ẢNH HƯỞNG CỦA ĐA HÌNH GEN PIT1, H-FABP, PIK3C3 VÀ CAST ĐẾN NĂNG SUẤT THÂN THỊT, CHẤT LƯỢNG THỊT CỦA LỢN Ỉ

Phan Thị Tươi[1], Trần Xuân Mạnh[2], Nguyễn Văn Hùng[2], Nguyễn Thái Anh[3], Nguyễn Hoàng Thịnh[3], Đỗ Đức Lực[3*]

[1]Bộ môn Khoa học vật nuôi, Khoa Nông - Lâm - Ngư nghiệp, Trường Đại học Hồng Đức
[2]Công ty TNHH Lợn giống hạt nhân DABACO, Tập đoàn DABACO
[3]Bộ môn Di truyền - Giống gia súc, Khoa Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

[*]Tác giả liên hệ: ddluc@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 06.02.2023 Ngày chấp nhận đăng: 27.03.2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của đa hình gen (PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I và CAST/*Hinf*I) và tính biệt đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ nuôi tại Công ty TNHH lợn giống Dabaco Phú Thọ. Tiến hành mổ khảo sát 23 lợn Ỉ (12 cái và 11 đực thiến) 8 tháng tuổi để thu thập các chỉ tiêu năng suất thân thịt (khối lượng giết mổ, khối lượng móc hàm, tỉ lệ móc hàm, khối lượng thịt xẻ, tỉ lệ thịt xẻ, độ dày mỡ lưng 1, độ dày mỡ lưng 2, dài thân thịt, tỷ lệ nạc trên khối lượng giết mổ, tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm, tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ) và chất lượng thịt (pH 45 phút sau giết mổ, pH, L*, a*, b*, tỉ lệ mất nước bảo quản, tỉ lệ mất nước chế biến và độ dai của cơ thăn tại thời điểm 24 giờ sau giết mổ). Kiểu gen của các đa hình được xác định bằng kỹ thuật PCR-RFLP. Kết quả cho thấy lợn Ỉ cái có độ dày mỡ lưng và giá trị L* cơ thăn cao hơn so với lợn Ỉ đực thiến (P <0,05). Các đa hình các gen PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I và CAST/*Hinf*I không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ.

Từ khoá: Lợn bản địa, đa hình, năng suất thân thịt, chất lượng thịt, tính biệt.

Effects of Polymorphism of PIT1, H-FABP, PIK3C3 and CAST Genes on Carcass Traits and Meat Quality of Vietnamese Native Pig (Pot-bellied Pig)

ABSTRACT

The aims of study were to evaluate the effects of polymorphisms of PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I and CAST/*Hinf*I genes and gender on carcass traits and meat quality of Vietnamese native pot-bellied pigs raised at DABACO Breeding Pig Company, Phu Tho Province, Vietnam. At 8 months of age, 23 pigs (12 gilts and 11 barrows) were slaughtered to measure carcass traits (live body weight, hot carcass weight, killingout percentage, dress carcass weight, carcass yield, carcass length, backfat thickness at the vertebra prominens C7 and the last lumbar vertebra L5) and meat quality (pH value of *longissimus dorsimuscle* at 45 minutes (pH45) and 24 hours *post mortem* (pH24), drip loss percentage, cooking loss percentage, L* (lightness), a* (redness) và b* (yellowness), shear force at 24h *post mortem*). The polymorphisms of PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I and CAST/*Hinf*I genes were identified by PCR-RFLP technique. The results indicated that backfat thickness and L* of *longissimus dorsimuscle* were higher than those in barrows (P<0.05). The polymorphisms of PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I and CAST/*Hinf*I genes did not affect carcass traits and meat quality of the native pigs.

Keywords: Vietnamese native pigs, polymorphisms, carcass yield, meat quality.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam được đánh giá là một trong những trung tâm da đạng sinh học phong phú nhất trên thế giới. Cũng như nhiều quốc gia khác, Việt Nam đang phải đối mặt với tình trạng suy thoái đa dạng sinh học, trong đó có suy giảm nguồn gen vật nuôi. Trong số 26 giống lợn bản

địa ở Việt Nam, có 5 giống lợn đã tuyệt chủng và 9 giống có nguy cơ tuyệt chủng (JICA & NAFRO, 2020), trong đó lợn Ỉ có nguy cơ tuyệt chủng cao. Mặc dù đã được đưa vào chương trình bảo tồn từ những năm 1990, nhưng số lượng lợn Ỉ vẫn bị suy giảm nhanh chóng và hiện nay chỉ còn một số ít cá thể được nuôi tại công ty TNHH Lợn giống DABACO (Chu Minh Khôi, 2019). Phục tráng giống lợn Ỉ là nhiệm vụ cấp thiết nhằm bảo tồn nguồn gen vật nuôi quý hiếm và ngăn ngừa xói mòn đa dạng sinh học. Đã có nhiều nghiên cứu về khả năng sản xuất của lợn Ỉ, nhưng hầu hết các nghiên cứu đã được thực hiện cách đây tương đối lâu (Phạm Hữu Doanh, 1985; Đặng Vũ Bình, 1993; Lê Viết Ly, 1999; Võ Văn Sự & cs., 2004). Gần đây, có một số nghiên cứu về hệ gen ti thể (Nguyen & cs., 2017), đa hình một số ứng cử gen (Phan Thi Tuoi & cs., 2022) và kích thước chiều đo (Phan Thị Tươi & cs., 2022) của giống lợn này. Tuy nhiên các nghiên cứu nêu trên mới đề cập đến năng suất thân thịt mà chưa đề cập đến chất lượng thịt cũng như mối liên hệ với đa hình của các gen. Do đó, bên cạnh việc tăng số lượng cá thể, cải thiện năng suất sinh sản và sinh trưởng của lợn Ỉ, đánh giá năng suất thân thịt, chất lượng thịt của giống lợn này và mối liên hệ với đa hình các gen ứng viên là cần thiết để công tác bảo tồn được thực hiện đúng mục tiêu và đạt hiệu quả cao.

Trong những thập kỷ gần đây, ứng dụng thành tựu của di truyền phân tử kết hợp với phương pháp chọn lọc truyền thống đã góp phần nâng cao tính chính xác, rút ngắn thời gian và làm tăng tốc độ cải thiện di truyền của các tính trạng mong muốn. Nhiều gen ứng viên đã được chứng minh có mối liên hệ với năng suất và chất lượng thịt lợn trong đó có các gen pituitary-specific transcription factor (PIT1) (Franco & cs., 2005), Heart fatty acid-binding protein (H-FABP) (Lee & cs., 2010), Porcine phosphoinositide-3-kinase, class 3 (PIK3C3) (Hirose & cs., 2011), Calpastatin (CAST) (Ropka-Molik & cs., 2014). Tuy nhiên, cho đến nay chưa có đánh giá về mối liên quan giữa các gen này đến năng suất và chất lượng thịt trên giống lợn Ỉ. Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá mối liên hệ giữa đa hình các gen PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I, CAST/*Hinf*I và tính biệt đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt lợn Ỉ, từ đó làm cơ sở để đề xuất ứng dụng các chỉ thị phân tử trong chọn lọc và nhân giống lợn Ỉ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

Lợn Ỉ được nuôi tại Công ty TNHH Lợn giống DABACO Phú Thọ trong điều kiện chuồng kín với thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh theo hai giai đoạn (60-150 ngày tuổi và 151 ngày tuổi đến khi kết thúc). Mức năng lượng và protein thô tương ứng cho hai giai đoạn lần lượt là 3.050Kcal ME, 15% và 2.900Kcal ME, 13%. Lượng thức ăn/ngày được xác định tương ứng 3% khối lượng cơ thể và áp dụng quy trình chăm sóc nuôi dưỡng của cơ sở. Chọn ngẫu nhiên 23 lợn (12 cái và 11 đực thiến) từ 96 cá thể ở 8 tháng tuổi để mổ khảo sát thu thập số liệu về năng suất thân thịt, chất lượng thịt và xác định kiểu gen của các đa hình PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I và CAST/*Hinf*I. Mổ khảo sát được thực hiện từ tháng 6 đến tháng 9/2021.

2.2. Thu thập số liệu

2.2.1. Năng suất thân thịt

Phương pháp đánh giá năng suất thân thịt được tiến hành theo quy trình mổ khảo sát phẩm chất thịt lợn nuôi béo của Đặng Vũ Bình (2018). Các chỉ tiêu năng suất thân thịt bao gồm: khối lượng giết mổ (kg), khối lượng móc hàm (kg), tỉ lệ móc hàm (TLMH) (%), khối lượng thịt xẻ (kg), tỉ lệ thịt xẻ (TLTX) (%), độ dày mỡ lưng 1 (DML1) (mm), độ dày mỡ lưng 2 (DML2) (mm), dài thân thịt (DTT) (cm), tỉ lệ nạc trên khối lượng giết mổ (%), tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm (%) và tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ (%).

Trước khi mổ khảo sát 24 giờ, lợn được cho nhịn ăn, sau đó cân khối lượng trước khi giết mổ của từng cá thể bằng cân đồng hồ (Nhơn Hoà, 100kg ± 0,2kg). Khối lượng móc hàm được xác định sau khi cạo lông, bỏ tiết, nội tạng và để lại hai lá mỡ bụng. Khối lượng thịt xẻ được cân sau khi đã bỏ đầu và 4 chân. TLMH và TLTX được tính dựa trên khối lượng móc hàm và khối lượng

thịt xẻ so với khối lượng trước khi giết thịt. DML1 và DML2 được đo ở các vị trí trên đốt sống cổ cuối cùng và trên đốt sống lưng cuối cùng bằng thước kẹp. Dài thân thịt được xác định bằng thước dây đo từ đốt Atlas đến đầu xương Pubis. Tỉ lệ nạc tính theo khối lượng giết mổ, khối móc hàm và khối lượng thịt xẻ được xác định dựa trên khối lượng thịt nạc và khối lượng trước khi giết thịt, khối lượng móc hàm và khối lượng thịt xẻ.

2.2.2. Chất lượng thịt

Ngay sau khi giết thịt, mẫu cơ thăn được lấy ở vị trí xương sườn 13-14, có độ dày khoảng 3cm và xác định giá trị pH sau 45 phút từ thời điểm giết thịt (pH45). Mẫu cơ thăn sau đó được bảo quản ở nhiệt độ 4°C trong vòng 24 giờ để phân tích các chỉ tiêu chất lượng thịt, bao gồm: giá trị pH (pH24), màu sắc (L*, a* và b*), độ dai, tỷ lệ mất nước bảo quản (TLMNBQ) và tỷ lệ mất nước chế biến (TLMNCB).

Giá trị pH được đo bằng máy Testo 230 (Đức) tại các thời điểm 45 phút và 24 giờ sau giết thịt. Màu sắc thịt được xác định bằng máy Minolta CR-410 (Nhật Bản) với các chỉ số L* (lightness), a* (redness) và b* (yellowness). TLMNBQ (%) được xác định dựa trên khối lượng mẫu tại các thời điểm trước và sau bảo quản, TLMNCB (%) được xác định dựa trên khối lượng mẫu trước và sau chế biến (mẫu cơ thăn được hấp cách thủy bằng Waterbach Memmert (Đức) ở nhiệt độ 75°C trong 50 phút). Độ dai của cơ thăn (N) được xác định bằng máy Warner Bratzler 2000D (Mỹ) tại thời điểm 24 giờ sau giết thịt.

2.3. Xác định kiểu gen của đa hình gen PIT1, H-FABP, PIK3K3 và CAST

Mẫu mô tai của 23 lợn Ỉ (12 cái và 11 đực thiến) được sử dụng để xác định kiểu gen của đa hình các gen PIT1/*Ras*I, H-FABP/*Hinf*I, PIK3C3/*Hpy8*I và CAST/*Hinf*I bằng kỹ thuật PCR-RFLP theo các phương pháp được mô tả chi tiết trong nghiên cứu của Phan Thi Tuoi & cs. (2022).

Các chỉ tiêu chất lượng thịt và xác định kiểu gen của các đa hình được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm Bộ môn Di truyền - Giống gia súc, Khoa Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

2.4. Phân tích số liệu

Ảnh hưởng của các đa hình và tính biệt đến các chỉ tiêu nghiên cứu được phân tích bằng mô hình thống kê như sau:

$$Y_{ijklmn} = \mu + PIT1_i + H\text{-}FABP_j + PIK3C3_k + CAST_l + GT_m + \varepsilon_{ijklmn}$$

Trong đó: Y_{ijklmn}: các chỉ tiêu năng suất và chất lượng thịt; μ: trung bình chung; $PIT1_i$: ảnh hưởng của kiểu gen thứ i của đa hình PIT1 (AA, AB và BB); $H\text{-}FABP_j$: ảnh hưởng của kiểu gen thứ j của đa hình H-FABP (HH, Hh và hh); $PIK3C3_k$: ảnh hưởng của kiểu gen thứ k của đa hình PIK3C3 (CC, CT và TT); $CAST_l$: ảnh hưởng của kiểu gen thứ l của đa hình CAST (AA, AB và BB); GT_m: ảnh hưởng của tính biệt thứ i (Cái và Đực thiến) và ε_{ijklmn}: sai số ngẫu nhiên. Số liệu được xử lý trên phần mềm SAS 9.1 (SAS, 2002). Các tham số thống kê bao gồm dung lượng mẫu (n), Trung bình bình phương bé nhất (LSM) và sai số tiêu chuẩn (SE). So sánh cặp giữa các giá trị LSM bằng phép thử Tukey. Sai khác có ý nghĩa thống kê khi $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mức độ ảnh hưởng của PIT1, H-FABP, PIK3C3, CAST và tính biệt đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ được trình bày trong bảng 1.

Kết quả cho thấy đa hình của các gen trong nghiên cứu này không có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ ($P > 0,05$). Tính biệt có ảnh hưởng đến các DML1 ($P < 0,01$), DML2 ($P < 0,05$) và giá trị L* ($P < 0,01$).

3.1. Ảnh hưởng của đa hình gen PIT1 đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, không có mối liên hệ giữa PIT1 với các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ ($P > 0,05$). Sản phẩm cắt bởi enzyme *Ras*I tạo ra 3 kiểu gen AA, AB và BB (Bảng 2).

Bảng 1. Mức độ ảnh hưởng (P) **của tính biệt và một số đa hình đến năng suất thân thịt, chất lượng thịt lợn Ỉ**

Chỉ tiêu	n	PIT1	H-FABP	PIK3C3	CAST	R^2 (%)	Tính biệt
Khối lượng giết mổ (kg)	23	0,34	0,93	0,90	0,45	27,14	0,49
Khối lượng móc hàm (kg)	23	0,31	0,83	0,80	0,40	28,40	0,68
Tỉ lệ móc hàm (%)	23	0,08	0,28	0,12	0,60	50,05	0,10
Khối lượng thịt xẻ (kg)	23	0,32	0,82	0,81	0,48	26,65	0,64
Tỉ lệ thịt xẻ (%)	23	0,14	0,36	0,45	0,72	49,70	0,62
Độ dày mỡ lưng 1 (mm)	23	0,08	0,22	0,23	0,89	73,80	0,002
Độ dày mỡ lưng 2 (mm)	23	0,42	0,51	0,72	0,37	57,35	0,02
Dài thân thịt (cm)	22	0,39	0,78	0,95	0,93	23,56	0,82
Tỉ lệ nạc trên khối lượng giết mổ (%)	16	0,76	0,84	0,71	0,45	49,79	0,51
Tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm (%)	16	0,59	0,80	0,95	0,40	50,05	0,86
Tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ (%)	16	0,53	0,74	0,99	0,73	44,40	0,95
pH45	23	0,36	0,36	0,29	0,73	49,36	0,18
pH24	23	0,59	0,86	0,82	0,19	46,40	0,10
L*	23	0,59	0,33	0,39	0,82	57,33	0,0096
a*	23	0,45	0,36	0,86	0,65	31,68	0,63
b*	23	0,74	0,28	0,69	0,95	47,77	0,15
Tỉ lệ mất nước bảo quản (%)	23	0,13	0,77	0,79	0,65	41,23	0,28
Tỉ lệ mất nước chế biến (%)	23	0,64	0,06	0,07	0,35	57,50	0,13
Độ dai (N)	23	0,63	0,67	0,84	0,49	24,84	0,91

Ghi chú: R^2: hệ số xác định.

Nghiên cứu trên lợn Duroc của Hoàng Thị Thuý & cs. (2021) cho thấy các cá thể mang kiểu gen BB của PIT1 có độ dày mỡ lưng (DML) thấp hơn kiểu gen AA và AB. Nguyen Huu Tinh & cs. (2021) cũng ghi nhận mối liên hệ giữa PIT1 với DML trên lợn Duroc, nhưng các cá thể mang kiểu gen AB có DML thấp hơn kiểu gen AA. Franco & cs. (2005) kết luận rằng PIT1 ảnh hưởng đến DML ở Landrace, trong đó các cá thể mang kiểu gen AB có DML thấp hơn kiểu gen BB.

Nghiên cứu của Ha Xuan Bo & cs. (2022) trên quần thể lợn Duroc không tìm thấy mối liên hệ giữa PIT1 với DML và tỉ lệ nạc. Piórkowska & cs. (2013) không tìm thấy mối liên hệ trực tiếp giữa PIT1 với pH24, DML và tỉ lệ nạc trên các giống lợn Landrace, Large White và Piétrain. Tương tự, PIT1 không ảnh hưởng đến DML, màu sắc và độ dai của thịt trên lợn lai giống Trung Quốc và Mỹ (Yu & cs., 1995). Nghiên cứu của Kim & cs. (2014) cũng cho rằng PIT1 không ảnh hưởng đến DML, giá trị L*, b*, pH24, nhưng lại có mối liên hệ với khối lượng thịt xẻ và giá trị a*.

Sự khác nhau về ảnh hưởng của PIT1 đến các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt lợn có thể do sự đóng góp của nhiều yếu tố như giống, chế độ dinh dưỡng, định hướng chọn lọc theo tính trạng. Như vậy chọn lọc theo gen PIT1 không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ.

3.2. Ảnh hưởng của đa hình gen H-FABP đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt

Kết quả sản phẩm PCR cắt bởi enzyme giới hạn *Hinf*I tạo nên 3 kiểu gen HH, Hh và hh của H-FABP. Đa hình này không có mối liên hệ (P >0,05) với tất cả các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ (Bảng 3).

Bảng 2. Ảnh hưởng của đa hình gen PIT1 đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ

Chỉ tiêu	AA			AB			BB		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Khối lượng giết mổ (kg)	9	57,08	6,15	11	47,54	5,01	3	60,79	9,95
Khối lượng móc hàm (kg)	9	45,44	4,94	11	36,52	4,03	3	46,79	7,99
Tỉ lệ móc hàm (%)	9	79,60	0,96	11	77,12	0,78	3	75,88	1,55
Khối lượng thịt xẻ (kg)	9	38,34	4,32	11	30,45	3,52	3	38,30	6,98
Tỉ lệ thịt xẻ (%)	9	67,13	1,25	11	64,33	1,02	3	63,05	2,02
Độ dày mỡ lưng 1 (mm)	9	38,85	2,13	11	33,80	1,74	3	41,73	3,45
Độ dày mỡ lưng 2 (mm)	9	20,18	2,49	11	15,94	2,03	3	16,78	4,03
Dài thân thịt (cm)	8	74,47	4,12	11	70,08	3,09	3	79,01	6,18
Tỉ lệ nạc trên khối lượng giết mổ (%)	8	26,98	1,37	6	26,03	1,48	2	27,90	3,03
Tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm (%)	8	34,15	1,70	6	33,97	1,82	2	37,94	3,74
Tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ (%)	8	40,60	2,22	6	41,09	2,38	2	46,61	4,89
pH45	9	6,44	0,12	11	6,44	0,10	3	6,73	0,19
pH24	9	5,52	0,06	11	5,54	0,05	3	5,64	0,10
L*	9	58,18	1,84	11	57,55	1,50	3	60,95	2,98
a*	9	11,74	2,16	11	14,31	1,76	3	16,50	3,49
b*	9	7,26	0,89	11	7,56	0,72	3	8,53	1,43
Tỉ lệ mất nước bảo quản (%)	9	2,27	0,35	11	1,43	0,29	3	1,10	0,57
Tỉ lệ mất nước chế biến (%)	9	30,34	0,71	11	30,56	0,58	3	31,59	1,14
Độ dai (N)	9	62,90	5,70	11	56,26	56,26	3	55,76	9,21

Nghiên cứu trên lợn bản địa Ba Lan cho thấy, H-FABP ảnh hưởng đến khối lượng giết mổ và khối lượng thịt xẻ, trong đó khối lượng giết mổ và khối lượng thịt xẻ của các cá thể mang kiểu gen hh cao hơn kiểu gen HH và Hh. Tuy nhiên, H-FABP không có ảnh hưởng rõ rệt đến DTT và DML (Jankowiak & cs., 2010). Nghiên cứu trên lợn Bershire cũng cho thấy mối liên hệ giữa H-FABP với khối lượng giết mổ, các cá thể mang kiểu gen Hh có khối lượng giết mổ cao hơn kiểu gen HH (Lee & cs., 2010). Cũng trong nghiên cứu này, H-FABP không ảnh hưởng đến khối lượng thịt xẻ và DML.

Trong một số nghiên cứu khác, H-FABP cũng không có mối liên hệ với DML và tỉ lệ nạc trên lợn Large White và lợn Landrace (Urban & cs., 2002), khối lượng cơ thể và TLMNBQ trên lợn Duroc (Gerbens & cs., 1999). Ngược lại, trong nghiên cứu của Lee & cs. (2010), H-FABP ảnh hưởng đến TLMNBQ, trong đó các cá thể mang kiểu gen hh có TLMNBQ của cơ thăn thấp hơn so với các kiểu gen còn lại. H-FABP không ảnh hưởng đến pH45, L*, a*, b*, TLMNCB và độ dai không ảnh hưởng bởi (Lee & cs., 2010).

H-FABP không ảnh hưởng đến tỉ lệ nạc và pH45 trên các giống lợn Landrace, Large White và Piétrain, nhưng có ảnh hưởng đến màu sắc thịt chỉ trên giống lợn Large White và ảnh hưởng đến TLMNBQ chỉ trên giống lợn Piétrain (Nechtelberger & cs., 2001).

Sự không thống nhất về ảnh hưởng của H-FABP đến các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn trong các nghiên cứu khác nhau có thể giải thích bởi ảnh hưởng của các yếu tố giống, giới tính, tốc độ sinh trưởng, độ tuổi, lượng thu nhận thức ăn hàng ngày (Lee & cs., 2010).

3.3. Ảnh hưởng của đa hình gen PIK3C3 đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt

Kết quả bảng 4 cho thấy, trên quần thể lợn Ỉ tồn tại 3 đa hình gen PIK3C3 là CC, CT và TT cắt bởi enzyme giới hạn *Hpy8*I. Tuy nhiên PIK3C3 không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ (P >0,05).

Không có mối liên hệ giữa PIK3C3 với DML, khối lượng bắt đầu và khối lượng kết thúc của lợn thí nghiệm trên lợn Duroc nuôi tại Việt Nam (Hoàng Thị Thuý & cs., 2021). Ngược lại, PIK3C3 có ảnh hưởng rõ rệt đến DML của quần thể lợn Duroc (P <0,001), trong đó các cá thể mang kiểu gen CC có DML dày hơn so với kiểu gen CT và TT (Hirose & cs., 2011). Tương tự, Kim & cs. (2005) cũng chứng minh có mối liên hệ giữa PIK3C3 với DML trên lợn Đen bản địa Hàn Quốc và lợn Landrace.

Không có mối liên hệ giữa PIK3C3 với các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ trong nghiên cứu này, do vậy chọn lọc theo chỉ thị PIK3C3 không ảnh hưởng đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ.

3.4. Ảnh hưởng của đa hình gen CAST đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt

Sản phẩm PCR của gen CAST cắt bởi enzyme giới hạn *Hinf*I trên mẫu gen lợn Ỉ tạo ra 3 đa hình AA, AB và BB. Không có mối liên hệ giữa CAST với các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ (Bảng 5).

Kết quả này có cùng xu hướng với nghiên cứu của Rybarczyk & cs. (2016) trên lợn Piétrain. Tác giả kết luận rằng CAST không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu về năng suất thân thịt, DML và các chỉ tiêu chất lượng thịt bao gồm giá trị pH24, giá trị L*, a*, b*, TLMNBQ và TLMNCB.

Bảng 3. Ảnh hưởng của đa hình gen H-FABP đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt lợn Ỉ

Chỉ tiêu	HH			Hh			hh		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Khối lượng giết mổ (kg)	8	55,47	7,77	11	56,96	5,35	4	52,97	9,63
Khối lượng móc hàm (kg)	8	43,25	6,24	11	45,08	4,30	4	39,63	7,73
Tỉ lệ móc hàm (%)	8	78,18	1,21	11	78,62	0,83	4	75,80	1,50
Khối lượng thịt xẻ (kg)	8	36,73	5,45	11	37,61	3,75	4	32,75	6,76
Tỉ lệ thịt xẻ (%)	8	66,43	1,58	11	65,29	1,09	4	62,80	1,96
Độ dày mỡ lưng 1 (mm)	8	34,76	2,69	11	37,18	1,86	4	42,45	3,34
Độ dày mỡ lưng 2 (mm)	8	15,40	3,15	11	16,51	2,17	4	20,99	3,90
Dài thân thịt (cm)	7	71,59	5,16	11	75,77	3,30	4	76,21	5,95
Tỉ lệ nạc trên khối lượng giết mổ (%)	7	26,41	1,95	7	27,79	1,27	2	26,72	2,82
Tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm (%)	7	34,07	2,41	7	35,94	1,57	2	36,05	3,49
Tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ (%)	7	40,79	3,14	7	43,19	2,06	2	44,32	4,55
pH45	8	6,45	0,15	11	6,44	0,10	4	6,73	0,18
pH24	8	5,59	0,07	11	5,54	0,05	4	5,57	0,09
L*	8	57,63	2,33	11	57,02	1,60	4	62,03	2,89
a*	8	11,24	2,73	11	13,74	1,88	4	17,58	3,38
b*	8	6,25	1,12	11	8,06	0,77	4	9,04	1,39
Tỉ lệ mất nước bảo quản (%)	8	1,85	0,45	11	1,44	0,31	4	1,52	0,55
Tỉ lệ mất nước chế biến (%)	8	29,26	0,89	11	30,33	0,61	4	32,91	1,10
Độ dai (N)	8	54,25	7,19	11	56,64	4,95	4	64,03	8,92

Bảng 4. Ảnh hưởng của đa hình gen PIK3C3 đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt lợn Ỉ

Chỉ tiêu	CC			CT			TT		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Khối lượng giết mổ (kg)	9	57,47	7,66	8	54,90	7,58	6	53,03	7,37
Khối lượng móc hàm (kg)	9	44,72	6,15	8	43,26	6,08	6	39,98	5,92
Tỉ lệ móc hàm (%)	9	78,07	1,19	8	78,77	1,18	6	75,76	1,15
Khối lượng thịt xẻ (kg)	9	37,69	5,37	8	35,96	5,32	6	33,43	5,18
Tỉ lệ thịt xẻ (%)	9	65,70	1,56	8	65,33	1,54	6	63,48	1,50
Độ dày mỡ lưng 1 (mm)	9	35,56	2,66	8	37,58	2,63	6	41,24	2,56
Độ dày mỡ lưng 2 (mm)	9	16,43	3,11	8	17,17	3,07	6	19,29	2,99
Dài thân thịt (cm)	9	73,28	4,71	8	75,14	4,70	5	75,14	4,98
Tỉ lệ nạc trên khối lượng giết mổ (%)	6	26,62	2,61	6	28,39	1,97	4	25,90	2,28
Tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm (%)	6	34,61	3,22	6	36,17	2,44	4	35,28	2,82
Tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ (%)	6	42,61	4,21	6	43,10	3,19	4	42,59	3,68
pH45	9	6,35	0,15	8	6,62	0,14	6	6,65	0,14
pH24	9	5,60	0,07	8	5,56	0,07	6	5,54	0,07
L*24	9	57,92	2,30	8	57,68	2,27	6	61,08	2,21
a*24	9	12,92	2,69	8	15,06	2,66	6	14,56	2,59
b*24	9	7,05	1,10	8	8,03	1,09	6	8,27	1,06
Tỉ lệ mất nước bảo quản (%)	9	1,86	0,44	8	1,39	0,44	6	1,56	0,42
Tỉ lệ mất nước chế biến (%)	9	29,12	0,88	8	31,46	0,87	6	31,92	0,85
Độ dai (N)	9	55,09	7,09	8	61,65	7,02	6	58,18	6,83

CAST không ảnh hưởng đến TLMH nhưng ảnh hưởng đến TLTX, trong đó các cá thể mang kiểu gen AB có TLTX cao hơn so với kiểu gen BB ở lợn Móng Cái (Nguyen Trong Ngu & cs., 2012). Cũng trong nghiên cứu trên, tác giả không tìm thấy mối liên hệ giữa CAST với pH45, TLMNBQ, giá trị L*, a* và b*. Tuy nhiên, các cá thể mang kiểu gen AB có giá trị pH24 thấp hơn so với kiểu gen BB.

Nghiên cứu của Đurkin & cs. (2009) cho thấy, CAST không ảnh hưởng đến pH45, L*, a*, b*, TLMNCB nhưng có ảnh hưởng đến TLMNBQ và độ dai của thịt, trong đó các cá thể mang kiểu gen BB có TLMNBQ cao hơn và độ dai cao hơn so với các cá thể mang kiểu gen còn lại.

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của CAST đến các chỉ tiêu chất lượng thịt lợn cho thấy trên các giống lợn khác nhau, mức độ ảnh hưởng của CAST lên các tính trạng này là khác nhau (Ropka-Molik & cs., 2014). Cụ thể, CAST ảnh hưởng đến độ cứng và độ dai của cơ thăn ở giống lợn Large White (P <0,05) nhưng không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu này trên giống lợn Landrace và Duroc. Trong các chỉ tiêu chất lượng thịt bao gồm khả năng giữ nước, màu sắc thịt và pH, CAST được chứng minh chỉ có mối liên hệ với pH45 trên giống lợn Large White, giá trị L* và pH45 trên giống lợn Landrace, giá trị a* trên lợn Piétrain, giá trị pH24 trên giống lợn Duroc (Ropka-Molik & cs., 2014). Điều này có thể giải thích cho kết quả trong nghiên cứu này không tìm thấy mối liên hệ giữa CAST với các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ.

3.5. Ảnh hưởng của tính biệt đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt

Ảnh hưởng của tính biệt đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ được trình bày trong bảng 6. Các chỉ tiêu năng suất thân

thịt của lợn Ỉ là tương đương nhau ở lợn cái và đực thiến, ngoại trừ DML1 và DML2. Lợn Ỉ cái có tích luỹ DML1 và DML2 dày hơn so với lợn đực thiến (P <0,01 và P <0,05).

Khối lượng giết mổ và dài thân thịt lúc 8 tháng tuổi của lợn Ỉ thấp hơn so với các giống lợn ngoại (Franco & Lorenzo, 2013; Chen & cs., 2021) nhưng cao hơn so với các giống lợn bản địa trong nước như lợn Hương (Phạm Hải Ninh, 2022), lợn Hung và lợn Mẹo (Nguyễn Văn Trung, 2022), lợn Lũng Pù, lợn Bản Hoà Bình (Đặng Hoàng Biên, 2016). Điều này cũng cho thấy lợn Ỉ có thể vóc nhỏ hơn so với các giống lợn ngoại nhưng lại lớn hơn so với một số giống lợn bản địa khác ở Việt Nam.

TLMH và TLTX ở lợn Ỉ cao hơn so với lợn Hung, lợn Mẹo (Nguyễn Văn Trung, 2022), lợn Hương (Phạm Hải Ninh, 2022), lợn Lũng Pù, lợn Bản Hoà Bình (Đặng Hoàng Biên, 2016) nhưng thấp hơn so với một số giống lợn bản địa ở nước ngoài như lợn Agu (Touma & cs., 2017), lợn Shaziling (Chen & cs., 2021) và lợn Jiaxing Black (Zhang & cs., 2019). Một số nghiên cứu khác cũng chứng minh rằng giới tính không ảnh hưởng đến TLMH (Franco & Lorenzo, 2013; Đặng Hoàng Biên, 2016; Phạm Hải Ninh, 2022) và TLTX của lợn (Touma & cs., 2017).

Lợn Ỉ cái có DML1 và DML2 dày hơn so với lợn đực thiến (P <0,05). Lợn Ỉ có mỡ lưng mỏng hơn so với lợn Hương, lợn bản Hoà Bình và lợn Lũng Pù nhưng dày hơn lợn Mẹo và lợn Hung (Đặng Hoàng Biên, 2016; Phạm Hải Ninh, 2022; Nguyễn Văn Trung, 2022). So với các giống lợn bản địa như lợn Agu (Touma & cs., 2017), lợn Jiaxing Black (Zhang & cs., 2019) và lợn Shaziling (Chen & cs., 2021), lợn Ỉ có mỡ lưng mỏng hơn. Một số nghiên cứu khác trên lợn bản địa cũng chứng minh rằng giới tính có ảnh hưởng đến DML của lợn (Muhlisin & cs., 2014; Touma & cs., 2017).

Bảng 5. Ảnh hưởng của đa hình gen CAST đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt lợn Ỉ

Chỉ tiêu	AA			AB			BB		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Khối lượng giết mổ (kg)	7	59,67	6,87	10	49,31	5,41	6	56,43	8,26
Khối lượng móc hàm (kg)	7	46,94	5,52	10	37,77	4,34	6	43,25	6,63
Tỉ lệ móc hàm (%)	7	78,36	1,07	10	77,31	0,84	6	76,93	1,29
Khối lượng thịt xẻ (kg)	7	39,14	4,82	10	32,00	3,80	6	35,95	5,79
Tỉ lệ thịt xẻ (%)	7	65,02	1,40	10	65,54	1,10	6	63,96	1,68
Độ dày mỡ lưng 1 (mm)	7	38,18	2,38	10	37,33	1,88	6	38,88	2,86
Độ dày mỡ lưng 2 (mm)	7	17,75	2,79	10	14,84	2,19	6	20,32	3,35
Dài thân thịt (cm)	6	75,19	4,76	10	73,32	3,34	6	75,06	5,14
Tỉ lệ nạc trên khối lượng giết mổ (%)	4	26,39	2,04	8	28,56	1,48	4	25,97	2,18
Tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm (%)	4	34,41	2,53	8	37,46	1,84	4	34,18	2,70
Tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ (%)	4	41,83	3,30	8	44,23	2,40	4	42,25	3,53
pH45	7	6,62	0,13	10	6,51	0,10	6	6,49	0,16
pH24	7	5,62	0,07	10	5,48	0,05	6	5,60	0,08
L*	7	58,64	2,06	10	58,11	1,62	6	59,93	2,48
a*	7	15,33	2,41	10	12,71	1,90	6	14,51	2,90
b*	7	8,00	0,99	10	7,79	0,78	6	7,57	1,19
Tỉ lệ mất nước bảo quản (%)	7	1,40	0,40	10	1,83	0,31	6	1,57	0,48
Tỉ lệ mất nước chế biến (%)	7	30,23	0,79	10	31,60	0,62	6	30,67	0,95
Độ dai (N)	7	56,69	6,36	10	63,84	5,01	6	54,39	7,65

Bảng 6. Ảnh hưởng của tính biệt đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt lợn Ỉ

Chỉ tiêu	Cái			Đực thiến		
	n	LSM	SE	n	LSM	SE
Khối lượng giết mổ (kg)	12	58,00	6,30	11	52,26	5,78
Khối lượng móc hàm (kg)	12	44,03	5,06	11	41,27	4,65
Tỉ lệ móc hàm (%)	12	76,42	0,98	11	78,65	0,90
Khối lượng thịt xẻ (kg)	12	37,08	4,42	11	34,31	4,06
Tỉ lệ thịt xẻ (%)	12	64,42	1,28	11	65,26	1,18
Độ dày mỡ lưng 1 (mm)	12	$43,54^{A}$	2,19	11	$32,72^{B}$	2,01
Độ dày mỡ lưng 2 (mm)	12	$22,13^{a}$	2,55	11	$13,14^{b}$	2,35
Dài thân thịt (cm)	12	73,92	3,91	10	75,12	3,79
Tỉ lệ nạc trên khối lượng giết mổ (%)	7	26,07	2,22	9	27,87	1,40
Tỉ lệ nạc trên khối lượng móc hàm (%)	7	35,06	2,75	9	35,64	1,73
Tỉ lệ nạc trên khối lượng thịt xẻ (%)	7	42,64	3,59	9	42,89	2,26
pH45	12	6,65	0,12	11	6,43	0,11
pH24	12	5,64	0,06	11	5,50	0,06
L*	12	$62,61^{A}$	1,89	11	$55,18^{B}$	1,73
a*	12	13,48	2,21	11	14,88	2,03
b*	12	8,69	0,91	11	6,88	0,83
Tỉ lệ mất nước bảo quản (%)	12	1,87	0,36	11	1,34	0,33
Tỉ lệ mất nước chế biến (%)	12	30,07	0,72	11	31,59	0,66
Độ dai (N)	12	58,73	5,84	11	57,88	5,36

Ghi chú: ^{a,b}: Các giá trị LSM trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (P <0,05); ^{A,B}: Các giá trị LSM trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (P <0,01).

Tỉ lệ nạc tính trên khối lượng giết mổ, khối lượng móc hàm và khối lượng thịt xẻ của lợn Ỉ đực thiến và cái là như nhau và đạt mức tương đương với nghiên cứu trên lợn Hương (Phạm Hải Ninh, 2022); thấp hơn so với lợn Hung, lợn Mẹo (Nguyễn Văn Trung, 2022); nhưng cao hơn so với lợn Lũng Pù và lợn Bản Hoà Bình (Đặng Hoàng Biên, 2016). Các nghiên cứu này cũng cho rằng tỉ lệ nạc giữa lợn đực thiến và lợn cái là như nhau.

Kết quả ở bảng 6 cho thấy, tính biệt không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu về chất lượng thịt của lợn Ỉ, ngoại trừ giá trị L* ở lợn cái cao hơn lợn đực thiến (P <0,01).

Theo Apple (2010), thịt lợn có chất lượng tốt pH giảm dần trong khoảng 7,1 đến 7,3 sau khi giết mổ xuống 5,6 đến 5,7 trong những giờ đầu tiên và đạt mức 5,4 đến 5,7 tại thời điểm 24 giờ sau giết mổ. Trong nghiên cứu này, giá trị pH45 và pH24 trong mẫu cơ thăn thịt lợn Ỉ đực thiến và cái là tương đương nhau và nằm trong mức giới hạn bình thường.

Kết quả nghiên cứu trên thịt lợn Ỉ cho thấy giá trị L* ở lợn cái (62,61) là cao hơn ở lợn đực thiến (55,18). Như vậy, thịt lợn Ỉ cái có màu sáng hơn so với thịt lợn đực thiến. Lợn cái Ỉ cũng có DML1 và DML2 cao hơn. Điều này có thể có mối liên hệ với tỉ lệ mỡ dắt trong cơ khác nhau, cũng có thể ảnh hưởng tới độ sáng của thịt. Sládek & Dra ková (2020) đã chứng minh rằng tỉ lệ mỡ dắt có ảnh hưởng đến độ sáng của thịt. Thịt lợn Ỉ có L* cao hơn nhưng a* và b* thấp hơn so với lợn Lũng Pù, lợn Bản Hoà Bình (Đặng Hoàng Biên, 2016).

Thịt lợn Ỉ có TLMNBQ ở mức thấp, tương đương với nhiều giống lợn bản địa trong nước và trên thế giới như Lũng Pù, Bản Hoà Bình (Đặng Hoàng Biên, 2016), Hương (Phạm Hải Ninh, 2022), Prestice Black-Pied (Matoušek & cs., 2016), Shaziling (Chen & cs., 2021). Thịt lợn bản địa có TLMNBQ thấp hơn so với các giống lợn công nghiệp (Park & cs., 2007). Thịt lợn Ỉ có TLMNCB tương đương với thịt của các giống lợn bản địa ở Việt Nam và một số giống lợn bản địa khác trên thế giới (Muhlisin & cs., 2014; Đặng Hoàng Biên, 2016; Touma & cs., 2017). Như vậy, thịt lợn Ỉ mặc dù có TLMNBQ ở mức thấp nhưng TLMNCB ở mức bình thường so với các giống lợn bản địa khác.

Độ dai của thịt lợn Ỉ thấp hơn lợn Agu (Touma & cs., 2017) và lợn Shaziling (Chen & cs., 2021). Không có sự sai khác giữa độ dai của thịt lợn Ỉ đực thiến và cái trong nghiên cứu này. Một số nghiên cứu trước đó cũng chứng minh rằng giới tính không ảnh hưởng đến độ dai của thịt lợn (Franco & Lorenzo, 2013; Matoušek & cs., 2016). Ngược lại, Maiorano & cs. (2013) cho rằng có sự sai khác giữa độ dai của thịt lợn đực và cái. Kết quả không đồng nhất về ảnh hưởng của giới tính đến độ dai của thịt lợn có thể xuất phát từ sự khác nhau về giống, thành phần thức ăn, mỡ dắt, mô liên kết trong thịt (Maiorano & cs., 2013).

Hiện nay lợn Ỉ là đối tượng giống vật nuôi thuộc danh mục bị đe doạ tuyệt chủng do số lượng các cá thể đực và cái còn lại số lượng ít. Do đó, việc lựa chọn dung lượng mẫu nghiên cứu gặp những hạn chế nhất định. Mặt khác, số lượng cá thể đực giống và nái trong quần thể không còn nhiều và đa số các cá thể có quan hệ huyết thống tương đối gần dẫn đến cận huyết cao ảnh hưởng đến sự đa dạng di truyền.

4. KẾT LUẬN

Lợn Ỉ cái có độ dày mỡ lưng và màu sắc (L*) cơ thăn cao hơn lợn Ỉ đực thiến. Đa hình các gen PIT1, H-FABP, PIK3C3 và CAST không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ. Do đó, chọn lọc theo các đa hình này không làm ảnh hưởng đến năng suất thân thịt và chất lượng thịt của lợn Ỉ. Trong nghiên cứu này, quần thể lợn Ỉ có số lượng còn hạn chế. Vì vậy cần có các nghiên cứu khác với dung lượng mẫu lớn hơn về ảnh hưởng của các yếu tố, trong có các đa hình các gen ứng viên đến khả năng sản xuất của giống lợn này.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ nhiệm vụ "Nghiên cứu chọn lọc, khai thác phát triển và đánh giá tiềm năng di truyền nguồn gen lợn Ỉ" Mã số: NVQG-2018/10.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Apple J.K. (2010). Nutritional effects on pork quality in swine production. National swine nutritional guide. pp. 288-299.

Chen C., Zhu J., Ren H., Deng Y., Zhang X., Liu Y., Cui Q., Hu X., Zuo J. & Chen B. (2021). Growth performance, carcass characteristics., meat quality and chemical composition of the Shaziling pig and its crossbreeds. Livestock Science. 244: 104342.

Chu Minh Khôi (2019). Gian nan phục tráng giống lợn Ỉ cổ truyền. Đặc san Chăn nuôi Việt Nam. Tháng 3 năm 2019. Truy cập từ: http://nhachannuoi.vn/giannan-phuc-trang-giong-lon-i-co-truyen ngày 20/08/2022.

Đặng Hoàng Biên (2016). Khả năng sản xuất và đa hình gen PRKAG3 trên lợn Lũng Pù và lợn Bản Hòa Bình. Luận án Tiến sĩ. Viện Chăn nuôi. 169tr.

Đặng Vũ Bình (2018). Giáo trình chọn và nhân giống vật nuôi. Nhà xuất bản Học viện Nông nghiệp, Hà Nội.

Đặng Vũ Bình (1993). Các tham số thống kê, di truyền và chỉ số chọn lọc năng suất sinh sản lợn nái Móng Cái, Ỉ, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội. 185tr.

Đurkin I., Margeta V., Margeta P., Kralik G. & Kušec G. (2009). Preliminary investigations on relationship between polymorphism at CAST locus and the quality of pork. Poljoprivreda. 15(2): 53-58.

Franco D. & Lorenzo J.M. (2013). Effect of gender (barrows vs. females) on carcass traits and meat quality of Celta pig reared outdoors. Journal of the Science of Food and Agriculture. 93(4): 727-734.

Franco M.M., Antunes R.C., Silva H.D. & Goulart L. R. (2005). Association of a PIT1, GH and GHRH polymorphism with performance and carcass traits in Landrace pigs. Journal of Applied Genetics. 46(2):195-200.

Gerbens F., Van Erp A. J., Harders F., Verburg F., Meuwissen T., Veerkamp J. & Te Pas M. (1999). Effect of genetic variants of the heart fatty acid-binding protein gene on intramuscular fat and performance traits in pigs. Journal of Animal Science. 77(4): 846-852.

Ha Xuan Bo, Nguyen Văn Hung, Tran Xuan Manh, Nguyen Thi Vinh & Do Duc Luc (2022). Additive and Dominance Effects of MC4R and PIT1 Polymorphisms on Production and Carcass Traits in Duroc Pigs. Vietnam Journal of Agricultural Sciences. 5(4): 1638-1644.

Hirose K., Takizawa T., Fukawa K., Ito T., Ueda M., Hayashi Y. & Tanaka K. (2011). Association of an SNP marker in exon 24 of a class 3 phosphoinositide-3-kinase (PIK3C3) gene with production traits in Duroc pigs. Animal Science Journal. 82(1): 46-51.

Hoàng Thị Thúy, Giang Thị Thanh Nhàn, Phạm Thị Phương Mai, Trần Thị Thu Thủy, Lê Quang Nam, Đoàn Phương Thúy, Nguyễn Văn Hùng, Trần Xuân Mạnh, Đoàn Văn Soạn & Phạm Doãn Lân (2021). Mối liên kết giữa đa hình một số gen ứng cử với khả năng sinh trưởng và dày mỡ lưng của lợn Duroc qua hai thế hệ. Tạp chí KHKT Chăn nuôi. 264: 2-7.

Jankowiak H., Sielska N., Kapelański W., Bocian M. & Zmudzińska A. (2010). The effect of H-FABP gene polymorphism on carcass and meat quality. Journal of Central European Agriculture.

JICA & NAFRO (2020). Project for establishment of cryo-bank system for Vietnamese native pig resources and sustainable production system to conserve bio-diversity. Project completion report No. 20-059. Retrieved from https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000043406.pdf on Dec 20, 2022.

Kim G.-W., Yoo J.-Y. & Kim H.-Y. (2014). Association of genotype of POU1F1 intron 1 with carcass characteristics in crossbred pigs. Journal of Animal Science and Technology. 56(1): 1-6.

Kim J., Choi B., Lim H., Park E., Lee S., Seo B., Cho I., Lee J., Oh S. & Jeon J. (2005). Characterization of phosphoinositide-3-kinase, class 3 (PIK3C3) gene and association tests with quantitative traits in pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 18(12): 1701-1707.

Lee S., Choi Y., Choe J., Kim J., Hong K., Park H. & Kim B. (2010). Association between polymorphisms of the heart fatty acid binding protein gene and intramuscular fat content, fatty acid composition, and meat quality in Berkshire breed. Meat science. 86(3): 794-800.

Lê Viết Ly (1999). Lợn Ỉ. In: Chuyên khảo bảo tồn nguồn gen vật nuôi ở Việt Nam (Tập I: Các giống lợn). Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. tr. 33-41.

Maiorano G., Kapelański W., Bocian M., Pizzuto R. & Kapelańska J. (2013). Influence of rearing system, diet and gender on performance, carcass traits and meat quality of Polish Landrace pigs. Animal. 7(2): 341-347.

Matoušek V., Kernerová N., Hyšplerová K., Jirotková D. & Brzáková M. (2016). Carcass traits and meat quality of Prestice Black-Pied pig breed. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 29(8): 1181.

Muhlisin M., Panjono P., Kim D.S., Song Y.R., Lee S.-J., Lee J.K. & Lee S.K. (2014). Effects of gas composition in the modified atmosphere packaging on the shelf-life of Longissimus dorsi of Korean native black pigs-duroc crossbred during refrigerated storage. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 27(8): 1157-1163.

Nechtelberger D., Pires V., Söolknet J., Stur I., Brem G., Mueller M. & Mueller S. (2001). Intramuscular fat content and genetic variants at fatty acid-binding protein loci in Austrian pigs. Journal of Animal Science. 79(11): 2798-2804.

Nguyen H.D., Bui T.A., Nguyen P.T., Kim O.T.P. & Vo T.T.B. (2017). The complete mitochondrial genome sequence of the indigenous I pig (Sus scrofa) in Vietnam. Asian-Australas J Anim Sci. 30(7): 930-937.

Nguyen Huu Tinh., Nguyen Van Hop, Nguyen Thi Lan Anh & Anh Phu Nam Bui (2021). Polymorphisms of Candidate Genes Associated with Growth and Carcass Traits in Canadian Duroc Pigs. Indian Journal of Animal Research. 1: 5.

Nguyen Trong Ngu, Nguyen Thiet, Le Trung Kien, Chau Thanh Vu, Nguyen Thi Hong Nhan, Pham Ngoc Du, Tran Thi Kim Khang & Tran Nhan Dung (2012). Effects of calpastain (CAST) polymorphisms on carcass and meat quality traits in Mongcai pigs. African Journal of Biotechnology. 11(73): 13782-13787.

Nguyễn Văn Trung (2022). Một số đặc điểm sinh học và đa hình gen liên quan đến sinh trưởng, sinh sản của lợn Hung và lợn Mẹo. Luận án Tiến sĩ. Viện Chăn nuôi. 167tr.

Phạm Hải Ninh (2022). Đặc điểm sinh học và khả năng sản xuất của lợn Hương. Luận án Tiến sĩ. Viện Chăn nuôi. 149tr.

Phạm Hữu Doanh (1985). Một số đặc điểm về tính năng sản xuất của giống lợn nội. In: Tuyển tập công trình nghiên cứu chăn nuôi (1969 - 1984). NXB Nông nghiệp Hà Nội: 10-18.

Phan Thi Tuoi, Nguyen Thai Anh, Ha Xuan Bo, Tran Xuan Manh, Nguyen Van Phu, Nguyen Van Hung, Nguyen Hoang Thinh & Do Duc Luc (2022). Polymorphisms of candidate genes related to growth rate and meat quality in Vietnamese native

fatty pig breed "I". Journal of Animal Husbandry and Technics. 279: 16-21.

Phan Thị Tươi, Nguyễn Văn Trung, Trần Xuân Mạnh, Nguyễn Văn Phú, Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Hoàng Thịnh & Đỗ Đức Lực (2022). Kích thước một số chiều đo của lợn ỉ nuôi bảo tồn tại Công ty TNHH lợn giống Dabaco Phú Thọ. Tạp chí Khoa học Kĩ thuật Chăn nuôi. 282: 22-27.

Park B., Kim N., Lee C. & Hwang I. (2007). Effect of fiber type on postmortem proteolysis in longissimus muscle of Landrace and Korean native black pigs. Meat science. 77(4): 482-491.

Piórkowska K., Ropka-Molik K., Oczkowicz M. & Różycki K.Ż. (2013). Association study of PIT1 and GHRH SNPs with economically important traits in pigs of three breeds reared in Poland. Animal Science Papers and Reports. 31(4): 303-314.

Ropka-Molik K., Bereta A., Tyra M., Różycki M., Piórkowska K., Szyndler-Nędza M. & Szmatoła T. (2014). Association of calpastatin gene polymorphisms and meat quality traits in pig. Meat science. 97(2): 143-150.

Rybarczyk A., Terman A., Zak G., Kumalska M. & Polasik D. (2016). Association of CAST and RYR1 genes polymorphism with carcass and meat quality in crossbreed pigs with a share of Pietrain breed. Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Animal Science. 55.

Sládek L. & Dračková E. (2020). The effect of genotype, sex and intramuscular fat content on the colour of pork. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis.

Touma S., Onaga M., Toubaru N. & Oikawa T. (2017). Breed characteristics of indigenous pigs in Okinawa: Growth performance, carcass traits and meat quality. Nihon Yoton Gakkaishi. 54(3): 121-129.

Urban T., Mikolasova R., Kuciel J., Ernst M. & Ingr I. (2002). A study of associations of the H-FABP genotypes with fat and meat production of pigs. Journal of Applied Genetics. 43(4): 505-510.

Võ Văn Sự, Nguyễn Văn Thiện, Đặng Tất Nhiễm, Lê Viết Ly, Nguyễn Viết Hải & Hoàng Văn Tiệu (2004). Át lát các giống vật nuôi ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

Yu T.-P., Tuggle C.K., Schmitz C. & Rothschild M.F. (1995). Association of PIT1 polymorphisms with growth and carcass traits in pigs. Journal of Animal Science. 73(5): 1282-1288.

Zhang W., Song Q.q., Wu F., Zhang J.z., Xu M.s., Li H.h., Han Z.j., Gao H.x. & Xu N.y. (2019). Evaluation of the four breeds in synthetic line of Jiaxing Black Pigs and Berkshire for meat quality traits, carcass characteristics., and flavor substances. Animal Science Journal. 90(4): 574-582.