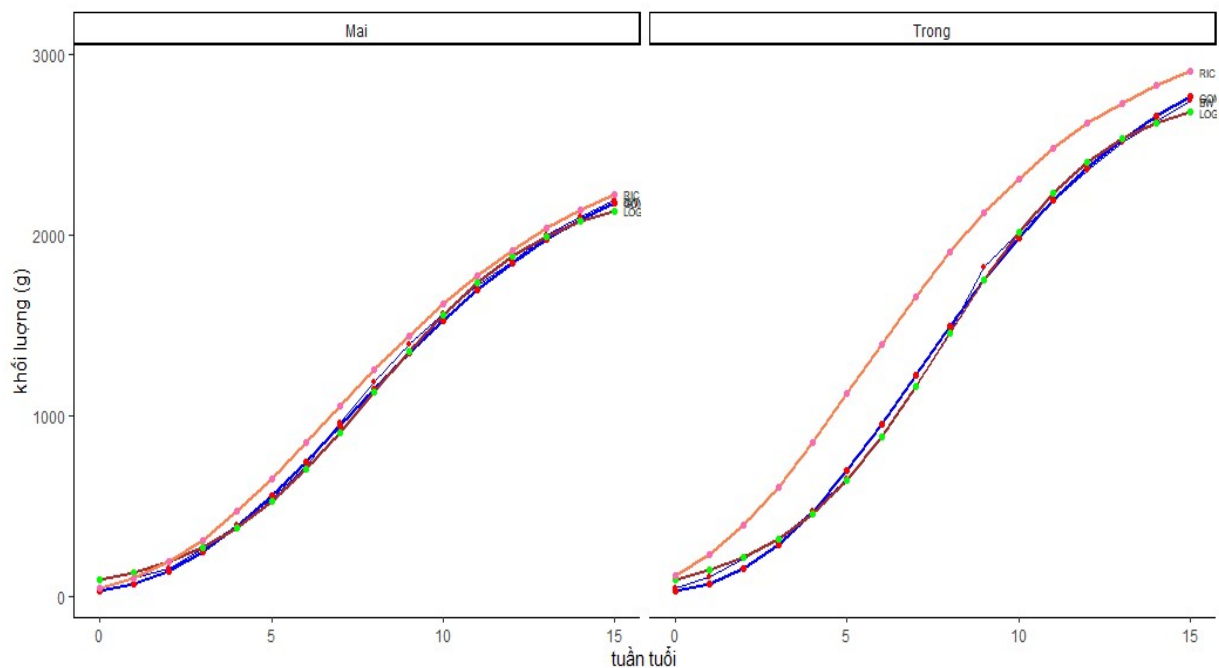
Mô hình	Tính biệt	ME	MSE	MAE	MAPE	MPE	R ²
Gompertz	Trống	5,66	32.808,10	126,87	15,27	5,03	96,50
	Mái	2,22	18.625,90	95,58	12,63	2,09	96,79
Logistic	Trống	-4,39	32.371,80	127,32	19,18	-10,84	96,55
	Mái	-5,38	19.264,20	100,28	20,36	-12,90	96,68
Richards	Trống	-5,58	32.838,30	126,93	15,31	5,06	96,50
	Mái	2,46	18.642,90	95,67	12,79	2,34	96,79
Brody	Trống	2,02	61.639,7	200,58	80,14	49,19	93,43
	Mái	1,59	34.602,60	154,05	71,30	42,62	94,03
Bertalanffy	Trống	2,22	62.310,6	201,72	80,89	49,73	93,36
	Mái	1,65	34.718,80	154,32	71,49	42,75	94,01
Neg. Exp.	Trống	-53,85	59.821,20	195,13	38,85	-20,47	93,62
	Mái	-39,46	32.336,20	147,83	35,66	-17,12	94,42

Tuổi lúc bắt đầu của pha sinh trưởng nhanh và tuổi kết thúc của pha sinh trưởng chậm thấp nhất ở hàm Logistic đối với gà trống (2,7 và 12,9 tuần), gà mái (2,5 và 13,3 tuần) và cao nhất ở hàm Bertalanffy đối với gà trống (3,4 và 49,1 tuần), gà mái (3,4 và 50,3 tuần). Khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh và kết thúc pha sinh trưởng chậm cũng thấp nhất ở hàm Logistic đối với gà trống (280 và 2.521g), gà mái (226 và 2.035g) và cao nhất ở hàm Bertalanffy đối với gà trống (556 và 5.002g), gà mái (446 và 4.018g). Thời gian tại điểm uốn ước tính đối với gà trống và mái thấp nhất ở hàm Bertalanffy (2,91 tuần), cao nhất ở hàm Logistic (7,82 và

8,00 tuần). Khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh, khối lượng tại điểm uốn và khối lượng lúc kết thúc pha sinh trưởng chậm ước tính đối với gà trống HLP cao hơn so với gà mái ở tất cả các hàm sinh trưởng.

3.3. Mô hình hồi quy đa thức mô tả lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn của gà HLP

Mối liên hệ giữa lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà trống và mái HLP với tuần tuổi được xác định thông qua mô hình hồi quy đa thức bậc 3, bậc 4 và được thể hiện ở các hình 2, 3, 4 và 5.



Hình 1. Đường cong sinh trưởng dựa trên khối lượng thực tế (BW) và khối lượng được ước tính bằng các hàm sinh trưởng Gompertz (GOM), Logistic (LOG), Richard (RIC) theo tính biệt của gà HLP

Bảng 7. Khối lượng tiệm cận, thời gian, khối lượng tại điểm uốn của các hàm Gompertz, Logistic, Richards và Bertalanffy gà HLP

Hàm	Bắt đầu pha sinh trưởng nhanh ¹		Điểm uốn		Kết thúc pha sinh trưởng chậm ¹	
	Thời gian (tuần)	Khối lượng (g)	Thời gian (tuần)	Khối lượng (g)	Thời gian (tuần)	Khối lượng (g)
Trống						
Gompertz	3,3	323	6,87	1.186,43	16,8	2.903
Logistic	2,7	280	7,82	1.400,63	12,9	2.521
Richards	3,3	323	5,23	1.185,88	16,8	2.906
Bertalanffy	3,4	556	2,91	1.646,79	49,1	5.002
Mái						
Gompertz	3,1	264	7,13	970,65	17,6	2.375
Logistic	2,5	226	8,00	1.130,47	13,3	2.035
Richards	3,1	264	6,60	969,11	17,7	2.377
Bertalanffy	3,4	446	2,91	1.322,73	50,3	4.018

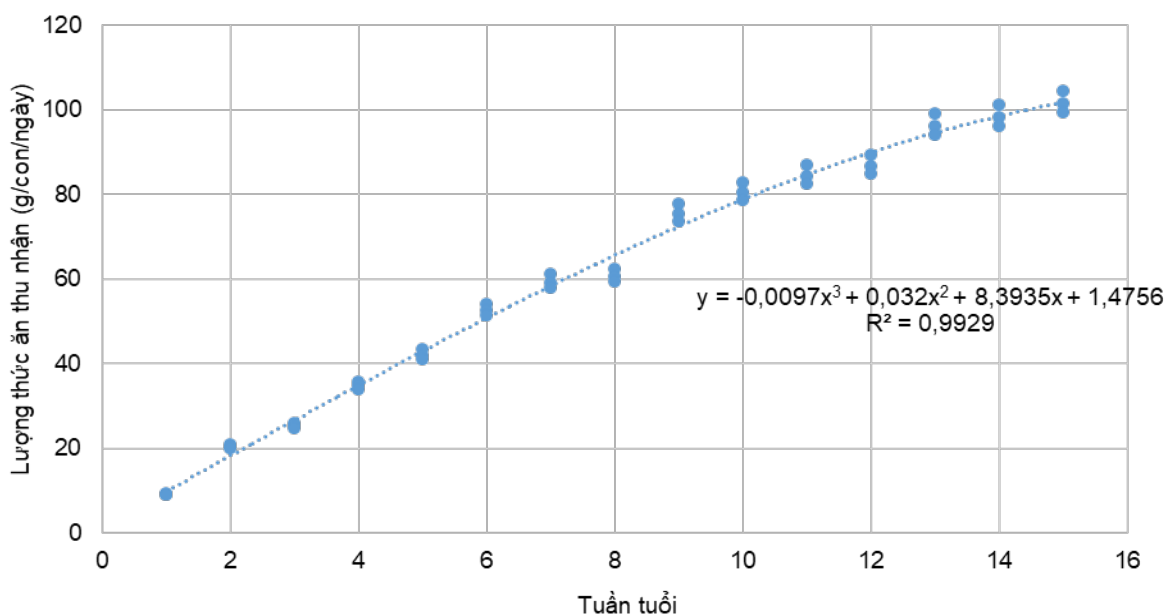
Ghi chú: ¹Thời gian, khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh và kết thúc pha sinh trưởng chậm được tính theo Osei-Amponsah & cs. (2014).

Mô hình hồi quy đa thức bậc 3 và bậc 4 được xây dựng nhằm dự báo lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà trống, mái HLP đạt được khi nuôi trong giai đoạn từ 1 ngày tuổi đến 15 tuần tuổi.

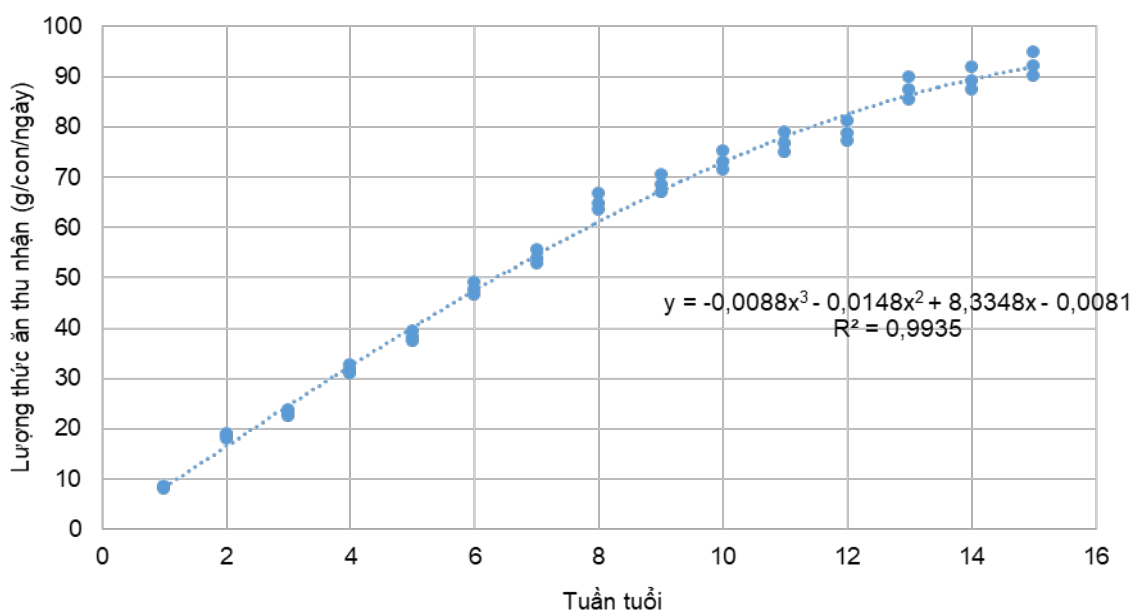
Phương trình hồi quy đa thức ước tính lượng thức ăn thu nhận (Y_1 , g/con/ngày) theo tuần tuổi (T) của gà trống HLP (1) có dạng: $Y_1 = -0,0097T^3 + 0,032T^2 + 8,3935T + 1,4756$ (1); Phương trình hồi quy đa thức ước tính tiêu tốn

thức ăn/kg tăng khối lượng (Y_2 , Kg) theo tuần tuổi (T) của gà trống HLP (2) có dạng: $Y_2 = -0,0004T^4 + 0,0156T^3 - 0,1874T^2 + 1,0662T + 0,6$ (2); Phương trình hồi quy đa thức ước tính lượng thức ăn thu nhận (Y_3 , g/con/ngày) theo tuần tuổi (T) của gà mái HLP (3) có dạng: $Y_3 = -0,0088T^3 - 0,0148T^2 + 8,3348T - 0,0081$

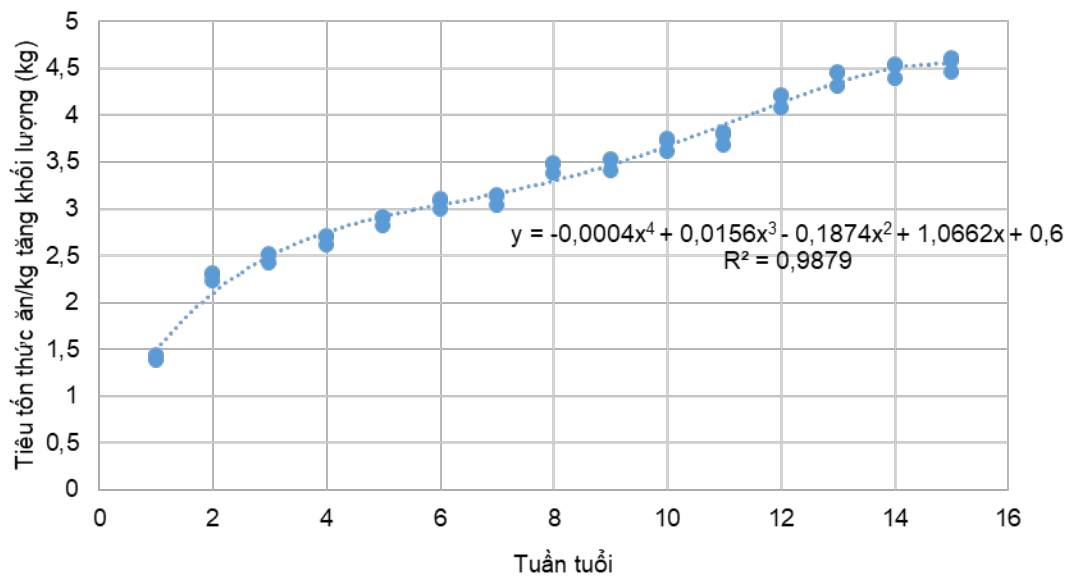
(3); Phương trình hồi quy đa thức ước tính tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng (Y_4 , Kg) theo tuần tuổi (T) của gà mái HLP (4) có dạng: $Y_4 = -0,0005T^4 + 0,0166T^3 - 0,1992T^2 + 1,1305T + 0,6209$ (4). Hệ số các định (R^2) của mô hình 1 đạt 99,29%, mô hình 2 đạt 98,79%, mô hình 3 đạt 99,35% và mô hình 4 đạt 98,78%.



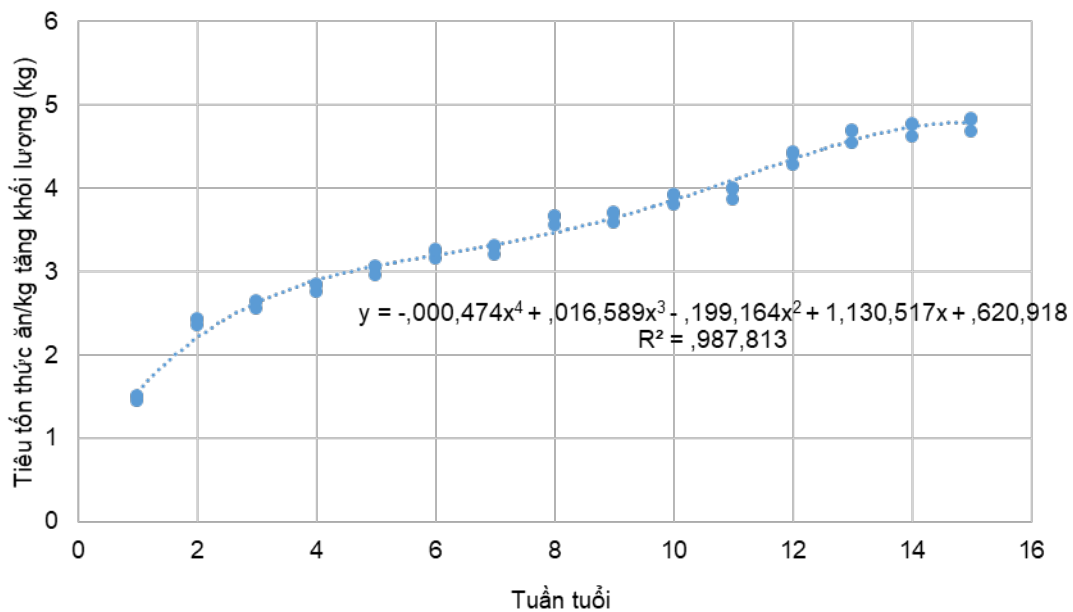
Hình 2. Mô hình hồi quy đa thức giữa lượng thức ăn thu nhận và tuần tuổi của gà trống HLP



Hình 3. Mô hình hồi quy đa thức giữa lượng thức ăn thu nhận và tuần tuổi của gà mái HLP



Hình 4. Mô hình hồi quy đa thức giữa tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng và tuần tuổi của gà trống HLP



Hình 5. Mô hình hồi quy đa thức giữa tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng và tuần tuổi của gà mái HLP

4. THẢO LUẬN

4.1. Mô tả sinh trưởng của gà HLP bằng các hàm hồi quy phi tuyến tính

Khối lượng tiệm cận (α) ước tính bằng các hàm sinh trưởng Logistic, Bertalanffy, Gompertz và Richards thấp hơn so với kết quả

công bố của Osei-Amponsah & cs. (2014) cho thấy, khối lượng tiệm cận được ước tính bằng các hàm hồi quy phi tuyến tính đối với gà trống Sasso T44 đạt từ 3.225 đến 3.448g; đối với gà mái Sasso T44 đạt từ 2.840 đến 3.020g; đối với gà trống bản địa Ghana đạt 1.607 đến 1.777g và đối với gà mái bản địa Ghana đạt 1.170 đến

1.332g. Kết quả công bố của Yang & cs. (2006) khi nghiên cứu sử dụng 03 hàm sinh trưởng bao gồm Gompertz, Logistic và Bertalanffy để mô tả sinh trưởng của gà vàng của Trung Quốc cho thấy, hệ số xác định của các hàm sinh trưởng đạt từ 99,52% đến 99,91%. Kết quả công bố của Yang & cs. (2006) cũng cho thấy, khối lượng tiệm cận được ước tính bằng các hàm hồi quy phi tuyến tính đối với gà trống vàng đạt thấp nhất ở hàm Logistic (2.197,98g) và cao nhất ở hàm Bertalanffy (4.107,08g); đối với gà mái đạt thấp nhất ở hàm Logistic (1.648,58g) và cao nhất ở hàm Bertalanffy (3.100,51g).

Kết quả công bố của Osei-Amponsah & cs. (2014) khi nghiên cứu sử dụng 03 hàm sinh trưởng bao gồm Gompertz, Logistic và Richards để mô tả sinh trưởng của gà bản địa Ghana và gà Sasso T44 cho thấy, hệ số xác định của các hàm sinh trưởng đạt từ 86,6 đến 96,7%.

4.2. Ước tính thời điểm, khối lượng của gà HLP bằng các hàm hồi quy phi tuyến tính

Hàm Bertalanffy ước tính thời gian của điểm uốn quá thấp (2,91 tuần), khối lượng tại điểm uốn quá cao và khối lượng kết thúc giai đoạn sinh trưởng chậm quá lớn so với khối lượng thực tế có thể đạt được ở gà HLP trống và mái. Do vậy, hàm Bertalanffy không phù hợp cho việc ước tính thời gian, khối lượng tại điểm uốn cũng như việc ước tính thời gian, khối lượng lúc bắt đầu pha sinh trưởng nhanh và lúc kết thúc pha sinh trưởng chậm của gà HLP. Sử dụng hàm Logistic ước tính thời gian của điểm uốn, khối lượng tại điểm uốn của gà mái HLP được đánh giá phù hợp nhất.

Điểm uốn của đường cong sinh trưởng là thời điểm chuyển từ pha sinh trưởng nhanh sang pha sinh trưởng chậm. Thời gian tại điểm uốn của hàm Richards và Gompertz tương đương nhau và thấp hơn so với hàm Logistic. Tương tự như vậy, khối lượng tại thời điểm có mức độ sinh trưởng cao nhất của hàm Richards và Gompertz tương đương nhau và thấp hơn so với hàm Logistic. Như vậy, gà HLP có thời gian chuyển từ pha sinh trưởng nhanh sang chậm là

7,82 tuần, tương ứng với 55 ngày tuổi đối với con trống và 8,00 tuần, tương ứng 56 ngày tuổi đối với con mái. Tại các thời điểm này, khối lượng của con mái khoảng 970,65g, khối lượng của con trống đạt khoảng 1.400,63g.

Kết quả nghiên cứu này về thời gian, khối lượng lúc bắt đầu vào pha sinh trưởng nhanh, điểm uốn và pha kết thúc sinh trưởng chậm của gà HLP có xu hướng thấp hơn với kết quả công bố của Osei-Amponsah & cs. (2014) khi nghiên cứu trên gà Sasso T44 tại Ghana và cũng thấp hơn kết quả công bố của Yang & cs. (2006) khi nghiên cứu trên gà vàng của Trung Quốc.

4.3. Mô hình hồi quy đa thức mô tả lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn của gà HLP

Hệ số xác định của các mô hình hồi quy đa thức ước tính lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà trống và gà mái HLP đều đạt mức cao (> 98%). Mô hình hồi quy ước tính được cho là phù hợp và tương thích với thực nghiệm khi hệ số xác định lớn hơn 75% (Castillo, 2007). Điều này cho thấy, việc ước tính lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà trống và gà mái HLP theo tuần tuổi đạt được sự tương thích cao so với thực nghiệm. Như vậy, các phương trình hồi quy ở trên được cho là phù hợp và có thể được sử dụng trong việc dự báo lượng thức thu nhận, tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà trống, mái HLP.

Kết quả nghiên cứu này về mô hình hồi quy đa thức dự báo lượng thức ăn thu nhận, tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà HLP có xu hướng tương tự với kết quả công bố của Goliomytis & cs. (2003). Kết quả công bố của Goliomytis & cs. (2003) cho thấy, mô hình đa thức được xây dựng nhằm ước tính lượng thức ăn thu nhận và tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà broiler và các mô hình này có hệ số xác định ở mức cao ($R^2 = 0,99$).

5. KẾT LUẬN

Sử dụng 3 hàm sinh trưởng Logistic, Gompertz và Richards là phù hợp trong việc mô

tả sinh trưởng của gà HLP. Tuy nhiên, hàm Gompertz phù hợp nhất để ước tính khối lượng của gà mái HLP và hàm Logistic phù hợp nhất để ước tính khối lượng của gà trống HLP. Sử dụng các hàm hồi quy đa thức là phù hợp để xác định mối liên hệ giữa tuần tuổi với lượng thức ăn thu nhận và tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng của gà HLP.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Brody S. (1945). *Bioenergetics and Growth*. Reinhold Publishing, Baltimol, New York.
- Bùi Hữu Đoàn & Hoàng Thanh (2011). Khả năng sản xuất và chất lượng thịt của tổ hợp gà lai kinh tế 3 giống (Mía - Hồ - Lương phượng). *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 9(6): 941-947.
- Castillo D.E. (2007). *Process optimization: a statistical approach*. (105). Springer Science & Business Media. pp. 118-122.
- Đặng Vũ Hoà (2015). Một số đặc điểm sinh học, khả năng sản xuất của vịt Đốm (Pát Lài) và con lai giữa vịt Đốm với vịt T14 (CV. Super M3). *Luận án Tiến sỹ chuyên ngành chăn nuôi*. Viện Chăn nuôi, 135tr.
- Darmani Kuhl H., Kebreab E., Lopez S. & France J. (2003). A comparative evaluation of functions for the analysis of growth in male broilers. *The Journal of Agricultural Science*. 140(4): 451.
- Darmani Kuhl H., Porter T., Kebreab E., Lopez S. & France J. (2007). A comparative evaluation of functions for the analysis of growth in turkeys. *Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition*. pp. 109-111.
- Darmani Kuhl H., Porter T., López S., Kebreab E., Strathe A., Dumas A., Dijkstra J. & France J. (2010). A review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 66(2): 227-240.
- Goliomytis M., Panopoulou E. & Rogdakis E. (2003). Growth curves for body weight and major component parts, feed consumption, and mortality of male broiler chickens raised to maturity. *Poultry Science*. 82(7): 1061-1068.
- Gompertz B. (1825). XXIV. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. In a letter to Francis Baily, Esq. FRS &c. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*. (115): 513-583.
- Goshu A.T. & Koya P.R. (2013). Derivation of inflection point of nonlinear regression curves - implications to statistics. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*. 2(6): 268-272.
- Hà Xuân Bộ, Lê Việt Hà & Đặng Thuý Nhung (2021). Khả năng sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của gà lai Hồ x Lương Phượng. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật chăn nuôi*. 266: 9-14.
- Nguyen Hoang T., Do H.T., Bui D.H., Pham D.K., Hoang T.A. & Do D.N. (2021). Evaluation of non-linear growth curve models in the Vietnamese indigenous Mia chicken. *Animal Science Journal*. 92(1): e13483.
- Osei-Amponsah R., Kayang B., Naazie A., Barchia I. & Arthur P. (2014). Evaluation of models to describe temporal growth in local chickens of Ghana. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 4(4): 855-861.
- Pearl R. & Slobodkin L. (1976). The growth of populations. *The quarterly review of biology*. 51: 6-24.
- Porter T., Kebreab E., Kuhl H.D., Lopez S., Strathe A. & France J. (2010). Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. *Poultry Science*. 89(2): 371-378.
- Richards F.J. (1959). A flexible growth equation for empirical use. *Journal of Experimental Botany*. 10: 290-300.
- Von Bertalanffy L. (1957). Quantitative laws for metabolism and growth. *The quarterly review of biology*. 32(3): 217-231.
- Vũ Đình Tôn & Hán Quang Hạnh (2010). Xác định mức sử dụng bột giun quế (*Perionyx excavatus*) thích hợp trong khẩu phần ăn của gà Broiler (Hồ x Lương Phượng) nuôi thả vườn. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 8(6): 949-958.
- Yang Y., Mekki D., Lv S., Wang L., Yu J. & Wang J. (2006). Analysis of fitting growth models in Jinghai mixed-sex yellow chicken. *International Journal of Poultry Science*. 5(6): 517-521.