



ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC MỨC METHIONINE TRONG KHẨU PHẦN THỨC ĂN ĐẾN SINH TRƯỞNG CỦA GÀ RI LAI

Hồ Lê Quỳnh Châu^{1,*}, Hồ Trung Thông¹, Dương Thị Hương¹, Thân Thị Thanh Trà¹,
Võ Thị Minh Tâm¹, Lê Thị Thu Hằng¹, Dư Thanh Hằng¹, Phạm Tấn Tịnh²

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

² Chi cục Chăn nuôi và Thú y Quảng Nam, Quốc Lộ 1A, Tân Thạnh, Tam Kỳ, Quảng Nam, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Hồ Lê Quỳnh Châu <hochauhuaf@hueuni.edu.vn>
(Ngày nhận bài: 30-11-2020; Ngày chấp nhận đăng: 5-2-2021)

Tóm tắt. Gà Ri lai ($\frac{1}{4}$ Lương Phượng \times $\frac{3}{4}$ Ri) được nuôi cho tới 12 tuần tuổi. Tổng cộng 240 con gà Ri lai một ngày tuổi được bố trí ngẫu nhiên vào 12 ô chuồng. Ba khẩu phần thức ăn với hàm lượng methionine thấp, trung bình và cao so với mức methionine khuyến cáo của Evonik cho nhóm gà lông màu được sử dụng để nuôi gà. Kết quả cho thấy lượng methionine cao hơn 0,08% so với khuyến cáo đã có cải thiện đáng kể đến sinh trưởng. Ở 12 tuần tuổi, khối lượng gà nuôi bằng khẩu phần methionine cao tăng 8,9–9,7% so với hai nghiệm thức còn lại. Mặc dù không có sự sai khác về lượng thức ăn thu nhận của gà giữa các nghiệm thức, nhưng hiệu quả sử dụng thức ăn và hiệu quả sử dụng protein ở gà Ri lai ở nghiệm thức methionine cao đã được cải thiện đáng kể. Việc giảm 0,08% methionine trong khẩu phần thức ăn so với khuyến cáo không làm ảnh hưởng đến hiệu quả chuyển hóa thức ăn của gà thí nghiệm.

Từ khóa: methionine, Ri lai, sinh trưởng

Effect of dietary methionine on growth performance of Ri hybrid chickens

Ho Le Quynh Chau^{1,*}, Ho Trung Thong¹, Duong Thi Huong¹, Than Thi Thanh Tra¹,
Vo Thi Minh Tam¹, Le Thi Thu Hang¹, Du Thanh Hang¹, Pham Tan Tinh²

¹ University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue City, Vietnam

² Quang Nam Department of Animal Health, National Highway 1A, Tan Thanh,
Tam Ky, Quang Nam, Vietnam

* Correspondence to Ho Le Quynh Chau <hochauhuaf@hueuni.edu.vn>
(Submitted: November 30, 2020; Accepted: February 5, 2021)

Abstract. Ri hybrid chickens ($\frac{1}{4}$ Luong Phuong \times $\frac{3}{4}$ Ri) were raised up to 12 weeks of age. Two hundred and forty one-day-old chickens of uniform body weight were allocated into 12 boxes. Three diet compositions

with a low, adequate, and high methionine content compared with the level recommended by Evonik for coloured-feather chickens. The results show that the high methionine level (0.08% higher than recommended) improved the growth performance of the chickens. The body weight of the chickens fed with high methionine content increased by 8.9–9.7% compared with the other groups at 12 weeks. There was no statistically significant difference in feed intake among the groups. However, feed conversion ratio and protein utilization efficiency were improved in the chickens fed with a high-methionine diet. Meanwhile, the diet with 0.08% methionine lower than recommended did not affect the feed efficiency in chickens.

Keywords: methionine, Ri hybrid, growth performance

1 Đặt vấn đề

Methionine là amino acid giới hạn thứ nhất trong khẩu phần ăn của gà. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng methionine là thành phần thiết yếu trong trao đổi protein, cung cấp nhóm methyl cho tổng hợp choline và betaine [3, 7]. Ngoài ra, methionine cũng có vai trò trong sinh tổng hợp carnitine và ảnh hưởng đến quá trình trao đổi lipid bằng cách thúc đẩy oxy hóa acid béo [6]. Nhiều nghiên cứu cũng đã công bố tác động điều hòa của methionine đối với sức sinh trưởng ở gà thịt [1, 2, 5]. Tuy vậy, các nhóm gà khác nhau có thể phản ứng khác nhau với hàm lượng methionine trong thức ăn [8]. Gà Ri lai là nhóm gà lông màu hiện đang được nuôi phổ biến ở Việt Nam. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào được thực hiện nhằm đánh giá tác động của hàm lượng methionine trong khẩu phần ăn đến các chỉ tiêu sinh trưởng ở nhóm gà này. Chính vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng các mức methionine khác nhau đến tốc độ sinh trưởng ở gà Ri lai, làm cơ sở cho việc xây dựng khẩu phần ăn phù hợp cho nhóm gà này ở Việt Nam.

2 Phương pháp

2.1 Động vật và thức ăn thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành trên gà Ri lai ($\frac{1}{4}$ Lương Phượng \times $\frac{3}{4}$ Ri) giai đoạn 0–12 tuần tuổi tại trang trại Halifarm, xã Hương Long, huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế. Tổng cộng, 240 con gà Ri lai một ngày tuổi được bố trí ngẫu nhiên vào 12 ô chuồng. Thí nghiệm được tiến hành với ba nghiệm thức, mỗi nghiệm thức được tiến hành với bốn lần lặp lại (Bảng 1). Ba khẩu phần có hàm lượng methionine khác nhau (thấp, trung bình, cao so với mức methionine khuyến cáo của Evonik [4] cho nhóm gà lông màu) được sử dụng để nuôi gà. Khẩu phần thí nghiệm với mức methionine trung bình (MA) là mức khuyến cáo của Evonik [4] cho gà lông màu các giai đoạn 1–14, 15–30, 31–45 và trên 45 ngày tuổi đến lúc kết thúc thí nghiệm. Các khẩu phần với mức methionine thấp (ML) và cao (MH) được thiết kế dựa trên khẩu phần thí nghiệm với mức methionine trung bình $\pm 0,08\%$. Thành phần nguyên liệu và giá trị dinh dưỡng của các khẩu phần được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 1. Một số thông số cơ bản của bố trí thí nghiệm

Thông số	Nghiệm thức		
	ML	MA	MH
Số lượng gà (con)	80	80	80
Số lần lặp lại	4	4	4
Thời gian nuôi (tuần)	12	12	12
Chế độ nuôi	Cho ăn tự do		

Chú thích: ML là khẩu phần có mức methionine thấp; MA là khẩu phần có mức methionine trung bình; MH là khẩu phần có mức methionine cao.

Bảng 2. Thành phần nguyên liệu và giá trị dinh dưỡng của các khẩu phần thí nghiệm (kg/kg)

Nguyên liệu	1-14 ngày tuổi			15-30 ngày tuổi			31-45 ngày tuổi			Trên 45 ngày tuổi		
	ML	MA	MH	ML	MA	MH	ML	MA	MH	ML	MA	MH
Ngô	0,487	0,486	0,485	0,547	0,546	0,545	0,567	0,566	0,565	0,623	0,623	0,621
Khô dầu đậu tương	0,320	0,320	0,320	0,273	0,273	0,273	0,211	0,211	0,211	0,200	0,200	0,200
Bột cá	-	-	-	0,008	0,008	0,008	0,004	0,004	0,004	-	-	-
Đậu tương nguyên dầu	0,115	0,115	0,115	0,095	0,095	0,095	0,150	0,150	0,150	0,104	0,104	0,104
Dầu thực vật	0,041	0,041	0,041	0,045	0,045	0,045	0,041	0,041	0,041	0,047	0,047	0,047
Dicalcium phosphate	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,009	0,009	0,009	0,008	0,008	0,008
Bột đá vôi	0,014	0,014	0,014	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014	0,014	0,013	0,013	0,013
Lysine HCl	0,002	0,002	0,002	0,0001	0,0001	0,0001	-	-	-	-	-	-
Methionine	0,001	0,002	0,003	0,0007	0,002	0,002	0,0004	0,001	0,002	0,000	0,0008	0,001
Threonine	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0003
Broiler-500*	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Muối	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Tổng	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Thành phần dinh dưỡng (nguyên trạng)												
ME (kcal/kg)	3039	3037	3034	3106	3103	3100	3156	3153	3151	3201	3198	3195
CP (%)	22,6	22,5	22,7	20,2	20,1	21,2	19,9	19,9	19,8	17,2	17,3	17,4
EE (%)	7,21	7,53	7,39	7,75	7,12	7,88	6,47	6,41	6,49	7,69	7,51	7,91
CF (%)	2,38	2,38	2,37	2,53	2,71	2,41	3,01	3,29	3,17	2,94	3,13	3,13
SID Lys (%)	1,31	1,31	1,31	1,05	1,05	1,05	0,97	0,97	0,97	0,85	0,85	0,85
SID Met (%)	0,44	0,52	0,6	0,35	0,43	0,51	0,31	0,39	0,47	0,25	0,33	0,41

Nguyên liệu	1–14 ngày tuổi			15–30 ngày tuổi			31–45 ngày tuổi			Trên 45 ngày tuổi		
	ML	MA	MH	ML	MA	MH	ML	MA	MH	ML	MA	MH
SID Cys (%)	0,3	0,3	0,3	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,25	0,25	0,25
SID (Met+Cys) (%)	0,74	0,82	0,90	0,63	0,71	0,78	0,57	0,65	0,73	0,49	0,57	0,66
Ca (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90	0,80	0,80	0,80
P (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,30

Chú thích: 1 kg Broiler-500 (Công ty cổ phần Công nghệ sinh học REP) chứa 6.000.000 UI vitamin A, 17.000 mg vitamin E, 1.460 mg vitamin K, 1.500 mg vitamin B1, 80 mg biotin, 40.000–44.000 mg Zn, 90.000–98.000 mg Mn và tá dược; ME: năng lượng trao đổi; CP: protein tổng số; EE: lipid tổng số; CF: xơ tổng số; SID Lys: lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn; SID Met: methionine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn; SID Cys: cysteine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn; SID (Met+Cys): tổng methionine và cysteine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn.

2.2 Nuôi gà và các chỉ tiêu theo dõi

Toàn bộ gà thí nghiệm trong mỗi nghiệm thức được cân hàng tuần và khi kết thúc thí nghiệm. Trong hai tuần đầu tiên, gà được cân theo nhóm bằng cân điện tử WH-B05 5 kg, độ chính xác 1 g. Từ tuần tuổi thứ ba, gà được cân theo nhóm bằng cân đồng hồ lò xo Nhơn Hòa 20 kg sai số 50 g.

Gà được cho ăn tự do 6 lần/ngày (lúc 7, 9, 11:30, 15, 17 và 20 giờ). Thức ăn được cân khi cho ăn và lượng thừa được cân vào 7 giờ sáng hôm sau bằng cân điện tử để xác định lượng ăn vào.

Gà thí nghiệm được phòng bệnh Newcastle bằng vaccine La sota ở một ngày tuổi và nhắc lại vào 17 ngày tuổi; nhỏ vaccine Gumboro ở 6 và 13 ngày tuổi; chủng vaccine đậu gà ở 8 ngày tuổi; tiêm vaccine cúm gia cầm ở 15 ngày tuổi.

Hiệu quả của việc sử dụng các mức methionine khác nhau trong khẩu phần đến sinh trưởng của gà Ri lai đánh giá dựa trên các kết quả thu được về khối lượng cơ thể, tốc độ tăng trọng, tốc độ sinh trưởng tương đối, tốc độ sinh trưởng tuyệt đối và hiệu quả sử dụng thức ăn.

2.3 Xử lý thống kê

Số liệu thí nghiệm được xử lý sơ bộ bằng Microsoft Excel và phân tích thống kê theo phương pháp thống kê sinh vật học trên phần mềm Minitab 16. Kết quả thí nghiệm được trình bày trong các bảng số liệu là giá trị trung bình và sai số của số trung bình (SEM). Kiểm định Tukey được sử dụng để so sánh giá trị trung bình với độ tin cậy 95%. Các giá trị trung bình được coi là khác nhau có ý nghĩa thống kê khi $p \leq 0,05$.

3 Kết quả và thảo luận

Khối lượng cơ thể của gà thí nghiệm ở các tuần tuổi được trình bày ở Bảng 3. Không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê về khối lượng của gà một ngày tuổi giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$). Sự sai khác về khối lượng cơ thể của gà giữa các nghiệm thức xuất hiện từ tuần tuổi thứ hai. Ở giai đoạn 10–12 tuần tuổi, khối lượng gà ở nghiệm thức methionine cao tăng nhanh hơn so với hai nghiệm thức còn lại. Khi kết thúc thí nghiệm, khối lượng gà nuôi bằng khẩu phần có mức methionine cao là lớn nhất, tăng 8,9–9,7% so với hai nghiệm thức còn lại. Sự sai khác này là có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Không có sự sai khác đáng kể về khối lượng gà giữa hai nghiệm thức MA và ML ($p > 0,05$).

Trong giai đoạn 9–10 tuần tuổi, có sự suy giảm lớn về tốc độ sinh trưởng của gà thí nghiệm ở hai nghiệm thức ML và MA so với nghiệm thức MH ($p > 0,05$). Điều này có thể là do trong giai đoạn này, một số cá thể gà ở hai nghiệm thức ML và MA bị bệnh hô hấp mãn tính (CRD) nên tốc độ sinh trưởng giảm xuống. Tính chung cho toàn bộ quá trình thí nghiệm thì chênh lệch về tốc độ sinh trưởng tuyệt đối của gà giữa nghiệm thức MH với ML và MA là 9,1–9,9% (Bảng 4). Điều này cho thấy việc gia tăng 0,08% hàm lượng methionine trong khẩu phần ăn cho gà Ri lai so với mức khuyến cáo của Evonik [4] đã cải thiện đáng kể sự sinh trưởng của gà thí nghiệm. Kết quả của Ahmed và Abbas [1] cũng cho thấy việc nuôi bằng khẩu phần có mức methionine cao hơn

Bảng 3. Khối lượng cơ thể của gà thí nghiệm qua các tuần tuổi (g/con)

Tuổi (tuần)	Nghiệm thức			SEM	<i>p</i>
	ML	MA	MH		
2 ngày	31,86	31,86	31,86	0,06	1,00
1	62,48	60,96	60,13	0,95	0,09
2	118,43 ^b	120,95 ^a ^b	124,65 ^a	1,99	0,03
3	209,49 ^{ab}	203,56 ^b	215,31 ^a	3,09	0,01
4	317,44	314,50	318,06	1,96	0,21
5	421,91 ^{ab}	417,02 ^b	427,57 ^a	2,50	0,01
6	511,31	513,87	524,74	8,65	0,31
7	581,64 ^b	605,92 ^a	619,73 ^a	5,36	0,00
8	672,47 ^b	687,77 ^b	711,01 ^a	5,97	0,00
9	855,89	870,87	870,09	7,83	0,16
10	970,68 ^b	970,61 ^b	1034,3 ^a	7,47	0,00
11	1102,5 ^b	1125,4 ^b	1233,4 ^a	14,95	0,00
12	1260,8 ^b	1270,5 ^b	1383,6 ^a	20,17	0,00

Chú thích: Các giá trị trong cùng một hàng có chữ cái giống nhau cho biết sự sai khác không có ý nghĩa thống kê với $p > 0,05$.

Bảng 4. Tốc độ sinh trưởng tuyệt đối (g/con/ngày)

Tuổi (tuần)	Nghiệm thức			SEM	<i>p</i>
	ML	MA	MH		
1	5,10 ^a	4,85 ^a	4,71 ^a	0,16	0,09
2	7,99 ^b	8,57 ^{ab}	9,22 ^a	0,24	0,00
3	13,01 ^a	11,80 ^b	12,95 ^a	0,34	0,01
4	15,42	15,85	14,68	0,50	0,12
5	14,93	14,65	15,65	0,42	0,09
6	12,77	13,84	13,88	1,11	0,51
7	10,05 ^b	13,15 ^a	13,57 ^a	0,92	0,01
8	12,98	11,77	13,04	0,56	0,07
9	26,20 ^a	26,16 ^a	22,73 ^b	1,13	0,03
10	15,97 ^b	14,25 ^b	23,45 ^a	0,98	0,00
11	19,27 ^b	22,11 ^b	28,45 ^a	2,07	0,00
12	22,61	20,72	21,46	2,25	0,60
Trung bình	14,69 ^b	14,80 ^b	16,15 ^a	0,24	0,00

Chú thích: Các giá trị trung bình trong cùng một hàng có một chữ cái giống nhau cho biết sự sai khác không có ý nghĩa thống kê với $p > 0,05$.

110 và 130% so với khuyến cáo của Hội đồng nghiên cứu quốc gia Hoa Kỳ (NRC) đã làm tăng khối lượng so với đối chứng. Hickling và cs. [5] cũng công bố rằng việc tăng hàm lượng methionine trong khẩu phần của gà thịt (0,43 so với 0,38%) đã làm tăng khối lượng trong giai đoạn 3–6 tuần tuổi.

Lượng thức ăn thu nhận của gà Ri lai có sự biến động giữa các nghiệm thức trong suốt thời gian thí nghiệm (Bảng 5). Ở hai tuần cuối của thí nghiệm, lượng thức ăn thu nhận ở nghiệm thức MH là cao nhất ($p < 0,05$). Tuy nhiên, tính chung cho cả quá trình thí nghiệm thì sự sai khác về lượng thức ăn thu nhận của gà giữa các nghiệm thức là không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Số liệu ở Bảng 6 cho thấy việc thay đổi 0,08% methionine trong khẩu phần ăn so với khuyến cáo của Evonik [4] không ảnh hưởng đến tổng lượng thức ăn và tổng lượng protein thu nhận của gà Ri lai thí nghiệm. Tuy nhiên, việc tăng 0,08% methionine đã cải thiện đáng kể hiệu quả sử dụng thức ăn và hiệu quả sử dụng protein ở gà Ri lai. Trong khi đó, việc giảm 0,08% methionine trong khẩu phần không làm ảnh hưởng đến hiệu quả chuyển hóa thức ăn của gà.

Bảng 5. Lượng thức ăn thu nhận (g DM/con) của gà Ri lai thí nghiệm

Tuổi (tuần)	Nghiệm thức			SEM	<i>p</i>
	ML	MA	MH		
1	9,15	9,63	9,35	0,24	0,17
2	22,02 ^a	22,01 ^a	20,04 ^b	0,47	0,00
3	31,96	31,83	31,08	0,35	0,07
4	34,94	35,06	34,18	2,25	0,82
5	48,29	49,09	48,31	0,58	0,33
6	54,36 ^a	52,03 ^{ab}	51,82 ^b	0,91	0,04
7	61,15 ^a	58,46 ^b	56,63 ^b	0,67	0,00
8	66,10 ^b	68,37 ^a	68,81 ^a	0,67	0,01
9	71,93 ^{ab}	70,79 ^b	72,74 ^a	0,50	0,01
10	75,08	74,47	75,04	0,53	0,47
11	81,03 ^b	82,77 ^{ab}	84,29 ^a	0,82	0,01
12	83,95 ^b	83,05 ^b	87,45 ^a	0,34	0,00
Trung bình	53,33	53,13	53,31	0,21	0,60

Chú thích: Các giá trị trung bình trong cùng một hàng có một chữ cái giống nhau cho biết sự sai khác không có ý nghĩa thống kê với $p > 0,05$.

Bảng 6. Hiệu quả chuyển hóa thức ăn của gà Ri lai thí nghiệm

Chỉ số	Nghiệm thức			SEM	<i>p</i>
	ML	MA	MH		
Tổng lượng thức ăn thu nhận (g/con)	4470,5	4353,3	4468,8	17,46	0,59
Tổng lượng protein thu nhận (g/con)	819,6	819,4	822,3	3,61	0,69
Hiệu quả sử dụng protein	1,499 ^b	1,512 ^b	1,644 ^a	0,03	0,00
Hệ số chuyển hóa thức ăn	3,638 ^a	3,597 ^a	3,309 ^b	0,05	0,00

Chú thích: Các giá trị trung bình trong cùng một hàng có một chữ cái giống nhau cho biết sự sai khác không có ý nghĩa thống kê với $p > 0,05$.

Kết quả này tương đồng với công bố trước đây của Wen và cs. [7] khi nghiên cứu trên gà thịt ở giai đoạn 1–42 ngày tuổi. Ngoài ra, Hickling và cs. [5] cũng cho rằng sử dụng khẩu phần có mức methionine 0,43 % đã cải thiện hiệu quả chuyển hóa thức ăn ở gà thịt so với khẩu phần đối chứng (0,38 % methionine) trong giai đoạn 3–6 tuần tuổi.

4 Kết luận

Việc sử dụng methionine trong khẩu phần thức ăn cao hơn 0,08% so với khuyến cáo của Evonik đã có cải thiện đáng kể đến sinh trưởng của gà Ri lai. Ở 12 tuần tuổi, khối lượng gà nuôi bằng khẩu phần methionine cao tăng 8,9–9,7% so với khẩu phần methionine thấp và trung bình. Mặc dù không có sự sai khác về lượng thức ăn thu nhận của gà giữa các nghiệm thức, nhưng hiệu quả sử dụng thức ăn và hiệu quả sử dụng protein ở gà Ri lai ở nghiệm thức methionine cao đã được cải thiện đáng kể. Việc giảm 0,08% methionine trong khẩu phần so với khuyến cáo không làm ảnh hưởng đến hiệu quả chuyển hóa thức ăn của gà Ri lai thí nghiệm.

Tài liệu tham khảo

1. Ahmed M. E. and Abbas T. E. (2011), Effects of dietary levels of methionine on broiler performance and carcass characteristics, *Int. J. Poult. Sci*, 10, 147–151.
2. Bouyeh M. and Gevorgyan O. K. (2011), Influence of excess lysine and methionine on cholesterol, fat and performance of broiler chicks, *J. Anim. Vet. Adv*, 10, 1546–1550.
3. Corzo A., Kidd M., Dozier W., Shack L. and Burgess S. (2006), Protein expression of pectoralis major muscle in chickens in response to dietary methionine status, *Br. J. Nutr*, 95, 703–708.
4. Evonik (2010), AMINOD at 4.0. In: Redshaw M. S, Fickler J., Fontaine J., Heimbeck W., Hess V., Reinmann I. (Eds.), Evonik Industries, Evonik Degussa GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany.
5. Hickling D., Guenter W. and Jackson M. (1990), The effects of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield, *Can. J. Anim. Sci.*, 70, 673–678.
6. Nukreaw R., Bunchasak C., Markvichitr K., Choothesa A., Prasanpanich S., and Loongyai W. (2011), Effects of methionine supplementation in low-protein diets and subsequent re-feeding on growth performance, liver and serum lipid profile, body composition and carcass quality of broiler chickens at 42 days of age, *Jpn. Poult. Sci.*, 48, 229–238.
7. Wen C., Chen X., Chen G. Y., Wu P., Chen Y. P., Zhou Y. M. and Wang T. (2014), Methionine improves breast muscle growth and alters myogenic gene expression in broilers, *J. Anim. Sci.*, 92, 1068–1073.
8. Wen C., Jiang X., Ding L., Wang T. and Zhou Y. (2017), Effects of dietary methion breast muscle growth, mygene expression and IGF-I in fast- and slow-growing, *Scientific Reports*, 7. DOI:10.1038/s41598-017-02142-z.