

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘT BIẾN ĐIỂM C1032T TRÊN GEN IGFBP2 TRÊN CÁC TÍNH TRẠNG NĂNG SUẤT THỊT Ở GÀ TÀU VÀNG

Đỗ Võ Anh Khoa¹

ABSTRACT

The objective of the current research was to analyze association of C1032T polymorphism of the IGFBP2 with carcass yield traits. Therefore, a total of 152 Tau Vang chickens from two different strains (CTU-LA01 and CTU-BT01) were employed for testing. During the experiment, the diet for chickens was based on commercial feed of the GreenFeed Vietnam Joint Stock Company. Actually, the C1032T genotypes were significantly associated with body length, neck length and leg weight ($p < 0,05$). This polymorphism was not significantly associated with other carcass traits. Besides that, significant difference was found for abdominal fat weight ($p = 0,019$) and percentage ($p = 0,014$), which were highest in the CTU-LA01 strain, in the interaction between polymorphism and male strains. In general, broilers with the genotype CC showed carcass yield traits higher than ones with the other genotypes. These results suggested that genotype CC of the IGFBP2 candidate gene could be considered as a SNP-assisted maker for carcass traits in Tàu Vàng chicken.

Keywords: Tàu Vàng chicken, IGFBP2 gene, meat yield traits, association

Title: Effects of C1032T single nucleotide polymorphism of the IGFBP2 gene on meat yield traits in Tàu Vàng chicken

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là để phân tích mối liên kết đa hình C1032T gen IGFBP2 với các tính trạng về năng suất thịt gà. Vì vậy, 152 con gà Tàu Vàng từ hai dòng khác nhau (CTU-LA01 và CTU-BT01) được đưa vào thử nghiệm, sử dụng thức ăn của Công ty Cổ phần GreenFeed Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự liên kết có ý nghĩa thống kê giữa các kiểu gen C1032T với các tính trạng về dài thân, dài cổ và khối lượng đùi ($p < 0,05$). Đa hình này không ảnh hưởng đến các tính trạng năng suất thịt khác. Bên cạnh đó, sự khác nhau có ý nghĩa được tìm thấy đối với tính trạng về khối lượng mỡ bụng ($p = 0,019$) và tỷ lệ mỡ bụng ($p = 0,014$) trong mối tương tác giữa kiểu gen và dòng trống. Sự tích lũy mỡ cao nhất được tìm thấy ở dòng trống CTU-LA01. Nhìn chung, những gà mang kiểu gen CC có năng suất thịt cao hơn gà mang hai kiểu gen còn lại CG và GG. Kiểu gen CC có thể được xem như một marker di truyền cho tính trạng về năng suất thịt ở gà giống Tàu Vàng.

Từ khóa: gà Tàu Vàng, gen IGFBP2, năng suất thịt, liên kết

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Insulin-like growth factors (IGF) là một trong những yếu tố điều hòa cho sự phát triển, tổng hợp protein, sự tăng sinh và biệt hóa ở tế bào (cell proliferation and differentiation) (King và Scanes, 1986; Scanes *et al.*, 1999). Ở những loài vật khác nhau, có trên 99% phân tử IGF và ít nhất 7 loại protein đặc hiệu affinity-binding proteins, có chức năng điều hòa hoạt động sinh học của IGF. Mặc dù IGF-binding

¹ Bộ môn Chăn nuôi, Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

protein 3 (IGFBP3) là thành phần chính có khả năng hoạt động tốt trong điều kiện sinh lý tuần hoàn kém cỏi (Jones và Clemmons, 1995), nhưng IGFBP2 lại là yếu tố nhạy cảm với protein khâu phần và đóng vai trò quan trọng trong tiến trình điều chỉnh sự phát triển ở gia súc đa vị và gà (Kita *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2005). Cấu trúc của gen IGFBP2 được bảo tồn giữa các loại động vật hữu nhũ và loài chim (Ehrenborg *et al.*, 1991; Schoen *et al.*, 1995). Gen IGFBP2 ở gà dài khoảng 38 kb và tọa lạc trên nhiễm sắc thể số 7 (Schoen *et al.*, 1995). Gen này gồm 4 exon ngắn và 3 intron dài, mã hóa 275 axit amin và được điều hòa bởi hormon tăng trưởng (Schoen *et al.*, 1995). Biểu hiện chính của gen IGFBP2 ở gà được tìm thấy ở các mô như gan, cơ, thận, tim, buồng trứng, não, ruột và những mô khác (Schoen *et al.*, 1995). Sự biểu hiện IGFBP2 được tập trung ở vài loại mô ở những gà vừa cho ăn thấp hơn những gà đã cho ăn trước đó 2 ngày. Sự biểu hiện của IGFBP2 cũng khác nhau trong những tác động khác biệt về dinh dưỡng (Nagao *et al.*, 2001). Đột biến gen được biết như là một trong những yếu tố làm ảnh hưởng đến quá trình chuyển mã và dịch mã và vì thế có ảnh hưởng đến chức năng của protein được mã hóa bởi gen đó. Có đến 35 đột biến điểm đã được nhận diện trong chuỗi nucleotide dài 3,578 bp của gen IGFBP2 từ các quần thể gà Leghorn, White Recessive Rock, Taihe Silkies, và Xinghua (Nie *et al.*, 2005). Một vài đột biến và haplotype cũng đã được nhận diện là có ảnh hưởng đến sự tăng trưởng và năng suất thịt ở gà (Lei *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2006). Trong nghiên cứu này, đột biến điểm C1032T được chọn để phân tích và đánh giá mối quan hệ đa hình di truyền với các tính trạng về năng suất thịt ở gà Tàu Vàng.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nghiên cứu được thực hiện trên 152 con gà Tàu Vàng thuộc 2 dòng CTU-LA01 (n=84) và CTU-BT01 (n=68). Gà thí nghiệm được cho ăn thức ăn của nhóm giống gà lông màu do Công ty Cổ phần GreenFeed Việt Nam cung cấp theo từng giai đoạn tuổi khác nhau. Tất cả gà được nuôi trong lồng cá thể trong giai đoạn 6-13 tuần tuổi cho đến khi giết thịt (Đỗ Võ Anh Khoa, 2012) để đo lường các tính trạng khảo sát về năng suất thịt như: khối lượng sống (KL_S), khối lượng sau cắt tiết (KL_{SCT}), khối lượng sau nhổ lông (KL_{SNL}), dài thân (DT), dài cổ (DC), góc ngực (GN), sâu ức (SU), dài ức (DU), dài đùi (DD), cao bàn chân (CBC), khối lượng thân thịt (KL_{TT}), khối lượng mỡ bụng (KL_{MB}), cao đầu (CD), rộng đầu (RD), khối lượng cổ (KL_C), khối lượng lòng (KL_L), khối lượng dạ dày (KL_{DD}), khối lượng tim (KLT), khối lượng gan (KL_G), chiều dài ruột non (CD_{RN}), chiều dài manh tràng (CD_{MT}), khối lượng ức (KL_U), khối lượng thịt ức (KL_{TU}), khối lượng da ức (KL_{DU}), khối lượng xương ức (KL_{XU}), khối lượng đùi (KL_D), khối lượng thịt đùi (KL_{TD}), khối lượng da đùi (KL_{DD}), khối lượng xương đùi (KL_{XD}) và khối lượng bàn chân (KL_{BC}). Các chỉ tiêu khảo sát và phương pháp tính tỉ lệ theo mô tả của Đỗ Võ Anh Khoa *et al.* (2012b).

DNA được trích từ mẫu mô cơ ức/đùi bằng phương pháp ethanol-chloroform (Đỗ Võ Anh Khoa *et al.*, 2012a). Đa hình di truyền tại đột biến điểm C1032T đã được phát hiện trên exon 2 nhờ vào sự nhận diện của enzyme giới hạn Eco72I và kỹ thuật PCR-RFLP (Đỗ Võ Anh Khoa *et al.*, 2012a). Đột biến điểm này cũng đã được nhận diện trong các nghiên cứu trước đây (Li *et al.*, 2006; Lei *et al.*, 2005).

Số liệu được phân tích theo mô hình tuyến tính tổng quát GLM (phần mềm Minitab ver 13.2) sau: $y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (A*B)_{ij} + \varepsilon_{ij}$ (μ là trung bình chung, A_i là ảnh hưởng của kiểu gen ($i=1-3$), B_j là ảnh hưởng của giới tính hoặc dòng trống ($j=1-2$), $(A*B)_{ij}$ là tương tác giữa kiểu gen và giới tính hoặc dòng trống, ε_{ij} là sai số).

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của kiểu gen

Nghiên cứu đã phát hiện đột biến C1032T (Genbank: AY 326194) trên intron 2 được nhận diện bằng enzyme phân cắt giới hạn giới hạn Eco72I (sau đây được gọi tắt là đột biến Eco hay kiểu gen Eco), có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu về dài thân, dài cổ và khối lượng đùi ($p < 0,05$). Những gà mang kiểu gen đồng hợp tử CC có dài thân, dài cổ và khối lượng đùi cao hơn gà mang kiểu gen dị hợp CG và đồng hợp GG (Bảng 1). Điều này ngụ ý rằng, alen C đóng vai trò quan trọng trong kiểm soát các tính trạng này, đặc biệt là khối lượng đùi. Thêm vào đó, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng khối lượng đùi có thể được quyết định bởi khung xương và chiều dài đùi. Vì vậy, mối tương quan giữa các tính trạng này sẽ được phân tích trong những nghiên cứu sau.

Ngoài ra, sự khác biệt gần có ý nghĩa thống kê giữa các kiểu gen về các chỉ tiêu KL_s ($p=0,088$), KL_{SCT} ($p=0,094$), DD ($p=0,061$), KL_{TD} ($p=0,058$), KL_{DD} ($p=0,055$), KL_{BC} ($0,078$). Những chỉ tiêu này cũng chiếm ưu thế ở nhóm gà mang alen C.

Nghiên cứu của Lei *et al.* (2005) cũng đã chỉ ra sự ảnh hưởng của đa hình C1032T đến khối lượng của gà lúc mới nở, khối lượng gà 1-4 tuần tuổi nhưng không ảnh hưởng đến khối lượng 35-90 ngày tuổi. Bên cạnh đó Li *et al.* (2006) cũng cho rằng đa hình này có ảnh hưởng đến khối lượng sống 1-12 tuần tuổi, trong đó gà mang kiểu gen CC luôn cho khối lượng cao nhất qua các giai đoạn so với các kiểu gen còn lại. Điều này cũng thấy rõ trên quần thể gà Tàu Vàng mặc dù sự khác nhau về khối lượng sống giữa các kiểu gen chỉ dừng lại ở mức gần có ý nghĩa thống kê ($p=0,088$) và kiểu gen CC cũng tỏ ra nổi trội hơn về tính trạng này.

Ngoài ra, sự khác biệt về đa hình Eco với các tính trạng mỡ bụng và khung xương cũng được tìm thấy ở dòng F2 White Recessive Rock x Xinghua. Gà mang kiểu gen CC có khối lượng mỡ bụng cao nhất, trong khi giá trị cao nhất về khung xương thì thuộc về gà mang kiểu gen TT (Lei *et al.*, 2005). Khuyh hướng biểu hiện khối lượng mỡ bụng giữa các kiểu gen ở gà Tàu Vàng cũng giống như kết quả nghiên cứu của Lei *et al.* (2005) mặc dù không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê. Thêm vào đó, khối lượng xương đùi và cao bàn chân ở gà CC cao hơn gà CT và TT. Điều này có thể rút ra rằng, những gà cao chân sẽ cho khối lượng đùi lớn. DeKoning *et al.* (2003) chỉ ra vùng QTL về khối lượng thân thịt từ marker MCW0030 đến MCW0236 (tương ứng vùng 2,3-29 Mb) trên nhiễm sắc thể 7, đang chứa IGFBP2 gen (23-24 Mb) ở gà. Vì vậy có thể xem IGFBP2 như một gen ứng cử viên của QTL cho sự tăng trưởng.

Bảng 1: Ảnh hưởng của kiểu gen Eco lên tính trạng năng suất thịt

	CC	CT	TT	P
KL sống, g	1680,76±72,24	1554,89±58,26	1565,71±46,76	0,088
KL sau cắt tiết, g	1592,74±69,25	1471,25±55,86	1490,29±44,82	0,094
TLKL sau cắt tiết, %	94,84±0,78	94,78±0,63	95,32±0,50	0,979
KL sau nhổ lông, g	1465,75±64,15	1370,84±51,74	1384,90±41,52	0,130
TLKL sau nhổ lông, %	87,28±0,99	88,26±0,80	88,54±0,64	0,677
Dài thân, cm	37,27 ^a ±0,82	35,84 ^{ab} ±0,66	35,43 ^b ±0,53	0,033
Dài cổ, cm	16,67 ^a ±0,64	15,62 ^b ±0,51	15,75 ^{ab} ±0,41	0,029
Góc ngực, độ	64,98±1,77	66,61±1,43	66,17±1,15	0,950
Sâu ức, cm	9,28±0,41	9,28±0,33	9,21±0,26	0,872
Dài ức, cm	11,66±0,31	11,25±0,25	11,23±0,20	0,287
Dài đùi, cm	22,02±0,38	21,28±0,31	21,20±0,25	0,061
Cao bàn chân, cm	8,94±0,21	8,75±0,17	8,57±0,14	0,370
KL thân thịt, g	1148,30±53,90	1062,72±43,48	1047,78±34,89	0,140
TLKL thân thịt, %	68,43±1,25	68,32±1,01	66,98±0,81	0,503
KL mỡ bụng, g	44,80±7,07	38,07±5,70	36,34±4,58	0,837
Tỉ lệ mỡ bụng, %	3,10±0,44	2,71±0,36	2,58±0,29	0,906
Cao đầu, cm	2,85±0,08	2,75±0,07	2,70±0,05	0,357
Rộng đầu, cm	3,05±0,07	3,02±0,05	2,94±0,04	0,362
KL cổ, g	116,07±6,46	106,78±5,21	110,64±4,18	0,166
KL lòng, g	160,47±8,82	147,61±7,11	151,95±5,71	0,249
KL dạ dày, g	29,39±2,52	27,67±2,03	27,77±1,63	0,147
KL tim, g	9,81±0,76	9,05±0,61	9,35±0,49	0,737
KL gan, g	34,60±3,20	32,46±2,58	33,78±2,07	0,511
Chiều dài ruột non, cm	131,54±4,64	127,06±3,68	128,19±2,98	0,272
Chiều dài manh tràng, cm	16,01±0,63	15,40±0,50	15,60±0,40	0,812
KL ức, g	256,05±13,78	248,87±10,93	240,90±8,87	0,499
TLKL ức, %	22,33±0,65	23,34±0,52	22,96±0,42	0,238
KL thịt ức, g	158,72±9,52	151,30±7,55	148,63±6,12	0,400
TLKL thịt ức, %	62,17±2,01	60,97±1,60	61,59±1,29	0,272
KL da ức, g	34,68±3,49	33,72±2,77	32,79±2,25	0,625
KL xương ức, g	62,65±6,44	63,85±5,11	59,48±4,14	0,320
KL đùi, g	391,81 ^a ±17,34	355,83 ^{ab} ±13,75	349,72 ^b ±11,16	0,044
TLKL đùi, %	34,21±0,66	33,30±0,52	33,15±0,42	0,480
KL thịt đùi, g	254,08±12,77	231,63±10,13	226,10±8,22	0,058
TLKL thịt đùi, %	64,99±1,23	65,26±0,97	64,86±0,79	0,355
KL da đùi, g	46,61±3,55	42,31±2,81	41,21±2,28	0,055
KL xương đùi, g	91,12±5,94	81,89±4,71	82,42±3,82	0,188
KL bàn chân, g	78,20±3,92	72,14±3,11	69,83±2,53	0,078

KL: khối lượng, TLKL: tỉ lệ khối lượng, Các chữ a,b,c trên cùng một hàng giống nhau thể hiện sự khác nhau không có ý nghĩa thống kê

Tóm lại: tại điểm đột biến Eco, gà mang kiểu gen CC có năng suất thịt tốt nhất, và alen C có tiềm năng để cải tiến năng suất thịt ở gà Tàu Vàng. Vì vậy, tăng tỉ lệ kiểu gen CC trong quần thể gà Tàu Vàng sẽ giúp nâng cao năng suất thịt cũng như khả năng sản xuất của gà Tàu Vàng, một trong những giải pháp kỹ thuật hữu hiệu nhằm tăng hiệu quả kinh tế trong chăn nuôi.

3.2 Ảnh hưởng giữa tương tác gen và giới tính

Kết quả phân tích cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa về sự tương tác giữa kiểu gen và giới tính lên các tính trạng về năng suất thịt ở gà Tàu Vàng. Sự khác biệt gần có ý nghĩa thống kê được tìm thấy ở tính trạng về tỷ lệ khối lượng sau nhổ lông ($p=0,075$) và tỷ lệ khối lượng ức ($p=0,099$) (Bảng 3).

Bảng 2: Ảnh hưởng của kiểu gen Eco lên tính trạng năng suất thịt dòng trống

	CC	CT	TT	P
KL sống, g	1698,23±68,40	1626,09±55,32	1692,35±47,12	0,083
KL sau cắt tiết, g	1617,88±64,79	1554,59±52,40	1604,06±44,64	0,116
TLKL sau cắt tiết, %	95,46±0,65	95,76±0,52	94,90±0,44	0,153
KL sau nhổ lông, g	1517,22±59,91	1456,68±48,46	1503,17±41,28	0,100
TLKL sau nhổ lông, %	89,55±0,83	89,76±0,67	88,96±0,57	0,250
Dài thân, cm	37,77±0,71	36,93±0,58	36,40±0,49	0,150
Dài cổ, cm	16,92±0,54	16,09±0,44	16,17±0,37	0,154
Góc ngực, độ	65,71±1,51	65,21±1,22	66,33±1,04	0,876
Sâu ức, cm	9,17±0,42	9,33±0,34	9,37±0,29	0,963
Dài ức, cm	11,68±0,29	11,73±0,23	11,60±0,20	0,517
Dài đùi, cm	22,56 ^a ±0,35	22,13 ^b ±0,28	22,27 ^b ±0,24	0,048
Cao bàn chân, cm	9,31±0,17	9,08±0,14	9,01±0,12	0,189
KL thân thịt, g	1169,77±47,63	1115,47±38,53	1147,33±32,82	0,066
TLKL thân thịt, %	68,97±0,79	68,63±0,64	67,87±0,54	0,242
KL mỡ bụng, g	37,61±6,08	32,86±4,92	39,03±4,19	0,397
Tỉ lệ mỡ bụng, %	2,43±0,36	2,18±0,29	2,56±0,25	0,432
Cao đầu, cm	2,91±0,07	2,85±0,06	2,87±0,05	0,469
Rộng đầu, cm	3,19±0,05	3,13±0,04	3,11±0,04	0,305
KL cổ, g	122,88±5,70	117,57±4,61	119,48±3,93	0,162
KL lòng, g	151,43±7,79	147,72±6,30	158,64±5,37	0,391
KL dạ dày, g	31,42±2,08	29,03±1,68	28,66±1,43	0,093
KL tim, g	10,00±0,71	10,04±0,57	10,32±0,49	0,571
KL gan, g	33,12±2,97	31,92±2,40	37,41±2,05	0,365
Chiều dài ruột non, cm	129,97±4,34	126,96±3,51	127,43±2,99	0,416
Chiều dài manh tràng, cm	15,74±0,59	15,86±0,48	15,46±0,41	0,793
KL ức, g	240,75±12,99	241,90±10,51	252,78±8,95	0,671
TLKL ức, %	20,54 ^b ±0,55	21,70 ^a ±0,44	22,02 ^a ±0,38	0,038
KL thịt ức, g	148,78±8,035	145,13±6,31	147,08±5,13	0,451
TLKL thịt ức, %	60,64±1,41	59,42±1,11	59,62±0,90	0,721
KL da ức, g	31,11±2,89	31,26±2,27	33,20±1,85	0,681
KL xương ức, g	65,61±4,88	67,86±3,83	65,49±3,12	0,696
KL đùi, g	395,99±16,68	372,39±13,10	372,18±10,65	0,060
TLKL đùi, %	34,75±0,53	33,99±0,42	33,92±0,34	0,268
KL thịt đùi, g	254,70±11,82	240,13±9,28	238,77±7,55	0,070
TLKL thịt đùi, %	64,38±1,03	64,61±0,81	64,14±0,66	0,339
KL da đùi, g	44,42 ^a ±2,90	41,76 ^b ±2,28	42,69 ^a ±1,85	0,050
KL xương đùi, g	96,87±6,00	90,50±4,71	90,72±3,83	0,198
KL bàn chân, g	82,79±4,46	78,09±3,50	74,64±2,85	0,170

3.3 Ảnh hưởng của dòng trống

Nghiên cứu cũng chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các tính trạng dài đùi (CC>CT>CT) ($p=0,048$), tỷ lệ khối lượng ức (TT>CT>CC) ($p=0,038$) và khối lượng da đùi giữa những gà trống có kiểu gen Eco khác nhau. Trong khi đó, các chỉ số đo về khối lượng thân thịt ($p=0,066$), khối lượng đùi ($p=0,06$) và khối lượng thịt đùi ($p=0,07$) có sự khác biệt gần có ý nghĩa thống kê giữa các kiểu gen. Rõ ràng là gà trống CC có đùi dài nhất và vì thế khối lượng đùi và thịt đùi cũng nhiều

nhất. Khối lượng thân thịt ở gà trống CC cũng nặng hơn gà trống CT và TT. Tuy nhiên, gà trống CC lại có tỉ lệ khối lượng ức nhỏ nhất nhưng thịt ức lại nhiều hơn (Bảng 2). Kiểu gen CC có thể nhận diện như một marker SNP cho tính trạng về năng suất thịt ở gà trống giống Tàu Vàng.

Khảo sát sự tương tác giữa kiểu gen Eco và dòng gà trống nhận thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về khối lượng mỡ bụng ($p=0,019$) và tỷ lệ mỡ bụng ($p=0,014$). Những con gà trống CTU-BT01 mang kiểu gen CC có số đo về khối lượng mỡ bụng và tỷ lệ mỡ bụng cao nhất (Bảng 4).

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác lập được mối liên kết đa hình di truyền tại đột biến điểm C1032T với một số tính trạng về năng suất thịt ở gà Tàu Vàng như dài thân, dài cổ và khối lượng đùi ($p<0,05$). Kiểu gen CC được nhận diện như là yếu tố quan trọng trong kiểm soát các tính trạng về năng suất thịt. Tuy nhiên, cần thiết lập các thí nghiệm trong điều kiện và trạng thái dinh dưỡng khác nhau để hiểu rõ hơn về vai trò và chức năng của gen IGFBP2 về sự biểu hiện đối với những tính trạng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đỗ Võ Anh Khoa, 2012. Đặc điểm sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của gà Tàu Vàng. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn 199: 30-37
- Đỗ Võ Anh Khoa, Nguyễn Thị Kim Khang, Võ An Khương, Kha Thanh Sơn, 2012a. Đa dạng di truyền gen Insulin-Like Growth Factor Binding Protein 2 trên gà. Kỳ yếu hội thảo “Phát triển nông nghiệp bền vững”. Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Đại học Cần Thơ, 23/11/2012.
- Đỗ Võ Anh Khoa, Nguyễn Thị Kim Khang, Võ An Khương, Kha Thanh Sơn, 2012b. Năng suất thịt gà Tàu Vàng. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (Submitted)
- Ehrenborg, E., S. Vilhelmsdotter, S. Bajalica, C. Larsson, I. Stern, J. Koch, K. Brondum-Nielsen, H. Luthman, 1991. Structure and localization of the human insulin-like growth factorbinding protein 2 gene. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 176:1250–1255.
- Jones, J. I., D. R. Clemmons, 1995. Insulin-like growth factors and their binding proteins: Biological actions. *Endocrinol. Rev.* 16:3–34.
- Kim, J. G., J. Y. Lee, 1996. Serum insulin-like growth factor binding protein profiles in postmenopausal women: Their correlation with bone mineral density. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 174:1511–1517.
- King, D. B., and C. G. Scanes, 1986. Effect of mammalian growth hormone and prolactin on the growth of hypophysectomized chickens. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 182:201–207.
- Kita, K., K. Nagao, N. Taneda, Y. Inagaki, K. Hirano, T. Shibata, M. A. Yaman, M. A. Conlon, J. Okumura, 2002. Insulin-Like Growth Factor Binding Protein-2 gene expression can be regulated by diet manipulation in several tissues of young chickens. *J. Nutr.* 132:145–151.
- Lee, H. G., Y. J. Choi, S. R. Lee, H. Kuwayama, H. Hidari, S. K. You. 2005. Effects of dietary protein and growth hormone-releasing peptide (GHRP-2) on plasma IGF-1 and IGFbps in Holstein steers. *Domest. Anim. Endocrinol.* 28:134–146.
- Lei, M.M., Q.H. Nie, X. Peng, D.X. Zhang, X.Q. Zhang, 2005. Single nucleotide polymorphisms of the chicken insulin-like factor binding protein 2 gene associated with chicken growth and carcass traits. *Poult Sci* 84, 1191–1198
- Li, Z.H., H. Li, H. Zhang, S.Z. Wang, Q.G. Wang, Y.X. Wang, 2006. Identification of a single nucleotide polymorphism of the insulin-like growth factor binding protein 2 gene

- and its association with growth and body composition traits in the chicken. *J Anim Sci* 84, 2902-2906.
- Nie, Q., M. Lei, J. Ouyang, H. Zeng, G. Yang, X. Zhang, 2005. Identification and characterization of single nucleotide polymorphisms in 12 chicken growth-correlated genes by denaturing high performance liquid chromatography. *Genet. Sel. Evol.* 37:339–360.
- Nagao, K., A. M. Yaman, A. Murai, T. Sasaki, N. Saito, J. Okumura, K. Kita, 2001. Insulin administration suppresses an increase in insulin-like growth factor binding protein-2 gene expression stimulated by fasting in the chicken. *Br. Poult. Sci.* 42:501–504.
- Scanes, C. G., J. A. Proudman, and S. V. Radecki, 1999. Influence of continuous growth hormone insulin-like growth factor I administration in adult female chickens. *Gen. Comp. Endocrinol.* 114:315–323.
- Schoen, T. J., K. Mazuruk, R. J. Waldbillig, J. Potts, D. C. Beebe, G. J. Chader, I. R. Rodriguez, 1995. Cloning and characterization of a chick embryo cDNA and gene for IGF-binding protein-2. *J. Mol. Endocrinol.* 15:49–59.