



Xác định mức năng lượng trao đổi (ME) và Lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID Lysine) cho lợn thịt vỗ béo có mỡ giắt cao

Trần Văn Hào, Phan Văn Sỹ, Đinh Thị Quỳnh Liên, Phan Thị Tường Vi và Bùi Thị Phương

Phòng Công nghệ Sinh học và Thú y - Phân viện Chăn nuôi và Thú y Nam Bộ

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành trên 675 lợn thịt vỗ béo 3 máu (đực Duroc × cái LY, YL), nhằm xác định được khẩu phần có mức năng lượng trao đổi (ME) và Lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID Lysine) phù hợp cho lợn vỗ béo có mỡ giắt cao nhằm cải thiện thêm tăng trưởng và chất lượng thịt trên nền tảng di truyền. Thí nghiệm thực hiện theo phương pháp 2 yếu tố (3 mức ME: 3.200; 3.300; 3.400 kcal/kg và 3 mức SID Lysine: 0,6; 0,7; 0,8%) kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn, 9 nghiệm thức (NT): 3×3. Bố trí 25 lợn/ô chuồng, mỗi ô chuồng là một lần lặp lại, 3 ô/NT × 9 NT trên tổng số 675 lợn thịt có khối lượng trung bình là 80 kg. Lợn thí nghiệm ở giai đoạn sinh trưởng 20 - 80 kg giữa các nghiệm thức được ăn khẩu phần như nhau. Khẩu phần thí nghiệm được bắt đầu từ giai đoạn từ 80 - 110 kg. Protein thô trong khẩu phần được thiết lập ở cùng một mức; Tỷ lệ SID methionine+cystine, SID threonine, SID tryptophan so với SID Lysine tương ứng là 58; 65; 18% ở tất cả các nghiệm thức. Kết quả cho thấy, khẩu phần ăn có mật độ năng lượng và SID lysine khác nhau không ảnh hưởng đến khả năng thu nhận thức ăn của lợn thịt thương phẩm. Sử dụng khẩu phần thức ăn cho lợn thịt thương phẩm giai đoạn xuất chuồng có mật độ dinh dưỡng: ME 3.300 kcal/kg, CP 14%, canxi 0,9%; phot pho tổng số 0,54%; các SID Lysine, SID Methionine + cystine, SID Tryptophan và SID Threonine lần lượt là: 0,7; 0,50; 0,14; và 0,53% mang lại khả năng sinh trưởng và chất lượng thịt tốt nhất.

Từ khóa: Lợn vỗ béo, ME, mỡ giắt, SID Lysine

Đặt vấn đề

Trong những thập kỷ gần đây, ngành chăn nuôi lợn đã đạt nhiều tiến bộ về tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ nạc. Tuy nhiên, việc chọn lọc quá mức theo hướng này đã làm giảm hàm lượng mỡ giắt (MG) trong thịt. MG là yếu tố quan trọng quyết định độ mềm, độ mọng nước và hương vị của thịt (Wood và cs., 2008). Trong bối cảnh người tiêu dùng ngày càng ưu tiên thịt có chất lượng cảm quan tốt, việc nâng hàm lượng MG lên mức tối ưu (2,5 - 5%) đang trở thành mục tiêu quan trọng của sản xuất lợn thịt chất lượng cao. Bên cạnh di truyền, dinh dưỡng là yếu tố có ảnh hưởng lớn đến quá trình tích lũy MG, đặc biệt là năng lượng trao đổi (ME) và Lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID Lysine). ME

cung cấp năng lượng cho quá trình tổng hợp axit béo, nhưng điều quan trọng là định hướng năng lượng tích lũy vào mỡ giắt thay vì mỡ lưng (NRC, 2012). Trong khi đó, Lysine quyết định sự phân chia dinh dưỡng giữa tổng hợp protein và tích lũy lipid. Giảm hàm lượng Lysine hoặc tăng tỷ lệ năng lượng có thể làm giảm tổng hợp protein, tạo điều kiện cho năng lượng dư thừa được chuyển sang tổng hợp chất béo trong cơ (D'Souza và cs., 2003). Tuy nhiên, nếu thiếu Lysine quá mức sẽ làm giảm tốc độ sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn.

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh việc điều chỉnh cân bằng giữa năng lượng và Lysine là giải pháp hiệu quả để tăng MG. Lee và cs. (2020) cho thấy tỷ lệ SID Lys thấp (0,65 g/MJ)

làm tăng đáng kể điểm vân mỡ mà không ảnh hưởng đến sinh trưởng. Chen và cs. (2020) ghi nhận khẩu phần có mức năng lượng cao (15,22 MJ/kg) làm tăng biểu hiện các gen FAS và FABP4, thúc đẩy tổng hợp triglyceride và tích lũy MG. Wang và cs. (2024) tiếp tục khẳng định giảm tỷ lệ SID Lys thúc đẩy quá trình sinh tổng hợp lipid thông qua điều hòa các con đường AMPK α /SIRT1/PGC-1 α và FXR/SHP, từ đó làm tăng MG. Tại Việt Nam, các nghiên cứu về MG chủ yếu tập trung vào chọn giống. Nguyễn Văn Hợp (2023) đã chọn lọc các dòng lợn có MG cao, trong khi nghiên cứu về dinh dưỡng còn hạn chế. Lê Phạm Đại (2017) cho thấy khẩu phần 3.300 kcal ME/kg kết hợp Lysine tiêu hóa 1,5 g/Mcal ME (135 - 165 ngày tuổi) và 1,3 g/Mcal ME (165 - 195 ngày tuổi) giúp tăng MG thêm 0,14 - 0,26%. Tuy nhiên, các kết quả này chưa xác định được mức ME và SID Lysine tối ưu cho các dòng lợn định hướng chất lượng thịt. Vì vậy, việc xác định mức ME và SID Lysine phù hợp nhằm nâng cao MG, đồng thời vẫn đảm bảo khả năng sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn, là yêu cầu cần thiết. Nghiên cứu “Xác định mức năng lượng trao đổi (ME) và Lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID Lysine) cho lợn thịt vỗ béo có mỡ giắt cao” được thực hiện nhằm xác định mức dinh dưỡng tối ưu, góp phần nâng cao chất lượng thịt cũng như tăng trưởng và bổ sung cơ sở khoa học cho xây dựng khẩu phần đối với các dòng lợn chất lượng cao.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu

Thí nghiệm được triển khai trên 675 lợn thịt vỗ béo lai 3 máu, là tổ hợp lai (Đực Duroc (được ký hiệu TS4) $\times$ Nái lai LY/ YL) có đặc tính di truyền mỡ giắt cao, có khối lượng trung bình $80,75 \pm 2,34$ kg/con.

Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Thời gian thí nghiệm là 26 ngày và được tiến hành từ tháng 4 - 6 năm 2025 chia làm 3 đợt tại Trại heo giống Quốc gia Bình Minh - Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Chăn nuôi heo Bình Thắng: Ấp Tân Bình, xã Bình Minh, tỉnh Đồng Nai.

Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm thực hiện theo phương pháp 2 yếu tố (3 mức năng lượng trao đổi Metabolizable energy-ME, và 3 mức Lysine dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn-Standardized ileal digestibility-SID). Bao gồm 9 nghiệm thức (NT): 3 $\times$ 3. Bố trí 25 lợn/ô chuồng, mỗi ô chuồng là một lần lặp lại, 3 ô/NT $\times$ 9 NT trên tổng số 675 lợn thịt có khối lượng trung bình là 80,75 kg. Căn cứ theo khuyến cáo về nhu cầu ME cho lợn thịt NRC (2012) là 3.300 kcal/kg thức ăn và nhu cầu SID lysine (Lys) cho lợn vỗ béo (80 - 120 kg) của CVB, (2023) là 0,71%. Nghiên cứu này, đưa ra hai mức ME và SID Lys cao hơn và thấp hơn so với các khuyến cáo trên để tìm ra mức sử dụng hợp lý cho lợn vỗ béo có mỡ giắt cao. Lợn thí nghiệm ở giai đoạn sinh trưởng 20 - 80 kg giữa các nghiệm thức được ăn khẩu phần như nhau (sử dụng cám thương mại có giá trị dinh dưỡng ở Bảng 2). Thức ăn thí nghiệm được phối trộn cho giai đoạn từ 80 - 110 kg (tỷ lệ phối trộn các nguyên liệu và giá trị dinh dưỡng ở Bảng 3 và 4) (giai đoạn tốc độ phát triển cơ nạc bắt đầu chậm lại, tích lũy mỡ nội cơ mạnh nhất, giúp cải thiện chất lượng vân mỡ, mỡ giắt trong các bó cơ diễn ra thuận lợi nhất). Protein thô trong khẩu phần được thiết lập ở cùng một mức; tỷ lệ SID methionine+cystine, threonine, tryptophan so với SID Lys tương ứng là 58; 65; 18% ở tất cả các nghiệm thức. Sơ đồ thí nghiệm cụ thể như sau:

Bảng 1. Thiết kế thí nghiệm

Mức ME (Kcal/kg)	Mức SID Lysine (%)		
	0,60	0,70	0,80
3.200	A1	A2	A3
3.300	B1	B2	B3
3.400	C1	C2	C3

Thức ăn thí nghiệm: Khẩu phần cho lợn thí nghiệm được thiết lập dựa trên nền nguyên liệu ngô, khô dầu nành, cám gạo, cám mì, DCP, bột đá, dầu ăn, muối, premix khoáng và vitamin và một số axit amin bổ sung. Protein thô là 14% ở các khẩu phần, khác nhau bởi các mức năng lượng và các axit amin.

Bảng 2. Thành phần dinh dưỡng thức ăn của lợn thí nghiệm giai đoạn từ 20 - 80 kg

Giá trị dinh dưỡng	Đơn vị	Giai đoạn 20 - 30 kg	Giai đoạn 30 - 60 kg	Giai đoạn 60 - 80 kg
Năng lượng trao đổi	Kcal/kg	3.380	3.100	2.950
Protein thô	%	18,50	16,00	13,00
Xơ thô	%	4,00	6,50	6,50
Ca (min - max)	%	0,40 - 1,00	0,60 - 1,25	0,60 - 1,20
P tổng số (min - max)	%	0,4 - 1,1	0,4 - 0,8	0,40 - 0,80
Lysine tổng số (min)	%	1,30	0,90	0,70
Methionine + Cystine tổng số (min)	%	0,70	0,50	0,40

Bảng 3. Nguyên liệu sử dụng của các khẩu phần thí nghiệm.

TT	Nguyên liệu thô	ĐVT	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
1	Ngô	%	69,20	69,33	69,41	74,72	74,60	74,82	71,57	71,40	71,30
2	Cám gạo	%	8,10	8,08	8,07	4,26	4,53	4,87	4,90	5,21	5,50
3	Cám mì	%	3,77	3,89	4,00	-	-	-	-	-	-
4	Khô nành 46% Cp	%	15,65	15,33	15,00	16,95	16,62	16,29	17,30	17,00	16,67
5	Dầu đậu nành	%	-	-	-	0,77	0,78	0,80	2,95	2,96	2,97
6	DCP	%	1,19	1,19	1,20	1,27	1,27	1,28	1,27	1,28	1,28
7	Bột đá	%	1,35	1,31	1,31	1,31	1,35	1,31	1,30	1,31	1,30
8	Muối	%	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
9	L-Lysine	%	0,04	0,17	0,31	0,02	0,15	0,29	0,01	0,14	0,28
10	Premix for pig	%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
11	Enzyme tiêu hóa	%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Tổng			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Bảng 4. Thành phần dinh dưỡng của các khẩu phần thí nghiệm

TT	Thành phần dinh dưỡng	ĐVT	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
1	VCK	%	87,55	87,63	87,65	87,55	87,68	87,65	87,54	87,91	87,62
2	ME	kcal/kg	3.200	3.200	3.200	3.300	3.300	3.300	3.400	3.400	3.400
3	Protein thô	%	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
4	Béo thô	%	3,99	3,89	3,89	4,30	4,36	4,60	6,46	6,51	6,56
5	Xơ thô	%	3,41	3,42	3,41	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
6	Canxi	%	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
7	Phot pho tổng số	%	0,60	0,61	0,60	0,54	0,54	0,54	0,65	0,63	0,63
8	Phot pho hữu dụng	%	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
9	Lysine	%	0,70	0,79	0,89	0,69	0,78	0,88	0,71	0,80	0,90
10	Methionine + Cystine	%	0,49	0,56	0,50	0,50	0,54	0,56	0,49	0,51	0,53
11	Threonine	%	0,53	0,52	0,52	0,53	0,54	0,57	0,50	0,52	0,52
12	Tryptophan	%	0,15	0,16	0,19	0,14	0,16	0,19	0,15	0,16	0,19
13	SID Lys	%	0,60	0,70	0,80	0,60	0,70	0,80	0,60	0,70	0,80
14	SID Met + Cys	%	0,35	0,41	0,46	0,35	0,41	0,46	0,35	0,41	0,46
15	SID Thr	%	0,39	0,46	0,52	0,39	0,46	0,52	0,39	0,46	0,52
16	SID Try	%	0,11	0,13	0,15	0,11	0,13	0,15	0,11	0,13	0,15

Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp thu thập số liệu

Khối lượng lúc 80 kg, kết thúc (kg)

Tăng khối lượng (g/con/ngày)

Thu nhận thức ăn (kg) và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR)

Tỷ lệ mỡ giết (%) (MG), dày cơ thăn (mm) (DCT), dày mỡ lưng (mm) (DML), của lợn thí nghiệm tại các thời điểm 80 kg và 110 kg được đo bằng máy siêu âm Aloka SSD 500V tại vị trí P2 (đốt sống lưng xương sườn số 10,

cách đường giữa sống lưng khoảng 5 - 6 cm về hai bên).

Khảo sát chất lượng thịt: Kết thúc thí nghiệm sẽ mổ khảo sát trên 36 lợn, bao gồm 18 đực thiến và 18 cái (4 con/nghiệm thức $\times$ 9 nghiệm thức = 36 con). Đánh giá các chỉ tiêu: Tỷ lệ thịt xẻ (%), tỷ lệ nạc (%), dày mỡ lưng, dày cơ thăn, độ mất nước, mất nước sau khi nấu, hàm lượng chất béo trong thịt.

Tỷ lệ thịt xẻ: Thân thịt xẻ bao gồm phần thân sau khi đã loại bỏ tiết, lông, lòng, bộ phận sinh dục, cẳng chân, mỡ lá và đuôi.

$$\text{Tỷ lệ thịt xẻ (\%)} = \frac{\text{Khối lượng thịt xẻ (kg)}}{\text{Khối lượng giết mổ (kg)}} \times 100$$

Tỷ lệ nạc: Phần trăm khối lượng thịt nạc thuần (thịt cơ) trên tổng khối lượng thịt xẻ.

$$\text{Tỷ lệ nạc (\%)} = \frac{\text{Khối lượng nạc (kg)}}{\text{Khối lượng thịt xẻ (kg)}} \times 100$$

Dày mỡ lưng và dày cơ thăn đo tại vị trí đo (P2) sau giết mổ, sử dụng thước kẹp để đo

Tỷ lệ mất nước (% drip loss): Được xác định dựa trên khối lượng mẫu trước và sau bảo quản ở thời điểm 24 giờ. Mẫu thịt thăn có kích thước đồng nhất được bảo quản ở 4°C trong 24 giờ, sau đó được thấm khô bề mặt bằng giấy chuyên dụng trước khi xác định khối lượng sau cùng. Các bước như sau:

Cân thịt, cho thịt vào túi lưới, bỏ vào trong túi nilong. Treo túi 24 giờ

Lấy túi lưới ra, cân lại thịt và tính toán lượng nước mất đi.

Tỷ lệ mất nước sau nấu (% cooking loss): Được xác định dựa trên khối lượng mẫu trước và sau quá trình nấu (xử lý nhiệt). Thịt thăn cắt loại bỏ mỡ thừa, làm sạch và cân, sau đó đặt lên khay và cho vào nồi. Đổ thêm nước (100 ml) phía dưới khay. Đặt nồi vào máy sấy ở nhiệt độ 163°C. Xử lý nhiệt: 45 phút. Thịt sau đó được làm nguội và cân lại.

Xử lý số liệu

Số liệu được thu thập theo giá trị trung bình của từng nghiệm thức và được xử lý thống kê

theo phương pháp phân tích phương sai trên phần mềm Minitab 17. Tukey-Test được sử dụng so sánh giữa 02 số trung bình với mức độ tin cậy 95%.

Mô hình phân tích như sau:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + T_j + MxT_{ij} + e_{ijk}$$

Trong đó: Y_{ijk} là Chỉ tiêu cần đánh giá; μ là giá trị trung bình; M_i là yếu tố năng lượng ($i = 1, 2, 3$); T_j là yếu tố SID Lysine ($j = 1, 2, 3$); MxT_{ij} là tương tác giữa hai yếu tố năng lượng và SID lysine; e_{ijk} là sai số ngẫu nhiên.

Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng bởi năng lượng trao đổi (ME) và SID Lysine trong khẩu phần khả năng sinh trưởng của lợn thí nghiệm

Khối lượng (KL) lợn bắt đầu thí nghiệm dao động từ 77,43 đến 82,82 kg/con. Phân tích thống kê cho thấy không có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức về KL ban đầu ($P > 0,05$), điều này đảm bảo tính đồng đều của vật nuôi trước khi thí nghiệm. KL lợn kết thúc thí nghiệm tăng rõ rệt theo mức ME và SID Lysine và có sai khác thống kê ($P < 0,05$). Cụ thể, lợn ở mức ME 3.400 kcal/kg cao nhất ở 115,1 kg, thấp nhất mức ME

3.200 kcal/kg với 109,1 kg; SID Lysine 0,8% đạt khối lượng cao nhất (114,4 kg/con), trong khi SID Lysine 0,6% thấp nhất (110,5 kg/con). Có sự tương tác ME và SID Lysine ảnh hưởng đáng kể đến KL kết thúc ($P<0,05$), với mức ME cao hơn và Lysine cao hơn có xu hướng cải thiện tăng trưởng, trong đó ME 3.400 kcal/kg và SID 0,8% đạt KL cao nhất ở 116,3 kg, mức thấp nhất ở NT 3.200 kcal 0,6% SID Lysine lợn chỉ đạt 107 kg.

Tăng khối lượng trung bình (g/con/ngày) chịu ảnh hưởng của yếu tố năng lượng, không chịu

ảnh hưởng của SID Lysine trong khẩu phần, mặc dù có xu hướng tăng khi tăng SID Lysine. Mức ME 3.400 và 3.300 kcal/kg làm tăng KL trung bình và có sự sai khác thống kê với mức 3.200 kcal/kg ($P<0,05$) (1.288, 1.285 và 1.096 g/con/ngày). Chưa có sự tương tác giữa ME và SID Lysine tác động tới tăng KL trung bình ($P>0,05$) cao nhất ở NT 3.300 kcal/kg và 0,7% SID Lysine (1.390 g/con/ngày) tiếp đến ở NT 3.400 kcal/kg và 0,6% SID Lysine (1.344 g/con/ngày), thấp nhất ở NT 3.200 kcal/kg và 0,6% SID Lysine (1.023 g/con/ngày).

Bảng 5. Khối lượng và tăng khối lượng (kg) (n=675)

ME/SIDLys	0,6	0,7	0,8	TB	SEM	P
Khối lượng bắt đầu thí nghiệm (kg/con)						
3.200	80,73	81,08	80,74	80,85	2,238	ME: 0,288 SIDlys: 0,178 MExSIDlys: 0,309
3.300	77,43	79,18	82,82	79,81		
3.400	80,73	81,89	82,15	81,59		
TB	79,63	80,72	81,90			
Khối lượng kết thúc thí nghiệm (kg/con)						
3.200	107,0 ^b	109,0 ^b	111,3 ^{ab}	109,1^y	2,099	ME: 0,000 SIDlys: 0,004 MExSIDlys:0,024
3.300	108,7 ^b	115,3 ^a	115,7 ^a	113,2^x		
3.400	115,7 ^a	113,3 ^{ab}	116,3 ^a	115,1^x		
TB	110,5^B	112,5^{AB}	114,4^A			
Tăng khối lượng (g/con/ngày)						
3.200	1.023 ^b	1.074 ^b	1.190 ^b	1.096^y	106,810	ME: 0,001 SIDlys: 0,435 MExSIDlys: 0,085
3.300	1.202 ^b	1.390 ^a	1.263 ^a	1.285^x		
3.400	1.344 ^a	1.206 ^{ab}	1.315 ^a	1.288 ^x		
TB	1.189	1.223	1.256			

Ghi chú: Các chữ cái a, b trong cùng một hàng, cột khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $P<0,05$. Các chữ cái A, B, trong cùng một hàng khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê và các chữ cái X, Y, trong cùng một cột khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $P<0,05$. TB: Trung bình

Kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu gần đây cho thấy năng lượng khẩu phần là yếu tố chính quyết định tốc độ tăng trưởng ở lợn, trong khi Lysine là amino acid giới hạn quan trọng để tối ưu hóa chuyển hóa protein. Khi năng lượng tăng, sự hấp thu protein và tổng hợp cơ tăng, dẫn đến tăng khối lượng nạc và trọng lượng cơ thể cao hơn (NCR, 2012). Theo khuyến cáo của PIC (2021) 0,69 - 0,75% SID Lysine đối với lợn 106 - 136 kg tùy thuộc vào lượng thức ăn hàng ngày và mật độ năng lượng (3,3-3,4 Mcal ME/kg)

sẽ tối ưu được hiệu suất sinh trưởng. Tương tự nghiên cứu của Estrada và cs. (2022) khi tăng SID Lysine (0,74 - 0,81%) cải thiện khả năng ăn vào và KL lợn kết thúc với mức ME là 3.300 kcal/kg. Nghiên cứu mới gần đây của Goehring và cs. (2025) cũng khẳng định tăng SID Lys:ME cải thiện hiệu suất tăng trưởng tổng thể thông qua tăng KL hàng ngày và cải thiện FCR. Cân bằng ME và Lysine trong khẩu phần là cần thiết để tối ưu hóa hiệu quả sinh trưởng của lợn. Mức ME 3.400 kcal/kg kết hợp với SID Lysine từ

0,7 - 0,8% mang lại KL cuối thí nghiệm và tăng khối lượng trung bình cao nhất.

Thức ăn tiêu thụ và khả năng chuyển hóa thức ăn

Lượng thức ăn tiêu thụ của lợn không bị ảnh hưởng đáng kể bởi các mức ME và SID Lysine trong khẩu phần thí nghiệm trong khi FCR cải thiện rõ rệt khi tối ưu hóa tỷ lệ ME và SID Lysine trong khẩu phần. Lượng thức ăn tiêu thụ trung bình (TB) dao động từ 3,65 - 3,83 kg/con/ngày ($P>0,05$), đồng nghĩa rằng mức SID Lysine và ME trong khoảng khảo sát không ảnh hưởng rõ rệt đến lượng thức ăn tiêu thụ.

Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) chịu ảnh hưởng của cả mức ME và SID Lysine, FCR tối ưu khi tăng SID Lysine và ME trong khẩu phần ($P<0,05$). FCR ở mức ME 3.400 kcal/kg là tốt nhất, tiếp đến mức 3.300 kcal/kg, hai mức trên có sự sai khác với mức 3.200 kcal/kg (2,86; 3,00 và 3,35). Tương tự mức ME, FCR tốt ở SID Lysine 0,8%, tiếp đến mức 0,7%, mức 0,6% SID Lysine là cao nhất (2,94; 3,01 và 3,26).

Bảng 6. Lượng thức ăn tiêu thụ (kg/con/ngày) (n=675)

ME/SIDLys	0,6	0,7	0,8	TB	SEM	P
Thức ăn tiêu thụ (kg/con/ngày)						
3.200	3,77	3,58	3,62	3,66	0,173	ME: 0,070 SIDlys: 0,077 MExSIDlys:0,060
3.300	3,77	3,80	3,95	3,84		
3.400	3,97	3,56	3,50	3,68		
TB	3,84	3,65	3,69			
Hệ số chuyển hóa thức ăn (kgTA/kg tăng KL)						
3.200	3,69	3,33	3,04	3,35^Y	2,099	ME: 0,001 SIDlys: 0,021 MExSIDlys: 0,066
3.300	3,14	2,73	3,13	3,00^x		
3.400	2,95	2,95	2,66	2,86 ^x		
TB	3,26 ^B	3,01 ^{AB}	2,94 ^A			

Ghi chú: Các chữ cái A, B, trong cùng một hàng khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê và các chữ cái X, Y, trong cùng một cột khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $P<0,05$. TB: Trung bình; TA: Thức ăn; KL: Khối lượng

Ảnh hưởng của mức ME và SID Lysine đến độ dày mỡ lưng

Độ dày mỡ lưng (DML) của lợn thí nghiệm (Bảng 7) cho thấy không chịu ảnh hưởng bởi

Không có sự tương tác giữa các mức ME và SID Lysine ảnh hưởng tới FCR ($P>0,05$). FCR trung bình dao động từ 2,66 - 3,69 kg/kg, trong đó nhóm ME 3.200 - SID Lys 0,6% có FCR cao nhất (3,96), nhóm ME 3.400 - SID Lys 0,8% có FCR thấp nhất (2,66).

Nghiên cứu của Cordoba và cs. (2024) cho kết quả khi tăng mức SID Lys trong khẩu phần lợn xuất chuồng (100 - 130 kg) làm cải thiện FCR rõ rệt, tăng khối lượng hàng ngày cải thiện nhẹ hoặc không thay đổi tùy giai đoạn. Nghiên cứu trước đó cũng có kết quả tương tự (Kitt và cs., 2023; Li và cs., 2012). Một loạt thí nghiệm xác định mức SID Lys:ME tối ưu cho giai đoạn xuất chuồng (84 - 109 kg) khoảng 2,2 - 2,4 g SID Lys/Mcal ME để tối đa tăng KL và cải thiện FCR, đồng thời giảm mỡ lưng (Ferreira và cs., 2019; Li và cs., 2012). Khi tăng đồng thời SID Lys và năng lượng, tăng KL hàng ngày và cuối kỳ tăng trọng được cải thiện, FCR là chỉ tiêu cải thiện rõ nhất hiệu quả thấy cả giai đoạn xuất chuồng sớm và muộn (Biswas và cs., 2023)

các mức ME và SID Lys trong khẩu phần và không có sự tương tác giữa 2 yếu tố ($P>0,05$). DML trung bình tại thời điểm bắt đầu dao động từ 8,40 - 10,86 mm, trong khi ở kết thúc thí

nghiệm, DML tăng lên 11,34 - 12,48 mm, cho thấy mức tích lũy mỡ phù hợp trong giai đoạn vỗ béo. Xu hướng tăng này là đặc trưng sinh lý của lợn thương phẩm giai đoạn 80 - 110 kg, phù

hợp với nhận định của Ilias và Colin, (2006) rằng mức tăng DML thường tăng nhanh sau 80 kg do tốc độ tăng trưởng protein giảm và tỷ lệ lắng đọng lipid tăng.

Bảng 7. Độ dày mỡ lưng của lợn thí nghiệm (mm) (n=675)

ME/SIDLys	0,6	0,7	0,8	TB	SEM	P
Thời điểm bắt đầu thí nghiệm (mm/con)						
3.200	9,23	10,76	9,40	9,80	0,933	ME: 0,181 SIDlys: 0,686 MExSIDlys: 0,250
3.300	10,86	9,00	8,90	9,59		
3.400	8,40	9,10	9,43	9,00		
TB	9,50	9,62	9,24			
Thời điểm kết thúc thí nghiệm (mm/con)						
3.200	11,44	11,09	11,52	11,35	1,198	ME: 0,088 SIDlys: 0,837 MExSIDlys: 0,955
3.300	11,34	11,52	11,86	11,57		
3.400	11,37	12,33	12,48	12,06		
TB	11,39	11,65	11,95			

Ghi chú: TB: Trung bình

DML có xu hướng cao hơn ở mức ME 3.400 kcal/kg, đặc biệt ở cuối thí nghiệm (12,06 mm) so với mức 3.200 kcal/kg (11,35 mm) và 3.300 kcal/kg (11,57 mm). Theo NRC (2012), khi mức ME trong khẩu phần tăng, lợn có xu hướng giảm lượng thức ăn tự do nhưng tổng năng lượng hấp thu vẫn cao hơn, dẫn đến tăng lắng đọng mỡ dưới da. Kết quả của chúng tôi là phù hợp với nghiên cứu của Liu và cs. (2012) mỡ lưng xương sườn 10 tăng tuyến tính khi tăng ME (3,1-3,4 Mcal/kg; tỷ lệ SID Lys:ME cố định). Khi tăng mật độ năng lượng (11,75 - 14,36 MJ DE/kg tương đương ME: 2.900 - 3.400 kcal/kg) làm tăng mỡ dưới da và DML, mỡ nội cơ (Liu và cs., 2007).

Khi tăng tỷ lệ SID Lys:ME hoặc SID Lys:NE (nhiều Lysine hơn trên 1 đơn vị năng lượng) thường giảm mỡ lưng, tăng nạc/diện tích cơ thăn (Liao và cs., 2025). Trong khi bổ sung 1,8-3,2 g SID Lys/Mcal, tỷ lệ mỡ lưng xương sườn 10 giảm tuyến tính, diện tích cơ thăn tăng (Li và cs., 2012). Kết quả của chúng tôi có sự khác biệt với các kết quả trên khi tăng SID Lysine

thì tăng nhẹ độ dày mỡ lưng từ 11,39 - 11,95 mm (SID Lysine 0,6 - 0,8%) sự khác biệt này có thể do giống, khi công thức lai lợn thương phẩm nhằm tăng mỡ giắt trên 3,2%. Đánh giá sự tương tác giữa ME và SID Lysine không xuất hiện tác động cộng hưởng đáng kể giữa hai yếu tố. Điều này phù hợp với nhận xét của Lê Phạm Đại (2017), tác động qua lại giữa ME và Lys chủ yếu thể hiện rõ khi khẩu phần thiếu nghiêm trọng một trong hai yếu tố. Trong thí nghiệm này, cả ME và Lysine đều đang nằm trong giới hạn phù hợp cho lợn thịt 80 - 110 kg, nên việc không có tương tác là hợp lý về mặt dinh dưỡng.

Ảnh hưởng của mức ME và SID Lysine đến tỷ lệ mỡ giắt

Mỡ giắt là chỉ tiêu chất lượng thịt quan trọng, quyết định mức độ mềm, mọng nước và hương vị của thịt lợn. MG bị chi phối mạnh bởi di truyền, dinh dưỡng ở giai đoạn sinh trưởng kết quả được trình bày ở Bảng 8.

Bảng 8. Tỷ lệ mỡ giết lợn thí nghiệm (%) (n=675)

ME/SIDLys	0,6	0,7	0,8	TB	SEM	P
Thời điểm bắt đầu thí nghiệm (%)						
3.200	2,87	3,11	2,91	2,96	0,176	ME: 0,418 SIDlys: 0,426 MExSIDlys: 0,195
3.300	2,91	3,00	2,77	2,89		
3.400	2,73	2,82	3,00	2,85		
TB	2,84	2,98	2,89			
Thời điểm kết thúc thí nghiệm (%)						
3.200	3,27	3,28	3,22	3,26^y	0,034	ME: 0,001 SIDlys: 0,080 MExSIDlys: 0,100
3.300	3,35	3,30	3,24	3,30^{xy}		
3.400	3,39	3,29	3,31	3,33 ^x		
TB	3,34	3,29	3,26			

Ghi chú: các chữ cái X, Y, trong cùng một cột khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $P < 0,05$. TB: Trung bình

Tỷ lệ MG đầu kỳ dao động từ 2,73 - 3,00%, cho thấy đàn lợn có sự đồng đều ban đầu, không khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức ($P > 0,05$). Tuy nhiên, đến cuối kỳ, tỷ lệ MG tăng lên mức 3,22 - 3,39%, phản ánh sự tích lũy lipid nội cơ tự nhiên khi lợn bước vào giai đoạn vỗ béo. Xu hướng tăng này phù hợp với cơ chế sinh lý mà Wood và cs. (2004) đã mô tả: tỷ lệ MG thường tăng nhanh từ 80 kg trở lên do tốc độ tăng trưởng cơ nạc giảm, trong khi tích lũy chất béo nội cơ tăng mạnh. ME là yếu tố ảnh hưởng tới MG cao nhất ở nhóm NT 3.400 kcal/kg, tiếp đến 3.300 kcal/kg và thấp nhất 3.200 kcal/kg, và có sự sai khác thống kê ($P < 0,05$) lần lượt 3,33; 330 và 3,26%. Ngược lại SID Lysine trong khẩu phần không phải là yếu tố ảnh hưởng lớn tới MG mặc dù có xu hướng thấp dần khi tăng SID Lysine ($P > 0,05$) sự chênh lệch ở 3 mức SID Lysine là không đáng kể. Chưa có sự tương tác giữa 2 yếu tố ME và SID Lysine trong khẩu phần ảnh hưởng tới MG trong thí nghiệm này. Khẩu phần ME 3.400 kcal/kg và SID Lysine 0,6% có tỷ lệ MG cao nhất, thấp nhất ở khẩu phần 3.200 kcal và SID 0,8% (3,39 và 3,22%). Nguyên nhân có thể do dư thừa ME và SID Lysine thiếu để xây dựng protein (nạc) lượng dư này cơ thể lợn chuyển hóa thành mỡ trong đó có MG.

Kết quả về MG của chúng tôi có sự tương đồng với nhận định của một số tác giả. Giảm tỷ lệ SID Lys:ME/NE ở giai đoạn cuối thường tăng mỡ giết, vân mỡ và mùi vị, trong khi tăng SID Lys:ME làm tăng nạc, giảm mỡ và giảm vân mỡ. Khi giảm SID Lys/NE hoặc SID Lys/ME (ít Lysine so với năng lượng), lợn giảm tổng hợp protein nạc, phần năng lượng dư được chuyển sang tổng hợp mỡ, bao gồm cả MG (Wang và cs., 2024; Tous và cs., 2013). Nhiều thí nghiệm cho thấy giảm Lysine trong khẩu phần (vẫn giữ nguyên ME) làm MG cơ dài thân tăng rõ, thường kèm tăng acid béo đơn không no, có lợi cho độ ngon của thịt (Wang và cs., 2017; Witte và cs., 2000). Nghiên cứu của Wang và cộng sự năm 2023 và 2024 cho kết quả khi giảm tỷ lệ SID Lys:NE (Lys thiếu tương đối so với năng lượng) làm tăng MG, điểm vân mỡ và cải thiện màu thịt (a, b)** ở cơ dài thân của lợn thịt 65-90 kg, đặc biệt với khẩu phần lúa mì. Khi tăng năng lượng, protein và Lysine vẫn đủ, nhiều thí nghiệm trên lợn cho thấy MG tăng cùng với tăng năng lượng, đồng thời tăng mỡ dưới da và mỡ thân thịt (Xiao-You, 2007; Liu và cs., 2007). Nếu tăng năng lượng mà không nâng tương ứng Lys:ME, lợn dễ tăng mỡ hơn (mỡ lưng, MG) và FCR được cải thiện; ngược lại, tăng Lys:ME làm giảm DML, giảm MG nếu mức Lysine quá

cao (Biswas và cs., 2023; Lee và cs., 2020). Vì vậy khẩu phần sử dụng cho thí nghiệm này phù hợp với mục tiêu tăng cường tỷ lệ mỡ giết để cải thiện chất lượng thịt thăn của tổ hợp lai lợn thương phẩm 3 máu.

Ảnh hưởng của mức ME và SID Lysine đến dày cơ thăn

Dày cơ thăn của lợn thí nghiệm được trình bày tại Bảng 9. Tại thời điểm bắt đầu, giá trị trung bình dao động từ 58,19 - 58,85 mm, cho thấy tính đồng đều của đàn lợn thí nghiệm. Tại thời điểm kết thúc, dao động từ 62,17 - 63,16 mm. Về xu hướng, mặc dù không có ý nghĩa thống kê ($P>0,05$), độ dày cơ thăn có xu hướng tăng nhẹ khi tăng mức SID Lys từ 0,6% lên 0,7%, sau đó ổn định hoặc giảm nhẹ mức 0,8%. Điều này phù hợp với quy luật đáp ứng dạng bão hòa của acid amin thiết yếu, trong đó Lysine đóng

vai trò là acid amin giới hạn thứ nhất đối với sinh trưởng và tích lũy protein nạc ở lợn. Khi nhu cầu Lysine đã được đáp ứng gần mức tối ưu, việc bổ sung thêm không dẫn đến gia tăng tích lũy cơ mà có thể làm tăng quá trình oxy hóa acid amin dư thừa (NRC, 2012). Do đó, khoảng SID Lys 0,7% có thể đã tiệm cận mức tối ưu cho chỉ tiêu độ dày cơ thăn trong điều kiện thí nghiệm này.

Các mức ME (3.200 - 3.400 kcal/kg) không tạo ra thay đổi đáng kể về độ dày cơ thăn chỉ tăng nhẹ khoảng 0,2 mm ($P>0,05$). Điều này có thể được giải thích bởi phạm vi năng lượng khảo sát tương đối hẹp và nằm trong khoảng đáp ứng đầy đủ nhu cầu sinh trưởng của lợn thịt. Khi năng lượng không còn là yếu tố hạn chế, hiệu quả sử dụng Lysine cho tổng hợp protein cơ thể đạt trạng thái tối ưu (De Lange và cs., 2001).

Bảng 9. Dày cơ thăn lợn thí nghiệm (mm) (n=675)

ME/SIDLys	0,6	0,7	0,8	TB	SEM	P
Thời điểm bắt đầu thí nghiệm (mm)						
3.200	58,87	59,03	58,67	58,85	0,732	ME: 0,169 SIDlys: 0,142 MExSIDlys: 0,488
3.300	58,17	59,00	57,40	58,19		
3.400	58,20	58,57	58,40	58,39		
TB	58,41	58,87	58,16			
Thời điểm kết thúc thí nghiệm (mm)						
3.200	62,17	62,76	62,86	62,60	0,604	ME: 0,643 SIDlys: 0,110 MExSIDlys: 0,876
3.300	62,30	63,16	62,77	62,74		
3.400	62,70	62,85	62,88	62,81		
TB	62,39	62,92	62,83			

Ghi chú: Tb: Trung bình

Tương tác ME và SID Lysine không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) trên chỉ tiêu dày cơ thăn. NT ME 3.300 kcal và 0,7% SID Lysine có dày cơ thăn tốt nhất 63,16 mm, tiếp đến NT ME 3.400 kcal và 0,8% SID Lysine với 62,88 mm thấp nhất là ME 3.200 kcal và 0,6% SID Lysine với 62,17 mm. Điều này tương tự với một số nghiên cứu trước đây, trong đó hiệu quả

sử dụng Lysine phụ thuộc vào mức năng lượng khẩu phần, đặc biệt khi năng lượng ở mức thấp có thể hạn chế quá trình tổng hợp protein (Stein và cs., 2007). Tăng mức ME trong khẩu phần (với Lysine đủ cao) làm tăng diện tích cơ thăn - tương đương cơ thăn dày hơn (Ferreira và cs., 2019). Khi tăng Lys:ME làm cơ thăn to hơn, dày hơn (Apple và cs., 2004).

Đánh giá chất lượng thịt qua mổ khảo sát

Bảng 10 trình bày các chỉ tiêu chất lượng thịt của lợn thí nghiệm. Nhìn chung, hầu hết không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) đối với các chỉ tiêu dù là yếu tố ME, SID Lysine hay tương tác giữa 2 yếu tố trên. Tỷ lệ thịt xẻ dao động từ 77,12 - 77,98%. Kết quả này phù hợp với các báo cáo gần đây cho rằng thành phần ME và Lysine trong phạm vi dinh dưỡng khuyến cáo ít ảnh hưởng đến tỷ lệ thịt xẻ, vì chỉ tiêu này chủ yếu chịu tác động bởi khối lượng cơ thể, độ béo và tốc độ tăng trưởng chung. Htoo và Morales (2017) thay đổi NE (9,40 - 10,10 MJ/kg) và SID Lys (0,70 và 0,80%) ở lợn 60 - 100 kg, tăng SID Lys cải thiện tăng khối lượng hàng ngày, FCR nhưng không ảnh hưởng tỷ lệ thịt xẻ, độ nạc, DML. Kitt và cs. (2023) (PIC 800, 24 - 130 kg): tăng SID Lys toàn kỳ lên 110% khuyến cáo FCR cải thiện, nhưng không thay đổi khối lượng mót hàm, tỷ lệ thịt xẻ, DML, độ nạc.

Tỷ lệ thịt nạc (%) ở thí nghiệm này dao động từ 57,01- 60,92% tỷ lệ này tương đương với một số tác giả tại Việt Nam như Trịnh Hồng Sơn và cs. (2021) trên lợn 3 máu giống ngoại hay Lưu Văn Tráng (2021) nuôi tại Dabaco, tỷ lệ nạc dao động từ 55 - 60%. Kết quả thí nghiệm tỷ lệ nạc ở mức SID Lysine 0,8% cao hơn 1 - 3% so với mức 0,6%. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Yang và cs. (2022) và Cordoba và cs. (2024) khi tăng mức SID Lysine trong giới hạn khuyến cáo làm tăng phần trăm thịt nạc, diện tích thân, và độ sâu cơ thân. Soto và cs. (2019) cũng khẳng định tương tự tăng SID Lys (ở ME/NE không đổi) tăng diện tích mót thân và tỷ lệ nạc, giảm độ DML ở lợn trên 100 kg.

Dày cơ thân (mm) trên lợn mổ khảo sát cho thấy ME không có tác động lớn tới tạo nạc trong khi đó SID Lysine có ảnh hưởng và có sai khác thống kê ($P < 0,05$) mức SID Lysine 0,7% cho kết quả DCT cao nhất, tiếp đến 0,8% và thấp nhất là 0,6% (62,87; 62,69; 62,37 mm). Lý giải cho kết quả này là do khi mổ khảo sát chúng tôi

chọn từ các NT các lợn có KL tương tự nhau do đó khi đo DCT có kết quả khác so với kết quả trung bình siêu âm trên lợn sống. Khi đồng đều về KL giết mổ DCT ở các NT với mức SID Lysine 0,7% là tốt nhất. Tăng SID Lysine hoặc tỷ lệ Lys:ME thì tăng tăng trọng, cải thiện FCR và tăng diện tích cơ thân (Ettle và cs., 2000) và tăng tỷ lệ nạc (Zou và cs., 2014)

Tỷ lệ mất nước do bảo quản của thịt lợn thí nghiệm dao động 2,05 - 2,40%, không khác biệt đáng kể ($P > 0,05$). Tỷ lệ mất nước do nấu có chênh lệch giữa các NT cao nhất là 1,36% dao động từ 26,27 - 27,63% ($P > 0,05$). Điều này cho thấy mức ME và Lysine trong nghiên cứu không ảnh hưởng đến khả năng giữ nước của thịt, vốn phụ thuộc mạnh vào độ pH và cấu trúc protein cơ. Kết quả này cũng không có sự chênh lệch so với kết quả của Trịnh Hồng Sơn và cs. (2022) trên tổ hợp lợn lai thương phẩm TP5 và TP6 là tỷ lệ mất nước bảo quản là 2,23 và 2,12%; mất nước do nấu là 26,72 và 26,54%. Phạm Thị Đào và cs. (2013) cho kết quả chất lượng thịt lợn với tỷ lệ mất nước bảo quản 24 giờ 1,83 - 2,1%, tỷ lệ mất nước sau chế biến 24 giờ từ 26,23 - 29,79%. McCann và cs. (2008) công bố tỷ lệ mất nước chế biến của thịt sau 24 giờ ở tổ hợp lai Du $\times$ (L $\times$ Y) là 24,90%.

Hàm lượng chất béo trong thịt từ 4,9 - 5,3%, tỷ lệ này nằm trong khoảng đánh giá thịt nạc thân tốt, mềm có vân mỡ, mọng nước mà không bị dai. Một số tác giả nhận định rằng khẩu phần Lysine hạn chế 15% protein (0,6% SID Lysine) và mức năng lượng 3.456 Mcal ME/kg không có tác động bất lợi đến hiệu suất tăng trưởng và sử dụng N mà còn làm tăng rõ rệt vân mỡ và mỡ cơ thân, không làm ảnh hưởng tiêu cực tới pH, độ mất nước, màu hay độ mềm (Jin và cs., 2010). Tăng SID Lys 45% so với khuyến cáo của NRC (2012) giúp cải thiện diện tích cơ thân và tăng cường các hợp chất nitơ, ete, aldehyde và các hợp chất hương vị dễ bay hơi, mang lại thịt có vị ngọt, mọng nước, béo ngậy hơn (Liao và cs., 2025).

Bảng 10. Chất lượng thịt lợn của các nghiệm thức thí nghiệm (n=36)

ME/SIDLys	0,6	0,7	0,8	TB	SEM	P
Tỷ lệ thịt xẻ (%)						
3.200	77,90	77,38	78,38	77,89	1,148	ME: 0,857 SIDlys: 0,465 MExSIDlys: 0,599
3.300	77,12	77,78	77,76	77,55		
3.400	77,98	77,96	77,76	77,90		
TB	77,67	77,71	77,96			
Tỷ lệ thịt nạc (%)						
3.200	57,85	60,08	60,92	59,62	0,034	ME: 0,206 SIDlys: 0,084 MExSIDlys: 0,406
3.300	58,83	59,79	58,05	58,89		
3.400	57,01	59,14	58,05	58,07		
TB	57,90	59,67	59,01			
Dày cơ thần (mm)						
3.200	62,13 ^b	62,93 ^a	62,80 ^{ab}	62,62	0,325	ME: 0,131 SIDlys: 0,003 MExSIDlys: 0,287
3.300	62,60 ^{ab}	63,08 ^a	62,70 ^{ab}	62,79		
3.400	62,38 ^{ab}	62,60 ^{ab}	62,58 ^{ab}	62,52		
TB	62,37^B	62,87^A	62,69^{AB}			
Tỷ lệ mất nước (%)						
3.200	2,40	2,33	2,10	2,28	0,178	ME: 0,591 SIDlys: 0,360 MExSIDlys: 0,303
3.300	2,11	2,30	2,25	2,22		
3.400	2,05	2,25	2,25	2,18		
TB	2,19	2,29	2,20			
Tỷ lệ mất nước do nấu (%)						
3.200	27,63 ^a	27,05 ^{ab}	26,55 ^{ab}	27,08	0,555	ME: 0,051 SIDlys: 0,071 MExSIDlys: 0,120
3.300	26,45 ^{ab}	26,27 ^b	26,83 ^{ab}	26,51		
3.400	27,08 ^{ab}	26,28 ^b	26,53 ^{ab}	26,63		
TB	27,05	26,53	26,63			
Tỷ lệ béo trong thịt (%)						
3.200	5,30	4,90	5,03	5,08	0,196	ME: 0,589 SIDlys: 0,135 MExSIDlys: 0,192
3.300	5,16	5,15	5,25	5,19		
3.400	5,26	5,25	5,23	5,25		
TB	5,24	5,10	5,17			

Ghi chú: Các chữ cái a,b trong cùng một hàng, cột khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $P < 0,05$. Các chữ cái A, B, trong cùng một hàng khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức $P < 0,05$. TB: Trung bình.

Kết luận

Khẩu phần ăn có mật độ năng lượng và SID lysine khác nhau không ảnh hưởng đến khả năng thu nhận thức ăn của lợn thịt thương phẩm. Sử dụng khẩu phần thức ăn cho lợn thịt thương phẩm giai đoạn xuất chuồng có mật độ

đinh dưỡng: ME 3.300 kcal/kg, CP 14%, can xi 0,9%; phot pho tổng số 0,54%; các SID Lysine, SID Methionine + cystine, SID Tryptophan và SID Threonine lần lượt là: 0,7; 0,50; 0,14; và 0,53% mang lại khả năng sinh trưởng và chất lượng thịt tốt nhất.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

- Đào Thị Bình An. 2019. Xác định nhu cầu Lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn và tỷ lệ tối ưu giữa axi amin chứa lưu huỳnh với Lysine cho lợn [(Pietrain x Duroc) x (Landrace x Yorkshire)] giai đoạn 10-20 kg và 30-50 kg. Luận án Tiến sĩ Đại học Huế - Đại học Nông Lâm.
- Lê Phạm Đại. 2017. Giải pháp kỹ thuật tăng tỷ lệ mỡ giắt lợn thịt. Luận án Tiến sĩ Nông Nghiệp - Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Miền Nam.
- Lưu Văn Tráng. 2021. Chọn lọc nâng cao năng suất lợn duroc, Landrace và Yorkshire thuần nuôi tại công ty lợn giống hạt nhân Dabaco. Luận án Tiến sĩ- Viện Chăn Nuôi.
- Phạm Thị Đào, Nguyễn Văn Thắng, Vũ Đình Tôn, Đỗ Đức Lực và Đặng Vũ Bình. 2013. Năng suất sinh trưởng, thân thịt và chất lượng thịt của các tổ hợp lai giữa lợn nái fl (Landrace x Yorkshire) với đực giống (Pietrain x Duroc) có thành phần Pietrain kháng stress khác nhau. Tạp Chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, 11(2), tr. 200-208. <https://vie.vjas.vn/index.php/vjasvn/article/view/394>.
- Trịnh Hồng Sơn, Phạm Duy Phẩm, Trần Thị Bích Ngọc, Bùi Thị Hồng, Trịnh Quang Tuyên, Nguyễn Ngọc Minh, Nguyễn Long Gia, Nguyễn Thị Hương, Lý Thị Thanh Hiền, Ngô Văn Táp và Bùi Thị Tư. 2021. Tạp chí Khoa học công nghệ chăn nuôi, số 128 tháng 10/2021.
- Trịnh Hồng Sơn, Phạm Duy Phẩm, Trịnh Quang Tuyên, Nguyễn Long Gia, Nguyễn Ngọc Minh, Lý Thị Thanh Hiền, Bùi Thị Tư và Ngô Văn Táp. 2022. Khả năng cho thịt và chất lượng thịt của hai tổ hợp lợn lai thương phẩm TP5 và TP6. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi số 131 (Tháng 01/2022).

Tiếng nước ngoài

- Apple, J., Maxwell, C., Brown, D., Friesen, K., Musser, R., Johnson, Z., and Armstrong, T. 2004. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. *Journal of animal science*, 82 11, pp. 3277-87. <https://doi.org/10.2527/2004.82113277x>.
- Biswas, S., Dang, D.X., Cho, S., Kang, D.K and Kim, I.H. 2025. Effects of increasing dietary lysine and energy levels on growth efficiency, nutrient absorption, and meat carcass traits in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 67(1), 96. <https://doi.org/10.5187/jast.2023.e118>.
- Biswas, S., Dang, D., Cho, S., Kang, D and Kim, I. 2023. Effects of increasing dietary lysine and energy levels on growth efficiency, nutrient absorption, and meat carcass traits in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 67, pp. 96 - 105. <https://doi.org/10.5187/jast.2023.e118>.
- Chen, J., Chen, F., Lin, X., Wang, Y., He, J., and Zhao, Y. 2020. Effect of Excessive or Restrictive Energy on Growth Performance, Meat Quality, and Intramuscular Fat Deposition in Finishing Ningxiang Pigs. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 11. <https://doi.org/10.3390/ani11010027>
- Cordoba, H., Tokach, M., Goodband, R., Woodworth, J., DeRouchey, J and Gebhardt, J. 2024. 25 Effects of dietary standardized ileal digestible lysine on growth performance, carcass characteristics, and economics of pigs from 100 to 130 kg. *Journal of Animal Science*. <https://doi.org/10.1093/jas/skac102.086>.
- De Lange, C.F., Birkett, S.H., Morel, P.C., Lewis, A.J., and Southern, L.L. 2001. Protein, fat, and bone tissue growth in swine. *Swine Nutrition*. A. Lewis and L. Southern, ed. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 65-84.
- Doran, O., Moule, S., Teye, G., Whittington, F., Hallett, K., and Wood, J. 2006. A reduced protein diet induces stearoyl-CoA desaturase protein expression in pig muscle but not in subcutaneous adipose tissue: relationship with intramuscular lipid formation. *British Journal of Nutrition*, 95, pp. 609 - 617. <https://doi.org/10.1079/bjn20051526>.
- Estrada, J., Hanson, A., Vier, C., Lu, N., Navales, R., Cast, W., Peterson, B., Parr, E and Orlando, U. (2022). 159 Effects of Dietary Energy and Standardized Ileal Digestible Lysine Levels on Growth Performance of Grow-Finish Maternal Barrows. *Journal of Animal Science*. <https://doi.org/10.1093/jas/skac064.126>.
- Ettle, T., Roth-Maier, D., and Roth, F. 2000. Effect of apparent ileal digestible lysine to energy ratio on performance of finishing pigs at different dietary metabolizable energy levels. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 87 (7-8), 269-79 . <https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2003.00436>.
- Ferreira, S., Barbosa, L., Marcolla, C., Soares, M., Júnior, D., Rodrigues, G., and Saraiva, A. 2019. Metabolizable energy levels in diets with high lysine for growing and finishing pigs. *Semina: Ciências Agrárias*. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n1p365>.
- Fu, R., Zhang, H., Chen, D., Tian, G., Zheng, P., He, J., Yu, J., Mao, X., Huang, Z., Pu, J., Yang, W., and Yu, B. 2023. Long-Term Dietary Supplementation with Betaine Improves Growth Performance, Meat Quality and Intramuscular Fat Deposition in Growing-Finishing Pigs. *Foods*, 12. <https://doi.org/10.3390/foods12030494>.

- Goehring, D., Pritchett, R., Kresel, T., Puls, C and McCormick, K. 2025. 133 Evaluation of increasing SID lysine: Metabolizable energy on late finisher performance. *Journal of Animal Science*. <https://doi.org/10.1093/jas/skaf102.106>.
- https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2021/03/PIC_Nutrition-Guidelines_English-Metric-1.pdf
- Htoo, J. and Morales, J. 2017. 424 Effect of dietary net energy and digestible lysine levels on growth performance and carcass composition of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 95, pp. 208-209. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.424>.
- Jin, Y., Oh, H., Piao, L., Jang, S., Choi, Y., Heo, P., Jang, Y and Kim, Y. 2010. Effect of Dietary Lysine Restriction and Energy Density on Performance, Nutrient Digestibility and Meat Quality in Finishing Pigs. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 23, pp. 1213-1220. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90585>.
- Kitt, S., Cast, W., Hover, M., Vier, C., Sievers, C., Lu, N., Navales, R., Montoro, J., Betlach, A., Hamilton, D., Kiehne, R., Zaragoza, L., Dritz, S and Orlando, U. 2023. 133 The Effects of Increasing Dietary Standardized Ileal Digestible Lysine Levels on Growth Performance and Carcass Characteristics of 24- to 130-kg Grow-Finish Pigs Sired by PIC 800 Boars. *Journal of Animal Science*. <https://doi.org/10.1093/jas/skad341.094>.
- Lee, J., Lee, S., Yun, W., Oh, H., An, J., Kim, I and Cho, J. 2020. Effects of different standardized ileal digestible lysine: net energy proportion in growing and finishing pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 62, pp. 198 - 207. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.2.198>.
- Li, P., Zeng, Z., Wang, D., Xue, L., Zhang, R and Piao, X. 2012. Effects of the standardized ileal digestible lysine to metabolizable energy ratio on performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 3, pp. 3 - 9. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-9>.
- Liao, J., Song, F., Wan, B., Sun, H., Yin, J and Zhang, X. 2025. Dietary Lysine Supplementation Above Requirement Improves Carcass Traits and Enhances Pork Flavor Profiles in Finishing Pigs Under Commercial Conditions. *Foods*, 14. <https://doi.org/10.3390/foods14183262>.
- Liu, Z., Yang, F., Kong, L., Lai, C., Piao, X., Gu, Y and Ou, X. 2007. Effects of Dietary Energy Density on Growth, Carcass Quality and mRNA Expression of Fatty Acid Synthase and Hormone-sensitive Lipase in Finishing Pigs. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 20, pp. 1587-1593. <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.1587>.
- McCann, M.E.E., V.E. Beattie, D. Watt and B.W. Moss. 2008. The effect breed type on reproduction, production performance and carcass and meat quality in pigs. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 47, pp. 171-185.
- Ndlandla, T., Cheng, F., Huang, C., and Yang, K. 2024. Effect of *Bacillus amyloliquefaciens* supplementation on intramuscular fat accumulation and meat quality in finishing pigs. *Animal Bioscience*, 38, pp. 551 - 559. <https://doi.org/10.5713/ab.24.0399>.
- NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. National Research Council thuộc National Academy of Sciences.
- Shi-Zheng, G., and Su-Mei, Z. 2009. Physiology, affecting factors and strategies for control of pig meat intramuscular fat. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*, 1(1), pp. 59-74.
- Stein, H.H., Sève, B., Fuller, M.F., Moughan, P.J., and de Lange, C.F.M. 2007. Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients. *Journal of Animal Science*, 85(1), pp. 172 - 180.
- Stoner, G.R., Goodband, Robert, D., Hines, Robert, H., Nelssen, Jim, L. and Kropf, Donald, H. 1989. The effects of excess dietary lysine additions on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports: Vol. 0: Iss. 10*. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.6277>
- Soto, J., Tokach, M., Dritz, S., Woodworth, J., DeRouchey, J., Goodband, R and Wu, F. 2019. Optimal dietary standardized ileal digestible lysine and crude protein concentration for growth and carcass performance in finishing pigs weighing greater than 100 kg. *Journal of animal science*, 97 4, 1701-1711 . <https://doi.org/10.1093/jas/skz052>.
- Tous, N., Lizardo, R., Vilá, B., Gispert, M., Font-I-Furnols, M and Esteve-Garcia, E. 2013. Effect of reducing dietary protein and lysine on growth performance, carcass characteristics, intramuscular fat, and fatty acid profile of finishing barrows. *Journal of animal science*, 92 1, 129-40 . <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6222>.
- Wang, J., Li, H., Zhu, H., Xia, S., Zhang, F., Zhang, H., Liu, C., Zheng, W and Yao, W. 2024. Impacts of Dietary Standardized Ileal Digestible Lysine to Net Energy Ratio on Lipid Metabolism in Finishing Pigs Fed High-Wheat Diets. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 14. <https://doi.org/10.3390/ani14121824>.

- Wang, J., Xia, S., Wang, H., Li, H., Zheng, W., and Yao, W. 2023. Effects of dietary standardized ileal digestible lysine to net energy ratio and wheat level on growth performance, meat quality, intestinal microbiota and body metabolism of finishing pigs. *Livestock Science*. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105315>.
- Wang, T., Crenshaw, M., Regmi, N., Rude, B., Hasan, S., Sukumaran, A., Dinh, T. and Liao, S. 2017. Effects of dietary lysine level on the content and fatty acid composition of intramuscular fat in late-stage finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 98, pp. 241 - 249. <https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0083>.
- Witte, D., Ellis, M., McKeith, F and Wilson, E. 2000. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *Journal of animal science*, 78 5, 1272-6 . <https://doi.org/10.2527/2000.7851272x>.
- Wood, J.D., Nute, G.R., Richardson, R.I., Whittington, F.M., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, R., Costa, N da and Chang, K.C. 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science*. Volume 67, Issue 4, August 2004, pp. 651-667. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.01.007>
- Xiao-You, W. 2007. Effects of Dietary Energy Level on the Content of Intramuscular Fat and mRNA Expression for Fatty Acid Synthase and Hormone-sensitive Lipase in Growing-finishing Pigs. *Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 38(11), pp. 1184-1191.
- Yang, J., Huo, B., Wang, K., Hu, X., Zhang, L., Li, H., Huang, L., Tang, J., Li, J., Lin, Y., Xu, S., Che, L., Tian, G., Feng, B., Wu, D and Fang, Z. 2022. Effects of dietary lysine levels on growth performance, nutrient digestibility, serum metabolites, and carcass and meat quality of Yacha pigs. *Italian Journal of Animal Science*, 21, pp. 1593 - 1603. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2022.2123284>.
- Zhang, L., Li, F., Guo, Q., Duan, Y., Wang, W., Yang, Y., Yin, Y., Gong, S., Han, M., and Yin, Y. 2021. Balanced Branched-Chain Amino Acids Modulate Meat Quality via Adjusting Muscle Fiber Type Conversion and Intramuscular Fat Deposition in Finishing Pigs. *Journal of the science of food and agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11728>.
- Zou, T., Mao, X., Yu, B., He, J., Zheng, P., Yu, J., and Chen, D. 2014. Effects of dietary energy density and apparent ileal digestible lysine: digestible energy ratio on growth performance, meat quality, and peroxisome proliferator-activated receptor γ (PPAR γ) gene expression of muscle and adipose tissues in Landrace $\times$ Rongchang crossbred pigs. *Livestock Science*, 167, pp. 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.032>.

ABSTRACT

Determination of metabolizable energy (ME) and standardized ileal digestible lysine (SID Lys) requirements for finishing pigs with high intramuscular fat

The study was conducted on 675 three-way crossbred finishing pigs (Duroc boars $\times$ LY, YL crossbred sows). It was to determine optimal dietary levels of metabolizable energy (ME) and standardized ileal digestible lysine (SID Lys) for these high-intramuscular fat ($>3.2\%$) commercial pig lines, in order to improve growth performance and meat qualities. The experiment followed a two-factor completely randomized design with three levels of ME (3,200, 3,300, and 3,400 kcal/kg) and three levels of SID Lys (0.6, 0.7, and 0.8%), resulting in nine treatments (3×3). Each treatment included 25 pigs per pen, with each pen considered one replicate, and three replicates per treatment (3 pens/treatment $\times$ 9 treatments), totaling 675 pigs with an average initial body weight of 80 kg. During the growing phase (20 - 80 kg), pigs across all treatments were fed the same diet. Experimental diets were applied during the finishing phase from 80 to 110 kg body weight. Crude protein levels were maintained constant across all diets. The ratios of SID methionine + cystine, threonine, and tryptophan relative to SID Lys were fixed at 58%, 65%, and 18%, respectively, all treatments. The results indicated that the diets varying metabolizable energy and standardized ileal digestible lysine levels did not affect the feed intake of finishing pigs. Using diets for during the finishing pigs' stage had the following nutritional: ME 3,300 kcal/kg, CP 14%, calcium 0.9%, total phosphorus 0.54%, and SID levels of Lysine, Methionine + Cystine, Tryptophan, and Threonine at 0.7%, 0.50%, 0.14%, and 0.53%, respectively, to obtain the best growth performance and meat quality.

Keywords: *Finishing pigs, intramuscular fat, metabolizable energy (ME), standardized ileal digestible lysine (SID Lys)*

Người phản biện: GS.TS. Lã Văn Kính