

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN CHĂN NUÔI

NINH THỊ HUYỀN

NGHIÊN CỨU GIẢM HÀM LƯỢNG PROTEIN THÔ TRÊN CƠ
SỞ CÂN ĐỐI AXIT AMIN TRONG KHẨU PHẦN NUÔI GÀ
THỊT LÔNG MÀU

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Hà Nội - 2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN CHĂN NUÔI

NINH THỊ HUYỀN

**NGHIÊN CỨU GIẢM HÀM LƯỢNG PROTEIN THÔ TRÊN CƠ SỞ CÂN ĐỐI
AXIT AMIN TRONG KHẨU PHẦN NUÔI GÀ THỊT LÔNG MÀU**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Ngành: Dinh dưỡng và Thức ăn chăn nuôi

Mã số: 9.62. 01. 07

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS.TS. Phạm Kim Đăng

2. PGS. TS. Trần Thị Bích Ngọc

Hà Nội - 2025

MỤC LỤC

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC BẢNG.....	vii
MỞ ĐẦU.....	1
1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI	1
2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI.....	3
2.1. Mục tiêu tổng quát	3
2.2. Mục tiêu cụ thể.....	3
3. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN	3
4. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN.....	3
4.1. Ý nghĩa khoa học	3
4.2. Ý nghĩa thực tiễn.....	4
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU.....	5
1.1. TÌNH HÌNH CHĂN NUÔI GÀ THỊT LÔNG MÀU Ở VIỆT NAM	5
1.2. TỔNG QUAN VỀ PROTEIN VÀ AXÍT AMIN TRONG DINH DƯỠNG GIA CẦM.....	6
1.2.1. Khái niệm và phân loại protein và axít amin	6
1.2.2. Khái niệm protein lý tưởng và ứng dụng trong dinh dưỡng vật nuôi.....	9
1.2.3. Các phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hóa protein và axít amin trên gia cầm.....	11
1.2.4. Nhu cầu protein và axít amin cho gà thịt	13
1.3. LỢI ÍCH CỦA VIỆC GIẢM PROTEIN THÔ TRONG KHẤU PHẦN THỨC ĂN CHO GIA CẦM	17
1.4. NHỮNG TRỞ NGẠI KHI SỬ DỤNG KHẤU PHẦN PROTEIN THẤP TRONG CHĂN NUÔI GÀ THỊT	21
1.5. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC	22
CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	36
2.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU	36
2.2. THỜI GIAN VÀ ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU.....	36
2.3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU	36
2.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	38

2.4.1. Xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID) các axit amin của một số nguyên liệu phổ biến trong chăn nuôi gà.....	38
2.4.2. Xác định mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu.....	40
2.4.3. Xác định tỷ lệ cân đối tối ưu một số axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu	45
2.4.4. Xác định mức giảm hàm lượng protein thô hợp lý trên cơ sở cân đối axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu	47
2.4.5. Thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà thịt lông màu	49
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....	51
3.1. XÁC ĐỊNH TỶ LỆ TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN (SID) CÁC AXÍT AMIN CỦA MỘT SỐ NGUYÊN LIỆU PHỔ BIẾN TRONG CHĂN NUÔI GÀ	51
3.1.1. Thành phần axit amin của nguyên liệu thí nghiệm	51
3.1.2. Hàm lượng axit amin nội sinh	54
3.1.3. Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của nguyên liệu thí nghiệm	54
3.2. XÁC ĐỊNH MỨC LYSINE TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN TRONG KHẨU PHẦN ĂN CỦA GÀ THỊT LÔNG MÀU	61
3.2.1. Ảnh hưởng của các mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng, tích lũy Nitơ và phát thải khí gây mùi	61
3.2.2. Ảnh hưởng của các mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn.....	63
3.2.3. Ảnh hưởng của các mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến năng suất và chất lượng thịt của gà thí nghiệm.....	69
3.3. XÁC ĐỊNH TỶ LỆ CÂN ĐỐI TỐI ƯU MỘT SỐ AXÍT AMIN THIẾT YẾU TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN TRONG KHẨU PHẦN ĂN CỦA GÀ LÔNG MÀU	72
3.3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ một số axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn so với lysine trong khẩu phần đến tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng, tích lũy Nitơ và phát thải khí gây mùi.....	72
3.3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn so với lysine đến năng suất sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn của gà thí nghiệm	76
3.3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ một số axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn so với lysine đến năng suất và chất lượng thịt của gà thí nghiệm.....	79

3.4. XÁC ĐỊNH MỨC GIẢM HÀM LƯỢNG PROTEIN THÔ HỢP LÝ TRÊN CƠ SỞ CÂN ĐỐI AXÍT AMIN THIẾT YẾU TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN TRONG KHẨU PHẦN ĂN CỦA GÀ THỊT LÔNG MÀU.....	81
3.4.1. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axít amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng, Nito tích lũy và phát thải khí.....	81
3.4.2. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trên cơ sở cân đối các axít amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến khả năng sinh trưởng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn của gà thí nghiệm	84
3.4.3. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axít amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến các chỉ tiêu về chất lượng thịt	88
3.5. THỬ NGHIỆM KHẨU PHẦN PROTEIN THẤP TRÊN CƠ SỞ CÂN ĐỐI TỐI ƯU AXÍT AMIN THIẾT YẾU TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN CHO GÀ THỊT LÔNG MÀU	91
3.5.1. Kết quả thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axít amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho trên gà Lương Phượng nuôi thịt	91
3.5.2. Kết quả thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axít amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho trên gà Lương Phượng lai Mía nuôi thịt	92
CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	95
4.1. Kết luận.....	95
4.2. Đề nghị.....	96
TÀI LIỆU THAM KHẢO	96
Tài liệu tiếng Việt	96
Tài liệu tiếng Anh	97
PHỤ LỤC 1: BẢNG THÀNH PHẦN NGUYÊN LIỆU VÀ GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG CỦA KHẨU PHẦN THÍ NGHIỆM	110
PHỤ LỤC 2: MỘT SỐ HÌNH ẢNH THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM	115

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu do tôi thực hiện, các kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án là trung thực, khách quan và chưa từng được bảo vệ ở bất cứ học vị nào. Công trình nghiên cứu này là một phần của đề tài nghiên cứu khoa học: “Nghiên cứu giảm hàm lượng protein thô trên cơ sở cân đối axit amin trong khẩu phần thức ăn cho gà đẻ trứng thương phẩm và gà thịt” do Viện Chăn nuôi chủ trì và giao cho PGS.TS. Trần Thị Bích Ngọc làm chủ nhiệm đề tài (theo Quyết định số 4578/QĐ-BNN-KHCN ngày 12/12/2019 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn).

Tôi xin cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện luận án đã được cảm ơn, các thông tin trình dẫn trong luận án này đã được chỉ rõ nguồn gốc.

Hà Nội, ngày 25 tháng 7 năm 2025

Tác giả luận án

Ninh Thị Huyền

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận án này, tôi đã nhận được sự giúp đỡ tận tình của các Thầy Cô hướng dẫn: PGS.TS. Phạm Kim Đăng và PGS.TS. Trần Thị Bích Ngọc. Các Thầy Cô đã tận tâm và nhiệt tình giúp đỡ, truyền đạt kiến thức chuyên môn, trao đổi phương pháp luận, ý tưởng và nội dung nghiên cứu, động viên tôi trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám đốc Viện Chăn nuôi, Phòng Khoa học, Đào tạo và Hợp tác quốc tế đã giúp đỡ tôi rất nhiều trong quá trình học tập và tạo điều kiện thuận lợi để tôi hoàn tất các thủ tục bảo vệ luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban lãnh đạo và các cán bộ nghiên cứu tại Bộ môn Dinh dưỡng và Thức ăn chăn nuôi đã có nhiều góp ý và giúp đỡ tôi trong việc triển khai các thí nghiệm của đề tài luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn các cán bộ, công nhân viên thuộc Trung tâm Giống vật nuôi chất lượng cao, Khoa Chăn nuôi, học viện Nông nghiệp Việt Nam đã giúp đỡ và hỗ trợ tôi trong việc hoàn thành các thí nghiệm trong công trình nghiên cứu.

Cuối cùng, tôi xin được dành những tình cảm, lời cảm ơn sâu sắc nhất tới toàn thể người thân trong gia đình, bạn bè thân thiết đã luôn động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập và hoàn thành bản luận án này.

Hà Nội, ngày 25 tháng 07 năm 2025
Tác giả luận án

Ninh Thị Huyền

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Chữ viết tắt tiếng anh	Chữ viết đầy đủ nghĩa tiếng việt
AA	Amino acid	Axít amin
ADG	Average Daily Gain	Tăng khối lượng bình quân
AID	Aparent Ileum Digestibility	Tiêu hóa hồi tràng biểu kiến
CHC		Chất hữu cơ
DCP	Dicalcium photphate	Dicalcium photphate
DDGS	Distillers Dried Grains With Solubles	Bã ngô
EAA	Endogenous Amino Acid	Axít amin nội sinh
FCR	Feed Conversion Ratio	Tiêu tốn thức ăn
FI	Feed Intake	Thức ăn tiêu thụ
GĐ		Giai đoạn
KL		Khối lượng
NPN	Non protein nitrogen	Nitơ phi protein
SID	Standardized Ileal Digestibility	Tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn
SID-AA	Standardized Ileal Digestibility – Amino acid	Tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axít amin
SID-EAA	Standardized Ileal Digestibility – Essential Amino acid	Axít amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn
SID-Lys	Standardized Ileal Digestibility – Lysine	Lysine dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn
TĂ		Thức ăn
TID	True Ileal Digestibility	Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng thực
TKL		Tăng khối lượng
VCK		Vật chất khô

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Đàn gia cầm và cơ cấu giống gà trong giai đoạn 2019-2023.....	5
Bảng 1.2. Nhu cầu dinh dưỡng và tỷ lệ axit amin trong “protein lý tưởng” của khẩu phần gà thịt theo khuyến cáo NRC (1994)	23
Bảng 1.3. Nhu cầu dinh dưỡng và tỷ lệ axit amin trong “protein lý tưởng” của khẩu phần gà thịt Cobb 500 (Cobb, 2018).....	24
Bảng 1.4. Nhu cầu dinh dưỡng và tỷ lệ axit amin trong “protein lý tưởng” của khẩu phần gà thịt Ross 308 (Aviagen, 2014).....	25
Bảng 1.5. Tỷ lệ tối ưu axit amin tiêu hóa thức ăn trong khẩu phần thức ăn cho gà (% so với lysine) (Wu, 2014)	27
Bảng 2.1. Thiết kế thí nghiệm xác định mức SID-Lys trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu	41
Bảng 2.2. Thiết kế thí nghiệm xác định tỷ lệ cân đối tối ưu các axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu.....	46
Bảng 2.3. Thiết kế thí nghiệm xác định mức giảm protein thô trên cơ sở cân đối axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn gà thịt lông màu.....	48
Bảng 2.4. Thiết kế thí nghiệm thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà thịt lông màu.....	50
Bảng 3.1. Hàm lượng protein và thành phần axit amin của nhóm nguyên liệu ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc (% dạng sử dụng).....	51
Bảng 3.2. Hàm lượng protein và axit amin của các nguyên liệu giàu protein (% dạng sử dụng).....	53
Bảng 3.3. Hàm lượng axit amin nội sinh và tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của nhóm nguyên liệu ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc	56
Bảng 3.4. Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của nhóm nguyên liệu giàu protein.....	58
Bảng 3.5. Ảnh hưởng của mức SID-Lys khẩu phần đến tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng của gà thí nghiệm	61
Bảng 3.6. Ảnh hưởng của mức SID-Lys khẩu phần đến tích lũy Nitơ của gà thí nghiệm.....	62
Bảng 3.7. Ảnh hưởng của mức SID-Lys khẩu phần đến phát thải khí NH ₃ và H ₂ S tích lũy Nitơ của gà Lương Phượng.....	63
Bảng 3.8. Ảnh hưởng của hàm lượng SID-Lys đến khối lượng cơ thể và khả năng tăng khối lượng của gà thí nghiệm.....	64

Bảng 3.9. Ảnh hưởng của mức SID-Lys đến lượng thức ăn tiêu thụ, tiêu tốn thức ăn và chi phí thức ăn.....	65
Bảng 3.10. Ước tính nhu cầu SID-Lys ở các giai đoạn sinh trưởng bằng hồi quy phi tuyến tính (broken-line).....	66
Bảng 3.11. Ảnh hưởng của hàm lượng SID-Lys đến năng suất và chất lượng thịt gà thí nghiệm.....	69
Bảng 3.12. Hàm lượng protein và các axit amin trong thịt lườn gà sử dụng khẩu phần có các mức SID-Lys khác nhau (tính theo vật chất khô).....	71
Bảng 3.13. Tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng của gà thí nghiệm ăn khẩu phần với các tỷ lệ SID-EAA/Lys khác nhau.....	72
Bảng 3.14. Cân bằng Nitơ ở gà thí nghiệm ăn khẩu phần với các tỷ lệ SID-EAA/Lys khác nhau	73
Bảng 3.15. Kết quả về phát thải khí gây mùi trong phân gà thí nghiệm khi sử dụng khẩu phần có tỷ lệ SID-EAA/lys khác nhau.....	74
Bảng 3.16. Khối lượng cơ thể và tăng khối lượng trung bình hàng ngày khi gà ăn khẩu phần có các mức SID-EAA/lys khác nhau.....	76
Bảng 3.17. Thức ăn tiêu thụ, tiêu tốn thức ăn và chi phí thức ăn khi gà ăn khẩu phần có các mức SID-EAA/lys khác nhau	78
Bảng 3.18. Ảnh hưởng của tỷ lệ SID-EAA/Lys trong khẩu phần đến các chỉ tiêu chất lượng thịt gà thí nghiệm	79
Bảng 3.19. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến thành phần axit amin thịt lườn gà thí nghiệm (% vật chất khô).....	80
Bảng 3.20. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến chất dinh dưỡng của gà thí nghiệm.....	81
Bảng 3.21: Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tích lũy Nitơ của gà thí nghiệm.....	82
Bảng 3.22. Ảnh hưởng của việc giảm hàm lượng protein thô khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến hàm lượng khí H ₂ S và NH ₃ phát thải từ phân gà thí nghiệm.....	83
Bảng 3.23. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến sinh trưởng của gà thí nghiệm.....	84

Bảng 3.24. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến thức ăn thu nhận và tiêu tốn thức ăn của gà thí nghiệm.....	85
Bảng 3.25. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các AA dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến các chỉ tiêu về chất lượng thịt.....	88
Bảng 3.26. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến thành phần axit amin của thịt lườn gà thí nghiệm (% vật chất khô)	90
Bảng 3.27. Năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của mô hình gà Lương Phượng nuôi thịt.....	92
Bảng 3.28. Năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của mô hình gà Lương Phượng lai Mía nuôi thịt.....	93

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Trong những năm gần đây, số lượng đàn gia cầm của nước ta ngày càng tăng. Tốc độ tăng đàn trung bình từ năm 2019-2023 là 3,8%/năm. Theo số liệu thống kê năm 2023, cả nước có 559,4 triệu con gia cầm, trong đó đàn gà 457,2 triệu con (Cục Chăn nuôi, 2024). Tổng sản lượng thịt hơi gia cầm tăng bình quân hằng năm 8,5% trong giai đoạn 2019-2023, trong đó, tỷ lệ thịt gà chiếm 76,0 – 79,6% (Cục Chăn nuôi, 2024). Cơ cấu giống gà nuôi thịt cho thấy gà lông màu chiếm tỷ lệ lớn. Năm 2023, tổng đàn gà thịt nước ta đạt 368,6 triệu con trong đó có 285,4 triệu gà thịt lông màu chiếm 77,42% (Tổng cục thống kê, 2024). Bên cạnh những thành tựu, chăn nuôi gà còn gặp phải không ít khó khăn, đặc biệt là giá thành sản xuất trong nước còn cao trong khi giá bán sản phẩm thấp làm giảm hiệu quả chăn nuôi. Nguyên nhân chính là do chăn nuôi của Việt Nam phụ thuộc 65-70% nguyên liệu thức ăn nhập khẩu, giá thức ăn cao dẫn tới giá thành sản phẩm cao, đặc biệt giá nguyên liệu trong năm 2022 tăng trên 30% so với năm 2021 (Nguyen Duc Hai, 2023). Theo Cục Chăn nuôi (2024), lượng nguyên liệu thức ăn nhập khẩu năm 2023 khoảng 16,8 triệu tấn tương đương 6,8 tỷ USD chưa bao gồm các loại nguyên liệu có nguồn gốc động vật. Trong khi đó, nguồn nguyên liệu nhập khẩu cung cấp protein cho chăn nuôi chủ yếu là đậu tương và các loại khô dầu chiếm khoảng 5,24 triệu tấn (tương đương 2,63 tỷ USD), chiếm tới 31,2% tổng sản lượng nguyên liệu thức ăn nhập khẩu và 39,2% tổng giá trị nhập khẩu. Sự phụ thuộc mạnh mẽ vào nguồn nguyên liệu thức ăn nhập khẩu đặc biệt là nguyên liệu cung cấp protein trong khẩu phần ăn của gia cầm khiến ngành chăn nuôi gia cầm không ổn định, giá thức ăn chăn nuôi tăng, do đó làm tăng chi phí sản xuất và giảm lợi nhuận của ngành.

Thức ăn gia cầm được phối trộn từ nhiều loại nguyên liệu có hàm lượng các axit amin khác nhau. Do đó, để tạo ra một khẩu phần có đầy đủ các axit amin theo nhu cầu của gia cầm và hạn chế sự dư thừa axit amin luôn được quan tâm. Trong nhiều năm qua, thức ăn gia cầm được phối trộn dựa trên cơ sở hàm lượng protein thô và thường có hàm lượng một số axit amin cao hơn so với nhu cầu vật nuôi để đảm bảo khả năng sinh trưởng tối ưu (Oliveira và cs., 2022). Tuy nhiên, trong tình hình hiện tại, khi giá các loại nguyên liệu cung cấp protein ngày càng tăng cao, cùng với áp lực giảm sử dụng các nguồn nguyên liệu cung cấp protein có nguồn gốc động vật và áp lực giảm khí thải từ chăn nuôi, một yêu cầu cấp thiết đặt ra là phải sử dụng

nguồn protein cho gia cầm hiệu quả hơn. Trong quy định về hàm lượng protein trong thức ăn vật nuôi đã có nhiều thay đổi. Thay vì quy định mức protein tối thiểu trong khẩu phần, các nước như Hàn Quốc, Trung Quốc đã quy định hàm lượng protein tối đa trong thức ăn chăn nuôi để thúc đẩy việc sử dụng nguồn protein hiệu quả và giảm phát thải khí gây mùi trong chăn nuôi (Bùi Nguyễn Phương Thảo, 2024). Điều này đã thúc đẩy các nhà dinh dưỡng gia cầm hướng đến khẩu phần dinh dưỡng tối ưu hơn, tối thiểu hóa lượng protein dư thừa để giảm lượng khí phát thải và tiết kiệm chi phí.

Sử dụng cơ sở dữ liệu axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cùng với bổ sung các axit amin công nghiệp được coi là giải pháp hữu hiệu trong việc giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần (Selle và cs., 2020). Ngày nay, ngày càng nhiều các axit amin tổng hợp được sản xuất với giá thành cạnh tranh do những đổi mới về công nghệ sản xuất. Những năm thập niên 60 của thế kỷ trước chỉ có methionine và lysine được sản xuất, thì đến những năm 1980, threonine và tryptophan đã được thương mại hóa và hiện nay valine, histidine, isoleucine và arginine đã được sản xuất và bước đầu được áp dụng trong sản xuất thực tiễn (D'Mello, 2003; Karau và Grayson, 2014, Sturm và cs, 2022). Sử dụng các axit amin công nghiệp sẵn có hiện nay có thể giảm đến 50% lượng khô đậu tương sử dụng hoặc 20% lượng protein thô trong khẩu phần (Kidd & cs., 2021). Tuy nhiên ở Việt Nam, nghiên cứu cơ sở dữ liệu về axit amin hồi tràng tiêu chuẩn còn rất hạn chế, chỉ có một vài nghiên cứu về xác định tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng tiêu chuẩn của các loại thức ăn cho gà. Những nghiên cứu này khá rời rạc, không liên tục, chủng loại nguyên liệu và số lượng mẫu nghiên cứu rất khiêm tốn (Hồ Lê Quỳnh Châu, 2014). Hiện tại khi xây dựng khẩu phần cho gà ở Việt Nam, các nhà dinh dưỡng phải phụ thuộc hoàn toàn vào các khuyến cáo về nhu cầu axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của nước ngoài. Những khuyến cáo này lại được xây dựng cho các giống gà cao sản trong khi đó gà thịt lông màu lại chiếm ưu thế trong cơ cấu giống gà thịt tại Việt Nam và được định nghĩa là gà sinh trưởng chậm (slow-growing broiler) theo quy định của Ủy ban liên minh Châu Âu (Commission Regulation (EC) No 889/2008). Chính vì vậy, nghiên cứu xác định cơ sở dữ liệu về axit amin hồi tràng tiêu chuẩn làm cơ sở để giảm hàm lượng protein thô của khẩu phần trên gà lông màu nuôi thịt là cần thiết để sử dụng hiệu quả hơn nguồn protein trong thức ăn, góp phần giảm giá thành thức ăn và giảm phát thải khí gây mùi.

2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

2.1. Mục tiêu tổng quát

Xác định được mức giảm protein thô trên cơ sở cân đối axit amin trong khẩu phần ăn cho gà thịt lông màu.

2.2. Mục tiêu cụ thể

Xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của một số loại nguyên liệu thức ăn phổ biến trong chăn nuôi gà thịt tại Việt Nam và tỷ lệ thích hợp một số axit amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt

Xác định khẩu phần ăn cho gà thịt lông màu thương phẩm có mức protein thô giảm từ 2-3% và cân đối các axit amin mà năng suất sinh trưởng, năng suất và chất lượng thịt không thay đổi, giảm phát thải khí gây mùi, giảm giá thành thức ăn và tăng hiệu quả kinh tế.

3. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Bổ sung bộ cơ sở dữ liệu về tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các loại axit amin của 15 loại nguyên liệu thức ăn chăn nuôi phổ biến trong chăn nuôi gà ở Việt Nam trên đối tượng gà Lương Phượng, góp phần bổ sung vào cơ sở dữ liệu về thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của nguyên liệu thức ăn chăn nuôi Việt Nam.

Xây dựng được khẩu phần nuôi gà thịt lông màu giảm 2% protein thô trong khẩu phần ở 3 giai đoạn sinh trưởng trên cơ sở cân đối các axit amin thiết yếu khác dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn Khi áp dụng kết quả nghiên cứu để thử nghiệm khẩu phần có mức protein giảm 2% so với thức ăn đối chứng của trang trại trên gà Lương Phượng và gà Lương Phượng lai Mía đã làm giảm chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng giai đoạn 1-84 ngày tuổi tương ứng từ 6,97% và từ 8,10%.

4. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN

4.1. Ý nghĩa khoa học

Luận án xác định được tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các loại axit amin của 15 loại nguyên liệu thức ăn chăn nuôi gà phổ biến tại Việt Nam trên gà Lương Phượng và tỷ lệ thích hợp các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn cho gà Lương Phượng nuôi thịt. Kết quả của luận án góp phần làm phong phú và đầy đủ hơn cơ sở dữ liệu về giá trị dinh dưỡng của nguyên liệu thức ăn chăn nuôi cũng như nhu cầu axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà Lương Phượng tại Việt Nam.

Từ cơ sở dữ liệu về axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn, luận án đã xác định được mức giảm 2% protein thô trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trên gà Lương Phượng nuôi thịt giúp giảm chi phí thức ăn và giảm lượng phát thải khí gây mùi trong chăn nuôi gà thịt. Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở khoa học góp phần xây dựng khẩu phần thức ăn tối ưu, giảm chi phí thức ăn và tăng hiệu quả chăn nuôi gia cầm hướng thịt. Đồng thời kết quả nghiên cứu của luận án là tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu tiếp theo và là tài liệu giảng dạy về lĩnh vực dinh dưỡng và thức ăn chăn nuôi cho các cơ sở đào tạo.

4.2. Ý nghĩa thực tiễn

Bộ cơ sở dữ liệu về tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các loại axit amin của các loại nguyên liệu phổ biến trong chăn nuôi gà được ứng dụng trong xây dựng khẩu phần ở các cơ sở chăn nuôi và sản xuất thức ăn chăn nuôi.

Cơ sở dữ liệu về tỷ lệ các loại axit amin thiết yếu thích hợp trong khẩu phần ăn cho gà Lương Phượng và mức giảm protein thô khẩu phần phù hợp có thể áp dụng vào trong thực tế sản xuất góp phần tiết kiệm chi phí thức ăn, giảm lượng phát thải khí gây mùi đồng thời tiết kiệm nguồn cung cấp protein trong khẩu phần ăn của gia cầm qua đó giảm áp lực nhập khẩu nguyên liệu giàu protein.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. TÌNH HÌNH CHĂN NUÔI GÀ THỊT LÔNG MÀU Ở VIỆT NAM

Chăn nuôi gia cầm nói chung và gà thịt nói riêng ở nước ta trong những năm qua chứng kiến sự phát triển mạnh mẽ. Tổng đàn gia cầm liên tục tăng từ 480,32 triệu con năm 2019 đến 559,41 triệu con năm 2023 (tăng 16,5% sau 5 năm). Trong tổng đàn gia cầm, đàn gà thịt chiếm số lượng lớn với tổng đàn gà thịt đạt 305,53 triệu con vào năm 2019 tăng lên 368,63 triệu con năm 2023. Về cơ cấu giống gà thịt trong giai đoạn này, gà lông màu chiếm ưu thế so với gà công nghiệp với tỷ lệ từ 75,93% đến 77,42% trong tổng đàn gà thịt và 56,72% đến 62,99% trong tổng sản lượng gà thịt hơi xuất chuồng. Cơ cấu giống gà cho thấy sự ưa chuộng của người tiêu dùng trong nước với gà lông màu do ngoại hình và chất lượng thịt phù hợp với thị hiếu tiêu dùng, khả năng thích nghi với điều kiện khí hậu và phương thức chăn nuôi nước ta.

Bảng 1.1. Đàn gia cầm và cơ cấu giống gà trong giai đoạn 2019-2023

Năm	2019	2020	2021	2022	2023
Tổng đàn gia cầm (triệu con)	480,32	512,68	524,18	546,97	559,41
Tổng đàn gà thịt (triệu con)	305,53	327,51	338,64	358,09	368,63
- Gà công nghiệp (triệu con)	71,42	75,88	80,04	86,20	83,25
- Gà lông màu (triệu con)	234,11	251,63	258,6	271,89	285,38
Tỷ lệ gà lông màu/tổng đàn gà thịt (%)	76,62	76,83	76,36	75,93	77,42
Sản lượng thịt gà xuất chuồng (nghìn tấn)	990,38	1419,49	1591,09	1720,73	1867,08
- Sản lượng thịt gà công nghiệp xuất chuồng (nghìn tấn)	428,62	525,37	605,36	674,41	708,54
- Sản lượng thịt gà lông màu xuất chuồng (nghìn tấn)	561,76	894,12	985,73	1046,32	1158,54
Tỷ lệ sản lượng thịt gà lông màu/tổng sản lượng thịt gà (%)	56,72	62,99	61,95	60,81	62,05

(Nguồn: Tổng cục thống kê, 2024)

Gà Lương Phượng có nguồn gốc từ tỉnh Quảng Tây Trung Quốc được nhập về Việt Nam từ những năm 1998 (Nguyen, 2009). Gà có đặc điểm ngoại hình giống với gà địa phương: mào, tích, tai đều màu đỏ. Gà trống có mào cò đứng, ngực rộng dài, lưng phẳng, chân cao trung bình, lông đuôi vênh lên. Gà mái đầu thanh, thể hình chắc, chân thẳng, nhỏ. Màu lông nâu sẫm điểm lông đen. Khối lượng cơ thể sau 12 tuần tuổi con mái đạt 1,7 - 1,9 kg, con trống đạt 2,1 - 2,3 kg. Khả năng sinh sản của gà Lương Phượng trung bình. Năng suất trứng lúc 66 tuần tuổi đạt 171 quả, tỷ lệ phôi

đạt 92%, số gà con/mái/năm đạt 133 con (Trần Công Xuân và Nguyễn Huy Đạt, 2006). Nhờ những đặc điểm này mà gà Lương Phượng thường được sử dụng làm mái nền để lai tạo với những giống gà bản địa nhằm cải thiện năng suất và tạo con lai thương phẩm (Desvaux và cs., 2008; Nguyễn Văn Duy và cs., 2020). Rất nhiều các công thức lai giữa các giống gà địa phương với gà Lương Phượng đã được nghiên cứu và thử nghiệm thời gian qua. Hà Xuân Bộ và Đặng Thúy Nhung (2021) đã đánh giá năng suất thân thịt và chất lượng thịt của gà lai F1 giữa gà Hồ và gà Lương Phượng. Trần Thị Trinh và cs. (2022) đã nghiên cứu tổ hợp lai giữa gà lai Lạc Thủy và Lương Phượng. Các tổ hợp lai giữa gà Lương Phượng với các giống gà Mía (Bùi Hữu Đoàn, 2011), gà Đông Tảo (Nguyễn Văn Duy và cs., 2020) cũng đã được nghiên cứu. Các kết quả cho thấy năng suất sinh trưởng của các giống gà lai cải thiện hơn so với gà bản địa, trong khi đó năng suất và chất lượng thịt của gà lai phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng. Do đó, gà Lương Phượng được lựa chọn làm đối tượng cho các nghiên cứu của đề tài.

1.2. TỔNG QUAN VỀ PROTEIN VÀ AXÍT AMIN TRONG DINH DƯỠNG GIA CẦM

1.2.1. Khái niệm và phân loại protein và axít amin

a. Khái niệm và phân loại protein

Protein là các phân tử sinh học và đại phân tử lớn bao gồm một hoặc nhiều chuỗi axít amin kết hợp với nhau bằng liên kết peptide (CO-NH). Các protein khác nhau chủ yếu ở trình tự axít amin, được quy định bởi trình tự nucleotide trong gen của chúng.

Protein thô (Crude Protein): Hầu hết, vật nuôi cần Nitơ để tổng hợp protein và hầu hết Nitơ của thức ăn đều ở dạng protein. Vì vậy, giá trị Nitơ của thức ăn thường diễn tả bằng thuật ngữ protein. Protein của thức ăn được tính toán bằng hàm lượng Nitơ tổng số bằng phương pháp Kjeldahl. Hàm lượng protein thô được tính toán như sau:

$$\text{Protein thô (\%)} = \text{Nitơ (\%)} \times 6,25$$

Với điều kiện tất cả protein của thức ăn đều chứa 16% Nitơ và tất cả Nitơ của thức ăn đều ở dạng protein. Mặc dù protein của mỗi thức ăn khác nhau đều có hàm lượng Nitơ khác nhau, cho nên hệ số chuyển đổi phải khác nhau. Tuy nhiên, hệ số 6,25 vẫn được xem là đúng và phổ biến, ngoại trừ trường hợp một số thức ăn riêng lẻ nào đó chiếm đại bộ phận khẩu phần, đặc biệt là các loại hạt có dầu.

Protein thuần (True Protein): Protein thuần là protein do liên kết các axít amin hình thành, không chứa Nitơ phi protein (NPN). Protein thuần được tách ra khỏi các

NPN bằng phản ứng làm kết tủa bằng nhiệt độ (thức ăn thực vật) hoặc dùng hydroxit đồng. Dem lọc, phần protein kết tủa và phân tích Nitơ bằng phương pháp Kjeldahl ta được giá trị protein thuần, hiệu của protein thô tổng số và protein thuần là NPN. Giá trị protein thuần cao rất có ý nghĩa đối với lợn và gia cầm.

Protein tiêu hóa (Digested protein): Protein tiêu hóa là lượng protein thức ăn được cơ thể gia súc, gia cầm tiêu hóa, là hiệu số protein ăn vào và protein thải qua phân. Protein thô và protein thuần không nói lên được mức độ sử dụng Nitơ khác nhau giữa thức ăn này với thức ăn khác, giữa con vật này với con vật khác. Trước khi thức ăn được sử dụng nó phải được tiêu hóa, trong quá trình đó thức ăn được phân giải thành những chất đơn giản và được hấp thu vào cơ thể. Protein tiêu hóa có thể tính theo hiệu số protein ăn vào và protein thải qua phân – gọi là tiêu hóa biểu kiến, nếu hiệu chính với protein trao đổi (cộng thêm) thì có tiêu hóa thực. Ngoài ra, tỷ lệ tiêu hóa protein xác định bằng cách phân tích dưỡng chấp thu ở đoạn cuối ruột non (hồi tràng) cho kết quả chính xác hơn thu qua phân vì hạn chế được ảnh hưởng của vi sinh vật ở ruột già đến những protein chưa được tiêu hóa của thức ăn.

b. Khái niệm và phân loại axit amin

Trong tự nhiên, có đến hơn 700 loại axit amin, nhưng chỉ có 22 loại có vai trò trong tổng hợp protein trong tế bào sống (Wu, 2021). Theo D'Mello (2003), axit amin được phân thành 3 loại gồm axit amin không thay thế (axit amin thiết yếu), axit amin bán thay thế (axit amin bán thiết yếu hoặc axit amin thiết yếu có điều kiện) và axit amin thay thế (axit amin không thiết yếu). Ở gia súc dạ dày đơn có 10 loại axit amin quan trọng trong quá trình thực hiện các chức năng duy trì và sản xuất bao gồm histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, arginine, phenylalanine, threonine, tryptophan và valine do vật nuôi không thể tổng hợp bộ khung cacbon hay keto axit tương ứng (D'Mello, 2003). Các axit amin này được gọi là các axit amin “không thay thế” hay “thiết yếu” và cần phải được cung cấp cho cơ thể. Động vật dạ dày đơn được cung cấp các axit amin này qua thức ăn. Ngược lại, các axit amin cơ thể có khả năng tự tổng hợp được gọi là các axit amin “có thể thay thế” hay “không thiết yếu”. Các axit amin không thiết yếu bao gồm alanine, asparagine, aspartate, glutamate, glutamine, glycine và serine. Axit amin thiết yếu có điều kiện là những axit amin không thiết yếu trở thành thiết yếu trong một số điều kiện sinh lý của cơ thể. Tyrosine được coi là axit amin thiết yếu có điều kiện vì nó dễ dàng được tổng hợp từ phenylalanine. Mặc dù, sự đảo ngược không thể xảy ra, nhưng hiện diện của tyrosine trong khẩu phần có thể làm giảm nhu

cầu của phenylalanine, bởi vậy một lượng phenylalanine tối thiểu luôn được đảm bảo. Đối với gia cầm ít nhất 58% tổng số axit amin có nhân thơm nên được cung cấp ở dạng phenylalanine (D'Mello, 2003). Các axit amin thiết yếu có điều kiện này thường không cần thiết phải có trong thức ăn nhưng cần phải được cung cấp trong trường hợp động vật không tổng hợp đủ để đáp ứng nhu cầu (Furst và Stehle, 2004). Trong thực tế chăn nuôi, tỷ lệ thành phần các axit amin trong thức ăn và nhu cầu của gia súc luôn luôn khác nhau, đặc biệt là các axit amin thiết yếu. Một số axit amin trong thức ăn có hàm lượng rất thấp so với nhu cầu, những axit amin đó làm giảm hiệu quả sử dụng các axit amin còn lại. Các axit amin có trong một loại thức ăn với lượng thấp hơn so với nhu cầu của gia súc, gia cầm được gọi là “axit amin giới hạn”. Nếu khẩu phần bị thiếu hụt một hay nhiều axit amin thiết yếu, quá trình sinh tổng hợp protein sẽ dừng lại ở mức axit amin giới hạn thứ nhất. Trong khẩu phần các axit amin giới hạn sẽ được ưu tiên bổ sung theo thứ tự axit amin giới hạn thứ nhất, thứ hai... để đảm bảo tất cả các axit amin được hấp thu và tổng hợp ở mức tối đa.

Trong dinh dưỡng cho gia cầm, methionine và cystine hay các axit amin chứa lưu huỳnh được coi là axit amin giới hạn thứ nhất do sự thiếu hụt của chúng trong các nguyên liệu thức ăn có nguồn gốc thực vật (Kidd và cs., 2013). Methionine được chú ý hơn do cung cấp nguồn methy cho chuyển hóa tế bào và là tiền chất tạo ra cystine (Bunchasak, 2009).

Lysine là axit amin giới hạn thứ hai trong khẩu phần ăn của gia cầm dựa trên khẩu phần cơ sở là ngô và khô đậu tương (Kidd và cs., 2013). Việc ước tính chính xác nhu cầu lysine là rất quan trọng do các khuyến nghị về sự cân bằng axit amin được biểu thị bằng tỷ lệ so với lysine và khái niệm về tỷ lệ protein lý tưởng được áp dụng rộng rãi trong các công thức thức ăn tối ưu về giá.

Threonine được coi là axit amin giới hạn thứ ba trong khẩu phần ăn của gia cầm (Macelline và cs., 2021). Threonine công nghiệp trong thức ăn chăn nuôi đã được thương mại hóa vào những năm 1980 (Kidd và cs., 2013) và thường được đưa vào khẩu phần ăn cho lợn và gia cầm. Threonine rất quan trọng ở gia cầm vì có vai trò quan trọng trong việc tiết chất nhầy ở ruột và sản xuất kháng thể (Cardoso và cs., 2014). Do đó, threonine đóng vai trò chính trong khả năng miễn dịch và nhu cầu có thể tăng cao trong các điều kiện như vệ sinh phòng bệnh kém và khi gia cầm mắc các bệnh mãn tính.

Trong quá trình tổng hợp protein, các axit amin thiết yếu và không thiết yếu được kết hợp với nhau tùy thuộc vào mã di truyền được quy định sẵn. Khi vắng mặt axit amin thiết yếu, quá trình tổng hợp protein bị đình trệ. Khi tăng protein thô trong khẩu phần, hàm lượng axit amin cũng tăng theo, song có tính tương đối giữa protein thô và axit amin. Để được sử dụng hoàn toàn, mỗi axit amin thiết yếu phải ở một tỷ lệ nhất định với các axit amin khác và với protein của khẩu phần. Như vậy, phần quan trọng trong dinh dưỡng cho động vật là sự cân bằng giữa các axit amin thiết yếu cũng như cân bằng giữa các axit amin thiết yếu và không thiết yếu cần phải được duy trì. Việc duy trì cho các cân bằng này ở mức tối ưu sẽ giúp cho vật nuôi sử dụng có hiệu quả protein của khẩu phần, vừa đáp ứng được nhu cầu của vật nuôi về tất cả các axit amin và tránh việc dư thừa protein, axit amin.

Trong cơ thể, protein được bắt đầu tiêu hóa tại dạ dày. Dưới tác động của pepsin trong môi trường axit mạnh, protein được cắt ra thành các đoạn peptit ngắn hơn. Sau đó quá trình tiêu hóa protein sẽ được hoàn tất ở ruột non dưới tác động của các loại enzyme phân giải protein tiết ra từ tuyến tụy bao gồm trypsin, chymotrypsin và elastase. Các enzyme này sẽ phân giải các đoạn peptit thành các axit amin đơn. Sau khi được tiêu hóa, các axit amin sẽ được hấp thu qua thành ruột non theo cơ chế chủ động nhờ sự chênh lệch nồng độ Na^+ . Sau khi được hấp thu vào cơ thể, hầu hết các axit amin được sử dụng để tổng hợp nên các phân tử protein mới của cơ thể (Bock và Low, 1989). Nếu lượng axit amin cung cấp vào cơ thể nhiều hơn nhu cầu, lượng axit amin dư thừa sẽ không được dự trữ trong cơ thể mà được đưa vào quá trình glycolytic hoặc ketogenic để phân giải axit amin thành nguyên liệu cho chu trình Krebs hoặc acetyl CoA và acetoacetyl CoA. Đích cuối cùng của các axit amin này là giải phóng năng lượng dưới dạng ATP và ion amonium (NH_4^+). Ion amonium là chất độc với cơ thể và cần được chuyển hóa thành các chất không độc. Ion amonium được chuyển hóa thành urê và thải ra ngoài qua nước tiểu ở gia súc và chuyển hóa thành thành axit uric và thải ra ngoài cùng với phân ở gia cầm.

1.2.2. Khái niệm protein lý tưởng và ứng dụng trong dinh dưỡng vật nuôi

Bắt đầu từ nửa đầu thế kỷ 19, Mitchell và Scott tại Đại học Illinois đã đưa ra khái niệm về một loại protein lý tưởng (tỷ lệ và lượng axit amin thiết yếu tối ưu) cho khẩu phần ăn của gà. Những nỗ lực ban đầu nhằm xác định loại protein lý tưởng dựa trên thành phần axit amin thiết yếu của trứng gà và casein, nhưng phần lớn không thành công do tỷ lệ axit amin thiết yếu quá cao (Almquist và Grau, 1944). Vào những năm sau đó, nhóm của Scott đã mô phỏng đặc tính của axit amin thiết yếu trong thân

thịt gà (Fisher và Scott, 1954) để thiết kế một mô hình sửa đổi của axit amin thiết yếu trong khẩu phần ăn thành một loại protein lý tưởng nhằm cải thiện năng suất sinh trưởng của gà con. Đến những năm 1980', khái niệm protein lý tưởng mới xuất hiện trong các ấn phẩm khoa học (Sasse và Baker, 1973). Khái niệm ban đầu của protein lý tưởng là tỷ lệ hoàn hảo giữa các axit amin thiết yếu làm thỏa mãn nhu cầu cho duy trì và tạo sản phẩm. Sau đó, Wang và Fuller (1989) đã mở rộng thêm khái niệm protein lý tưởng là có thêm tỷ lệ tối ưu giữa các axit amin thiết yếu và axit amin không thiết yếu. Protein lý tưởng có thể được định nghĩa là tỷ lệ hoàn hảo giữa từng axit amin thiết yếu và không thiết yếu đáp ứng nhu cầu Nitơ để vật nuôi có sức sản xuất tối ưu. Tỷ lệ giữa các axit amin thiết yếu trong protein lý tưởng có thể tính bằng khối lượng (g) theo protein (160 g N) hay tỷ lệ (%) theo lysine. Theo nhiều tác giả, lysine được chọn làm axit amin tham chiếu (reference) vì lysine là axit amin giới hạn đầu tiên trong thức ăn cho lợn và là axit amin giới hạn thứ 2 trong thức ăn gia cầm; lysine không được sử dụng để tổng hợp các hợp chất chứa Nitơ khác ngoài tổng hợp protein trong cơ thể (Boisen và cs., 2000) và lysine là axit amin dễ phân tích và độ chính xác cao.

Ứng dụng của protein lý tưởng

Trước hết, protein lý tưởng đã và đang được ứng dụng để xác định nhu cầu protein và từng axit amin, đặc biệt axit amin thiết yếu. Trước đây, xác định nhu cầu một axit amin nào đó cần tiến hành từng thí nghiệm riêng lẻ trên cơ sở cân đối các axit amin còn lại. Vì vậy, tiêu tốn thời gian và thiếu tính chính xác vì tác động qua lại giữa chúng khá lớn. Sử dụng protein lý tưởng trong việc xác định nhu cầu các axit amin khá đơn giản vì nhu cầu các axit amin thiết yếu có thể được tính toán dựa khi nhu cầu lysine đã được thiết lập (Lã Văn Kính và cs., 2019)

Thứ hai, khẩu phần được xây dựng dựa vào protein lý tưởng luôn cân đối các axit amin và đảm bảo nhu cầu protein, vì vậy không dư thừa, đặc biệt dư thừa axit amin thiết yếu. Các axit amin dư thừa có thể trở thành gánh nặng trong quá trình trao đổi chất ở vật nuôi do quá trình chuyển hóa từ NH_4^+ thành ure hoặc axit uric. Cân đối các axit amin trong protein lý tưởng có thể tiết kiệm axit amin qua đó giảm mức protein trong khẩu phần. Lã Văn Kính và cs. (2019) cho biết mỗi đơn vị phần trăm Nitơ giảm trong thức ăn sẽ làm giảm 10% lượng Nitơ bài tiết trong phân và nước tiểu.

Thứ ba, ứng dụng protein lý tưởng trong lập khẩu phần đã làm giảm chi phí thức ăn, đặc biệt thức ăn giàu protein. Thức ăn giàu protein chiếm khoảng 10 – 15%

trong khẩu phần nhưng chi phí chiếm khoảng 50 – 60% giá thành thức ăn (Lã Văn Kính và cs., 2019). Hiện nay, giá thức ăn giàu protein (bột cá, khô đỗ tương) tăng cao so với các axit amin tinh thể nên tạo lợi thế khi sử dụng axit amin để cân đối.

Tóm lại, phát triển chăn nuôi gắn liền với hiệu quả kinh tế và đảm bảo vệ sinh môi trường, cả hai yếu tố đó được đáp ứng dựa vào sử dụng hợp lý và tiết kiệm nguồn thức ăn, đặc biệt thức ăn giàu protein. Protein lý tưởng tức là sự cân đối các axit amin, chủ yếu axit amin thiết yếu trong khẩu phần và đảm bảo đầy đủ nhu cầu Nitơ là giải pháp gián tiếp giảm chi phí thức ăn giàu protein.

1.2.3. Các phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hóa protein và axit amin trên gia cầm

a. Tỷ lệ tiêu hóa toàn phần

Tỷ lệ tiêu hóa protein và axit amin toàn phần là lượng tiêu hóa của protein và axit amin qua toàn bộ đường tiêu hóa, được xác định bởi sự chênh lệch giữa lượng ăn vào và lượng thải qua phân

Phương pháp này thường áp dụng để xác định tỉ lệ tiêu hóa cho khẩu phần hay loại thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh hay một loại thức ăn sử dụng trực tiếp, và loại nguyên liệu thức ăn đơn lẻ.

Nguyên tắc chung: Muốn xác định tỷ lệ tiêu hóa protein và axit amin của một khẩu phần hay một nguyên liệu thức ăn, người ta nuôi gia súc, gia cầm bởi khẩu phần hay thức ăn nguyên liệu với khối lượng protein và axit amin đã xác định, sau đó xác định lượng phân thải ra. Lượng protein và axit amin tiêu hóa được là sự chênh lệch giữa lượng chất ăn vào và thải ra trong phân.

Ưu điểm của phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hóa tổng số là thí nghiệm đơn giản, dễ tiến hành, thu thập số liệu về khối lượng thức ăn ăn vào và chất thải ra có tính chính xác cao. Tuy nhiên phương pháp này chỉ phù hợp với xác định tỷ lệ tiêu hóa của các chất dinh dưỡng như năng lượng, chất hữu cơ, khoáng. Riêng với protein và axit amin do đặc điểm tiêu hóa và hấp thu, gần như toàn bộ axit amin được hấp thu tại ruột non (trước điểm cuối của hồi tràng), lượng protein, peptide và axit amin dư thừa đi xuống ruột già sẽ được hệ vi sinh vật phân giải và sử dụng để tổng hợp protein vi sinh vật. Lượng protein và axit amin thu được trong phân sẽ không liên quan trực tiếp đến khối lượng cũng như kết cấu của protein và axit amin dư thừa không được tiêu hóa bởi con vật (Moughan, 2003). Do đó, việc xác định tỷ lệ tiêu hóa của protein và axit amin bằng phương pháp tiêu hóa tổng số được cho là cao hơn

khả năng tiêu hóa thực của con vật dẫn đến sự thiếu chính xác trong đánh giá giá trị thức ăn (Moughan và Miner-Williams, 2013).

b. Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của axit amin

Tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng được đo bằng sự chênh lệch giữa lượng axit amin ăn vào và lượng axit amin thu được từ dịch tiêu hóa ở hồi tràng. Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng thể hiện chính xác hơn tính khả dụng sinh học của axit amin so với khả năng tiêu hóa tổng số. Tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng được biểu thị dưới dạng biểu kiến (AID), tiêu chuẩn hóa (SID) hoặc tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng thực (TID) tùy thuộc vào cách tính toán sự mất mát axit amin nội sinh trong thí nghiệm tiêu hóa (Stein và cs., 2007).

Tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng biểu kiến được đo bằng sự chênh lệch giữa lượng axit amin ăn vào và lượng axit amin được thu hồi từ dịch tiêu hóa ở cuối hồi tràng mà không tính đến lượng axit amin mất đi nội sinh.

Tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng tiêu chuẩn được đo bằng sự khác biệt giữa lượng axit amin ăn vào, lượng axit amin được thu hồi từ chất tiêu hóa ở cuối hồi tràng và lượng thất thoát axit amin nội sinh cơ bản.

Tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng thực được đo bằng sự chênh lệch giữa lượng axit amin ăn vào, lượng axit amin được thu hồi từ chất tiêu hóa ở cuối hồi tràng và lượng thất thoát axit amin nội sinh cơ bản và chuyên biệt.

Mất mát Nitơ hay protein nội sinh (Souffrant, 1991) là số lượng Nitơ có trong phân hay dưỡng chấp mà không có nguồn gốc từ thức ăn. Nitơ nội sinh có từ protein dịch tiêu hóa (dịch vị, dịch tá tràng), màng nhầy ruột, tế bào đường ruột, vi sinh vật ở ruột già... Tuy nhiên, hầu hết Nitơ nội sinh có trong đoạn ruột non được thủy phân, hấp thu và phần còn lại có thể thu được trong dưỡng chấp ở cuối hồi tràng hoặc qua phân. Mất mát Nitơ nội sinh có thể chia làm 2 nhóm: mất mát cơ bản (basal loss) và mất mát chuyên biệt (specific loss). Mất mát cơ bản được định nghĩa là số lượng Nitơ nội sinh có ở chất thải (phân hay dưỡng chấp ở cuối hồi tràng) của vật nuôi ở thể trạng bình thường và được ăn khẩu phần không chứa các yếu tố làm tăng mất mát Nitơ chuyên biệt. Trong khi đó Nitơ nội sinh chuyên biệt là mất mát Nitơ trên mức cơ bản và bị tác động bởi các yếu tố trong thức ăn. Nếu bỏ qua mất mát Nitơ nội sinh khi tính toán tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng của protein và axit amin sẽ làm giảm tỷ lệ tiêu hóa do Nitơ nội sinh sẽ được tính như protein và axit amin chưa được tiêu hóa ở cuối ruột non.

Dữ liệu về tỷ lệ tiêu hóa của axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn được coi là dữ liệu chính xác nhất trong xây dựng khẩu phần thức ăn tối ưu (Kong và Adeola, 2014). Các giá trị tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn khắc phục được một số nhược điểm cũng như hạn chế của giá trị tiêu hóa hồi tràng biểu kiến và tiêu hóa hồi tràng thực: trong khi hệ số tiêu hóa hồi tràng biểu kiến không xem xét bất kỳ sự thất thoát axit amin nội sinh nào thì lại không có đủ thông tin, phương pháp tính toán về tác dụng cụ thể của thành phần thức ăn đối với sự mất mát axit amin nội sinh chuyên biệt trong tính toán hệ số tiêu hóa hồi tràng thực.

Nghiên cứu về dinh dưỡng và thức ăn chăn nuôi đã đạt được nhiều thành tựu, từ việc xây dựng khẩu phần ăn cho vật nuôi bắt đầu từ căn cứ protein thô, protein tiêu hóa, axit amin tổng số, axit amin tiêu hóa, axit amin tiêu hóa hồi tràng biểu kiến và hiện nay là axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID-AA). Sử dụng giá trị axit amin tiêu hóa thay thế giá trị axit amin tổng số thể hiện tính ưu việt trong xây dựng khẩu phần ăn, tăng hiệu quả kinh tế và giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Do đó, tối đa hóa hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng, đặc biệt là protein và axit amin (Ravindran, 2013). Nhận thức về các giá trị axit amin tiêu hóa trong thành phần thức ăn và nhu cầu axit amin tiêu hóa cho từng loại vật nuôi với từng mục tiêu sản xuất trong chăn nuôi đã cho phép xây dựng khẩu phần ăn gần hơn với nhu cầu của thực của gia súc, gia cầm. Nhiều kết quả nghiên cứu đã chỉ ra những tác dụng có lợi của việc sử dụng axit amin tiêu hóa hồi tràng trong việc lập khẩu phần của gà thịt để tăng hiệu quả sử dụng của các loại nguyên liệu kém hấp thu, chẳng hạn như bột bông, bột canola, thịt và xương (Fernandez và cs., 1995). Hơn nữa, phối hợp khẩu phần ăn dựa trên axit amin tiêu hóa mang lại lợi ích kinh tế, đảm bảo năng suất của gia cầm và giảm lượng nitơ thải ra (Ravindran, 2013). Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đã loại bỏ axit amin nội sinh nên độ chính xác cao hơn (Bryden và Li, 2004). Trên thực tế, rất nhiều nước trên thế giới đều khuyến cáo sử dụng cơ sở dữ liệu về SID-AA để xây dựng khẩu phần cho gia súc, gia cầm nhằm tối ưu hóa về nhu cầu dinh dưỡng và tối đa hóa lợi nhuận mà nhu cầu dinh dưỡng vẫn được đảm bảo (Ravindran, 2013).

1.2.4. Nhu cầu protein và axit amin cho gà thịt

Nhu cầu protein cũng chính là nhu cầu các axit amin trong dinh dưỡng động vật nói chung và gia cầm nói riêng. Sau khi tiêu hóa và được hấp thu, các axit amin được sử dụng làm vật liệu xây dựng khối protein cấu trúc (cơ, da, dây chằng), protein trao đổi chất, enzyme và tiền chất của một số hợp chất khác trong cơ thể. Bởi vì

protein trong cơ thể liên tục được tổng hợp và phân hủy, một lượng axit amin thích hợp cần được cung cấp hàng ngày là nguồn rất quan trọng để hỗ trợ quá trình sinh trưởng hoặc sản xuất trứng. Ở gia cầm, cần 20 axit amin để hình thành các protein của cơ thể, một số trong đó có thể được tổng hợp bởi gia cầm (Axit amin không thiết yếu), trong khi một số axit amin khác cơ thể gia cầm không thể tự tổng hợp được hoặc không đủ số lượng để đáp ứng nhu cầu trao đổi chất (Axit amin thiết yếu) (D'Mello, 2003) và cần được cung cấp bởi chế độ ăn uống. Ngoài ra, nếu các axit amin được cung cấp không đúng tỷ lệ thích hợp hoặc lý tưởng so với nhu cầu của gia cầm, các axit amin dư thừa sẽ được khử amin và sử dụng làm nguồn cung cấp năng lượng gây lãng phí nguồn axit amin (Wu, 2021). Thêm vào đó, sự phân hủy axit amin này cũng sẽ dẫn đến sự bài tiết nitơ cao hơn. Nhu cầu protein hay axit amin đối với gia súc gia cầm nói chung và gà thịt nói riêng rất phức tạp vì axit amin không chỉ là nguyên liệu để xây dựng nên protein của cơ thể mà chúng còn có các vai trò chức năng khác trong cơ thể (Wu và cs., 2014). Trong những thập kỷ gần đây, đã có nhiều nghiên cứu về nhu cầu axit amin của gia cầm từ các khía cạnh khoa học và kinh tế. Các kết quả nhu cầu axit amin từ các nghiên cứu khá dao động do nhu cầu axit amin bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau, như môi trường, giống, thể trạng vật nuôi và khẩu phần ăn. Thêm vào đó, những cải tiến rõ rệt về di truyền trong tăng khả năng sinh trưởng và rút ngắn thời gian nuôi, các nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng cũng được cập nhật thường xuyên nhằm đảm bảo gia cầm duy trì thành tựu về di truyền, nâng cao hiệu quả kinh tế và giảm ô nhiễm môi trường.

a. Phương pháp xác định nhu cầu protein và axit amin cho gia cầm

Để tính toán nhu cầu protein và axit amin trong chăn nuôi gia súc gia cầm, hai phương pháp được sử dụng bao gồm phương pháp thực nghiệm (dose-response) và phương pháp mô hình hóa (Factorial method hoặc modelling method).

Phương pháp thực nghiệm

Thực nghiệm là phương pháp truyền thống để xác định nhu cầu các chất dinh dưỡng, trong đó có protein và axit amin. Phương pháp này dựa trên những thí nghiệm xác định nhu cầu với từng loại axit amin cụ thể với thiết kế thí nghiệm có nhiều mức axit amin khác nhau trong khi đó các yếu tố khác được duy trì như nhau giữa các nghiệm thức. Kết quả về khả năng sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn cũng như các tiêu chí khác sẽ đưa ra mức axit amin thích hợp nhất. Vì vậy, những điều kiện cơ bản để tiến hành thí nghiệm xác định nhu cầu axit amin bao gồm: (i) đảm bảo cân đối

các axit amin trong khẩu phần cơ bản bằng việc bổ sung axit amin tinh thể, ngoại trừ axit amin thí nghiệm; (ii) khẩu phần cơ sở phải đảm bảo đủ nhu cầu các chất dinh dưỡng khác ngoài axit amin thí nghiệm; (iii) ít nhất phải có 4 mức thử nghiệm, 2 mức trên và 2 mức dưới nhu cầu ước tính; (iv) đảm bảo đủ thời gian và (v) đảm bảo đủ số lượng vật nuôi thí nghiệm để không ảnh hưởng đến mô hình phân tích thống kê (Lã Văn Kính và cs., 2019). Nhược điểm của phương pháp này là xác định nhu cầu của một hay một vài axit amin mà không thể xem xét những tác động qua lại với các axit amin còn lại.

Phương pháp mô hình hóa

Phương pháp mô hình hóa được áp dụng trong tính toán nhu cầu axit amin cho gia cầm dựa vào tổng số nhu cầu axit amin cho duy trì, sinh trưởng, sản xuất trứng và phát triển lông. Hai mô hình toán học cho tính toán nhu cầu axit amin của gà đẻ bằng cách sử dụng phương pháp giai thừa để tính toán nhu cầu axit amin cho duy trì, phát triển mô và sản xuất trứng do Hurwitz và Bornstein (1973) đề xuất. Sau đó các mô hình tương tự được sử dụng để tính toán nhu cầu axit amin trên gà thịt (Hurwitz và cs., 1978). Theo nghiên cứu này nhu cầu axit amin đơn lẻ được tính theo công thức sau: $AAR_t = AAR_m + AAR_g$

AAR_m : nhu cầu axit amin cho duy trì được tính theo công thức: $AAR_m = 2.316 \times AAm \times BW^{2/3}$ với AAm là hàm lượng axit amin trong protein cho duy trì

AAR_g : nhu cầu axit amin cho sinh trưởng được tính theo công thức: $AAR_g = (C \times AAc + F \times AAF) / 0.85$. Trong đó C và F là lượng protein tích lũy trong thân thịt và trong lông; AAc và AAF là mật độ loại axit amin đó trong thân thịt và trong lông.

Các hệ số tương quan chặt chẽ đã đạt được giữa các kết quả được tính toán bởi các mô hình này và các giá trị được công bố trong các nghiên cứu. Phương pháp này được coi là hiệu quả hơn phương pháp thực nghiệm truyền thống khi tính toán nhu cầu axit amin dựa trên những mục tiêu về sinh trưởng, sinh sản. Do đó phương pháp này có thể dự đoán nhu cầu cho gia cầm tại các lứa tuổi và thể trạng khác nhau.

b. Các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu protein và axit amin cho gà thịt

Protein và axit amin là những nguyên liệu trực tiếp giúp tạo thành cơ thể vật nuôi, chính vì vậy các yếu tố như giống, độ tuổi, giới tính hay thể trạng của vật nuôi sẽ ảnh hưởng đến nhu cầu protein và axit amin. Mỗi giống gia cầm nuôi thịt sẽ có kích thước, khối lượng cơ thể và khả năng sinh trưởng khác nhau, chính vì vậy nhu

cầu protein và axit amin cho mỗi giống sẽ khác nhau. Cùng là những giống gà thịt cao sản tuy nhiên mức khuyến cáo về nhu cầu dinh dưỡng của gà Ross 308 và gà Cobb 500 có những khác biệt (Aviagen, 2014; Cobb, 2018). Xu hướng ngày nay gà thịt được chọn lọc di truyền theo hướng sinh trưởng nhanh hơn, thời gian nuôi ngắn hơn và tối ưu sản lượng thịt lườn, chính vì vậy nhu cầu protein và axit amin cũng có sự thay đổi. Aftab (2019) cho rằng các giống gà thịt ngày nay cần tỷ lệ axit amin: năng lượng cao hơn với các giống gà thịt trước đó để tối ưu hóa khả năng sinh trưởng và sản xuất thịt lườn.

Độ tuổi có ảnh hưởng rõ rệt đến nhu cầu protein và axit amin cho gia cầm nuôi thịt do sự khác nhau trong tốc độ sinh trưởng cũng như mức độ hoàn thiện cấu trúc đường tiêu hóa. Gà thịt giai đoạn đầu có nhu cầu protein và axit amin cao hơn so với các giai đoạn sau. Trong dinh dưỡng cho gà thịt, các giai đoạn sinh trưởng thường được chia thành 3 giai đoạn bao gồm giai đoạn khởi động, giai đoạn sinh trưởng và giai đoạn vỗ béo tương ứng với các mức nhu cầu protein và axit amin khác nhau.

Nhu cầu protein và axit amin liên quan trực tiếp đến tích lũy protein hay tốc độ sinh trưởng của gà. Do đó, gà trống và gà mái có tốc độ sinh trưởng khác nhau và cấu trúc cơ thể khác nhau nên nhu cầu protein và axit amin sẽ khác nhau. Các nghiên cứu chứng minh nhu cầu protein và axit amin của gà trống cao hơn gà mái (Han và Baker, 1993; Jackson và cs., 1982)

Thể trạng của gia cầm cũng ảnh hưởng đến nhu cầu protein và axit amin. Trong điều kiện stress nhiệt, gia cầm có xu hướng giảm lượng thức ăn ăn vào do đó cần nâng cao mật độ chất dinh dưỡng nói chung, protein và axit amin nói riêng trong khẩu phần để giảm sự thiếu hụt dinh dưỡng (Ojano-Dirain và Walldroup, 2002). Trong những trạng thái sinh lý bất lợi, cơ thể cần huy động nguồn dinh dưỡng để đối phó với các tác nhân bất lợi đó.

Ngoài ra, nhu cầu protein và axit amin còn phụ thuộc vào mục đích chăn nuôi. Các nghiên cứu chỉ ra rằng nhu cầu axit amin cho tối ưu sinh trưởng thường khác so với nhu cầu axit amin cho tối ưu hóa hiệu quả sử dụng thức ăn. Nhu cầu lysine tiêu hóa cho tối ưu khả năng sinh trưởng trên gà Redbro Plume là 1,183; 1,199 và 1,162% trong đó nhu cầu cho tối ưu hóa hiệu quả sử dụng thức ăn là 1,203, 1,162, và 1,126% tương ứng cho 3 giai đoạn phát triển 29-49; 40-69 và 70-84 ngày tuổi (Brasil và cs., 2018).

1.3. LỢI ÍCH CỦA VIỆC GIẢM PROTEIN THÔ TRONG KHẨU PHẦN THỨC ĂN CHO GIA CẦM

1.3.1. Giảm giá thành thức ăn và giảm sử dụng các loại nguyên liệu cung cấp protein thô

Khô đậu tương là nguồn cung cấp protein chính trong khẩu phần của gia cầm. Do đó, ngành chăn nuôi gia cầm có nhu cầu rất lớn về nguồn khô đậu tương. Sản lượng đậu tương toàn cầu đã tăng gấp đôi trong 20 năm qua, đạt 388 triệu tấn trong năm 2022/23 (FAOSTAT, 2023), trong đó phần lớn (khoảng 80%) được sản xuất ở Mỹ, Brazil và Argentina (Voora và cs., 2024). Sản xuất gà thịt sử dụng một tỷ lệ đáng kể khô đậu tương, tương đương 44% khô đậu tương làm thức ăn cho động vật ở Hoa Kỳ và 32% ở châu Âu (Dei, 2011). Sản lượng thịt gà toàn cầu được dự đoán sẽ tăng gấp đôi vào năm 2050 (Kleyn, 2019) và dự kiến sẽ tăng từ 82 triệu tấn năm 2005 – 2007 lên 181 triệu tấn vào năm 2050 (Alexandratos và Bruinsma, 2012). Nếu dự báo này là đúng, sản lượng thịt gà sẽ tăng 72% từ 105,6 triệu tấn vào năm 2020 lên 181,3 triệu tấn vào năm 2050. Theo dự báo này, sẽ cần thêm 76 triệu tấn thịt gà để đáp ứng nhu cầu toàn cầu. Khô đậu tương không phải là nguồn protein duy nhất có sẵn để đưa vào khẩu phần ăn của gà thịt, nhưng đó là nguồn thức ăn chiếm ưu thế. Để có thêm 76 triệu tấn thịt gà, có thể cần thêm khoảng 55 triệu tấn đậu tương nguyên hạt hoặc 43 triệu tấn khô đậu tương. Khoảng 55 triệu tấn đậu tương sẽ cần khoảng 18 triệu ha đất canh tác dựa trên năng suất 3 tấn/ha, theo năng suất tại Mỹ năm 2005 (Egli, 2008). Mặc dù những ước tính này chỉ mang tính tương đối nhưng chúng cho thấy sự phụ thuộc của ngành công nghiệp thịt gà vào khô đậu tương và giá cả tăng cao và không ổn định có thể thách thức tính bền vững của ngành. Do đó, nhu cầu tìm kiếm các giải pháp thay thế khả thi ngày càng trở nên rõ ràng. Việc sử dụng các axit amin tổng hợp để bổ sung vào khẩu phần có tác dụng cung cấp đầy đủ hơn nhu cầu axit amin cho vật nuôi và giảm hàm lượng protein thô. Toride (2004) đã đưa ra công thức:

$$50\text{kg khô đậu tương} = 48,5\text{kg ngô} + 1,5\text{kg L-lysine HCl}$$

Như vậy, sử dụng 1,5kg lysine có thể giúp tiết kiệm đến 50kg khô đậu tương, tương đương với 1 kg lysine có thể giúp tiết kiệm 33,3 kg khô đậu tương. Do trong khẩu phần ăn cho gà, nguồn nguyên liệu cung cấp protein có giá thành cao nhất, vì vậy khi giảm hàm lượng protein thô đồng nghĩa với giảm chi phí thức ăn. Nếu tính theo giá nguyên liệu thức ăn giả định: giá khô đậu tương 13.000đ/kg ; Ngô: 8.000đ/kg và lysine 40.000đ/kg, giá 50 kg khô đậu tương tương ứng 650.000đ trong khi đó 48,5 kg ngô và 1,5 kg lysine có giá 448.000đ, tiết kiệm được 202.000đ.

1.3.2. Cải thiện sức khỏe đường tiêu hóa

Sức khỏe đường ruột đóng một vai trò quan trọng trong việc sinh trưởng của động vật, có liên quan mật thiết đến các vấn đề dinh dưỡng, hệ vi sinh vật, hệ miễn dịch và sinh lý vật nuôi. Khi sức khỏe đường ruột bị tổn hại, quá trình tiêu hóa và hấp thu chất dinh dưỡng sẽ bị ảnh hưởng, từ đó sẽ có tác động bất lợi đến việc chuyển đổi thức ăn và sức khỏe của gia cầm. Chế độ dinh dưỡng protein cao có thể gây ra những tác động tiêu cực đến sức khỏe đường ruột và khả năng tiêu hóa. Nguyên nhân là do phần protein không được tiêu hóa trong ruột non sẽ là nguồn dinh dưỡng cho các vi sinh vật có hại *Coliform*, *Streptococcus* làm tăng khả năng mắc các bệnh về đường tiêu hóa. Hơn nữa, các axit amin dư thừa sẽ được đi xuống ruột già, ở đây chúng được hệ vi sinh vật ở ruột già phân hủy thành các hợp chất độc với cơ thể như amines, indoles, phenols, cresol và ammonia (Apajalahti và Vienola, 2016). Ở nồng độ cao, những chất này có thể tác động tiêu cực đến sinh trưởng và hiệu quả chăn nuôi gà. Ngoài ra, sự phân giải protein còn tạo ra khí NH₃, khi hàm lượng protein trong khẩu phần dư thừa, lượng NH₃ tạo ra ở ruột sẽ lớn hơn khả năng đồng hóa của các vi sinh vật gây ảnh hưởng đến cấu trúc lông nhung và quá trình trao đổi chất ở ruột (Wang và cs., 2019). Do vậy, việc giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần ăn, giúp giảm sản sinh những chất độc hại được lên men từ protein trong manh tràng, từ đó cải thiện sức khỏe đường ruột của vật nuôi.

1.3.3. Cải thiện tỷ lệ tiêu hóa protein và axit amin

Quan điểm khẩu phần có mức protein thấp có thể cải thiện tỷ lệ tiêu hóa dựa trên nguyên lý khẩu phần protein thấp sẽ cung cấp nhiều hơn hàm lượng axit amin tự do với tỷ lệ tiêu hóa hấp thu gần như hoàn toàn, chính vì vậy giúp cải thiện tỷ lệ tiêu hóa protein và axit amin (Lemme và cs., 2005). Hơn nữa, khẩu phần protein thấp làm tăng tổng số vi khuẩn *Lacto Bacillus* trong manh tràng qua đó giúp cải thiện sức khỏe đường ruột và khả năng tiêu hóa (De Cesare và cs., 2019). Tuy nhiên quan điểm này cũng có những ý kiến trái chiều. Awad và cs. (2016) đã báo cáo mức tăng trung bình chung là 6,05% (0,877 so với 0,827) về khả năng tiêu hóa hồi tràng của 17 axit amin ở gà thịt tại thời điểm 21 và 42 ngày tuổi khi giảm protein thô trong khẩu phần ở mức 27 g/kg. Kết luận tương tự được đưa ra trong nghiên cứu của Hilliar và cs. (2020). Trong khi đó, cũng trong một nghiên cứu khác (Hilliar và cs., 2019) báo cáo hệ số tiêu hóa của 16 axit amin giảm trung bình 3,63% (0,823 so với 0,854) ở nghiệm thức được cho ăn khẩu phần có mức giảm protein thô từ 227 xuống 191 g/kg trên gà con 21 ngày tuổi. Tổng quan về tác động của khẩu phần protein thấp với tỷ lệ tiêu hóa

của các axit amin trong thức ăn, Liu và cs. (2021) đã thống kê kết quả của các nghiên cứu đã công bố về lĩnh vực này cho thấy các kết quả không tương đồng. Giảm protein trong khẩu phần gà thịt ở các nghiên cứu có tác động làm giảm từ 8,36% đến tăng 7,43% về tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng. Tác giả giải thích sự tăng hay giảm tỷ lệ tiêu hóa protein ở khẩu phần protein thấp còn phụ thuộc vào mức giảm protein cũng như sự cân bằng các axit amin thiết yếu và không thiết yếu trong khẩu phần. Khi hàm lượng protein giảm mạnh trong khi đó chỉ có thể bổ sung một số axit amin thiết yếu nhất định sẽ làm mất cân bằng các axit amin còn lại qua đó làm giảm tỷ lệ tiêu hóa.

1.3.4. Giảm phát thải khí gây mùi và cải thiện chất lượng không khí chuồng nuôi

Amoniac (NH_3) và Hydro sulfide (H_2S) là những khí thải được quan tâm trong chăn nuôi gia cầm thâm canh do đặc tính gây độc của chúng. Hai loại khí này hình thành chủ yếu do sự liên men của vi sinh vật trên chất thải của gia cầm. Trong khi NH_3 được hình thành từ quá trình lên men hiếu khí thì H_2S được hình thành từ quá trình lên men yếm khí (Sharma và cs., 2017a). Hàm lượng NH_3 và H_2S trong chuồng nuôi cao sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe của gia cầm như giảm thức ăn tiêu thụ, giảm tăng khối lượng và tăng các vấn đề liên quan đến hệ hô hấp (Costa và cs., 2012; Wang và cs., 2011). Các nghiên cứu cũng chứng minh rằng, tiếp xúc với môi trường có hàm lượng NH_3 cao sẽ dẫn đến những tổn thương ở túi khí, và tăng khả năng nhiễm bệnh Newcastle cũng như một số bệnh đường hô hấp khác trên gia cầm (Ritz và cs., 2004).

Có nhiều phương pháp để giảm hàm lượng NH_3 và H_2S trong chuồng nuôi như tăng cường hệ thống quạt gió, tăng lưu thông không khí, hạn chế độ ẩm của chất độn chuồng, sử dụng chất bổ sung như probiotic, saponin (Sharma và cs., 2017a). Tuy nhiên phương pháp giảm lượng cơ chất có chứa Nitơ và lưu huỳnh trong chất thải của gia cầm được coi là hiệu quả để giảm hàm lượng NH_3 và H_2S . Giảm hàm lượng Nitơ và lưu huỳnh bài tiết có thể được thực hiện nhờ tối ưu hóa việc tiêu hóa, hấp thu và sử dụng protein cũng như axit amin trong khẩu phần. Sharma và cs. (2017b) đã nghiên cứu ảnh hưởng của khẩu phần có mức protein thấp đến việc sản sinh khí thải có mùi trên gà thịt. Tác giả kết luận rằng ở khẩu phần giảm 45-50 g/kg protein có bổ sung L-valine, L-isoleucine, L-arginine, L-lysine, D, L-methionine và L-threonine, mức sản sinh các hợp chất dimethyl amine, trimethyl amine, H_2S , amoniac và phenol thấp hơn so với khẩu phần protein tiêu chuẩn. Mối liên hệ giữa hàm lượng protein thô và lượng NH_3 sản sinh ra đã được chứng minh. Jacob và cs. (1994) kết luận rằng giảm 2,5% protein trong khẩu phần đã làm giảm 28% lượng khí thải amoniac. Những kết luận tương tự cũng được đưa ra bởi Ferguson và cs. (1998). Namroud và cs. (2008) đã đưa

ra phương trình tương quan cho thấy sự liên hệ giữa hàm lượng protein thô trong khẩu phần và hàm lượng nitơ trong chất độn chuồng trong chăn nuôi gà thịt như sau: $Y = 0.269X - 0.897$ ($R^2 = 0.91$) trong đó Y là hàm lượng Nitơ (%) trong chất độn chuồng và X là hàm lượng protein thô của khẩu phần. Theo đó, hàm lượng protein thô có tương quan thuận với hàm lượng Nitơ thải ra trong chất độn chuồng.

1.3.5. Giảm lượng nước thu nhận

Lượng nước thu nhận (water intake) là một nhân tố được xem xét trong chăn nuôi gia cầm công nghiệp. Lượng nước thu nhận sẽ có tương quan thuận với lượng nước bài tiết ra theo phân và liên quan đến độ ẩm của chất độn chuồng (Dridi, 2017). Độ ẩm chất độn chuồng lớn, quá trình phân giải axit uric của vi sinh vật sẽ diễn ra nhanh hơn, giải phóng nhiều hơn khí NH_3 và gây những hệ lụy khác liên quan đến sức khỏe vật nuôi, sức khỏe người chăn nuôi. Hơn nữa độ ẩm chất độn chuồng cao cũng làm tăng nguy cơ mắc các bệnh về lông, da, bàn chân của gia cầm (Collett, 2012). Trong những quy định về phúc lợi động vật, gia súc gia cầm phải được cung cấp nước tự do trong suốt thời gian nuôi. Chính vì vậy việc điều chỉnh khẩu phần ăn để giảm lượng nước bài tiết và vẫn đảm bảo nhu cầu nước cho vật nuôi là vấn đề được quan tâm.

Khẩu phần protein thấp để hạn chế sự dư thừa axit amin trong quá trình trao đổi chất. Các axit amin dư thừa sẽ được khử amin tạo năng lượng và giải phóng NH_4^+ và được bài tiết ra ngoài dưới dạng axit uric (Chrystal và cs., 2020). Do đó, hạn chế axit amin dư thừa sẽ làm giảm lượng NH_4^+ và làm giảm lượng nước cần thiết để chuyển hóa NH_4^+ thành axit uric (Chrystal và cs., 2020). Hơn nữa các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, khẩu phần giảm protein làm giảm rõ rệt tỷ lệ khô đầu tương trong khẩu phần, qua đó làm giảm thiểu lượng K do khô đầu tương là nguồn cung cấp K dồi dào. Giảm lượng khô đầu tương trong khẩu phần làm thay đổi cân bằng điện giải (Na^+ , K^+ và Cl^-) qua đó làm giảm lượng nước thu nhận (Ahmad và Sarwar, 2006). Khi nghiên cứu ảnh hưởng của việc giảm hàm lượng protein thô từ 20% xuống 16% đến lượng nước thu nhận ở 2 mức nhiệt độ nuôi khác nhau bao gồm 22 °C và 32 °C, lượng nước thu nhận ghi nhận giảm ở cả hai mức nhiệt độ khi gà ăn khẩu phần có mức protein thô thấp hơn (Alleman và Leclercq, 1997). Trong một nghiên cứu khác, Alfonso-Avila và cs. (2022) đã chứng minh mối tương quan tuyến tính giữa hàm lượng protein và lượng nước thu nhận. Khi giảm protein thô khẩu phần gà thịt từ 19% xuống 17% lượng nước thu nhận hàng ngày giảm 8%.

1.3.6. Giảm stress do nhiệt

Căng thẳng nhiệt thường đề cập đến một loạt các phản ứng mang tính hệ thống không đặc hiệu, chẳng hạn như cảm giác khó chịu và mệt mỏi. Sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu trong những năm gần đây cộng với quy trình chăn nuôi thâm canh, mật độ chăn nuôi cao và tốc độ sinh trưởng của gà liên tục được cải thiện dẫn đến quá trình trao đổi chất diễn ra mạnh mẽ hơn bên trong cơ thể gia cầm. Do đó, các vấn đề liên quan đến stress nhiệt ngày càng được quan tâm trong chăn nuôi gia cầm nói chung và gà thịt nói riêng (Biswal và cs., 2022; Wasti và cs., 2020). Có nhiều quan điểm cho rằng giảm protein trong khẩu phần giúp gia cầm giảm stress do nhiệt. Quan điểm này dựa trên lý thuyết về lượng nhiệt sản sinh trong quá trình tiêu hóa thức ăn. Theo đó protein là loại thức ăn tạo nhiều nhiệt (heat increment) hơn so với chất béo và cacbonhydrate (Furlan và cs., 2004). Hơn nữa, axit amin tự do trong khẩu phần protein thấp dễ dàng được tiêu hóa và giảm sinh nhiệt trong quá trình tiêu hóa hấp thu.

1.4. NHỮNG TRỞ NGẠI KHI SỬ DỤNG KHẨU PHẦN PROTEIN THẤP TRONG CHĂN NUÔI GÀ THỊT

Mặc dù có những lợi ích rõ ràng trong việc giảm sử dụng nguyên liệu cung cấp protein, giảm phát thải khí gây mùi, tăng hiệu quả sử dụng protein và cải thiện sức khỏe đường tiêu hóa. Tuy nhiên, sử dụng khẩu phần protein thấp cũng có những cản trở liên quan đến giảm năng suất sinh trưởng, ảnh hưởng đến độ ngon miệng và cân đối giá thành thức ăn.

Sử dụng lượng lớn axit amin tổng hợp ảnh hưởng đến tính thèm ăn của gia cầm thể hiện qua chỉ tiêu thức ăn tiêu thụ (Namroud và cs., 2008; Wang và cs., 2020). Tác giả lý giải do sự giảm lượng protein tự nhiên làm giảm tính ngon miệng của thức ăn. Ngoài sự mất cân bằng giữa năng lượng và protein làm tăng nguy cơ tích lũy mỡ trong gan gây ảnh hưởng đến quá trình tiêu hóa và chuyển hóa thức là những lý do ảnh hưởng đến tính ngon miệng và tiêu thụ thức ăn ở gia cầm sử dụng khẩu phần có mức protein thấp. Tuy nhiên, sự giảm tiêu thụ thức ăn chỉ quan sát khi hàm lượng protein giảm trên 3% với mức bổ sung lớn lượng axit amin tự do. Trong nghiên cứu của Kumar và cs. (2016) trên gà thịt Vencobb 400 giai đoạn 1-14 ngày tuổi. Khi giảm protein ở mức 3% sai khác về thức ăn tiêu thụ so với đối chứng là không rõ rệt. Tuy nhiên, khi mức giảm protein tăng lên 6%, lượng thức ăn tiêu thụ giảm rõ rệt tương ứng 15,5% (giảm lượng thức ăn tiêu thụ trong 14 ngày từ 328,1g/con xuống 277g/con).

Ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất sinh trưởng là một trở ngại lớn khi áp dụng khẩu phần có mức protein thấp. Trong những thập kỷ qua, rất nhiều nghiên cứu nhằm

đưa mức sinh trưởng của gà ăn khẩu phần protein thấp ngang bằng với khẩu phần có mức protein tiêu chuẩn. Woyengo và cs. (2023) đã tổng hợp các nghiên cứu giảm protein thô trong khẩu phần ăn của gà thịt có bổ sung các axit amin thiết yếu. Kết quả cho thấy giảm hàm lượng protein giai đoạn khởi động từ 220g xuống 192g/kg TĂ không cho thấy tác động tiêu cực đến năng suất sinh trưởng. Khi giảm protein thô xuống thấp hơn nữa, cụ thể mức 183g, 172g và 164g/kg TĂ, chỉ tiêu tăng khối lượng bình quân giảm rõ rệt. Có thể nhận thấy, mức giảm protein thô dưới 3% có bổ sung axit amin thiết yếu không ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất sinh trưởng. Tương tự ở giai đoạn vỗ béo, tác giả tổng hợp các nghiên cứu và kết luận rằng giảm trên 3,5 % protein thô làm giảm năng suất sinh trưởng trên gà thịt.

Một trong những mục đích của giảm hàm lượng protein trong khẩu phần ăn gà thịt là giúp giảm giá thành thức ăn do giảm lượng nguyên liệu giàu protien trong khẩu phần. Tuy nhiên tùy tình hình thực tế về giá các loại nguyên liệu thức ăn chăn nuôi, mục đích này không phải khi nào cũng đạt được. Leeson (2023) cho biết hiện nay khô đậu tương vẫn là nguồn cung cấp protein và axit amin giá rẻ so với các axit amin tổng hợp. Tuy nhiên, trong tương lai khi áp lực giảm diện tích canh tác cho các loại nguyên liệu thức ăn cung cấp cho vật nuôi trong khi đó nhu cầu thực phẩm cho con người tăng lên do sự tăng dân số, giá các loại nguyên liệu có nguồn gốc thực vật sẽ tăng lên. Thêm vào đó, các công nghệ vi sinh ứng dụng trong sản xuất axit amin tổng hợp sẽ ngày càng được cải tiến sẽ giúp giảm giá các loại axit amin công nghiệp. Tác giả cũng kết luận rằng, mức giảm protein hiện nay phù hợp ở mức 2-3%.

1.5. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

1.5.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước

a. Nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng axit amin và protein

Nhu cầu axit amin đối với gia súc gia cầm nói chung và gà thịt nói riêng rất phức tạp vì axit amin không chỉ là nguyên liệu để xây dựng nên protein của cơ thể mà chúng còn có các vai trò chức năng khác trong cơ thể không liên quan trực tiếp đến sự tích lũy và phát triển protein trong cơ thể. Trong những thập kỷ gần đây, đã có nhiều nghiên cứu về nhu cầu axit amin của gia cầm từ các khía cạnh khoa học và kinh tế. Các kết quả nhu cầu axit amin từ các nghiên cứu rất khác nhau, do nhu cầu axit amin bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau, như môi trường, giống, thể trạng vật nuôi và khẩu phần ăn. Xét về yếu tố khẩu phần ăn, có nhiều yếu tố liên quan đến nhau như năng lượng trao đổi, axit amin sẵn có trong khẩu phần, mất cân bằng giữa

các axit amin, thiếu và thừa axit amin, độ ngon miệng và protein thô trong khẩu phần hay mức độ chuyển hóa các axit amin. Mặc dù có nhiều nghiên cứu cũng như khuyến cáo về nhu cầu protein và axit amin cho gà thịt, tuy nhiên khuyến cáo của NRC (1994) vẫn được coi là nguồn tham khảo chính trong tính toán hàm lượng protein và axit amin (bảng 1.2).

Bảng 1.2. Nhu cầu dinh dưỡng và tỷ lệ axit amin trong “protein lý tưởng” của khẩu phần gà thịt theo khuyến cáo NRC (1994)

Thành phần dinh dưỡng	0-3 tuần tuổi		3-5 tuần tuổi		6-8 tuần tuổi	
	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine
ME (Kcal/kg TA)	3200		3200		3200	
CP	23		20		18	
CP/Lysine	20,91		20,00		21,18	
Lysine	1,10	100	1,00	100	0,85	100
Met + Cys	0,90	81,82	0,72	72,00	0,60	70,59
Methionine	0,50	45,45	0,38	38,00	0,32	37,65
Threonine	0,80	72,73	0,74	74,00	0,68	80,00
Valine	0,90	81,82	0,82	82,00	0,70	82,35
Isoleucine	0,80	72,73	0,73	73,00	0,62	72,94
Arginine	1,25	113,64	1,10	110,00	1,00	117,65
Tryptophan	0,20	18,18	0,15	15,00	0,16	18,82
Leucine	1,20	109,09	1,09	109,00	0,93	109,41
Gly+Ser	1,25	113,64	1,14	114,00	0,97	114,12
Histidine	0,35	31,82	0,32	32,00	0,27	31,76
Phenylalanine	0,72	65,45	0,65	65,00	0,56	65,88
Proline	0,60	54,55	0,55	55,00	0,46	54,12

(Các axit amin được tính dưới dạng tổng số)

Tuy vậy, trong những thập kỷ qua, trước nhu cầu ngày càng tăng của sản phẩm thịt gà, các tiến bộ di truyền tập trung vào việc tăng tốc độ sinh trưởng của gà. Chính vì thế, gà thịt có khối lượng xuất bán ngày càng cao với thời gian nuôi được rút ngắn hơn so với trước đây (Havenstein và cs., 2003). Do đó, mức tiêu tốn thức ăn cho mỗi đơn vị tăng khối lượng sẽ ít hơn so với trước đó. Điều này đòi hỏi những điều chỉnh về hàm lượng, mật độ protein và axit amin trong khẩu phần ăn của gà để đảm bảo sự phát triển đúng với tiềm năng di truyền. Hai giống gà thịt cao sản phổ biến nhất trên thế giới là Cobb và Ross có những khuyến cáo dinh dưỡng nói chung và protein, axit amin nói riêng (bảng 1.3 và 1.4). Ngoài ra, việc cập nhật và sử dụng cơ sở dữ liệu về SID-AA nhằm tối ưu hóa nhu cầu dinh dưỡng và tối đa hóa lợi nhuận do tiết kiệm được nhiều axit amin hơn.

Bảng 1.3. Nhu cầu dinh dưỡng và tỷ lệ axit amin trong “protein lý tưởng” của khẩu phần gà thịt Cobb 500 (Cobb, 2018)

Giai đoạn	0-8 ngày tuổi		9-18 ngày tuổi		19-28 ngày tuổi		29 ngày tuổi – xuất chuồng	
	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine
ME (Kcal/kg TĂ)	2975		3025		3100		3150	
Protein thô	21-22		19-20		18-19		17-18	
Protein thô/Lysine	17,21-18,03		16,96-17,86		17,65-18,63		17,53-18,56	
Lysine	1,22	100	1,12	100	1,02	100	0,97	100
Met + Cys	0,91	74,59	0,85	75,89	0,80	78,43	0,76	78,35
Methionine	0,46	37,70	0,45	40,18	0,42	41,18	0,40	41,24
Threonine	0,83	68,03	0,73	65,18	0,66	64,71	0,63	64,95
Valine	0,89	72,95	0,85	75,89	0,76	74,51	0,73	75,26
Isoleucine	0,77	63,11	0,72	64,29	0,67	65,69	0,64	65,98
Arginine	1,28	104,92	1,18	105,36	1,07	104,90	1,02	105,15
Tryptophan	0,20	16,39	0,18	14,75	0,18	17,65	0,17	17,53

(Các axit amin được tính dưới dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn)

So sánh nhu cầu các axit amin thiết yếu theo khuyến cáo của NRC (1994) và của hai nhà sản xuất giống gà thịt lớn bao gồm Cobb 500 và Ross 308 có thể nhận thấy, hàm lượng lysine trong khẩu phần có sự tăng lên đáng kể (1,1% lysine tổng số lên 1,22% SID-Lys với gà Cobb và 1,28 % SID-Lys với gà Ross). Lý do cho sự tăng lên về nhu cầu lysine được giải thích do các tiến bộ di truyền, các giống gà hướng thịt hiện nay không những chỉ tăng về khối lượng cơ thể xuất bán, tốc độ sinh trưởng mà còn được chọn lọc theo hướng tối đa hóa khối lượng thịt lườn, phần thịt được ưa thích trong thân thịt gia cầm (Aftab, 2019). Trong khi đó lysine đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của mô cơ. Lysine có tác động tích cực đến sự sản sinh hormone sinh trưởng và IGF-1 (insulin - like growth factor) với vai trò chính trong việc điều chỉnh sự phát triển của cấu trúc sợi cơ (Carew và cs., 2005; Wang và cs., 2017). Các nghiên cứu đã báo cáo sự cải thiện về năng suất thịt lườn khi tăng hàm lượng lysine trong khẩu phần (Nasr và Kheiri, 2011; Quentin và cs., 2005).

Bảng 1.4. Nhu cầu dinh dưỡng và tỷ lệ axit amin trong “protein lý tưởng” của khẩu phần gà thịt Ross 308 (Aviagen, 2014)

Giai đoạn	1-10 ngày tuổi		11-24 ngày tuổi		25-39 ngày tuổi		40 ngày tuổi – xuất chuồng	
	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine	% trong khẩu phần	% so với lysine
ME (Kcal/kg)	3000		3100		3200		3200	
Protein thô	23		21.5		19.5		18.3	
Protein thô/Lysine	17,97		18,70		19,12		19,06	
Lysine	1,28	100	1,15	100	1,02	100	0,96	100
Met + Cys	0,95	74,22	0,87	75,65	0,80	78,43	0,75	78,13
Methionine	0,51	39,84	0,47	40,87	0,43	42,16	0,40	41,67
Threonine	0,86	67,19	0,77	66,96	0,68	66,67	0,64	66,67
Valine	0,96	75,00	0,87	75,65	0,78	76,47	0,73	76,04
Isoleucine	0,86	67,19	0,78	67,83	0,70	68,63	0,66	68,75
Arginine	1,37	107,03	1,23	106,96	1,09	106,86	1,03	107,29
Tryptophan	0,20	15,63	0,18	15,65	0,16	15,69	0,15	15,63
Leucine	1,41	110,16	1,27	110,43	1,12	109,80	1,06	110,42

(Các axit amin được tính dưới dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn; CP: protein thô)

Khi nghiên cứu mức lysine tiêu hóa tối ưu trong khẩu phần gà thịt sinh trưởng chậm (Redbro Plume), Brasil và cs. (2018) đã kết luận rằng tỷ lệ lysine tiêu hóa trong khẩu phần ở mức 1,203; 1,162 và 1,126% là tối ưu cho tiêu tốn thức ăn tương ứng cho 3 giai đoạn 29-49, 50-69 và 70-84 ngày tuổi. Trong một nghiên cứu khác về nhu cầu lysine tiêu hóa cho gà Cobb 500 giai đoạn khởi động (10-21 ngày tuổi) và giai đoạn sinh trưởng (22-34 ngày tuổi), Bernal và cs. (2014) đã kết luận rằng mức lysine tiêu hóa 1,22 % cho gà trống và 1,44% cho gà mái giai đoạn khởi động và 1,16% cho cả gà trống và mái giai đoạn sinh trưởng là mức tối ưu cho năng suất sinh trưởng và năng suất thịt lườn.

Tỷ lệ lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn tối ưu trong khẩu phần gà thịt cũng đã được nghiên cứu cập nhật thường xuyên. Khi xác định hàm lượng SID-Lys trong khẩu phần gà thịt sử dụng mô hình hồi quy phi tuyến tính (one-slope-broken line và quadratic-broken line), Lee và cs. (2018) đưa ra mức SID-Lys trong giai đoạn sinh trưởng dao động 1,327-1,533% cho tối ưu tốc độ sinh trưởng và 1,289 – 1,399 cho tối ưu tiêu tốn thức ăn. Trong một nghiên cứu khác, hàm lượng SID-Lys tối ưu cho

tăng khối lượng trên một đơn vị thức ăn (Gain:Feed) là 1,22%; cho tối ưu năng suất thịt lườn là 1,29% cho gà Ross giai đoạn 10-21 ngày tuổi (An và cs., 2023). Có thể thấy rằng, với những cải tiến về di truyền, nhu cầu lysine cho gia cầm nuôi thịt có xu hướng cao hơn với những khuyến cáo trước đây. Hơn nữa, lysine được chọn là axit amin tiêu chuẩn để tính toán các axit amin khác, vì vậy, khi so sánh khuyến cáo ngày nay với NRC (1994), tỷ lệ các axit amin thiết yếu khác so với lysine có nhiều sự thay đổi. Nhu cầu lysine cũng được nghiên cứu xác định cho từng mục đích chăn nuôi như cho tối đa phát triển khối lượng cơ thể, tối ưu tiêu tốn thức ăn hay tối đa năng suất thịt lườn. Chính vì vậy, khi áp dụng vào thực tế chăn nuôi, người chăn nuôi cần cứ vào mục đích chăn nuôi để cung cấp nguồn dinh dưỡng phù hợp.

Nhu cầu axit amin không thiết yếu trong khẩu phần ăn gia cầm hướng thịt

Axit amin không thiết yếu được định nghĩa là những axit amin mà cơ thể gia cầm có thể tự tổng hợp từ các axit amin hoặc hợp chất khác (D'Mello, 2003), chúng bao gồm alanine, aspartic acid, cysteine, cystine, glutamic acid, glycine, proline, serine và tyrosine. Cụm từ “không thiết yếu” có nghĩa là các axit amin này có khả năng tự tổng hợp bên trong cơ thể gia cầm, không có nghĩa là các axit amin này không quan trọng. Trong quá khứ, axit amin không thiết yếu được coi là không cần phải cung cấp trong khẩu phần ăn, tuy nhiên những nghiên cứu ngày nay đã chứng minh những điểm không hợp lý của quan điểm này (Wu, 2014). Glycine là một axit amin không thiết yếu tuy nhiên cơ thể gia cầm chỉ có thể tổng hợp được 40% lượng glycine cần thiết cho cơ thể, phần còn lại vẫn phụ thuộc vào nguồn từ thức ăn ăn vào. Glutamine, glutamate, proline, glycine và arginine đóng vai trò quan trọng trong việc điều chỉnh biểu hiện gen, truyền tín hiệu tế bào, phản ứng chống oxy hóa, khả năng sinh sản, dẫn truyền thần kinh và khả năng miễn dịch. Ngoài ra, glutamate, glutamine và aspartate là nhiên liệu trao đổi chất chính cho ruột non để duy trì chức năng tiêu hóa và bảo vệ tính toàn vẹn của niêm mạc ruột. Nghiên cứu trên khẩu phần có hàm lượng protein thấp với mức bổ sung đầy đủ các axit amin thiết yếu nhưng năng suất sinh trưởng của gà vẫn đạt thấp hơn khẩu phần có mức protein cao đã củng cố cho quan điểm về tầm quan trọng và yêu cầu bổ sung trong khẩu phần của các axit amin không thiết yếu (Corzo và cs., 2005; Dean và cs., 2006).

Bảng 1.5. Tỷ lệ tối ưu axit amin tiêu hóa thức trong khẩu phần thức ăn cho gà (% so với lysine) (Wu, 2014)

Axit amin	1 -21 ngày tuổi	21 - 42 ngày tuổi	42 - 56 ngày tuổi
Alanine	102	102	102
Arginine	105	108	108
Asparagine	56	56	56
Aspartate	66	66	66
Cysteine	32	33	33
Glutamate	178	178	178
Glutamine	128	128	128
Glycine	176	176	176
Histidine	35	35	35
Isoleucine	67	69	69
Leucine	109	109	109
Lysine	100	100	100
Methionine	40	42	42
Phenylalanine	60	60	60
Proline	184	184	184
Serine	69	69	69
Threonine	67	70	70
Tryptophan	16	17	17
Tyrosine	45	45	45
Valine	77	80	80

Sự quan tâm đến nhu cầu axit amin không thiết yếu vì vậy ngày càng được quan tâm do xu hướng giảm sử dụng protein thô trong khẩu phần. Nếu như những khuyến cáo của NRC (1953), mức protein thô cho gà thịt giai đoạn khởi động là 26% thì đến khuyến cáo NRC (1994) đã giảm xuống 23% và trong thực tế sản xuất thức ăn thương mại hiện tại, mức protein cho gà thịt giai đoạn khởi động chỉ dao động từ 21-22% (Siegert và Rodehutsord, 2018). Vì vậy, khẩu phần ăn cho gia cầm phải nên cung cấp đầy đủ axit amin thiết yếu và không thiết yếu để tối ưu hóa khả năng sinh trưởng, tỷ lệ nuôi sống và năng suất sinh sản. Hơn nữa, các tác giả còn cho rằng axit amin không thiết yếu cần được xem xét khi sửa đổi khái niệm “protein lý tưởng” hiện đang được sử dụng để xây dựng khẩu phần ăn cho gia cầm (Wu, 2014). Trong khuyến cáo của Rostagno và cs. (2011) và NRC (1994), hàm lượng glycine và serine là axit amin không thiết yếu đã được bổ sung trong “protein lý tưởng”. Trong những nghiên cứu gần đây, protein lý tưởng với tỷ lệ đầy đủ các axit amin thiết yếu và không thiết yếu dạng tiêu hóa thức đã được bổ sung bởi các tác giả thuộc trường đại học Texas (Wu, 2014) (bảng 1.5). Đây là cơ sở để những nhà nghiên cứu dinh dưỡng gia cầm và đơn vị sản xuất thức ăn chăn nuôi có thể xây dựng khẩu phần ăn có lượng axit amin tối ưu hơn khi hạ thấp hàm lượng protein thô trong khẩu phần.

b. Nghiên cứu ảnh hưởng của giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần đến năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn

Những nghiên cứu về giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần cho gia cầm đã được tiến hành từ những năm cuối của thế kỷ trước. Tuy nhiên rất nhiều nghiên cứu đều kết luận rằng, khẩu phần giảm protein với sự bổ sung của các axit amin thiết yếu đã làm giảm năng suất chăn nuôi. Pinchasov và cs. (1990) đã thử nghiệm khẩu phần giảm protein thô trên gà thịt từ 7-21 ngày tuổi với mức giảm protein tương đương là 30g và 60g/kg, các axit amin thiết yếu được bổ sung với tỷ lệ 100%, 93,5 và 87,5% so với tiêu chuẩn NRC (1984). Kết quả cho thấy, khẩu phần có mức protein thấp đã ảnh hưởng tiêu cực đến tăng khối lượng và hiệu quả sử dụng thức ăn, tuy nhiên không ảnh hưởng đến thức ăn ăn vào. Một kết luận tương tự cũng được đưa ra bởi Moran và cs. (1992) khi tiến hành giảm 3% protein so với khuyến cáo của NRC (1984) trong khẩu phần gà thịt cho cả 2 giai đoạn 0-3 tuần tuổi và 3-6 tuần tuổi. Kết quả cho thấy, giai đoạn 0-3 tuần tuổi, tăng khối lượng của gà và tiêu tốn thức ăn không bị ảnh hưởng khi hàm lượng protein giảm. Tuy nhiên tăng khối lượng của gà giảm và tiêu tốn thức ăn tăng lên rõ rệt khi gà được ăn khẩu phần protein thấp giai đoạn 3-6 tuần tuổi. Ở cả 2 thí nghiệm trên, khi giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần, các axit amin thiết yếu cũng chưa được bổ sung ở mức tương đương với khẩu phần đối chứng. Chính vì thế, khẩu phần thí nghiệm không đáp ứng đủ nhu cầu axit amin của gà. Ferguson và cs. (1998) đã thử nghiệm khẩu phần ăn cho gà thịt với mức giảm protein lần lượt là 2 và 4% cho cả 2 giai đoạn sinh trưởng 0-3 tuần và 3-6 tuần tuổi. Kết quả cho thấy giai đoạn 0-3 tuần tuổi ít bị ảnh hưởng bởi giảm hàm lượng protein và mức giảm 2% protein đã không ảnh hưởng đến tăng khối lượng của gà trong khi mức giảm 4% protein làm giảm 4,2% tăng khối lượng hàng ngày và tăng 9,7% tiêu tốn thức ăn. Các nghiên cứu về giảm hàm lượng protein thô có sự bổ sung axit amin thiết yếu đã được tiến hành. Kết quả cho thấy, bổ sung axit amin thiết yếu trong khẩu phần có mức protein thấp đã làm giảm tác động tiêu cực lên năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của gà thịt. Namroud và cs. (2008) thử nghiệm mức giảm protein thô từ 23 xuống 17% trong khẩu phần ăn gà thịt giai đoạn 10-28 ngày tuổi với mức bổ sung axit amin thiết yếu đạt 100% và 110% so với khẩu phần tiêu chuẩn. Kết quả cho thấy, khẩu phần giảm 2% protein thô có bổ sung axit amin thiết yếu đạt tỷ lệ ngang bằng với khẩu phần đối chứng đã mang lại năng suất sinh trưởng tương đương với lô đối chứng. Tuy nhiên tăng hàm lượng axit amin thiết yếu lên mức 110% lại mang lại những tác động tiêu cực ở khẩu phần có mức protein thấp. Kết luận tương tự cũng được đưa ra bởi Saleh và cs. (2021) khi cho rằng bổ

sung các axit amin thiết yếu lớn hơn trong khẩu phần tiêu chuẩn làm giảm khả năng sinh trưởng của gà thịt do sự mất cân đối các axit amin trong khẩu phần. Giảm 4% hoặc 6% protein có sự bổ sung của axit amin thiết yếu có hoặc không kết hợp glycine và axit glutamic đều thất bại trong việc đưa năng suất của gà ở nghiệm thức thí nghiệm ngang bằng với nghiệm thức đối chứng.

c. Nghiên cứu sự thay đổi axit amin giới hạn trong khẩu phần giảm protein thô

Giảm hàm lượng protein trong khẩu phần là xu hướng tất yếu trong dinh dưỡng gia cầm hiện đại. Khi áp dụng khẩu phần protein thấp cho gà thịt với những tác động tiêu cực đến năng suất và hiệu quả sử dụng thức ăn, ngày càng nhiều các nghiên cứu về bổ sung các loại axit amin tổng hợp gồm cả axit amin thiết yếu và không thiết yếu và sự thay đổi các axit amin giới hạn khi giảm protein thô được tiến hành. Moran và Stilborn (1996) cho rằng khẩu phần giảm 20g/kg protein thô với bổ sung các axit amin thiết yếu và glutamic axit đã góp phần cải thiện năng suất sinh trưởng của gà thịt trong giai đoạn 0-6 tuần tuổi. Sự cải thiện này được lý giải do vai trò quan trọng của glutamic trong thành phần mô liên kết trong giai đoạn non của gia cầm. Kerr và Kidd (1999) cũng có kết luận tương tự khi bổ sung glutamic axit vào khẩu phần giảm protein thô với các axit amin thiết yếu được cung cấp ngang bằng với đối chứng.

Han và cs. (1992) cho rằng khẩu phần có hàm lượng protein thô giảm, các axit amin giới hạn phổ biến nhất là methionine, lysine, arginine, valine và threonine. Tác giả đã thử nghiệm cho gà sử dụng khẩu phần 16% protein thô với 5 loại axit amin giới hạn nêu trên cùng với glutamic axit để so sánh với khẩu phần đối chứng có mức protein 23%. Kết quả cho thấy nghiệm thức thí nghiệm có hiệu quả sử dụng thức ăn tương đương và tỷ lệ mỡ bụng tương đương với lô đối chứng. Khi áp dụng khẩu phần giảm protein thô trong khẩu phần ăn của gia cầm, điều quan trọng là phải hiểu thứ tự giới hạn của các axit amin và tác động của sự thiếu hụt chúng. Do đó, Maynard và cs. (2022) đã tiến hành một cặp thí nghiệm để quan sát ảnh hưởng của việc loại bỏ từng axit amin đến năng suất sinh trưởng, đặc điểm thân thịt và việc sử dụng chất dinh dưỡng khi ăn khẩu phần có mức protein giảm từ 21% xuống 18,6% trên gà thịt giai đoạn khởi động. Kết quả nghiên cứu cho thấy valine và arginine có khả năng trở thành axit amin giới hạn sau methionine, lysine và threonine trong khẩu phần dựa trên thành phần chính là lúa mỳ và khô đậu tương, đồng thời glycine và isoleucine là những axit amin giới hạn tiếp theo. Tác giả cũng nhấn mạnh sự ảnh hưởng khi thiếu hụt từng loại axit amin cụ thể. Thiếu hụt valine và isoleucine gây tác động tiêu cực đến tốc độ sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và năng suất thịt lườn, trong khi đó glycine và serine

có ảnh hưởng rõ rệt hơn đến hiệu quả chuyển hóa thức ăn. Trong một nghiên cứu khác, các axit amin giới hạn được thử nghiệm tại các mức giảm protein khác nhau, Lee và cs. (2022) kết luận rằng, với gà thịt giai đoạn khởi động, có thể giảm 1,68% protein thô trong khẩu phần so với khuyến cáo của nhà tạo giống bằng cách sử dụng L-methionine, L-lysine, L-threonine, L-valine và L-isoleucine mà không cần quan tâm đến Glycine. Tuy nhiên, khi giảm đến 2,38% protein thô, khẩu phần cần được bổ sung các axit amin thiết yếu có điều kiện như L-arginine và L-tryptophan và hàm lượng tổng glycine + serine phải được duy trì bằng việc bổ sung glycine. Các nhà khoa học tin rằng, khi hàm lượng protein thô trong khẩu phần giảm, một số axit amin không thiết yếu như glycine, glutamic axit, alanine, proline trở thành yếu tố hạn chế (Berres và cs., 2010; Dean và cs., 2006). Trong các axit amin này, glycine được cho là có hiệu quả nhất trong khẩu phần giảm protein. Glycine là axit amin có cấu trúc đơn giản và khối lượng phân tử nhỏ nhất. Tuy nhiên axit amin này lại có vai trò quan trọng trong cơ thể khi tham gia vào quá trình tổng hợp nucleic axit, purine, nhóm heme, axit uric và axit mật. Glycine chiếm đến 33% trong cấu tạo của collagen và 15 % trong protein của lông vũ (Li và cs., 2004). Mặc dù là axit amin không thiết yếu nhưng cơ thể bình thường chỉ có thể tổng hợp được 40% glycine, còn lại vật nuôi nhận được thông qua khẩu phần ăn hàng ngày (Graber và Baker, 1973). Những nghiên cứu gần đây đã cho thấy tác động tích cực của việc bổ sung glycine vào khẩu phần ăn cho gà thịt có mức protein thấp. Waldroup và cs. (2005) đã thử nghiệm 05 mức protein thô bao gồm 24% (đối chứng), 22, 20, 18 và 16%, ở các khẩu phần thí nghiệm, axit amin thiết yếu được bổ sung và hỗn hợp axit amin không thiết yếu gồm glycine, glycine + Agrinine, glycine +proline, agrinine + proline, glycine +proline + agrinine, glycine +proline + agrinine + glutamic axit. Kết quả cho thấy glycine mang lại tác động tích cực làm tăng khả năng sinh trưởng cũng như hiệu quả sử dụng thức ăn. Awad và cs. (2015) đã thực hiện nghiên cứu để đánh giá tác động của việc cho ăn khẩu phần protein thấp được tăng cường các axit amin không thiết yếu bao gồm glycine, glutamic, proline, alanine, aspartic axit đối với hiệu suất sinh trưởng, các chất chuyển hóa trong huyết thanh của gà thịt trong điều kiện khí hậu nóng ẩm. Tác giả kết luận tăng cường Glycine có thể cải thiện FCR khi gà được nuôi bởi khẩu phần giảm protein thô. Những kết quả tương tự khẳng định vai trò của glycine trong khẩu phần ăn gà thịt có mức protein thô thấp đã được đưa ra bởi các nghiên cứu khác (Corzo và cs., 2005; Namroud và cs., 2008)

d. Nghiên cứu các tác động khác của sử dụng khẩu phần ăn có mức protein thấp trong chăn nuôi gia cầm

Để đánh giá những tác động toàn diện hơn của chế độ ăn với mức protein thấp, nhiều nghiên cứu ảnh hưởng của giảm protein thô trong khẩu phần đến lượng Nitơ phát thải, chất lượng chất độn chuồng và các chỉ số phúc lợi động vật. Trong đó, những nghiên cứu về ảnh hưởng của khẩu phần có mức protein thấp đến phát thải Nitơ và Nitơ tích lũy đã được nghiên cứu từ rất sớm với nguyên lý giảm protein thô tăng tỷ lệ axit amin tự do làm tăng khả năng tiêu hóa Nitơ, từ đó nâng cao hiệu quả sử dụng Nitơ hay giảm bài tiết Nitơ ra môi trường. Ferguson và cs. (1998) đã kết luận rằng, mặc dù giảm 4% protein thô trong khẩu phần làm giảm khả năng sinh trưởng và tăng tiêu tốn thức ăn, nhưng đã làm giảm từ 31% và 16,5% hàm lượng khí thải NH_3 và hàm lượng nitơ trong chất độn chuồng. Tác giả cho rằng việc giảm khí thải chuồng nuôi không những ảnh hưởng tích cực đến phúc lợi động vật và điều kiện làm việc của công nhân mà còn giảm chi phí cho hệ thống thông gió cho trang trại. Kết luận tương tự cũng được đưa ra trong nghiên cứu của Bregendahl và cs. (2002), tác giả khẳng định rằng giảm 3% protein trong khẩu phần mặc dù thất bại trong việc đưa năng suất sinh trưởng của gà ngang bằng với mức protein đối chứng tuy nhiên lượng Nitơ bài tiết được cải thiện rõ rệt. Quan điểm này cũng được củng cố trong những nghiên cứu gần đây. Việc giảm hàm lượng protein từ 19% xuống 17% làm giảm 29% lượng tiết Nitơ ở gà thịt từ 0–21 ngày tuổi và tăng 7% hiệu quả sử dụng Nitơ (Alfonso-Avila và cs., 2022).

Giảm bài tiết axit uric khi gia cầm sử dụng khẩu phần có mức protein thấp đã làm giảm lượng nước cần sử dụng để chuyển hóa NH_4^+ thành axit uric, qua đó giảm lượng nước thu nhận và giảm lượng nước bài tiết trong phân cũng như độ ẩm của chất độn chuồng. Ngoài ra, giảm hàm lượng khô dầu đậu tương trong khẩu phần protein thấp còn giảm đáng kể nguồn cung cấp K, vì vậy giảm lượng nước tiêu thụ. Sự liên quan giữa độ ẩm chất độn chuồng và các chỉ tiêu như tỷ lệ tổn thương ở chân (foot pad lesion) và da ngực bụng (breast blister) là những tiêu chí đánh giá mức độ phúc lợi động vật đã được chứng minh (Kaukonen và cs., 2016). Chính vì vậy, sử dụng khẩu phần protein thấp ngoài giảm lượng phát thải NH_3 , còn có những tác động tích cực đến phúc lợi vật nuôi. Xuất phát từ nguyên lý này, những nghiên cứu cụ thể để chứng minh luận điểm này được tiến hành. Giảm hàm lượng CP từ 19% xuống 17% giúp giảm lượng nước tiêu thụ hàng ngày 20,6ml/con, độ ẩm chất độn chuồng giảm

2,2% và axit uric huyết tương giảm 0,56mg/dL (Alfonso-Avila và cs., 2022). Trong một nghiên cứu khác, Lambert và cs. (2023) đã đánh giá chất lượng chất độn chuồng, tỷ lệ mắc các tổn thương ở chân trên gà thịt sử dụng khẩu phần có mức giảm protein 1-3%. Chất lượng chất độn chuồng được chấm điểm trực quan cho tất cả các chuồng vào ngày 10, 13, 16, 20, 23, 27 và 29 của thí nghiệm. Việc tính điểm dựa trên độ đóng bánh và độ ẩm của chất độn chuồng trong mỗi ô theo thang điểm từ 1–5 với (1): chất độn chuồng khô, không bị đóng bánh hoặc có chỗ ẩm ướt; (2): có hình thành bánh trong chuồng khu vực ăn uống; (3): hình thành những bánh lớn khu vực ăn uống; (4): hầu hết chuồng phủ đầy bánh cứng và (5): toàn bộ chất độn chuồng mềm ướt, gà cũng có chân và lông bẩn. Kết quả cho thấy, điểm chất lượng chất độn chuồng giảm tương quan với độ giảm protein trong khẩu phần trong khi đó không có sự sai khác rõ rệt với chỉ tiêu mức độ tổn thương chân của gà. Tuy nhiên trong một nghiên cứu khác, Brink và cs. (2022) kết luận, giảm hàm lượng protein trong khẩu phần ăn từ 205g/kg xuống 187,5 g/kg ở giai đoạn sinh trưởng và 180,0 g/kg ở giai đoạn vỗ béo làm giảm nồng độ NH_3 ở chất độn chuồng ($P < 0,001$), nhưng việc giảm thêm protein trong khẩu phần không làm giảm thêm nồng độ NH_3 . Ngoài ra, giảm protein thô còn giảm tỷ lệ tổn thương bàn chân trên gà thí nghiệm ở ngày tuổi 38 (Brink và cs., 2022)

Tóm lại, khẩu phần protein thấp là khẩu phần hướng đến cung cấp các axit amin cần thiết mà không bị dư thừa. Ở đây, phải làm rõ một lần nữa rằng chế độ ăn ít protein không có nghĩa là chế độ ăn không đáp ứng nhu cầu của động vật về các axit amin thiết yếu, khiến chúng bị giảm năng suất. Thay vào đó, lượng axit amin dư thừa sẽ bị cất bớt. Để giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần ăn, việc sử dụng axit amin tổng hợp là hết sức quan trọng. Hiện tại, chỉ có lysine, methionine, threonine và tryptophan dạng tinh thể có sẵn trên thị trường với giá cả hợp lý. Trong tình hình như vậy, khẩu phần ăn cho gia cầm phải tiếp tục cung cấp một lượng protein dư thừa để đáp ứng nhu cầu về các axit amin thiết yếu và không thiết yếu khác. Chính vì vậy, vấn đề được quan tâm là giảm protein đến như thế nào sẽ hiệu quả và hợp lý. Trong hầu hết các điều kiện thực tế, việc giảm hàm lượng protein thô xuống 2 điểm phần trăm, bằng cách sử dụng các axit amin tinh thể (ví dụ, từ 18% xuống 16% protein thô trong khẩu phần), sẽ không gây ra vấn đề về năng suất hoặc đặc tính thân thịt của động vật. Việc giảm bốn điểm phần trăm đòi hỏi phải nỗ lực hơn trong nghiên cứu giảm hàm lượng protein thô. Để đạt được điều này, các axit amin khác, chẳng hạn như valine và isoleucine, phải được cân bằng tốt hơn cách bổ sung axit amin tổng hợp hoặc đưa các loại thức ăn ít phổ biến hơn vào công thức thức ăn.

1.4.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về hàm lượng protein và các axit amin trên gia cầm đã được tiến hành. Tuy nhiên do đặc tính khác biệt về khí hậu, điều kiện chăn nuôi cũng như con giống so với các khuyến cáo trên thế giới, nên các nghiên cứu trong nước chủ yếu tập trung vào nghiên cứu các mức protein thích hợp cho từng con giống trong các điều kiện khác nhau. Trần Thanh Vân và cs. (2016) đã tiến hành nghiên cứu xác định mức lysine/ME, protein và axit amin thích hợp trong khẩu phần chăn nuôi gà F1 (Ri x Lương Phượng). Kết quả cho thấy mức dinh dưỡng thích hợp trong khẩu phần cho gà F1 (Ri x Lương Phượng) có tỷ lệ lysine/ME là 4,21 (lysine 12,63 g/kg TA, ME 3,0 Mcal/kg TA), 21 % protein thô, 1,04% methionine+cystine ở giai đoạn 1-21 ngày tuổi; tỷ lệ lysine/ME là 3,72 (lysine 11,35 g/kg TA, ME 3,05 Mcal/kg TA), 19 % protein thô, 0,93% methionine+cystine ở giai đoạn 22-49 ngày tuổi; lysine/ME là 3,22 (lysine 9,98 g/kg TA, ME 3,1 Mcal/kg TA), 17% protein thô, 0,82% methionine+cystine ở giai đoạn gà 50-84 ngày tuổi. Nghiên cứu của Ngô Hồng Phượng và cs. (2017) về xác định nhu cầu axit amin và protein trên gà Nòi Nam Bộ từ 1-12 tuần tuổi với các mức protein và axit amin cùng tăng ở 3 khẩu phần thí nghiệm. Kết quả cho thấy mức protein 20% và lysine 1% cho gà giai đoạn 1-8 tuần tuổi và mức protein 18% và lysine 0,85% cho gà giai đoạn 9-12 tuần tuổi là mức tối ưu cho gà Nòi phát triển tốt, đạt tăng khối lượng cao và tiêu tốn thức ăn thấp. Cùng nghiên cứu về hàm lượng lysine và năng lượng trao đổi trong khẩu phần ăn cho gà, Hung và cs. (2018) đã kết luận mức năng lượng trao đổi và lysine cho gà H'Mong giai đoạn 0-4 tuần tuổi tương ứng 3000kcal/kg và 1,1% lysine.

Trong một nghiên cứu khác trên gà Nòi Nam bộ, Thu và cs. (2021) đã thử nghiệm các mức lysine khác nhau trong khẩu phần ăn của gà ở giai đoạn 56-84 ngày tuổi. Tác giả đã kết luận rằng tăng mức lysine khẩu phần từ 0,8 lên 1,0 và 1,1% đã cải thiện rõ rệt khả năng sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn trên gà Nòi Nam Bộ. Tác giả đưa ra mức lysine thích hợp cho phát triển thịt lườn là 1,0% cho gà mái và 1,1% cho gà trống. Trong một nghiên cứu về xác định tỷ lệ thích hợp methionine trong khẩu phần ăn cho gà Ri lai và gà Lương Phượng, Chau và cs. (2022) thử nghiệm tăng hàm lượng methionine trong khẩu phần lên mức 0,6%; 0,51%; 0,47% và 0,41% tương ứng cho 4 giai đoạn sinh trưởng của gà. Kết quả cho thấy khẩu phần ăn có hàm lượng methionine cao làm tăng khả năng sinh trưởng của gà Ri lai và làm tăng tỷ lệ thịt lườn, giảm hàm lượng mỡ bụng của gà Lương Phượng.

Trung tâm nghiên cứu Gia cầm Thụy Phương, Viện Chăn nuôi cũng đã thử nghiệm các mức protein, lysine khác nhau lên sinh trưởng của giống gà RTP thương phẩm có nguồn gốc từ gà Ross 308. Ba mức protein tương ứng với ba mức lysine tổng số đã được thử nghiệm, trong đó mức cao là 23, 22 và 20% tương ứng với ba giai đoạn sinh trưởng, các lô tiếp theo mức protein lần lượt giảm 1 và 2%. Kết quả cho thấy mức protein cao với mức lysine cao cho kết quả tốt nhất về tốc độ sinh trưởng cũng như hiệu quả sử dụng thức ăn. Nhưng tính về hiệu quả kinh tế thì lô có mức protein trung bình (22; 21; 19% protein) và mức lysine cao (1,66; 1,42 và 1,15%) cho kết quả tốt nhất (Lê Thị Nga, 2016). Các thử nghiệm tương tự cũng được tiến hành trên gà ác Thái Hòa lai gà Ai cập (Phùng Đức Tiến và cs., 2009); gà TN sinh sản và nuôi thương phẩm (Nguyễn Quý Khiêm và cs., 2017); gà thịt thương phẩm VT 34 và VT 35 (Nguyễn Thanh Sơn và cs., 2017).

Tuy nhiên, ở hầu hết các nghiên cứu về mức protein cho các đối tượng gia cầm ở Việt Nam, các tác giả mới chỉ quan tâm đến hàm lượng protein thô đơn thuần hoặc có sự liên hệ với lysine hoặc methionine, các axit amin khác đều được cân bằng theo lượng lysine khẩu phần có được mà chưa đề cập đến vấn đề bổ sung các axit amin thiết yếu và không thiết yếu vào các khẩu phần có mức protein thấp hơn. Chính vì vậy, kết quả của các nghiên cứu trên mức protein thích hợp được khuyến cáo thường là mức trung bình.

Nghiên cứu về giảm hàm lượng protein trong khẩu phần ăn của gia cầm được thực hiện trong khuôn khổ đề tài: “Sử dụng khẩu phần protein thấp có bổ sung axit amin không thay thế trong chăn nuôi gà” thực hiện từ 2001-2003 do TS. Đặng Thái Hải chủ trì. Trong nghiên cứu áp dụng khẩu phần protein thấp trên gà Cobb 500, Đặng Thái Hải (2006) đã thử nghiệm các mức protein thô 21,66/18,79/17,50%; 20,04/18,79/17,50%; 20,04/17,69/17,50% và 20,04/16,25/17,50% tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng 1-21; 22-35 và 36-40 ngày tuổi. Tác giả đã kết luận rằng giảm 1,5% protein có bổ sung methionine và lysine trong giai đoạn 1-21 ngày tuổi và mức giảm 1% protein trong giai đoạn 22-35 ngày tuổi đã không ảnh hưởng đến năng suất sinh trưởng và tiêu tốn thức ăn của gà. Tuy nhiên khi tiếp tục giảm mức protein thô xuống 2,5% giai đoạn 22-35 ngày tuổi đã cho thấy những ảnh hưởng tiêu cực đến tốc độ sinh trưởng nhưng không ảnh hưởng đến tiêu tốn thức ăn/kg tăng khối lượng. Trong nghiên cứu khác trên gà đẻ Isa Brown 23-40 tuần tuổi, Đặng Thái Hải (2007) kết luận rằng giảm 1 và 2% protein thô trong khẩu phần có bổ sung methionine và

lysine đã không ảnh hưởng đến năng suất sinh sản của gà nhưng làm giảm chi phí thức ăn/10 quả trứng từ 3,5-5,1%. Tuy nhiên những nghiên cứu này, cân đối hàm lượng axit amin trong khẩu phần dưới dạng tổng số và mới chỉ bổ sung hai loại axit amin thiết yếu là lysine và methionine. Chính vì vậy kết quả về mức giảm protein trên gà thịt chỉ đạt 1-1,5% so với khẩu phần đối chứng. Trong một nghiên cứu gần đây, Trần Thị Bích ngọc và cs. (2022) cũng kết luận rằng, giảm 2% protein thô trong khẩu phần gà đẻ Isa-Brown giai đoạn 24-33 tuần tuổi có cân đối một số axit amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đã không ảnh hưởng đến năng suất sinh sản của gà và làm giảm chi phí thức ăn/10 quả trứng từ 3,02-4,47%.

Tóm lại, tổng quan từ các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần ăn cho gia cầm là một xu hướng trong dinh dưỡng cho gia cầm hiện đại. Trên thế giới các nghiên cứu về xây dựng cơ sở dữ liệu về đánh giá giá trị dinh dưỡng của thức ăn cũng như nhu cầu dinh dưỡng cho gia cầm được cập nhật thường xuyên. Trên cơ sở đó, đã có rất nhiều các nghiên cứu về khẩu phần có mức protein thấp với việc bổ sung các loại axit amin cả thiết yếu và không thiết yếu. Tuy nhiên những nghiên cứu này đều được thực hiện trên các giống gà cao sản có đặc điểm và tốc độ sinh trưởng khác biệt so với các giống gà lông màu, gà sinh trưởng chậm. Các nghiên cứu trong nước về dinh dưỡng protein tuy dựa trên đối tượng gà lông màu sinh trưởng chậm nhưng mới chỉ tập trung về nhu cầu dinh dưỡng protein cho giống gà đó. Các nghiên cứu chuyên sâu về tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng của các axit amin của thức ăn cũng như cơ sở dữ liệu về nhu cầu axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn còn hạn chế. Các nghiên cứu về giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần ăn cho gà thịt vì thế cũng chưa được nghiên cứu có hệ thống hoặc chưa áp dụng cơ sở dữ liệu về axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn. Trong bối cảnh nguồn nguyên liệu cung cấp protein trong khẩu phần thức ăn chăn nuôi ở nước ta phụ thuộc chủ yếu vào nguồn nhập khẩu, việc sử dụng có hiệu quả protein hay giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần mà không ảnh hưởng đến năng suất chăn nuôi đang là một xu hướng tất yếu. Do đó, nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu về tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của thức ăn và nhu cầu axit amin cho gia cầm là cơ sở để xây dựng khẩu phần có mức protein thấp nhưng vẫn đảm bảo nhu cầu protein và axit amin cho sinh trưởng và phát triển của gia cầm.

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Gà Lương Phượng và gà Lương Phượng lai Mía nuôi thịt

15 loại nguyên liệu thức ăn được lựa chọn để xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin chia thành hai nhóm bao gồm:

(1) Nhóm ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc: Cám gạo chiết ly (Ấn Độ), cám gạo nguyên đầu (Việt Nam), cám mì (Ấn Độ), gạo lứt (Việt Nam), thóc tẻ (Việt Nam), tấm (Việt Nam), ngô (Việt Nam);

(2) Nhóm nguyên liệu cung cấp protein: DDGS ngô (Châu Âu), bột gluten ngô (Mỹ), đậu tương (Việt Nam), khô đậu tương (Argentina), khô dầu cải (Ấn Độ), bột cá (Việt Nam), bột thịt xương (Châu Âu) và bột huyết (Châu Mỹ).

2.2. THỜI GIAN VÀ ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU

Thời gian nghiên cứu: Nghiên cứu tiến hành từ năm 2020 đến năm 2022

Địa điểm nghiên cứu:

Bộ môn Dinh dưỡng và Thức ăn Chăn nuôi, Viện Chăn nuôi,

Phòng Phân tích Thức ăn và Sản phẩm Chăn nuôi, Viện Chăn nuôi,

Trung tâm Giống vật nuôi chất lượng cao, Khoa chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Phòng phân tích Amino Lab, công ty Evonik, Singapore

Trung tâm Nghiên cứu quan trắc và Mô hình hóa Môi trường, thuộc Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.

2.3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Nội dung 1: Xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID) các axit amin của một số nguyên liệu phổ biến trong chăn nuôi gà

Nội dung 2: Xác định mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

Nội dung 3: Xác định tỷ lệ cân đối tối ưu một số axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

Nội dung 4: Xác định mức giảm hàm lượng protein thô hợp lý trên cơ sở cân đối axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

Nội dung 5: Thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà thịt lông màu

Nội dung 1: Xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID) các axit amin của một số nguyên liệu phổ biến trong chăn nuôi gà

15 loại nguyên liệu và khẩu phần phi protein tương đương 16 nghiệm thức, 4 lần lặp lại/nghiệm thức. Kết quả ND1 làm cơ sở để phối hợp khẩu phần cho các nội dung tiếp theo

Nội dung 2: Xác định mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

(750 con; 30 con/ô x 5 lần lặp lại x 5 mức SID lysine)
Kết quả ND2 được áp dụng trong ND3, ND4 và ND5

Nội dung 3: Xác định tỷ lệ cân đối tối ưu một số axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu
(750 con; 30 con/ô x 5 lần lặp lại x 5 mức SID EAA/lys)

Kết quả ND 3 được áp dụng trong ND4 và ND5

Nội dung 4: Xác định mức giảm hàm lượng protein thô hợp lý trên cơ sở cân đối axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

(750 con; 30 con/ô chuồng x 5 lần lặp lại x 5 mức protein thô). SID lys và SID EAA được cân đối tương đương giữa các nghiệm thức theo kết quả nghiên cứu nội dung 2 và 3.
Kết quả ND 4 được áp dụng vào thử nghiệm tại nội dung 5.

Nội dung 5: Thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà thịt lông màu

Mô hình gà Lương Phượng (300 con; 30 con/ô chuồng x 5 lần lặp lại x 2 nghiệm thức sử dụng khẩu phần protein thấp và thức ăn hiện tại trang trại đang sử dụng).

Mô hình gà Lương Phượng lai Mía (300 con; 30 con/ô chuồng x 5 lần lặp lại x 2 nghiệm thức sử dụng khẩu phần protein thấp và thức ăn hiện tại trang trại đang sử dụng).

Khung nội dung luận án

2.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.4.1. Xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID) các axit amin của một số nguyên liệu phổ biến trong chăn nuôi gà

Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành tại Trung tâm Giống Vật nuôi Chất lượng cao, Học viện Nông nghiệp Việt Nam từ tháng 5-7/2020

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Tổng số 15 loại nguyên liệu thức ăn được lựa chọn để xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin chia thành hai nhóm bao gồm:

(1) Nhóm ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc: Cám gạo chiết ly (Ấn Độ), cám gạo nguyên dầu (Việt Nam), cám mì (Ấn Độ), gạo lứt (Việt Nam), thóc tẻ (Việt Nam), tấm (Việt Nam), ngô (Việt Nam);

(2) Nhóm nguyên liệu cung cấp protein: DDGS ngô (Châu Âu), bột gluten ngô (Mỹ), đậu tương (Việt Nam), khô đậu tương (Argentina), khô dầu cải (Ấn Độ), bột cá (Việt Nam), bột thịt xương (Châu Âu) và bột huyết (Châu Mỹ).

Các loại nguyên liệu được thu thập từ các nhà máy thức ăn chăn nuôi và các đại lý phân phối nguyên liệu thức ăn chăn nuôi khu vực phía Bắc.

Thí nghiệm tiến hành trên 204 gà Lương Phượng 1 ngày tuổi với tỷ lệ giới tính 1:1, gà cho ăn chung khẩu phần cho đến ngày thứ 28 (ăn tự do). Ngày thứ 29, cân gà, chọn 192 con và bố trí thí nghiệm để gà có khối lượng tương đương nhau cân bằng tỷ lệ trống mái giữa các nghiệm thức, gà trống, gà mái được nuôi riêng từng lồng (diện tích 0,13 m²/gà). Mỗi nghiệm thức bao gồm 12 con gà được nuôi trong 4 lồng (2 lồng gà mái và 2 lồng gà trống) 3 con/ô, mỗi ô là một lần lặp lại. Thí nghiệm tiến hành trên 15 loại nguyên liệu thức ăn, một nghiệm thức tính tiêu hóa nội sinh (16 nghiệm thức x 3 con/lần lặp lại x 4 lần lặp lại = 192 con). Sau đó, gà được tiếp tục nuôi thích nghi trên lồng sử dụng thức ăn thương mại.

Thức ăn thí nghiệm

Khẩu phần được thiết kế đặc trưng cho các loại nguyên liệu: Với các nguyên liệu cung cấp năng lượng có hàm lượng protein nhỏ hơn 20%, khẩu phần bao gồm nguyên liệu thí nghiệm, khoáng chỉ thị và vi lượng. Với các nguyên liệu có hàm lượng protein cao hơn 20%, khẩu phần được phối hợp trên cơ sở nguyên liệu thí nghiệm trong khẩu phần là nguồn cung cấp protein duy nhất. Bột giấy, dầu thực vật và đường detrose được sử dụng để cân đối các chất dinh dưỡng trong khẩu phần và đảm bảo lượng chất xơ cho nhu động ruột. Bảng thành phần nguyên liệu của thí nghiệm được trình bày trong phụ lục 1 (bảng 1). Nguyên liệu thức ăn được bảo quản trong kho, đảm bảo khô ráo, tránh động vật gây hại. Các nguyên liệu thô được nghiền nhỏ trước

khi phối trộn. Khẩu phần được trộn theo phương pháp gia tăng khối lượng. Thức ăn thí nghiệm được sử dụng dạng bột và được trộn một lần duy nhất trong quá trình thí nghiệm. Celite (Celite® 545RVS, Nacalai Tesque, Japan) được bổ sung vào các khẩu phần như là chất chỉ thị (khoáng không tan trong axit). Khẩu phần không protein được sử dụng để tính toán lượng axit amin nội sinh.

Cho ăn thức ăn thí nghiệm và thu dịch tiêu hóa

Từ ngày tuổi 46, gà bắt đầu được ăn thích nghi thức ăn thí nghiệm. Lượng thức ăn thí nghiệm được trộn với tỷ lệ tăng dần cùng với thức ăn thương mại để đảm bảo gà có thời gian thích nghi với thức ăn mới. Tất cả gà thí nghiệm được cho ăn thức ăn thí nghiệm hoàn toàn của từng nghiệm thức từ 50 ngày tuổi. Cách cho ăn và thu dịch tiêu hóa tham khảo quy trình của Kadim và Moughan (1997). Tóm tắt như sau:

Gà cho ăn tự do khẩu phần thí nghiệm và khẩu phần không protein trong 5 ngày. Nước uống tự do. Ngày thứ 6 nhịn ăn. Ngày thứ 7 mổ thu dịch: cho ăn tự do trong vòng 1 giờ, ghi lại thức ăn đã ăn. Sau khi cho ăn 4 giờ, toàn bộ gà thí nghiệm (192 con) được giết mổ lấy dịch tiêu hóa. Gà được bố trí cho ăn và giết mổ luân phiên để đảm bảo toàn bộ gà được mổ lấy dịch sau 4 giờ cho ăn.

Gà ngay sau khi cắt tiết, dùng kéo cắt một vết phía bụng, nhẹ nhàng đưa phần ruột của gà ra ngoài để xác định đoạn ruột cần lấy dịch. Dịch tiêu hóa được lấy trong đoạn ruột hồi tràng được xác định từ mấu Meckel đến đến van hồi manh tràng (ileo-caecal). Mẫu dịch tiêu hóa của tất cả gà trong 1 ô chuồng được trộn chung với nhau, bảo quản ở -20°C. Tổng số mẫu dịch tiêu hóa là 16 nghiệm thức x 4 lần lặp lại = 64 mẫu.

Phương pháp phân tích mẫu

Mẫu nguyên liệu và khẩu phần được sấy ở 60°C, mẫu dịch tiêu hóa được sấy khô ở nhiệt độ -45°C đến khối lượng không đổi. Mẫu được nghiền qua sàng 0,5 mm trước khi đem phân tích. Các mẫu được phân tích tại Phòng Phân tích Thức ăn và Sản phẩm Chăn nuôi, Viện Chăn nuôi và tại phòng phân tích của công ty Evonik, Singapore. Thành phần dinh dưỡng cơ bản của mẫu được phân tích theo TCVN; chỉ tiêu VCK (TCVN 4326:2001), Protein thô (TCVN 4328:2007); Khoáng tổng số (TCVN 4327:2007); Ca (TCVN 1526:2007); P tổng số (TCVN 1525:2001); Khoáng không tan trong axit (TCVN 9474:2012). Hàm lượng axit amin được xác định sau khi thủy phân lỏng mẫu trong dung dịch HCl trong 24 giờ ở 110°C, sau đó axit amin được phân tích bằng sắc ký lỏng siêu áp (UPLC). Hàm lượng tryptophan được phân tích theo TCVN 5283:2007.

Tính toán kết quả:

Hàm lượng axit amin nội sinh (EAA) được tính toán dựa vào các chỉ số thu được trong nghiệm thức gà ăn khẩu phần phi protein (Moughan và cs., 1992):

$$EAA \text{ (mg/kg VCK TĂ)} = AAd \times (AIAta/AIAd)$$

Trong đó:

AAd: Hàm lượng axit amin trong dịch hồi tràng ở gà ăn khẩu phần phi protein (mg/kg VCK)

AIAta: Hàm lượng khoáng không tan trong khẩu phần phi protein (mg/kg VCK)

AIAd: Hàm lượng khoáng không tan trong dịch hồi tràng ở gà ăn khẩu phần phi protein (mg/kg VCK)

Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng biểu kiến (AID) và hồi tràng tiêu chuẩn (SID) được tính toán dựa vào hàm lượng khoáng không tan (AIA) và axit amin nội sinh (Lemmer và cs., 2004):

$$AID \text{ (%) } = 100 * [1 - (AAd/AIAd) / (AAta/AIAta)]$$

Trong đó:

AAd/AIAd: Tỷ lệ axit amin/khoáng không tan trong dịch hồi tràng

AAta/AIAta: Tỷ lệ axit amin/khoáng không tan trong khẩu phần thí nghiệm

$$SID \text{ (%) } = AID \text{ (%) } + [(EAA/AAta) \times 100]$$

Trong đó:

EAA: Hàm lượng axit amin nội sinh (mg/kg VCK TĂ)

AAta: Hàm lượng axit amin trong khẩu phần (mg/kg VCK)

Phương pháp xử lý số liệu:

Số liệu thu được được xử lý thống kê mô tả bằng phần mềm Excel và Minitab 16.

2.4.2. Xác định mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu.

Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành tại Trung tâm Giống Vật nuôi Chất lượng cao, Học viện Nông nghiệp Việt Nam từ tháng 7/2020 đến tháng 3/2021

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được triển khai trên 750 gà Lương Phượng 1 ngày tuổi có phân biệt trống mái và được thiết kế theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn một nhân tố với 5 mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (SID-Lys), mỗi mức là một nghiệm thức. Các mức SID-Lys được thiết kế dựa theo khuyến cáo của Cobb (2018), Aviagen (2014) và Rostagno và cs. (2011) cho gà thịt. Theo đó các mức SID-Lys tiêu chuẩn được lựa chọn là 1,2; 1,05 và 0,95% tương ứng cho ba giai đoạn sinh

trưởng, sau đó các mức này được thiết kế tăng hoặc giảm 0,1 và 0,2% tương ứng. Các mức SID-Lys cho các giai đoạn sinh trưởng của gà như sau 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 % ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi; 0,85; 0,95; 1,05; 1,15; 1,25% ở giai đoạn 29-56 ngày tuổi; 0,75; 0,85; 0,95; 1,05; 1,15 % ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi. Gà thí nghiệm được phân ngẫu nhiên vào 5 nghiệm thức. Tại thời điểm 1 ngày tuổi, tiến hành cân khối lượng cá thể riêng biệt cho gà trống và gà mái, gà được phân loại vào các nhóm có khối lượng từ thấp đến cao. Dựa vào tổng số lượng gà của từng nhóm khối lượng để chia gà về các ô chuồng đảm bảo đồng đều về giới tính và khối lượng. Mỗi nghiệm thức gồm 150 con, nuôi trong 5 ô chuồng (30 con/ô, mỗi ô là một lần lặp lại). Sơ đồ bố trí thí nghiệm được trình bày ở bảng 2.1

Bảng 2.1. Thiết kế thí nghiệm xác định mức SID-Lys trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

Chỉ tiêu	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
Số gà thí nghiệm/lần lặp lại (con)	30	30	30	30	30
Số lần lặp lại	5	5	5	5	5
Tổng số gà thí nghiệm (con)	150	150	150	150	150
Thời gian thí nghiệm (ngày)	84	84	84	84	84
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi					
Mức CP khẩu phần (%)			20,8*		
Mức ME (Kcal/kg)			3000*		
Mức SID-Lys (%)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi					
Mức CP khẩu phần (%)			19,0*		
Mức ME (Kcal/kg)			3100*		
Mức SID-Lys (%)	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi					
Mức CP khẩu phần (%)			18,0*		
Mức ME (Kcal/kg)			3150*		
Mức SID-Lys (%)	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15

Ghi chú: NT: Nghiệm thức Mức protein thô và ME trong khẩu phần ăn của gà thịt được xác định bằng cách lấy giá trị trung bình dựa trên các tiêu chuẩn cơ sở các loại thức ăn cho gà thịt lông màu của một số nhà máy sản xuất thức ăn như Japfa, Dabaco, Guyomarch. Giữa các khẩu phần, các SID-axít amin thiết yếu khác được cân đối tỷ lệ so với lysine theo khuyến cáo của Aviagen (2014).*

Thức ăn thí nghiệm của gà ở các giai đoạn khác nhau được xây dựng dựa trên các nguồn nguyên liệu như ngô, cám gạo, cám mỳ, khô đỗ tương, bột thịt xương... Hàm lượng các axít amin thiết yếu khác được cân đối dựa theo tỷ lệ so với lysine theo khuyến cáo của Aviagen (2014). Mức ME của các nguyên liệu được ước tính theo công thức của Janssen (1989) trích dẫn trong NRC (1994). Thành phần thức ăn thí

nghiệm được trình bày trong phụ lục 1 (bảng 2). Nguyên liệu thức ăn được bảo quản trong kho, đảm bảo khô ráo, tránh động vật gây hại. Các nguyên liệu thô được nghiền nhỏ trước khi trộn và khẩu phần được trộn theo phương pháp gia tăng khối lượng. Thức ăn thí nghiệm được sử dụng dạng bột và được trộn mới mỗi 10 ngày để đảm bảo chất lượng thức ăn.

Lượng thức ăn tiêu thụ của từng ô chuồng được theo dõi hàng ngày. Cuối mỗi giai đoạn, tổng lượng thức ăn tiêu thụ của mỗi ô chuồng được tính toán và ghi chép. Cuối mỗi giai đoạn sinh trưởng gà thí nghiệm được cân khối lượng bằng cân đồng hồ Nhơn Hòa, toàn bộ gà trong mỗi ô chuồng được cân và xác định khối lượng trung bình của mỗi ô chuồng (lặp lại).

Tại thời điểm kết thúc mỗi giai đoạn sinh trưởng gà tại mỗi ô chuồng được chọn đại diện đồng đều trống mái tương ứng 6 con (28 ngày tuổi); 4 con (56 ngày tuổi) và 2 con (84 ngày tuổi) đưa lên cũi tiêu hóa. Gà được nuôi thích nghi trên cũi 3 ngày sau đó tiến hành thu mẫu phân. Mẫu phân được thu liên tiếp trong 3 ngày ở từng cũi tiêu hóa, thu mẫu 2 lần/ngày, phân được nhặt bỏ lông và tạp chất, trộn đều, lấy mẫu (khoảng 30-50% tổng lượng phân) cho vào hộp nhựa đựng mẫu, vặn chặt nắp và bảo quản ở nhiệt độ -20°C. Trong thời gian thu mẫu, tổng lượng thức ăn ăn vào và lượng phân thải ra được cân hàng ngày. Kết thúc giai đoạn lấy mẫu, phân gà của cùng một cũi được trộn đều, lấy mẫu phân tích vật chất khô, protein thô, khoáng tổng số và lấy 300g mẫu đại diện để phân tích hàm lượng khí NH₃ và 300g mẫu đại diện để phân tích H₂S. Sau khi kết thúc giai đoạn thu mẫu, gà trên các cũi được đưa trở lại các ô chuồng thí nghiệm và tiếp tục nuôi dưỡng cho các giai đoạn tiếp theo.

Tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, mỗi ô thí nghiệm chọn 2 con gà khỏe mạnh (1 trống và 1 mái) có khối lượng tương đương khối lượng trung bình của nghiệm thức để mổ khảo sát năng suất thân thịt và chất lượng thịt. Tổng số 50 gà thí nghiệm được mổ khảo sát (10 con/ngiem thức). Phương pháp khảo sát tham khảo theo phương pháp của Bùi Hữu Đoàn và cs. (2011).

Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp xác định

Các chỉ tiêu về tỷ lệ tiêu hóa tổng số chất dinh dưỡng và cân bằng Nito

Tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng và tích lũy Nito

- Tỷ lệ tiêu hóa tổng số chất dinh dưỡng: $TLTH\% = DDTH \times 100 / DDAV$

Trong đó: DDTH: là hàm lượng chất dinh dưỡng được tiêu hóa của khẩu phần (g/kgVCK). DDAV là hàm lượng chất dinh dưỡng của khẩu phần (g/kgVCK)

- Nitơ tích lũy hàng ngày (g/con/ngày) = Nitơ ăn vào (g/con/ngày) - Nitơ trong chất thải (g/con/ngày)
- Nitơ tích lũy (g/kg VCK TĂ) = Nitơ tích lũy (g/con/ngày)/TĂ thu nhận (kg VCK/con/ngày)

Phân tích hàm lượng khí H_2S và NH_3 trong phân

Lấy 300 g phân gà ủ trong 12h ở nhiệt độ phòng ($28^{\circ}C$), sau đó mẫu được đưa vào lồng chụp bằng mica có kích thước 40x40x60 cm, trích một lỗ vừa ống dẫn lấy mẫu khí nối với thiết bị lấy mẫu Kimoto, HS7, Nhật Bản. Mẫu được để trong lồng chụp trong vòng 10 phút sau đó tiến hành thu khí. Trong quá trình hấp thụ khí, sử dụng một chiếc quạt mini đặt trong lồng chụp để phân tán khí cho đều. Mẫu phân được thu về tiến hành thu khí tại phòng thí nghiệm Bộ môn Dinh dưỡng và Thức ăn Chăn nuôi, Viện Chăn nuôi. Mẫu khí sau khi thu thập được phân tích định lượng NH_3 và H_2S tại Trung tâm Nghiên cứu quan trắc và Mô hình hóa Môi trường, thuộc Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.

Phương pháp thu thập và phân tích khí NH_3 theo TCVN 5293:1995, NH_3 được hấp thụ vào dung dịch axit H_2SO_4 loãng để tạo thành amoni sunfat. Xác định hàm lượng amoniac dựa trên việc đo độ hấp thụ của phức màu xanh indolphenol ở bước sóng 625 nm, được tạo thành bởi phản ứng của amoniac, hypoclorit và phenol, có sự tham gia của chất ổn định phản ứng là natrinitropruside. Thời gian lấy mẫu NH_3 là 20 phút, tốc độ bơm khí 1lit/phút

Phương pháp thu thập và phân tích khí H_2S : H_2S được hấp thụ vào dung dịch $CdSO_4$, phản ứng với dung dịch p-amino dimetyl aniline với sự có mặt của $FeCl_3$ trong môi trường axit tạo phức màu xanh metylen. Xác định H_2S trong khí thải bằng phương pháp so màu (JIS K 0099, 2004).

Công thức tính hàm lượng NH_3 và H_2S sau khi hấp phụ và xác định bằng phương pháp so màu:

$$X = (C \times V_{dm})/V_k$$

Trong đó:

C là hàm lượng khí NH_3 và H_2S trong mẫu dung dịch hấp phụ

V_{dm} là thể tích dung dịch hấp phụ định mức

V_k là thể tích không khí đã hút.

Các chỉ tiêu về sinh trưởng, năng suất và chất lượng thịt

Khối lượng cơ thể gà cuối mỗi giai đoạn sinh trưởng (kg), tăng khối lượng bình quân (ADG) (g/con/ngày) thức ăn tiêu thụ (FI) (g/con/ngày), tiêu tốn thức ăn FCR (kg TĂ/kg TKL), chi phí thức ăn (đ/kg TKL).

Xác định năng suất thân thịt và chất lượng thịt (Bùi Hữu Đoàn và cs., 2011): Tiến hành cân gà sống (sau khi nhịn đói 12-18 tiếng có uống nước tự do), cắt tiết rồi nhúng vào nước nóng, làm sạch lông. Năng suất và chất lượng thân thịt bao gồm các chỉ tiêu tỷ lệ thân thịt, tỷ lệ thịt lườn, tỷ lệ thịt đùi, tỷ lệ mỡ bụng, pH thịt lườn tại thời điểm 15 phút sau khi giết thịt và 24 h sau bảo quản, khả năng giữ nước, độ dai, vật chất khô, protein thô và các axit amin của thịt lườn. Khối lượng thân thịt được tính bằng khối lượng gà sau khi bỏ lông, tiết, cắt bỏ chân ở khớp khuỷu, cắt bỏ đầu ở khớp xương chẩm, bỏ ống tiêu hóa; giữ lại thận, phổi, gan sau khi bỏ túi mật và dạ dày cơ bỏ chất chứa và màng sừng. Thịt lườn được sấy khô ở nhiệt độ -45 °C và phân tích các chỉ tiêu: vật chất khô, protein thô và các axit amin. Độ dai của thịt được xác định theo phương pháp của (Desai và cs., 2015). Thịt lườn sau khi được hấp ở 75°C trong 1 h được làm nguội, cắt dọc theo thớ thịt với thiết diện 1cmx1cm tại 5 vị trí khác nhau. Độ dai của thịt được đo bằng máy Warner Bratzler 2000D (US) theo đơn vị N. Độ dai của thịt được xác định là trung bình của 5 giá trị tương ứng với 5 vị trí cắt.

Phân tích mẫu

Mẫu nguyên liệu và khẩu phần được sấy ở 60°C, mẫu thịt lườn được sấy lạnh ở nhiệt độ -45°C đến khối lượng không đổi. Mẫu được nghiền qua sàng 0,5 mm trước khi đem phân tích. Các mẫu được phân tích tại Phòng Phân tích Thức ăn và Sản phẩm Chăn nuôi, Viện Chăn nuôi và tại phòng phân tích của công ty Evonik, Singapore. Thành phần dinh dưỡng cơ bản của mẫu được phân tích theo TCVN; chỉ tiêu VCK (TCVN 4326:2001), Protein thô (TCVN 4328:2007); Khoáng tổng số (TCVN 4327:2007), Ca (TCVN 1526:2007), P tổng số (TCVN 1525:2001). Hàm lượng axit amin được xác định sau khi thủy phân lỏng mẫu trong dung dịch HCl trong 24 giờ ở 110°C, sau đó axit amin được phân tích bằng sắc ký lỏng siêu áp (UPLC). Hàm lượng tryptophan được phân tích theo (TCVN 5283:2007).

Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) để đánh giá sự sai khác giữa các giá trị trung bình của nghiệm thức, Tukey-test được

sử dụng để phân tích sự sai khác giữa hai giá trị trung bình với độ tin cậy 95%. Số liệu được xử lý thông kê trên phần mềm minitab 16 (2012)

Mô hình xử lý thông kê:

$$Y_{ij} = \mu + FS_i + e_{ij}$$

Trong đó: Y_{ij} = Giá trị quan sát, μ = Trung bình, FS_i = Ảnh hưởng của mức SID-lys i , e_{ij} = Sai số ngẫu nhiên

Mô hình hồi quy phi tuyến tính (broken-line) được sử dụng để ước tính nhu cầu SID-lys cho mức ADG tối đa và mức FCR tối thiểu trên gà Lương Phượng nuôi thịt ở các giai đoạn sinh trưởng theo mô hình của Robbins và cs. (2006) sử dụng phần mềm SAS 9.4:

$$Y = L + [U \times (R-x)]$$

Trong đó: R: Mức SID-lys tối ưu, R-x được coi là bằng 0 khi $x > R$

2.4.3. Xác định tỷ lệ cân đối tối ưu một số axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

Địa điểm và thời gian.

Nghiên cứu được tiến hành tại Trung tâm Giống Vật nuôi Chất lượng cao, Học viện Nông nghiệp Việt Nam từ tháng 3-7/2021

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được thiết kế thiết kế theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn một nhân tố với 5 nghiệm thức là các tỷ lệ axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn so với lysine (SID-EAA/Lys) bao gồm methionine + cystine, threonine, tryptophan và arginine ở các mức tương ứng là 90; 95; 100; 105; 110% so với khuyến cáo của Aviagen (2014). Hàm lượng SID-Lys sử dụng trong thí nghiệm là mức 1,3; 1,15 và 0,95 tương ứng với 3 giai đoạn sinh trưởng 1-28; 29-56 và 57-84 ngày tuổi (mức SID-Lys thích hợp rút ra từ thí nghiệm nội dung 2). Tổng số 750 gà Lương Phượng 1 ngày tuổi có phân biệt giới tính được phân ngẫu nhiên đảm bảo đồng đều về khối lượng và giới tính vào 5 nghiệm thức, 150 con/nghiệm thức, nuôi trong 5 ô chuồng (30 con/ô, mỗi ô là một lần lặp lại) (bảng 2.2).

Thức ăn thí nghiệm của gà ở các giai đoạn khác nhau (bảng 3 phụ lục 1) được xây dựng dựa trên các nguồn nguyên liệu như ngô, cám gạo, cám mỳ, khô đỗ tương, bột thịt xương. Mức ME của các nguyên liệu được ước tính theo công thức của Janssen (1989) trích dẫn trong NRC (1994). Bảng thành phần nguyên liệu và giá trị

đinh dưỡng khẩu phần thí nghiệm được trình bày trong phụ lục 1 (bảng 3). Thức ăn thí nghiệm được nghiền và phối trộn tương tự nội dung 2 mục 2.4.2

Bảng 2.2. Thiết kế thí nghiệm xác định tỷ lệ cân đối tối ưu các axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

Chỉ tiêu	NT 1	NT2	NT3	NT4	NT5
Số gà thí nghiệm/lần lặp lại (con)	30	30	30	30	30
Số lần lặp lại (n)	5	5	5	5	5
Tổng số gà thí nghiệm (con)	150	150	150	150	150
Thời gian thí nghiệm (ngày)	84	84	84	84	84
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi					
Mức CP khẩu phần (%)			20,8*		
Mức ME (Kcal/kg)			3000*		
Mức SID-Lys (%)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Tỷ lệ SID-Methionine so với lysine (%)	36,45	38,48	40,5**	42,53	44,55
Tỷ lệ SID-Meth+Cys so với lysine (%)	67,50	71,25	75**	78,75	82,50
Tỷ lệ SID-Threonine so với lysine (%)	60,30	63,65	67**	70,35	73,70
Tỷ lệ SID-Tryptophan so với lysine (%)	14,04	14,82	15,6**	16,38	17,16
Tỷ lệ SID-Arginine so với lysine (%)	96,30	101,65	107**	112,35	117,7
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi					
Mức CP khẩu phần (%)			19,0*		
Mức ME (Kcal/kg)			3100*		
Mức SID-Lys (%)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Tỷ lệ SID-Methionine so với lysine (%)	37,80	39,9	42**	44,1	46,20
Tỷ lệ SID-Meth+Cys so với lysine (%)	70,65	74,58	78,5**	82,43	86,35
Tỷ lệ SID-Threonine so với lysine (%)	60,30	63,65	67**	70,35	73,70
Tỷ lệ SID-Tryptophan so với lysine (%)	14,04	14,82	15,6**	16,38	17,16
Tỷ lệ SID-Arginine so với lysine (%)	96,30	101,65	107**	112,35	117,7
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi					
Mức CP khẩu phần (%)			18,0*		
Mức ME (Kcal/kg)			3150*		
Mức SID-Lys (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Tỷ lệ SID-Methionine so với lysine (%)	37,35	39,43	41,5**	43,58	45,65
Tỷ lệ SID-Meth+Cys so với lysine (%)	70,20	74,10	78**	81,90	85,80
Tỷ lệ SID-Threonine so với lysine (%)	60,30	63,65	67**	70,35	73,70
Tỷ lệ SID-Tryptophan so với lysine (%)	14,04	14,82	15,6**	16,38	17,16
Tỷ lệ SID-Arginine so với lysine (%)	96,30	101,65	107**	112,35	117,70

Ghi chú: : *Mức protein thô và ME trong khẩu phần ăn của gà thịt được xác định bằng cách lấy giá trị trung bình dựa trên các tiêu chuẩn cơ sở các loại thức ăn gà thịt lông màu của một số nhà máy sản xuất thức ăn như Japfa, Dabaco, Guyomarch. ** Theo khuyến cáo của Aviagen (2014). Các tỷ lệ axit amin methionine, Meth+Cys, threonine, tryptophan, arginine so với lysine ở các nghiệm thức được thiết kế cùng tăng hoặc cùng giảm 5, 10% so với khuyến cáo của Aviagen (2014). Giữa các khẩu phần thí nghiệm, các AA thiết yếu khác so với Lysine cân đối theo khuyến cáo của Aviagen (2014).

Tại thời điểm kết thúc mỗi giai đoạn sinh trưởng gà tại mỗi ô chuồng được chọn đại diện đồng đều trống mái tương ứng 6 con (28 ngày tuổi); 4 con (56 ngày tuổi) và 2 con (84 ngày tuổi) đưa lên cũi tiêu hóa để thu mẫu phân. Phương pháp thu mẫu tiến hành tương tự nội dung 2.

Tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, mỗi ô thí nghiệm chọn 2 con gà khỏe mạnh (1 trống và 1 mái) có khối lượng tương đương khối lượng trung bình của nghiệm thức để mổ khảo sát năng suất thân thịt và chất lượng thịt. Tổng số 50 gà thí nghiệm được mổ khảo sát (10 con/nghiệm thức). Phương pháp khảo sát tham khảo tương tự nội dung 2.

Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp xác định

Tương tự như nội dung 2 mục 2.4.2

Phân tích mẫu

Tương tự như nội dung 2 mục 2.4.2

Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) để đánh giá sự sai khác giữa các giá trị trung bình, Tukey-test được sử dụng để phân tích sự sai khác giữa hai giá trị trung bình với độ tin cậy 95%. Số liệu được xử lý thông kê trên phần mềm minitab 16 (2012)

Mô hình xử lý thông kê:

$$Y_{ij} = \mu + FS_i + e_{ij}$$

Trong đó: Y_{ij} = Giá trị quan sát, μ = Trung bình, FS_i = Ảnh hưởng của mức SID-EAA/Lys i, e_{ij} = Sai số ngẫu nhiên.

2.4.4. Xác định mức giảm hàm lượng protein thô hợp lý trên cơ sở cân đối axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn của gà thịt lông màu

Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Thời gian và địa điểm nghiên cứu: từ tháng 7/2021 - 1/2022 tại Trung tâm giống vật nuôi chất lượng cao, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được triển khai trên 750 gà Lương Phượng 1 ngày tuổi có phân biệt giới tính, phân ngẫu nhiên đảm bảo đồng đều về khối lượng và giới tính vào 25 ô chuồng, mỗi ô chuồng 30 con. Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn với 5 nghiệm thức là 5 mức protein thô khẩu phần và 5 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức tương ứng với 25 ô chuồng. Nghiệm thức 1 có mức protein tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng là 20,8; 19 và 18%, các nghiệm thức tiếp theo

có mức giảm protein thô tương ứng 1-4%. Hàm lượng các axit amin thiết yếu được cân đối tương đương giữa các nghiệm thức. Thiết kế thí nghiệm được trình bày tại bảng 2.3. Khẩu phần thí nghiệm của gà ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau được xây dựng dựa trên các nguồn nguyên liệu như ngô, cám gạo, cám mỳ, DDGS ngô, khô đỗ tằm.... Các chỉ tiêu dinh dưỡng như xơ thô, Ca, P ... được cân đối giữa các khẩu phần theo khuyến cáo của Aviagen (2014). Thành phần nguyên liệu và giá trị dinh dưỡng của khẩu phần gà thí nghiệm qua các giai đoạn được trình bày tại bảng 4 phụ lục 1. Thức ăn thí nghiệm được nghiền và phối trộn tương tự nội dung 2 mục 2.4.2

Bảng 2.3. Thiết kế thí nghiệm xác định mức giảm protein thô trên cơ sở cân đối axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần ăn gà thịt lông màu

Nghiệm thức	NT 1	NT2	NT3	NT4	NT5
Số gà/lần lặp lại (con)	30	30	30	30	30
Số lần lặp lại	5	5	5	5	5
Số gà thí nghiệm (con/nghiệm thức)	150	150	150	150	150
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi					
Mức protein thô (%)	20,8*	19,8	18,8	17,8	16,8
Mức ME (Kcal/kg)			3000*		
Mức SID-Lys (%)			1,3		
Mức SID-Met/Met+Cys/Thre/Tryp/Arg (%)		0,53/0,98/0,87/0,2/1,39			
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi					
Mức protein thô (%)	19*	18	17	16	15
Mức ME (Kcal/kg)			3100*		
Mức SID-Lys/ khẩu phần (%)			1,15		
Mức SID-Met/Met+Cys/Thre/Tryp/Arg (%)		0,48/0,9/0,77/0,18/1,23			
Giai đoạn 57 ngày tuổi - 84 ngày tuổi					
Mức protein thô (%)	18*	17	16	15	14
Mức ME (Kcal/kg)			3150*		
Mức SID-Lys khẩu phần (%)			0,95		
Mức SID-Met/Met+Cys/Thre/Tryp/Arg (%)		0,39/0,74/0,64/0,15/1,02			

*Ghi chú: *, Mức protein thô chuẩn và ME trong khẩu phần ăn của gà thịt được xác định bằng cách lấy giá trị trung bình dựa trên các tiêu chuẩn cơ sở các loại thức ăn cho gà thịt lông màu của một số nhà máy sản xuất thức ăn như Japfa, Dabaco, Guyomarch; giữa các khẩu phần thí nghiệm, các AA thiết yếu (Met, Thre, Tryp và Arg) được cân đối so với lysine theo khuyến cáo của Aviagen (2014).*

Tại thời điểm kết thúc mỗi giai đoạn sinh trưởng gà tại mỗi ô chuồng được chọn đại diện đồng đều trống mái tương ứng 6 con (28 ngày tuổi); 4 con (56 ngày tuổi) và 4 con (84 ngày tuổi) đưa lên cũi tiêu hóa để thu mẫu phân. Phương pháp thu mẫu tiến hành tương tự nội dung 2.

Tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, mỗi ô thí nghiệm chọn 2 con gà khỏe mạnh (1 trống và 1 mái) có khối lượng tương đương khối lượng trung bình của nghiệm thức để mổ khảo sát năng suất thân thịt và chất lượng thịt. Tổng số 50 gà thí nghiệm được mổ khảo sát (10 con/ngiem thức). Phương pháp khảo sát tham khảo tương tự nội dung 2.

Các chỉ tiêu theo dõi.

Tương tự như nội dung 2 mục 2.4.2

Phân tích mẫu

Tương tự như nội dung 2 mục 2.4.2

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 (ANOVA) để đánh giá sự sai khác giữa các giá trị trung bình, Tukey-test được sử dụng để phân tích sự sai khác giữa hai giá trị trung bình với độ tin cậy 95%. Số liệu được xử lý thông kê trên phần mềm minitab 16 (2012)

Mô hình xử lý thông kê:

$$Y_{ij} = \mu + FS_i + e_{ij}$$

Trong đó: Y_{ij} = Giá trị quan sát, μ = Trung bình, FS_i = Ảnh hưởng của mức protein thô i , e_{ij} = Sai số ngẫu nhiên

2.4.5. Thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà thịt lông màu

Thử nghiệm được triển khai từ tháng 3 - 6/2022 tại Trung tâm Giống Vật nuôi chất lượng cao - Học viện Nông nghiệp Việt Nam - Hà Nội

Hai mô hình thử nghiệm được triển khai trên gà Lương Phượng và gà Lương Phượng lai Mía. Mỗi mô hình thử nghiệm được triển khai trên 300 gà bắt đầu từ 1 ngày tuổi và được thiết kế theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn với 2 nghiệm thức. Mỗi nghiệm thức gồm 150 con, nuôi trong 5 ô (30 con/ô, mỗi ô là một lần lặp lại). Nghiệm thức 2 sử dụng loại thức ăn hỗn hợp trang trại hiện đang sử dụng, nghiệm thức 1 sử dụng khẩu phần có mức protein thấp hơn 2% so với nghiệm thức 2 có bổ sung các axit amin thiết yếu đảm bảo lượng axit amin trong khẩu phần dưới dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn theo như kết quả nghiên cứu của nội dung 2, 3 và 4. Thành phần nguyên liệu và giá trị dinh dưỡng của các khẩu phần thí nghiệm được trình

bày trong phụ lục 1 (bảng 5). Khẩu phần thử nghiệm được sử dụng như nhau cho hai mô hình gà Lương Phượng và gà Lương Phượng lai Mía.

Các chỉ tiêu theo dõi: Khối lượng gà vào các thời điểm 1 ngày tuổi, 28 ngày tuổi, 56 ngày tuổi và 84 ngày tuổi; Lượng thức ăn tiêu thụ, tiêu tốn thức ăn (kg TĂ/kg TKL); chi phí thức ăn (đ/kg TKL).

Bảng 2.4. Thiết kế thí nghiệm thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà thịt lông màu

Thí nghiệm thức	Gà Lương Phượng		Gà Lương Phượng lai Mía	
	1	2	1	2
Số gà thí nghiệm/lô (con)	30	30	30	30
Số lần lặp lại (n)	5	5	5	5
Tổng số gà thí nghiệm (con)	150	150	150	150
Thời gian thí nghiệm (ngày)	84	84	84	84
Yếu tố thí nghiệm	Nghiệm thức có mức protein thấp (thấp hơn 2% so với NT2)	Thức ăn hiện tại của trại nuôi thử nghiệm	Nghiệm thức có mức protein thấp (thấp hơn 2% so với NT2)	Thức ăn hiện tại của trại nuôi thử nghiệm

Mức SID-lysine, SID-Methionine+Cystine, SID-Threonine, SID-Tryptophan và SID-Agrinine trong khẩu phần là kết quả của nội dung 2 và 3. Thức ăn hiện tại của trang trại có mức protein thô 21,0; 19,2 và 18% tương ứng với 3 giai đoạn sinh trưởng)

Phân tích mẫu

Mẫu nguyên liệu và khẩu phần được phân tích tương tự nội dung 2 mục 2.4.2.

Xử lý số liệu

Số liệu xử lý thống kê theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) để đánh giá sự sai khác giữa các giá trị trung bình. Số liệu được xử lý thông kê trên phần mềm minitab 16 (2012)

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. XÁC ĐỊNH TỶ LỆ TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN (SID) CÁC AXÍT AMIN CỦA MỘT SỐ NGUYÊN LIỆU PHỔ BIẾN TRONG CHĂN NUÔI GÀ

3.1.1. Thành phần axít amin của nguyên liệu thí nghiệm

Ngũ cốc và các sản phẩm phụ từ ngũ cốc: Protein thô trong nhóm 4 loại ngũ cốc nằm trong khoảng từ 7,28 đến 8,91 (Bảng 3.1), thấp nhất ở thóc, tiếp theo là gạo lứt (7,6%); tấm (8,54%) và cao nhất là ngô. Cám gạo nguyên đầu có hàm lượng protein thô thấp hơn nhiều (8,8%) so với cám gạo chiết ly và cám mỳ (lần lượt là 14,67 và 15,56%). Thành phần axít amin của nguyên liệu thô tỷ lệ thuận với hàm lượng protein thô, chính vì thế hàm lượng axít amin trong cám gạo chiết ly và cám mỳ cao hơn các nguyên liệu khác. Trong nhóm các nguyên liệu ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc, axít glutamic là loại axít amin có hàm lượng cao nhất với giá trị dao động từ 1,01 đến 2,69%. Tryptophan, methionine và cystine có giá trị thấp nhất. Ngô có hàm lượng tryptophan thấp nhất trong khi đó cystine và methionine có hàm lượng thấp nhất trong cám gạo nguyên đầu. Kết quả này tương tự với các công bố trước đây về đặc tính thành phần hóa học của các loại nguyên liệu cung cấp năng lượng trong thức ăn chăn nuôi (Li và cs., 2011; Szczurek, 2009; Ullah và cs., 2016). Li và cs. (2011) đã báo cáo rằng ngoại trừ bột huyết, bột phụ gia cầm và bột lông, các thành phần phổ biến khác được sử dụng trong thức ăn chăn nuôi có hàm lượng cysteine và methionine thấp, đặc biệt hàm lượng axít glutamic cao trong các loại nguyên liệu có nguồn gốc thực vật.

Bảng 3.1. Hàm lượng protein và thành phần axít amin của nhóm nguyên liệu ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc (% dạng sử dụng)

Chỉ tiêu	Cám gạo chiết ly	Cám gạo nguyên đầu	Thóc	Gạo lứt	Tấm	Cám mỳ	Ngô
VCK	88,90	92,80	87,96	87,55	87,78	89,97	89,30
Protein thô	14,67	8,80	7,28	7,60	8,54	15,56	8,91
Methionine	0,28	0,17	0,19	0,21	0,26	0,23	0,18
Cystine	0,27	0,17	0,17	0,19	0,21	0,31	0,19
Methionine+Cystine	0,55	0,34	0,36	0,40	0,47	0,53	0,37
Lysine	0,69	0,33	0,29	0,30	0,32	0,61	0,34
Threonine	0,57	0,30	0,26	0,27	0,30	0,51	0,33
Tryptophan	0,17	0,10	0,09	0,10	0,12	0,24	0,08
Arginine	1,09	0,64	0,58	0,61	0,68	1,07	0,52

Chỉ tiêu	Cám gạo chiết ly	Cám gạo nguyên dầu	Thóc	Gạo lật	Tấm	Cám mỳ	Ngô
Isoleucine	0,56	0,29	0,31	0,31	0,36	0,49	0,30
Leucine	1,08	0,56	0,58	0,59	0,68	0,94	0,92
Valine	0,86	0,45	0,45	0,46	0,52	0,73	0,44
Histidine	0,37	0,22	0,18	0,19	0,21	0,40	0,26
Phenynaline	0,67	0,35	0,38	0,39	0,45	0,59	0,41
Glycine	0,80	0,43	0,34	0,36	0,38	0,83	0,44
Serine	0,64	0,35	0,33	0,35	0,39	0,65	0,42
Proline	0,68	0,35	0,34	0,35	0,38	0,91	0,71
Alanine	0,92	0,49	0,42	0,43	0,47	0,76	0,64
Aspartic	1,24	0,71	0,66	0,67	0,76	1,10	0,61
Glutamic	1,85	1,10	1,21	1,26	1,48	2,69	1,48

Ghi chú: VCK: vật chất khô.

Nhóm nguyên liệu cung cấp protein: Nhìn chung, hàm lượng protein và axit amin của các loại nguyên liệu cung cấp protein nằm trong giới hạn đặc trưng của nguyên liệu được báo cáo trước đây (EVONIK, 2018; Li và cs., 2011; Ravindran và cs., 2005; Szczurek, 2009; Ullah và cs., 2016). Trong nhóm này, axit glutamic vẫn có hàm lượng cao nhất, tryptophan, methionine và cystine có giá trị thấp nhất. Các nguyên liệu nguồn gốc từ quá trình chế biến ngô bao gồm DDGS, gluten meal ngô có hàm lượng lysine thấp hơn so với các thành phần còn lại (tương ứng 0,81 và 0,94%). Gluten meal ngô có hàm lượng protein thô rất cao (60,49%), tuy nhiên, nó có cấu trúc axit amin mất cân bằng, thiếu hụt nghiêm trọng lysine và tryptophan. Hàm lượng leucin và axit glutamic trong gluten meal ngô rất cao, lần lượt là 9,8 và 12,9%. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Peter và cs. (2000) khi kết luận rằng lysine và tryptophan là hai axit amin giới hạn đầu tiên khi sử dụng gluten ngô trong khẩu phần ăn cho gà thịt giai đoạn 8-21 ngày tuổi.

Trong nhóm hạt có dầu và các sản phẩm phụ bao gồm đậu tương, khô đậu tương và khô dầu cải, mức protein thô dao động từ 36,82 đến 47,42%. Các thành phần trong nhóm này có tỷ lệ các axit amin khá cân bằng khi tính điểm số axit amin theo WHO/FAO/UNU (2007) ngoại trừ sự thiếu hụt methionine + cystine trong đậu tương và khô đậu tương.

Ở nhóm nguyên liệu giàu protein có nguồn gốc động vật, bột cá, bột thịt xương và bột huyết có hàm lượng protein tương ứng 56,40; 52,84; 93,94%. Bột cá và bột thịt xương cho thấy mức tryptophan rất thấp là 0,28 và 0,32% tương đương với 0,5

và 0,6 mg/g protein. Ngược lại, lượng glycine trong hai loại nguyên liệu này cao hơn nhiều so với các axit amin khác (4,39 và 6,57% tương ứng). Trong nghiên cứu này, bột cá có hàm lượng protein thấp hơn so với các báo cáo trước đó dao động 60-70% (Cho và Kim, 2011; Li và Wu, 2020). Bột cá được sử dụng trong thí nghiệm của chúng tôi có nguồn gốc từ Việt Nam, bao gồm chủ yếu các sản phẩm phụ trong chế biến cá. Hàm lượng protein dao động mạnh phụ thuộc vào tỷ lệ đầu và xương cá. Kopinski và cs. (2008) đã kết luận protein trong bột cá sản xuất tại Việt Nam dao động trong khoảng 47,82 - 64,44%. Bột huyết có mức protein thô cao nhất, tuy nhiên, có sự mất cân bằng rất rõ ràng về tỷ lệ isoleucine và leucine (0,89% và 12,16%) trong khi tỷ lệ khuyến nghị trong protein lý tưởng của 2 loại axit amin này là 4 và 7% (WHO/FAO/UNU, 2007). Bột huyết rất phong phú về hàm lượng lysine, leucine và aspartic, phù hợp với các nghiên cứu trước đây (Li và cs., 2011; Ravindran và cs., 2005).

Bảng 3.2. Hàm lượng protein và axit amin của các nguyên liệu giàu protein (% dạng sử dụng)

Chỉ tiêu	DDGS ngô	Gluten Meal ngô	Đậu tương rang	Khô đậu tương	Khô dầu cải	Bột cá	Bột thịt xương	Bột huyết
VCK	89,16	91,30	93,89	90,86	90,73	92,64	94,10	91,27
Protein thô	30,04	60,49	37,45	47,42	36,82	56,40	52,84	93,94
Methionine	0,57	1,47	0,51	0,64	0,66	0,99	0,62	0,85
Cystine	0,56	1,02	0,47	0,62	0,89	0,32	0,65	0,75
Methionine+Cystine	1,12	2,49	0,98	1,25	1,54	1,31	1,27	1,60
Lysine	0,81	0,94	2,15	2,88	1,84	2,36	2,29	8,16
Threonine	1,08	2,01	1,46	1,85	1,44	1,47	1,74	3,36
Tryptophan	0,23	0,28	0,50	0,64	0,52	0,28	0,32	1,16
Arginine	1,27	1,92	2,61	3,38	2,39	2,51	3,55	3,93
Isoleucine	1,08	2,43	1,71	2,17	1,40	1,34	1,67	0,89
Leucine	3,33	9,80	2,84	3,57	2,40	2,29	3,15	12,16
Valine	1,44	2,78	1,80	2,26	1,76	1,65	2,34	8,22
Histidine	0,75	1,20	0,94	1,19	0,95	0,64	0,78	6,19
Phenynaline	1,39	3,68	1,87	2,37	1,43	1,31	1,76	6,40
Glycine	1,17	1,63	1,58	1,97	1,80	4,39	6,57	4,21
Serine	1,35	3,03	1,83	2,31	1,43	1,46	2,54	4,01
Proline	2,26	5,52	1,85	2,31	2,16	2,35	4,37	3,49
Alanine	2,10	5,29	1,62	2,04	1,48	2,91	3,54	7,42
Aspartic	1,91	3,60	4,19	5,28	2,38	3,23	3,68	10,48
Glutamic	4,97	12,90	6,63	8,27	6,33	4,79	6,03	8,02

VCK: vật chất khô

3.1.2. Hàm lượng axit amin nội sinh

Hàm lượng axit amin nội sinh của gà thịt Lương Phượng được trình bày trong Bảng 3.3. Khi phân tích hàm lượng axit amin, mỗi mẫu dịch hồi tràng được chia thành hai phần, một phần phân tích 16 loại axit amin bằng phương pháp sắc ký lỏng siêu cao áp, một phần để phân tích riêng hàm lượng tryptophan. Lượng dịch hồi tràng của gà ăn khẩu phần phi protein chỉ đủ để phân tích hàm lượng 16 loại axit amin và không đủ để phân tích tryptophan. Do đó dữ liệu về hàm lượng tryptophan nội sinh trong nghiên cứu này được tham khảo của Kong và Adeola (2013). Methionine và cystine là hai axit amin có giá trị thấp nhất, lần lượt là 1,03 và 2,3% trong tổng lưu lượng axit amin nội sinh. Hàm lượng axit amin cao nhất trong protein nội sinh là axit glutamic, axit aspartic, threonine, serine và proline, dao động từ 627,06 đến 953,84 mg/kg VCK ăn vào. Kết quả này củng cố cho luận điểm mucoprotein được coi là thành phần chính trong protein nội sinh ở hồi tràng của gia cầm trong khi đó, protein của vi khuẩn có thể là chất đóng góp lớn nhất cho protein nội sinh ở lợn (Blok và cs., 2017). Đặc điểm kỹ thuật này phù hợp với báo cáo tài liệu của các nghiên cứu trước đây (Kong và Adeola, 2013; Ravindran và cs., 2017). Tuy nhiên, khi xác định giá trị cụ thể, kết quả của chúng tôi phù hợp với nghiên cứu của Kong và Adeola (2013); Ravindran và cs. (2017) nhưng cao hơn báo cáo của Szczurek (2009); Ullah và cs. (2016). Hàm lượng axit amin nội sinh trong ruột của gà thịt phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm tuổi lấy mẫu, loài, tình trạng sức khỏe đường ruột, phương pháp thí nghiệm, ảnh hưởng của các yếu tố chế độ ăn như khoáng chất đánh dấu, loại chất xơ (Adedokun và cs., 2011). Chính vì vậy, sự chênh lệch giữa nghiên cứu của chúng tôi và các nghiên cứu trước đó có thể đến từ sự khác biệt về giống loài vật thử nghiệm, thời gian lấy mẫu, tình trạng sức khỏe đường ruột.... Trong nghiên cứu tổng quan về sự mất mát nội sinh tổng hợp từ 25 nghiên cứu sử dụng phương pháp cho ăn khẩu phần phi protein, Blok và cs. (2017) cũng cho thấy sự khác biệt lớn giữa các nghiên cứu, ví dụ, lysine nội sinh thay đổi từ 73 đến 520 mg và Met từ 44 đến 190 mg.

3.1.3. Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của nguyên liệu thí nghiệm

Ngũ cốc và các sản phẩm phụ từ ngũ cốc:

Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của các axit amin (SID-AA) của ngũ cốc và phụ phẩm được trình bày trong bảng 3.3. Trong nhóm bốn loại ngũ cốc, thóc có

SID-AA thấp nhất, dao động từ 65,23 đến 85,23% và SID-AA của ngô cao nhất với giá trị SID-AA trung bình đạt 85,9%. Trong loại nguyên liệu nguồn gốc từ thóc (thóc, tấm, gạo lứt), lysine, arginine có mức SID cao, đều trên 80%, trong khi cystine, methionine và threonine có SID thấp nhất từ 57,43 đến 77,25% trừ threonine ở gạo lứt (83,22%). Tỷ lệ tiêu hóa cystine ở tấm và thóc rất thấp với các giá trị lần lượt là 60,01 và 65,23%, trong khi các giá trị này ở gạo lứt và ngô đạt 77,25 và 82,27%. Nhìn chung, trong bốn loại thức ăn từ ngũ cốc, ngô cho thấy mức SID-AA vượt trội so với các sản phẩm từ thóc. Các xu hướng này nhìn chung đều thống nhất với dữ liệu đã công bố về ngũ cốc ở gia cầm khi đã chứng minh rằng khả năng tiêu hóa axit amin ở ngô cao hơn hầu hết các ngũ cốc còn lại thường được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi (Szcurek, 2009). Tuy nhiên có sự không nhất quán trong kết quả SID-AA của tấm. Trong nghiên cứu của Ullah và cs. (2016) tấm có giá trị tiêu hóa khá cao gần như tương đương với ngô, trong khi đó nghiên cứu của chúng tôi có giá trị thấp hơn nhiều. Sự chênh lệch này có thể do sự khác biệt thành phần trong tấm có thể là các hạt vỡ ra của hạt gạo trắng hay gạo lứt. Trong nghiên cứu này, tấm là những hạt gạo bị vỡ ra sau khi đã được đánh bóng chính vì vậy tấm có tính chất giống với gạo trắng (rice polishing). Trong khi đó, Ravindran và cs. (2005); Ullah và cs. (2016) cũng đã chỉ ra rằng SID-AA của gạo trắng thấp hơn nhiều so với ngô.

Khi so sánh với các nghiên cứu trước, giá trị SID-AA trong nghiên cứu này thấp hơn. Lý do có thể là giống gà sử dụng trong nghiên cứu này là giống gà sinh trưởng chậm, có mức sinh trưởng nhỏ hơn 50gr/con/ngày trong khi đó trong các nghiên cứu trước đây, các giống gà được sử dụng chủ yếu là gà cao sản như Ross, Cobb. Krás và cs. (2013) đã chỉ ra sự vượt trội về tỷ lệ tiêu hóa tổng số protein của gà cao sản (Cobb) so với gà sinh trưởng chậm (Label Rouge). Cụ thể, ở 20 ngày tuổi, tỷ lệ tiêu hóa tổng số protein của gà Cobb đạt 64,63% trong khi đó gà Label Rouge ở 40 ngày tuổi đạt 50,3%. Trong một nghiên cứu khác, khi so sánh năng suất sinh trưởng của hai giống gà khác nhau về tốc độ sinh trưởng cho thấy: Giai đoạn sinh trưởng của gà Cobb 500 (14-21 ngày tuổi) có mức FCR là 0,95-1,16 kg thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng, trong khi đó, gà sinh trưởng chậm (sasso) ở giai đoạn sinh trưởng (49-56 ngày tuổi) có mức FCR là 1,79-1,98kg (Singh và cs., 2021). Sự khác biệt rõ rệt này cho thấy tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng nói chung và protein hay axit amin nói riêng ở các giống gà sinh trưởng chậm thấp hơn so với các giống cao sản.

Bảng 3.3. Hàm lượng axit amin nội sinh và tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của nhóm nguyên liệu ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc

Chỉ tiêu	EAA (mg/kg VCK)	Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (%)						
		Cám gạo chiết ly	Cám gạo nguyên đầu	Thóc	Gạo lứt	Tầm	Cám mỳ	Ngô
Protein	12368,6 ± 206,6	55,23 ± 5,40	73,71 ± 1,49	76,24 ± 4,02	80,96 ± 1,75	75,45 ± 2,90	81,96 ± 1,64	85,20 ± 2,13
Methionine	128,25 ± 2,02	52,41 ± 6,68	71,54 ± 2,35	70,35 ± 6,02	76,35 ± 2,63	57,43 ± 8,67	83,57 ± 1,66	86,96 ± 5,47
Cystine	279,5 ± 4,81	35,25 ± 6,30	62,89 ± 1,74	65,23 ± 7,78	77,25 ± 1,93	60,01 ± 7,90	80,26 ± 2,73	82,27 ± 2,04
Methionine+Cystine	407,75 ± 6,74	38,72 ± 11,64	67,13 ± 1,60	67,93 ± 6,83	76,79 ± 2,26	58,57 ± 8,28	81,68 ± 2,24	84,55 ± 3,70
Lysine	409,45 ± 9,19	57,61 ± 5,57	72,71 ± 2,48	84,88 ± 4,49	87,64 ± 1,32	88,82 ± 2,41	80,10 ± 1,95	90,66 ± 1,20
Threonine	830,64 ± 13,87	45,12 ± 9,59	76,60 ± 2,19	71,02 ± 8,18	83,22 ± 1,41	72,5 ± 2,69	81,79 ± 3,07	87,48 ± 3,18
Tryptophan	74,00 ± 4,72*	55,46 ± 5,72	78,38 ± 1,25	78,8 ± 5,49	83,84 ± 0,59	82,56 ± 3,54	84,19 ± 2,4	92,35 ± 2,86
Arginine	404,78 ± 7,26	68,30 ± 4,83	80,74 ± 1,86	85,23 ± 3,09	81,24 ± 1,21	82,92 ± 1,66	81,44 ± 1,50	88,19 ± 1,71
Isoleucine	395,96 ± 6,97	47,72 ± 7,57	73,93 ± 2,66	79,63 ± 5,12	80,78 ± 1,19	76,25 ± 2,04	84,41 ± 1,65	87,68 ± 4,17
Leucine	588,46 ± 11,95	50,38 ± 6,99	73,41 ± 2,22	78,26 ± 4,99	80,08 ± 1,67	77,04 ± 2,34	83,55 ± 1,64	83,55 ± 7,42
Valine	549,02 ± 11,25	50,61 ± 7,24	75,71 ± 2,06	79,42 ± 4,84	81,86 ± 1,07	78,29 ± 1,71	82,55 ± 1,64	86,87 ± 2,95
Histidine	304,12 ± 7,30	47,25 ± 8,32	71,79 ± 1,78	76,78 ± 5,83	80,36 ± 1,54	76,82 ± 2,49	77,98 ± 2,00	81,80 ± 1,91
Phenylalanine	279,24 ± 6,54	53,53 ± 6,23	75,31 ± 2,42	82,18 ± 3,78	80,47 ± 1,67	79,60 ± 2,00	85,05 ± 1,29	86,68 ± 6,31
Glycine	506,12 ± 9,00	41,71 ± 9,60	70,10 ± 1,80	75,63 ± 5,60	80,81 ± 1,63	77,29 ± 2,22	75,46 ± 2,22	84,14 ± 1,20
Serine	692,24 ± 11,21	49,33 ± 8,60	74,41 ± 1,75	72,95 ± 6,85	81,21 ± 1,60	74,14 ± 2,77	81,95 ± 2,38	85,25 ± 2,52
Proline	627,06 ± 9,50	42,76 ± 8,63	70,86 ± 1,54	68,41 ± 6,94	80,68 ± 1,84	72,55 ± 3,11	87,97 ± 1,53	78,92 ± 4,34
Alanine	420,45 ± 7,85	54,61 ± 6,60	76,55 ± 2,17	77,96 ± 4,96	80,86 ± 1,69	78,31 ± 1,97	79,32 ± 1,91	85,94 ± 5,48
Aspartic	915,84 ± 15,3	38,07 ± 10,33	71,23 ± 2,24	78,89 ± 4,93	81,4 ± 1,23	80,29 ± 1,78	78,88 ± 2,27	88,41 ± 1,79
Glutamic	953,84 ± 14,53	53,38 ± 7,3	75,22 ± 1,94	77,72 ± 4,63	78,25 ± 1,84	73,32 ± 3,68	88,00 ± 1,20	84,59 ± 6,27
Trung bình		49,01 ± 7,31	73,01 ± 1,83	75,91 ± 5,55	80,5 ± 1,49	74,36 ± 3,04	82,12 ± 1,79	85,90 ± 3,02

Ghi chú: EAA: Axit amin nội sinh; VCK: Vật chất khô; * giá trị tham khảo theo nghiên cứu của Kong và Adeola (2013)

Ở nhóm 3 phụ phẩm ngũ cốc, cám mỳ cho thấy sự vượt trội về tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của các axit amin so với cám gạo chiết ly và cám gạo nguyên dầu với SID-AA trung bình đạt 82,12% so với 49,01 và 73,01%. Trong cám mỳ, axit glutamic và proline là những axit amin có SID cao nhất. Ngoài ra, SID của các axit amin chứa lưu huỳnh như cystine, methionine cũng tương đối cao, đạt trên 80%. Histidine và glycine là các axit amin có SID thấp nhất trong cám mỳ. Là một sản phẩm phụ từ quá trình xay xát gạo, cám gạo chiết ly có mức SID-AA thấp hơn nhiều so với cám gạo nguyên dầu, với mức trung bình là 73,01% ở cám gạo nguyên dầu trong khi chưa đến một nửa số axit amin của cám gạo chiết ly được tiêu hóa ở ruột hồi tràng của gà thịt (49,01%). Đặc biệt, SID của cystine trong cả hai loại cám gạo đều rất thấp, chỉ lần lượt là 35,25 và 62,89%, trong khi arginine, alanine và glutamic có mức SID cao nhất. Xu hướng này cũng có sự tương đồng với kết quả của Ullah và cs. (2016). Tuy nhiên, xét về giá trị tuyệt đối SID-AA trung bình của các axit amin của cám mỳ trong nghiên cứu này cao hơn so với nghiên cứu của Ullah và cs. (2016) với SID-AA trung bình đạt 76,9%. Kết quả này có thể được giải thích bởi gà sinh trưởng chậm có khả năng sử dụng các loại thức ăn giàu xơ tốt hơn với các giống gà cao sản hoặc hàm lượng xơ cao trong khẩu phần ăn ít ảnh hưởng đến khả năng tiêu hóa các chất dinh dưỡng khác trên gà sinh trưởng chậm so với gà cao sản. Krás và cs. (2013) kết luận rằng gà thịt Label Rouge phát triển chậm cho thấy khả năng tiêu hóa khẩu phần giàu chất xơ tốt hơn so với gà thịt dòng phát triển nhanh sau 31 ngày tuổi.

Các loại nguyên liệu giàu protein

Các phụ phẩm giàu protein từ ngô cho thấy tỷ lệ tiêu hóa các axit amin cao với giá trị SID-AA trung bình đạt 73,28 và 79,77% tương ứng đối với DDGS và bột gluten ngô, gluten ngô cho thấy tỷ lệ tiêu hóa cao hơn so với DDGS ở hầu hết các axit amin. Lysine trong DDGS cho thấy khả năng tiêu hóa kém nhất với chỉ 58,89% trong khi axit amin tiêu hóa kém nhất trong gluten meal ngô là histidine (70,84%). Ở nhóm hạt có dầu và phụ phẩm, đậu tương cho thấy tỷ lệ tiêu hóa tất cả các axit amin rất cao với SID-AA trung bình đạt 91,03%, đặc biệt là SID của tryptophan (94,86%) và threonine (94,23%). Khô đậu tương và khô dầu cải cũng có tỷ lệ tiêu hóa các axit amin rất cao với giá trị trung bình lần lượt 80,86% và 82,05%. Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của cystein trong khô đậu tương thấp hơn nhiều so với khô cải (72,57 so với 84,02%) trong khi SID của threonine trong cả hai thành phần là tương đương nhau (77,68 và 76%).

Bảng 3.4. Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của nhóm nguyên liệu giàu protein

Chi tiêu	Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (%)							
	DDGS ngô	Gluten Meal ngô	Đậu tương	Khô đậu tương	Khô dầu cải	Bột cá	Bột thịt xương	Bột huyết
Protein	75,10±4,29	79,47 ± 1,72	91,32 ± 3,93	80,91 ± 2,46	77,84 ± 1,39	88,59 ± 3,27	68,41 ± 5,35	42,78 ± 4,10
Methionine	82,70±3,32	83,12 ± 5,75	91,95 ± 3,84	84,73 ± 1,66	85,89 ± 0,82	87,82 ± 2,64	65,83 ± 7,10	47,05 ± 7,48
Cystine	70,31±5,58	72,97 ± 3,46	90,28 ± 5,46	72,57 ± 2,64	84,02 ± 1,30	90,41 ± 6,84	48,58 ± 5,24	62,12 ± 6,95
Methionine+Cystine	76,50±4,35	78,78 ± 2,87	91,10 ± 4,66	78,49 ± 2,15	84,80 ± 1,09	88,46 ± 3,57	57,09 ± 6,00	54,70 ± 6,74
Lysine	58,89±6,66	78,55 ± 11,00	90,14 ± 3,29	84,73 ± 1,10	80,14 ± 1,10	91,57 ± 2,89	63,21 ± 7,06	50,65 ± 6,47
Threonine	67,47±5,97	76,39 ± 5,36	94,23 ± 4,63	77,68 ± 2,22	76,00 ± 2,70	94,09 ± 5,32	66,11 ± 6,20	54,72 ± 6,18
Tryptophan	64,69±8,5	93,27 ± 4,35	94,86 ± 2,6	87,55 ± 3,68	84,57 ± 2,76	89,49 ± 6,12	72,78 ± 2,84	52,18 ± 6,75
Arginine	78,49±3,95	82,46 ± 0,89	92,17 ± 3,07	86,12 ± 1,02	88,34 ± 0,69	91,87 ± 2,44	68,22 ± 8,09	50,05 ± 6,62
Isoleucine	75,61±4,36	79,81 ± 3,34	91,26 ± 3,48	81,20 ± 1,81	80,04 ± 1,68	92,80 ± 3,15	69,12 ± 7,07	54,49 ± 11,21
Leucine	85,48±2,83	82,78 ± 8,23	90,96 ± 3,35	79,98 ± 1,89	81,82 ± 1,66	92,74 ± 2,91	67,78 ± 7,13	49,79 ± 6,70
Valine	75,07±4,47	79,35 ± 1,14	92,21 ± 3,74	80,58 ± 1,85	79,40 ± 1,81	93,32 ± 3,10	69,04 ± 6,83	49,84 ± 8,33
Histidine	67,83±5,72	70,84 ± 4,15	90,46 ± 3,80	79,38 ± 1,38	83,81 ± 1,27	87,22 ± 5,28	54,62 ± 7,15	47,07 ± 6,85
Phenylalanine	83,97±2,92	82,89 ± 6,96	91,53 ± 3,11	81,94 ± 1,69	85,47 ± 1,31	92,68 ± 2,41	71,07 ± 7,21	48,73 ± 6,66
Glycine	63,82±6,03	74,19 ± 6,42	89,83 ± 4,09	77,98 ± 1,56	79,18 ± 1,71	85,40 ± 3,35	63,30 ± 8,46	51,31 ± 6,71
Serine	73,26±5,04	80,62 ± 2,17	92,03 ± 3,93	79,77 ± 1,70	77,27 ± 2,16	89,35 ± 4,73	62,88 ± 7,10	53,59 ± 5,46
Proline	76,72±4,23	77,30 ± 3,23	91,16 ± 3,74	79,04 ± 1,79	77,90 ± 1,74	87,40 ± 3,62	60,07 ± 8,36	51,23 ± 6,00
Alanine	82,12±3,29	82,82 ± 6,64	91,04 ± 3,62	80,27 ± 1,58	82,17 ± 1,65	90,05 ± 2,73	65,61 ± 8,04	49,97 ± 6,44
Aspartic	64,53±6,12	78,44 ± 0,66	87,62 ± 3,79	79,79 ± 1,32	78,71 ± 1,35	80,02 ± 5,08	49,08 ± 7,18	48,48 ± 7,06
Glutamic	82,80±3,30	81,63 ± 7,35	89,96 ± 3,28	83,85 ± 1,05	87,65 ± 0,82	90,12 ± 2,96	62,76 ± 7,23	50,41 ± 6,71
Trung bình	73,89±4,50	79,77 ± 1,25	91,03 ± 3,78	80,86 ± 1,56	82,05 ± 1,24	89,74 ± 3,59	63,17 ± 6,64	51,42 ± 6,79

DDGS là sản phẩm phụ của quá trình sản xuất etanol từ ngô. Việc sử dụng DDGS như một thành phần thức ăn chăn nuôi đã được ghi nhận như một chất bổ sung năng lượng và protein. Tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng tiêu chuẩn của DDGS trong nghiên cứu của chúng tôi thấp hơn báo cáo của EVONIK (2018) và nhưng trong phạm vi được công bố bởi Adedokun và cs. (2015); (Szcurek, 2009). Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng thấp của lysine trong DDGS có thể được giải thích là do axit amin này bị phá hủy bởi nhiệt trong quá trình khử nước. Thứ nhất, nhiệt áp dụng có thể làm hỏng lysine, do đó làm giảm mức lysine trong DDGS. Thứ hai, phản ứng Maillard giữa đường và protein xảy ra ở nhiệt độ cao có thể dẫn đến khả năng tiêu hóa lysine kém (Pahm và cs., 2008). Lysine luôn là một axit amin được quan tâm đặc biệt trong các mẫu DDGS do sự thay đổi lớn về nồng độ và khả năng tiêu hóa. Adeola và Ragland (2016); Adedokun và cs. (2015) cũng kết luận rằng tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng thấp nhất trong các sản phẩm của quá trình chế biến ngô thành ethanol là lysine với giá trị 70,2%. Adedokun và cs. (2015) báo cáo SID lysine của năm loại DDGS khác nhau cho gà thịt chỉ dao động từ 49,9-63,3%. Cũng là những sản phẩm phụ từ quá trình chế biến ngô, gluten meal ngô có hàm lượng lysine thấp và tỷ lệ tiêu hóa của axit amin này cũng thấp. Kết quả này cũng tương đồng với những nghiên cứu trước đây khi kết luận rằng lysine là axit amin giới hạn thứ nhất trong gluten meal ngô (Peter và cs., 2000).

Trong các loại phụ phẩm từ hạt có dầu, SID-AA của đậu tương nằm trong phạm vi tổng quan tài liệu của các nghiên cứu trước đây. Kết quả của chúng tôi cao hơn báo cáo của Ravindran và cs. (2014) nhưng thấp hơn so với kết quả được công bố bởi Valencia và cs. (2009). Sự khác biệt có thể đến từ phương pháp xử lý của đậu tương. Hai yếu tố kháng dinh dưỡng quan trọng nhất và được hiểu rõ nhất trong đậu tương là chất ức chế trypsin và lectin. Do đó, đậu tương cần được chế biến bằng nhiệt để giảm thiểu tác động tiêu cực đến khả năng tiêu hóa chất dinh dưỡng và năng suất của vật nuôi. Một loạt các phương pháp đã được phát triển để xử lý nhiệt hạt đậu tương bao gồm ép đùn (khô hoặc ướt), nấu, nướng/rang, vi sinh... Các phương pháp chế biến này có các tác động khác nhau đến giá trị dinh dưỡng của đậu tương tùy thuộc vào thiệt hại về dinh dưỡng do nhiệt hoặc mức độ bất hoạt của các yếu tố kháng dinh dưỡng. Trong thử nghiệm của chúng tôi, đậu tương đã được xử lý bằng nhiệt (nướng) trong khi phương pháp ép đùn (extraction) trong nhiệt độ cao và kết hợp với nổ bông (expanding) được sử dụng trong nghiên cứu của Ravindran và cs. (2014) và nghiên cứu của Valencia và cs. (2009). Trong nghiên cứu của chúng tôi, kết quả SID-AA của khô cải tương đồng với các nghiên cứu trước đó trong khi kết quả của khô đậu tương lại không nhất quán. Szcurek (2010) kết luận rằng, khô cải với 371,9g pr/kg VCK có SID trung bình của axit amin thiết yếu là 81,5%. Trong thí nghiệm khác của Woyengo và cs. (2010), cả hai loại khô cải (bột hạt cải chiết xuất bằng dung môi và bột hạt cải chiết xuất từ chất xúc tác) đã được sử dụng để so sánh khả năng tiêu hóa axit amin. Kết quả cho thấy tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trung bình của axit amin của hai loại khô cải nói trên là 77,4-81,00%. Khô đậu

tương được phân loại dựa trên hàm lượng protein cũng như nguồn gốc. Mỹ, Brazil, Argentina và Ấn Độ là những nhà cung cấp thống trị trên thị trường khô đậu tương toàn cầu. Trong số đó, phân loại theo lượng protein và khả năng tiêu hóa, khô đậu tương Mỹ là loại có giá trị cao nhất tiếp theo là Brazil và Argentina, thấp nhất là loại Ấn Độ (Lagos và Stein, 2017; Thakur và Hurburgh, 2007). Tuy nhiên cũng giống như đậu tương, quá trình tiêu hóa axit amin của khô đậu tương bị ảnh hưởng bởi quá trình xử lý nhiệt để phá hủy hoặc làm giảm mức độ của các yếu tố kháng dinh dưỡng, đặc biệt là các chất ức chế trypsin. Quá trình chế biến cung cấp thừa và thiếu nhiệt đều gây bất lợi cho bảo toàn giá trị dinh dưỡng của khô đậu tương. Khô đậu tương được sử dụng trong thử nghiệm của chúng tôi có 47,42% CP và đến từ Argentina, tuy nhiên, SID-AA thấp hơn so với các công bố trước đó (EVONIK, 2018; Szczurek, 2009; Ullah và cs., 2016) và tương tự với SBM từ Ấn Độ (Ravindran và cs., 2014).

Trong nhóm nguyên liệu giàu protein có nguồn gốc động vật, SID-AA trung bình của các loại nguyên liệu đạt: Bột cá: 89,74%; bột thịt xương: 63,17%; bột huyết: 51,42%. Bột cá cho thấy hệ số tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cao và đồng đều của tất cả axit amin với giá trị khoảng 90% ngoại trừ aspartic (80,02%). Cystine và aspartic có SID thấp nhất trong bột thịt xương (48,58 và 49,08%) trong khi methionine và histidine là axit amin tiêu hóa kém nhất ở bột huyết với 47,05 và 47,07%. Bột thịt xương và bột cá là sản phẩm phụ của quá trình chế biến thịt, cá. Tuy là nguồn thức ăn quan trọng và giàu dinh dưỡng tuy nhiên giá trị dinh dưỡng của những loại nguyên liệu này lại dao động lớn phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Chất lượng bột cá phụ thuộc vào loại cá chế biến, tỷ lệ xương cá, môi trường đánh bắt, quá trình sơ chế và chế biến cá (Cho và Kim, 2011). Bột cá có nguồn gốc từ Việt Nam bao gồm cá đánh bắt có kích thước không phù hợp với tiêu chuẩn hàng hóa, sản phẩm dư thừa từ quá trình chế biến, cá hư hỏng, phụ phẩm của quá trình sản xuất nước mắm, đầu cá (Kopinski và cs., 2008). Chất lượng bột thịt xương phụ thuộc vào tỷ lệ thịt, xương, loại thịt, phương pháp chế biến, phụ phẩm trong quá trình chế biến (Adedokun và cs., 2014). Trong nghiên cứu 7 loại bột thịt xương khác nhau có hàm lượng protein thô dao động từ 47,3 đến 55,9%, Adedokun và cs. (2014) đã xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng trung bình các axit amin thiết yếu của các loại bột thịt xương này dao động từ 65,9 đến 80,7%. Trong đó đáng chú ý là loại bột thịt xương có hàm lượng protein thô cao (loại số 6 với 55,9% protein thô) lại có SID-AA thấp (đạt 68,1% trung bình). Bột thịt xương trong nghiên cứu của luận án có mức protein thô đạt 52,84% và SID-AA đạt 63,17% thấp hơn so với nghiên cứu của Adedokun và cs. (2014) nhưng tương đương với nghiên cứu của Hồ Lê Quỳnh Châu (2014). Bột huyết có hàm lượng protein thô rất cao đạt 93,94% tuy nhiên tỷ lệ tiêu hóa lại khá thấp với SID-AA đạt 51,42%.

Tóm lại: Tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng các axit amin của ngô đạt khá cao với giá trị trung bình 85,9% cao hơn so với thóc và các sản phẩm từ thóc. Cám mỳ cho thấy sự vượt trội về tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng chuẩn hóa các axit amin so với cám gạo chiết ly và cám gạo nguyên dầu (82,12% so với 49,01 và 73,01%). Trong các nguyên liệu giàu protein,

đậu tương cho thấy khả năng tiêu hóa các axit amin cao nhất với giá trị SID-AA trung bình đạt 91,03%. Các phụ phẩm giàu protein từ ngô và hạt có dầu cho thấy tỷ lệ tiêu hóa các axit amin cao với giá trị SID-AA trung bình đạt 73,89 đến 82,12%. Trong nhóm nguyên liệu giàu protein có nguồn gốc động vật. Bột cá cho thấy tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cao và đồng đều của tất cả axit amin với giá trị trung bình đạt 89,74%% vượt trội hơn so với bột thịt xương và bột huyết (63,17% và 51,42%). Kết quả về SID-AA của các nguyên liệu thí nghiệm được sử dụng để phối hợp khẩu phần trong các nghiên cứu tiếp theo của luận án.

3.2. XÁC ĐỊNH MỨC LYSINE TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN TRONG KHẨU PHẦN ĂN CỦA GÀ THỊT LÔNG MÀU

3.2.1. Ảnh hưởng của các mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng, tích lũy Nitơ và phát thải khí gây mùi

Kết quả về tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng được trình bày trong bảng 3.5. Kết quả cho thấy, ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi, tỷ lệ tiêu hóa protein có sự khác nhau giữa các nghiệm thức ($P<0,05$), nghiệm thức 1 với mức SID-Lys thấp nhất có tỷ lệ tiêu hóa protein thấp hơn các nghiệm thức còn lại. Xu hướng tương tự cũng được ghi nhận ở hai giai đoạn còn lại khi nghiệm thức 4 và 5 có tỷ lệ tiêu hóa protein cao nhất và khác biệt rõ rệt so với nghiệm thức 1. Sự cải thiện rõ rệt ở tỷ lệ tiêu hóa protein ở các nghiệm thức có mức SID-Lys cao đã dẫn đến tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô và chất hữu cơ ở nghiệm thức 4 và 5 cao hơn so với nghiệm thức 1 ($P<0,05$) và tương đương với nghiệm thức 2 và 3 ($P>0,05$).

Bảng 3.5. Ảnh hưởng của mức SID-Lys khẩu phần đến tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng của gà thí nghiệm

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	68,89	68,34	68,68	68,70	69,22	0,867	0,966
Protein thô (%)	56,93 ^b	58,71 ^{ab}	59,13 ^{ab}	59,05 ^{ab}	60,29 ^a	0,605	0,020
Chất hữu cơ (%)	71,66	71,84	71,66	71,98	72,92	0,838	0,808
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	72,60 ^b	75,01 ^{ab}	75,13 ^{ab}	76,70 ^a	76,98 ^a	0,899	0,026
Protein thô (%)	66,04 ^b	68,71 ^{ab}	69,13 ^{ab}	69,43 ^{ab}	71,15 ^a	0,851	0,012
Chất hữu cơ (%)	75,62 ^b	77,99 ^{ab}	78,71 ^{ab}	80,17 ^a	80,31 ^a	0,931	0,017
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	69,41 ^b	71,74 ^{ab}	71,95 ^{ab}	72,72 ^a	72,53 ^a	0,641	0,016
Protein thô (%)	55,34 ^b	56,87 ^{ab}	57,56 ^{ab}	59,67 ^a	60,39 ^a	0,987	0,015
Chất hữu cơ (%)	73,48 ^b	75,30 ^{ab}	76,24 ^a	76,77 ^a	76,44 ^a	0,603	0,010

Ghi chú: Nghiệm thức 3 có mức SID-lys tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng 1,2; 1,05 và 0,95%, các nghiệm thức còn lại là mức tăng hoặc giảm tương xứng 0,1 và 0,2%. Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Lượng Nito ăn vào của gà ở các nghiệm thức trong hai giai đoạn 1-28 và 29-56 ngày tuổi là không có sự sai khác, tuy nhiên ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi, lượng Nito ăn vào thấp hơn hẳn ở nghiệm thức có mức SID-Lys khẩu phần cao nhất (nghiệm thức 5) (bảng 3.6). Lượng Nito thải ra có xu hướng giảm khi gà được ăn khẩu phần có mức SID-Lys tăng ($P<0,05$), chính vì vậy lượng Nito tích lũy/con/ngày và tính trên kg vật chất khô thức ăn có xu hướng tăng cùng với mức tăng SID-Lys trong khẩu phần. Xu hướng này xảy ra ở cả 3 giai đoạn sinh trưởng của gà thí nghiệm.

Mức độ phát thải khí NH_3 trong phân gà thí nghiệm được trình bày ở bảng 3.7. Kết quả phát thải khí NH_3 trong phân gà ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi không có sự khác nhau giữa các nghiệm thức ($P>0,05$). Trong hai giai đoạn còn lại, hàm lượng khí NH_3 có xu hướng giảm khi gà được ăn khẩu phần có mức SID-Lys tăng dần ($P<0,05$). Nghiệm thức 1 với mức SID-Lys thấp nhất cho mức phát thải cao nhất ở hai giai đoạn này với 4,83 và 4,49 mg/m^3 , thấp nhất ở nghiệm thức 5 với tương ứng 4,26 và 3,56 mg/m^3 . Trong khi đó, thay đổi hàm lượng SID-Lys trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến phát thải khí H_2S trong phân gà thí nghiệm trong cả 3 giai đoạn thí nghiệm.

Bảng 3.6. Ảnh hưởng của mức SID-Lys khẩu phần đến tích lũy Nito của gà thí nghiệm

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
N ăn vào (g/con/ngày)	1,49	1,48	1,49	1,50	1,50	0,006	0,127
N thải ra (g/con/ngày)	0,64 ^b	0,61 ^{ab}	0,61 ^{ab}	0,61 ^{ab}	0,60 ^a	0,009	0,030
N tích lũy (g/con/ngày)	0,85 ^b	0,87 ^{ab}	0,88 ^{ab}	0,89 ^{ab}	0,90 ^a	0,010	0,027
N tích lũy (g/kg VCK TĂ)	21,48 ^b	22,18 ^{ab}	22,14 ^{ab}	22,13 ^{ab}	22,62 ^a	0,227	0,042
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
N ăn vào (g/con/ngày)	3,12	3,34	3,26	3,17	3,29	0,064	0,160
N thải ra (g/con/ngày)	1,06 ^b	1,04 ^{ab}	1,00 ^{ab}	0,97 ^{ab}	0,95 ^a	0,024	0,025
N tích lũy (g/con/ngày)	2,06 ^b	2,29 ^{ab}	2,25 ^{ab}	2,20 ^{ab}	2,34 ^a	0,062	0,043
N tích lũy (g/kg VCK TĂ)	22,82 ^b	23,81 ^{ab}	23,96 ^{ab}	23,97 ^{ab}	24,87 ^a	0,295	0,004
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
N ăn vào (g/con/ngày)	3,09 ^{ab}	3,24 ^{ab}	3,17 ^{ab}	3,47 ^a	2,88 ^b	0,092	0,006
N thải ra (g/con/ngày)	1,38 ^{ab}	1,40 ^a	1,35 ^{ab}	1,40 ^a	1,14 ^b	0,057	0,027
N tích lũy (g/con/ngày)	1,71 ^b	1,84 ^b	1,82 ^b	2,07 ^a	1,74 ^b	0,051	0,001
N tích lũy (g/kg VCK TĂ)	18,06 ^b	18,57 ^{ab}	18,83 ^{ab}	19,41 ^{ab}	19,78 ^a	0,322	0,014

Ghi chú: VCK: Vật chất khô; TĂ: thức ăn; Nghiệm thức 3 có mức SID-lys tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng 1,2; 1,05 và 0,95%, các nghiệm thức còn lại là mức tăng hoặc giảm tương ứng 0,1 và 0,2%. Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Tỷ lệ tiêu hóa protein tăng khi tăng hàm lượng lysine trong khẩu phần thức ăn của gà thịt đã được chứng minh bởi các nghiên cứu trước đây. Thu và cs. (2021) đã tiến hành thử nghiệm bổ sung lysine ở mức 0,1; 0,2; 0,3 % tăng thêm so với khẩu phần cơ sở đến khả năng tiêu hóa protein ở gà Nòi. Kết quả cho thấy sự cải thiện rõ rệt về tỷ lệ tiêu hóa protein khi hàm lượng lysine trong khẩu phần tăng lên. Kết quả tương tự cũng được

Ojediran và cs. (2018) đưa ra khi thử nghiệm ba mức lysine khác nhau trong khẩu phần ăn của gà đến tỷ lệ tiêu hóa protein. Gà được ăn khẩu phần có hàm lượng lysine cao hơn có tỷ lệ tiêu hóa protein cao hơn. Các kết quả này phù hợp với nghiên cứu của chúng tôi khi tỷ lệ tiêu hóa protein của khẩu phần được cải thiện với mức tăng hàm lượng SID-Lys. Khi tăng hàm lượng SID-Lys, các axit amin khác cũng được cân đối tăng theo tỷ lệ với lysine, chính vì vậy, hàm lượng axit amin tự do trong khẩu phần tăng lên và hàm lượng các loại nguyên liệu cung cấp protein dạng thô như khô đậu tương giảm đi. Tỷ lệ tiêu hóa cao gần như tuyệt đối của các axit amin tự do có thể là nguyên nhân dẫn đến tỷ lệ tiêu hóa protein tăng khi khẩu phần có hàm lượng axit amin tự do cao. Sự thiếu hụt lysine ở nghiệm thức 1 có thể dẫn đến sự mất cân bằng axit amin, và làm giảm sự tiêu hóa hấp thu các axit amin khác do chúng chỉ được hấp thu đến ngưỡng tối đa của axit amin giới hạn.

Bảng 3.7. Ảnh hưởng của mức SID-Lys khẩu phần đến phát thải khí NH₃ và H₂S của gà thí nghiệm

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	48,59	44,98	44,33	43,85	42,91	2,013	0,352
NH ₃ (mg/m ³)	5,02	4,84	4,77	4,73	4,46	0,256	0,646
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	42,75	39,12	38,16	37,02	36,56	1,849	0,174
NH ₃ (mg/m ³)	4,83 ^a	4,54 ^{ab}	4,41 ^b	4,36 ^b	4,24 ^b	0,086	0,001
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	37,17	34,86	34,46	33,91	33,60	1,201	0,276
NH ₃ (mg/m ³)	4,49 ^a	3,99 ^{ab}	3,85 ^{ab}	3,79 ^b	3,56 ^b	0,162	0,009

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Nghiệm thức 3 có mức SID-Lys tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng 1,2; 1,05 và 0,95%, các nghiệm thức còn lại là mức tăng hoặc giảm tương ứng 0,1 và 0,2%.

Amoniac là một hợp chất chứa nitơ dễ bay hơi do vi sinh vật phân hủy axit uric và protein không tiêu hóa được trong phân của gia cầm. Hàm lượng NH₃ trong phân vì thế phụ thuộc vào các yếu tố nguồn cơ chất để vi sinh vật hoạt động (hàm lượng Nitơ trong phân), độ ẩm của phân và nhiệt độ môi trường (Liu và cs., 2007; Nimmermark và Gustafsson, 2005). Trong điều kiện gà nuôi trong cùng một môi trường và cùng thời điểm, yếu tố hàm lượng Nitơ trong phân sẽ quyết định hàm lượng phát thải khí NH₃. Ở các nghiệm thức có hàm lượng SID-Lys cao hơn, tỷ lệ tiêu hóa protein được cải thiện, tăng tích lũy Nitơ trong cơ thể và giảm bài tiết Nitơ trong phân. Đây có thể là lý do làm giảm phát thải khí NH₃ trong phân gà ở các nghiệm thức có mức SID-Lys cao trong nghiên cứu này.

3.2.2. Ảnh hưởng của các mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn

Khối lượng cơ thể gà ở 28, 56 và 84 ngày tuổi có xu hướng tăng ($P < 0,05$) khi tăng hàm lượng SID-Lys (Bảng 3.8). Sự khác biệt về khối lượng cơ thể gà giữa khẩu

phần có mức SID-Lys cao nhất và thấp nhất lần lượt là 5,50, 5,99 và 4,5% ở 28, 56 và 84 ngày tuổi. Tính đến 84 ngày tuổi, gà ở nghiệm thức 1 với mức SID-Lys thấp nhất có khối lượng thấp nhất, tuy nhiên sự sai khác chỉ xảy ra giữa nghiệm thức 1 và nghiệm thức 5 ($P < 0,05$). Sự gia tăng hàm lượng SID-Lys trong khẩu phần dẫn đến tăng ADG ($P < 0,05$) trong hai giai đoạn đầu của thí nghiệm. Tuy nhiên sự khác biệt về ADG giữa các nghiệm thức trong giai đoạn 57-84 ngày tuổi là không rõ rệt ($P > 0,05$). Tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm, tăng lượng SID-Lys trong khẩu phần làm tăng tốc độ sinh trưởng của gà thí nghiệm, tuy nhiên sự khác biệt rõ rệt chỉ quan sát thấy giữa ở nghiệm thức 1 khi khẩu phần có mức SID-Lys thấp nhất so với nghiệm thức 5.

Bảng 3.8. Ảnh hưởng của hàm lượng SID-Lys đến khối lượng cơ thể và khả năng tăng khối lượng của gà thí nghiệm.

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Khối lượng cơ thể (g)							
KL 1 nt	32,31	32,45	32,55	32,38	32,35		
KL 28 nt	354,1 ^{bc}	350,8 ^c	357,0 ^{abc}	371,1 ^{ab}	374,2 ^a	4,74	0,006
KL 56 nt	1102 ^b	1133 ^{ab}	1134 ^{ab}	1165 ^a	1168 ^a	10,70	0,002
KL 84 nt	1944 ^b	1986 ^{ab}	2015 ^{ab}	2013 ^{ab}	2032 ^a	17,04	0,013
Tăng khối lượng bình quân (g/con/ngày)							
GD 1-28 nt	11,49 ^{bc}	11,37 ^c	11,59 ^{abc}	12,1 ^{ab}	12,21 ^a	0,170	0,006
GD 29-56 nt	26,72 ^b	27,93 ^{ab}	27,76 ^{ab}	28,34 ^a	28,35 ^a	0,365	0,030
GD 57-84 nt	30,04	30,45	31,45	30,32	30,86	0,540	0,415
GD 1-84 nt	22,75 ^b	23,25 ^{ab}	23,6 ^{ab}	23,58 ^{ab}	23,81 ^a	0,203	0,013

Ghi chú: Nt: Ngày tuổi, GD: Giai đoạn. Nghiệm thức 3 có mức SID-lys tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng 1,2; 1,05 và 0,95%, các nghiệm thức còn lại là mức tăng hoặc giảm tương ứng 0,1 và 0,2%. Trong cùng một hàng, các giá trị khác nhau khi mang các chữ cái khác nhau ($P < 0,05$).

Lượng thức ăn ăn vào bị ảnh hưởng bởi các mức SID-Lys khác nhau ở giai 1-28 và 29-56 ngày tuổi ($P < 0,05$) (Bảng 3.9). Trong những giai đoạn đó, gà có xu hướng ăn ít hơn trong các nghiệm thức có mức SID-Lys cao hơn. Trong giai đoạn vỗ béo, không có sự khác biệt về lượng thức ăn tiêu thụ giữa các nghiệm thức ($P > 0,05$). Tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm, lượng thức ăn tiêu thụ giảm dần khi tăng mức SID-Lys trong khẩu phần, từ 64,63 g/con/ngày ở khẩu phần SID-Lys thấp nhất xuống 61,84 g/con/ngày ở khẩu phần có mức SID-Lys cao nhất.

Mức SID-Lys trong khẩu phần có ảnh hưởng đến tiêu tốn thức ăn ở hai giai đoạn đầu của thí nghiệm ($P < 0,05$). Trong giai đoạn 1-28 ngày tuổi, gà cho ăn khẩu phần có hàm lượng SID-Lys 1,3 và 1,4% (nghiệm thức 4 và 5) có mức tiêu tốn thức ăn thấp hơn (1,88 và 1,91 kg TĂ/kg TKL) so với khẩu phần 1 và 2 (2,05 và 2,09 kg TĂ/kg TKL). Xu hướng tương tự cũng quan sát thấy trong giai đoạn sinh trưởng (29-56 ngày tuổi) tuy nhiên sự sai khác xảy ra giữa nghiệm thức 1 và các nghiệm thức còn lại. Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tiêu tốn thức ăn giữa các khẩu phần trong giai

đoạn 57-84 ngày tuổi ($P > 0,05$). Nhìn chung, tính cho cả giai đoạn thí nghiệm, tăng hàm lượng SID-Lys trong khẩu phần ăn làm giảm tiêu tốn thức ăn ($P < 0,05$), với mức giảm 8,45% ở nghiệm thức 5 so với nghiệm thức 1 (2,6 so với 2,84 kg TĂ/kg TKL).

Bảng 3.9. Ảnh hưởng của mức SID-Lys đến lượng thức ăn tiêu thụ, tiêu tốn thức ăn và chi phí thức ăn

Nghiem thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Thức ăn tiêu thụ (g/con/ngày)							
GĐ 1-28 nt	23,49 ^a	23,79 ^a	22,74 ^b	22,7 ^b	23,25 ^{ab}	0,174	0,001
GĐ 29-56 nt	69,69 ^a	66,98 ^{ab}	65,21 ^b	65,55 ^b	65,00 ^b	0,668	0,000
GĐ 57-84 nt	100,7	103,0	102,43	98,23	98,06	2,095	0,255
GĐ 1-84 nt	64,63 ^a	64,59 ^{ab}	63,46 ^{abc}	62,16 ^{bc}	61,84 ^c	0,718	0,030
SID-Lys ăn vào, g/con/ngày							
GĐ 1-28 nt	0,235 ^e	0,262 ^d	0,273 ^c	0,295 ^b	0,326 ^a	0,002	<0,001
GĐ 29-56 nt	0,592 ^e	0,636 ^d	0,685 ^c	0,754 ^b	0,813 ^a	0,007	<0,001
GĐ 57-84 nt	0,755 ^d	0,875 ^c	0,973 ^b	1,031 ^b	1,128 ^a	0,018	<0,001
GĐ 1-84 nt	0,528 ^e	0,591 ^d	0,644 ^c	0,693 ^b	0,752 ^a	0,006	<0,001
Tiêu tốn thức ăn (kg TĂ/kg TKL)							
GĐ 1-28 nt	2,05 ^a	2,09 ^a	1,96 ^{ab}	1,88 ^b	1,91 ^b	0,032	<0,001
GĐ 29-56 nt	2,61 ^a	2,40 ^b	2,35 ^b	2,32 ^b	2,29 ^b	0,032	<0,001
GĐ 57-84 nt	3,35	3,39	3,26	3,24	3,18	0,081	0,306
GĐ 1-84 nt	2,84 ^a	2,78 ^{ab}	2,69 ^{bc}	2,64 ^c	2,60 ^c	0,330	<0,001
Chi phí thức ăn (đ/kg TKL)							
GĐ 1-28 nt	16673 ^{ab}	17114 ^a	16101 ^{abc}	15552 ^c	15981 ^{bc}	260,6	0,004
GĐ 29-56 nt	21267 ^a	19691 ^b	19372 ^b	19254 ^b	19315 ^b	266,0	<0,001
GĐ 57-84 nt	26252	26698	25864	25994	25901	641,0	0,819
GĐ 1-84 nt	21397 ^a	21168 ^{ab}	20446 ^b	20267 ^b	20318 ^b	218,4	0,013

Nt: Ngày tuổi, GĐ: Giai đoạn. Nghiệm thức 3 có mức SID-lys tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng 1,2; 1,05 và 0,95%, các nghiệm thức còn lại là mức tăng hoặc giảm tương ứng 0,1 và 0,2%. Các giá trị trong cùng một hàng khác nhau khi mang các chữ cái khác nhau ($P < 0,05$).

Hàm lượng SID-Lys trong khẩu phần ảnh hưởng rõ rệt đến chi phí thức ăn ($P < 0,05$) ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi; 29-56 ngày tuổi và tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm. Ở giai đoạn 1-28 và 29-56 ngày tuổi, chi phí thức ăn thấp nhất quan sát thấy ở nghiệm thức 4 tương ứng 15552 và 19254 đ/kg TKL. Mặc dù không có sự sai khác về chi phí thức ăn giữa nghiệm thức 4 so với nghiệm thức 3 và 5 ở 2 giai đoạn này, tuy nhiên xét về giá trị tuyệt đối chi phí thức ăn nghiệm thức 4 thấp hơn nghiệm thức 3 và 5 từ 2,7-3,5% ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi và 0,3-0,6% ở giai đoạn 29-56 ngày tuổi. Giai đoạn 57-84 ngày tuổi, tuy không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức, nhưng xét về giá trị tuyệt đối, nghiệm thức 3 cho mức chi phí thức ăn thấp nhất đạt 25864 đ/kgTKL thấp hơn nghiệm thức 4 là 130đ tương ứng 1,25%. Tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm, chi phí thức ăn thấp nhất ở nghiệm thức 4 với 20267 đồng cho mỗi kg tăng khối lượng.

Mô hình hồi quy không tuyến tính (broken-line regression) được sử dụng để ước tính nhu cầu SID-Lys cho mức sinh trưởng và tiêu tốn thức ăn tối ưu (bảng 3.10). Hàm lượng SID-Lys để cho mức sinh trưởng tối đa cao hơn so với đạt mức tiêu tốn thức ăn tối thiểu. Hàm lượng SID-Lys ước tính cho sinh trưởng tối đa là 1,347; 1,117; 0,907 tương ứng cho ba giai đoạn thí nghiệm. Trong khi đó hàm lượng SID-Lys ước tính cho tiêu tốn thức ăn tối thiểu là 1,304; 1,076 và 0,907 tương ứng.

Bảng 3.10. Ước tính nhu cầu SID-Lys ở các giai đoạn sinh trưởng bằng hồi quy phi tuyến tính (broken-line)

Giai đoạn (ngày tuổi)	Chỉ tiêu	Phương trình	SID-Lys tối ưu	P-value	R ²
1 – 28	ADG	$Y = 12,085 - 2,44 (1,347 - \text{SIDLys})$	1,347	0,003	0,436
	FCR	$Y = 1,894 + 0,6404 (1,304 - \text{SIDLys})$	1,304	<0,001	0,513
29 – 56	ADG	$Y = 28,34 - 522 (1,117 - \text{dLys})$	1,117	0,013	0,328
	FCR	$Y = 2,305 + 1,30 (1,076 - \text{SIDLys})$	1,076	<0,001	0,706
57 – 84	ADG	$Y = 31,159 - 11 (0,906 - \text{SIDLys})$	0,906	0,044	0,323
	FCR	$Y = 3,147 + 1,427 (0,907 - \text{SIDLys})$	0,907	0,030	0,307
1 – 84	ADG	$Y = 23,63 - 4,04 (1,10 - \text{SIDLys})$	1,100	0,003	0,323
	FCR	$Y = 2,636 + 1,072 (1,06 - \text{SIDLys})$	1,060	<0,001	0,395

SIDLys: Mức SIDLys trong khẩu phần. Y : ADG hoặc FCR tại các giá trị SIDLys khác nhau

Trong nghiên cứu này, việc tăng hàm lượng SID-Lys trong khẩu phần ăn có tác động tích cực đến tốc độ sinh trưởng, tiêu thụ thức ăn và tiêu tốn thức ăn trong giai đoạn 1-28 và 29-56 ngày tuổi ở gà Lương Phượng nuôi thịt. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây (Kerr và Kidd, 1999; Nasr và Kheiri, 2011; Rezaei và cs., 2004; Selle và cs., 2007). Vai trò của lysine đã được chứng minh là một axit amin rất quan trọng ở động vật dạ dày đơn. (i) lysine là axit amin giới hạn thứ hai trong chế độ ăn của gia cầm và là chất nền để tạo ra các protein, peptide và các phân tử không phải peptide trong cơ thể (Liao và cs., 2015). (ii) lysine có thể thay đổi sự trao đổi chất của hầu hết các axit amin khác, nhưng không bị ảnh hưởng bởi những axit amin đó, do đó lysine thường được sử dụng để làm giá trị tham chiếu để tính toán hàm lượng các loại axit amin khác trong khẩu phần (Shikata và cs., 2007). Một vai trò quan trọng khác của lysine là nó có tác động tích cực đến việc sản xuất hormone sinh trưởng (GH), insulin - sinh trưởng 1 (IGF-1) (Wang và cs., 2017). Các hormone này được gọi là trục somatotropic (Velloso, 2008), được coi là con đường điều tiết chính cho sự phát triển của mô cơ. Gà đang phát triển được cho ăn chế độ ăn thiếu lysine ở cả chế độ nuôi tự do hoặc hạn chế đều có mức IGF-

1 huyết tương thấp hơn (Carew và cs., 2005). Đây có thể là những lý do tại sao việc tăng mức lysine trong chế độ ăn tạo ra tác động tích cực đến tốc độ sinh trưởng. Một hồi quy tuyến tính dương giữa lượng lysine khẩu phần và tăng khối lượng bình quân ở gà thịt lúc 8-21 ngày tuổi đã được báo cáo bởi Oliveira và cs. (2013) ($Y_{ADG} = 535,393 + 20,3388X$; $R^2 = 0,99$; trong đó X: Mức Lys tiêu hóa).

Trong nghiên cứu này, mức SID-lys trong khẩu phần ăn càng cao thì lượng thức ăn ăn vào càng thấp được quan sát thấy ở giai đoạn 1-28 và 29-56 ngày tuổi. Hàm lượng axit amin thiết yếu khác bao gồm methionine, threonine, tryptophan, arginine trong khẩu phần tăng lên theo mức lysine do các axit amin này được cân bằng theo lysine. Chính vì thế khẩu phần ăn với mật độ axit amin cao hơn có thể đã đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của gà với mức ăn vào thấp hơn (Hussain và cs., 2018). Kết quả tương tự đã được báo cáo bởi Corzo và cs. (2005), trong đó mức thức ăn tiêu thụ thấp hơn do nồng độ axit amin trong khẩu phần ăn cao hơn.

Gà được ăn khẩu phần có hàm lượng SID-Lys tăng dần có xu hướng cải thiện tiêu tốn thức ăn trong nghiên cứu này tương đồng với một số kết quả nghiên cứu trước đây. Oliveira và cs. (2013) cho thấy mối tương quan hồi quy tuyến tính âm giữa mức lysine và tiêu tốn thức ăn trong phương trình hồi quy: $Y_{FCR} = 2,05775 - 0,540916 X$ ($R^2 = 0,99$; X: Mức lysine tiêu hóa). Kết luận tương tự cũng được đưa ra trong nghiên cứu gần đây của Johnson và cs. (2020) khi gà thịt được cho ăn khẩu phần có mật độ axit amin thiết yếu tăng dần 5; 10; 15; 20% làm giảm chỉ số tiêu tốn thức ăn.

Tuy nhiên, có những kết quả không thống nhất về ảnh hưởng của mức SID-Lys trong khẩu phần đối với thức ăn tiêu thụ và tiêu tốn thức ăn của gà thịt. Rezaei và cs. (2004) kết luận rằng thức ăn tiêu thụ tăng tuyến tính với mức lysine mà không ảnh hưởng đến tiêu tốn thức ăn. Mặt khác, một số nghiên cứu khác chỉ ra những tác động tích cực đến năng suất của gà thịt thông qua việc cải thiện cả thức ăn tiêu thụ và tiêu tốn thức ăn khi gà được ăn khẩu phần có hàm lượng lysine tăng dần (Fatufe và cs., 2004; Khwatenge và cs., 2020; Sterling và cs., 2006) tương đồng với nghiên cứu của luận án. Trong khi đó, cũng có các nghiên cứu khác báo cáo rằng việc tăng lysine trong khẩu phần ăn chỉ làm giảm tiêu tốn thức ăn mà không ảnh hưởng đến thức ăn tiêu thụ (Selle và cs., 2007; Zarghi và cs., 2020). Sự khác biệt này có thể đến từ phương pháp bố trí thí nghiệm và các mức lysine thử nghiệm. Trong nghiên cứu của Rezaei và cs. (2004), tác giả chỉ thử nghiệm hai mức lysine từ mức thấp lên mức tiêu chuẩn (từ 0,84 lên 1% cho giai đoạn khởi động và 0,72 lên 0,82% giai đoạn sinh trưởng). Tương tự như vậy, Zarghi và cs. (2020) cũng chỉ thử nghiệm các mức lysine tiêu hóa từ 0,88 đến 1,12% nên hàm lượng

lysine và các axit amin thiết yếu khác trong khẩu phần không quá cao dẫn đến không có tác động đến lượng thức ăn tiêu thụ.

Trong giai đoạn 57-84 ngày tuổi, không có sự khác biệt đáng kể về hiệu suất sinh trưởng giữa các nghiệm thức. Có thể giải thích rằng ở giai đoạn này hàm lượng lysine thấp nhất có thể cung cấp đủ lysine cho sinh trưởng và phát triển của gà. Hơn nữa trong giai đoạn này, sự tích tụ chất béo là quan trọng để cải thiện tốc độ sinh trưởng. Grisoni và cs. (1990) chỉ ra rằng tăng protein khẩu phần từ 20-23% sau đó tăng lysine khẩu phần từ 1,02-1,24% không cải thiện được mức tăng khối lượng cơ thể của gà thịt trong giai đoạn vỗ béo.

Hồi quy phi tuyến tính (broken line) được cho là có độ chính xác cao hơn so với mô hình đa thức bậc hai khi ước tính nhu cầu dinh dưỡng đặc biệt là nhu cầu axit amin cho vật nuôi trong phương pháp thực nghiệm (thử nghiệm các mức axit amin khác nhau và xác định mức tối ưu) (Pesti và cs., 2009). Mô hình này sẽ xác định điểm gãy (break point) là điểm cho mức kết quả đạt tối ưu mà khi đó tăng cao hơn nhu cầu dinh dưỡng cũng không đem lại kết quả tốt hơn. Giá trị R^2 của hồi quy phi tuyến tính nói chung và hồi quy broken-line nói riêng thường thấp hơn so với hồi quy tuyến tính. Trong một số nghiên cứu xác định nhu cầu axit amin trong khẩu phần ăn của vật nuôi cho thấy giá trị R^2 trong hồi quy phi tuyến tính dao động xung quanh 0.7 là được chấp nhận (Taghinejad-Roudbaneh và cs., 2011; Robbin và cs., 2006). Trong nghiên cứu của luận án, giá trị R^2 trong phương trình ước tính mức FCR tối ưu trong giai đoạn 1-28 ngày tuổi và 29-56 ngày tuổi đạt 0,513 và 0,706, do đó các mức SID-lys 1,304 và 1,076 tương ứng được sử dụng là một trong những cơ sở để lựa chọn mức SID-lys thích hợp. Đã có nhiều nghiên cứu xác định nhu cầu axit amin sử dụng mô hình hồi quy phi tuyến tính (Mehri và cs., 2014; Taghinejad-Roudbaneh và cs., 2011; Zarghi và cs., 2020). Trong nghiên cứu này, có sự khác sau khi ước tính nhu cầu SID-Lys để đạt mức sinh trưởng tối ưu và tiêu tốn thức ăn tối thiểu. Các kết quả tương tự cũng đã được báo cáo trong các nghiên cứu trước đây khi kết luận rằng nhu cầu của các axit amin sẽ phụ thuộc vào mục đích tối đa sinh trưởng, tối thiểu tiêu tốn thức ăn hoặc tối đa tỷ lệ thịt lườn. Zarghi và cs. (2020) báo cáo rằng mức lysine để tăng khối lượng tối đa đều thấp hơn so với mức đạt tiêu tốn thức ăn tối thiểu ở gà thịt giai đoạn 14-28 và 29-38 ngày tuổi. Nguyên nhân được tác giả đưa ra là để mức tiêu tốn thức ăn đạt tối thiểu, lượng thức ăn ăn vào giảm đi do vậy cần mật độ lysine cao hơn để có thể đáp ứng đủ nhu cầu cho gà. Trong khi đó, Oliveira và cs. (2013) cho thấy rằng, trong giai đoạn 8-21 ngày tuổi, mức lysine để sinh trưởng tối ưu cao hơn đối với tiêu tốn thức ăn tối thiểu là 13g và 12,8g tương ứng. Kết quả tương tự cũng được Lee và cs. (2018) đưa ra khi kết luận rằng nhu cầu SID-Lys ước tính theo mô hình hồi quy

phi tuyến tính cho gà thịt giai đoạn sinh trưởng là 1,327% và 1,289% cho tối đa khả năng sinh trưởng và tối thiểu tiêu tốn thức ăn.

3.2.3. Ảnh hưởng của các mức lysine tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến năng suất và chất lượng thịt của gà thí nghiệm

Kết quả về chất lượng thịt được trình bày trong bảng 3.11. Tỷ lệ thân thịt (%) bị ảnh hưởng bởi khẩu phần ăn có mức SID-Lys khác nhau ($P < 0,05$) với các giá trị cải thiện đối với gà ăn khẩu phần 4 và 5 (tương ứng là 78,83% và 78,67%) so với cho ăn khẩu phần 1, 2 và 3 (lần lượt là 74,15%, 75,83% và 75,62%). Tỷ lệ thịt lườn, thịt đùi và mỡ bụng không có sự sai khác giữa các nghiệm thức. Có sự khác biệt đáng kể về khả năng giữ nước, độ pH và độ dai giữa các nghiệm thức ($P < 0,05$). Giá trị pH của thịt lườn sau khi giết mổ 15 phút là thấp nhất ở nghiệm thức có mức SID-Lys cao nhất. Tỷ lệ mất nước sau khi bảo quản thấp nhất ở nghiệm thức 4, cao nhất ở nghiệm thức 3. Độ dai của thịt có xu hướng giảm ($P < 0,05$) khi tăng SID-Lys trong khẩu phần. Kết quả phân tích thành phần hóa học của thịt lườn cho thấy, vật chất khô, protein thô và hàm lượng axit amin của thịt lườn không bị ảnh hưởng bởi các mức SID-lys khác nhau ($P > 0,05$) (bảng 3.12).

Bảng 3.11. Ảnh hưởng của hàm lượng SID-Lys đến năng suất và chất lượng thịt gà thí nghiệm

Nghiem thức	1 (n=10)	2 (n=10)	3 (n=10)	4 (n=10)	5 (n=10)	SEM	P
KL sống (g)	2019	2008	2036	2021	2056	21,42	0,596
KL thân thịt (g)	1499 ^c	1526 ^{bc}	1542 ^{abc}	1591 ^{ab}	1617 ^a	20,16	0,003
Tỷ lệ thân thịt (%)	74,15 ^b	75,83 ^b	75,62 ^b	78,83 ^a	78,67 ^a	0,648	<0,001
Tỷ lệ mỡ bụng (%)	1,29	1,32	1,65	1,58	1,53	0,190	0,590
Tỷ lệ thịt lườn (%)	15,98	16,63	16,78	16,70	15,82	0,403	0,331
Tỷ lệ thịt đùi (%)	20,58	21,03	20,92	20,21	19,93	0,487	0,472
Mất nước sau bảo quản (%)	1,86 ^b	1,69 ^b	2,79 ^a	1,45 ^b	2,17 ^{ab}	0,207	0,002
Mất nước sau chế biến (%)	15,70 ^{ab}	14,41 ^b	18,86 ^a	15,78 ^{ab}	17,44 ^{ab}	0,855	0,014
pH 15	6,06 ^{ab}	6,18 ^a	6,04 ^{ab}	6,11 ^{ab}	5,86 ^b	0,070	0,046
pH 24	5,84	5,96	5,77	5,81	5,73	0,075	0,287
Độ dai (N)	14,17 ^{ab}	16,47 ^a	14,89 ^{ab}	12,08 ^b	12,29 ^b	0,978	0,025

Ghi chú: pH 15: pH của thịt lườn 15 phút sau giết thịt; pH 24: pH thịt lườn sau khi bảo quản 24h ở nhiệt độ 2-4°C. Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Sự tích tụ protein là kết quả của việc tăng tổng hợp protein hoặc giảm quá trình thoái hóa protein. Các nghiên cứu trước đây báo cáo rằng sự cải thiện đáng kể về năng suất thân thịt và tỷ lệ thịt lườn đã được ghi nhận khi gà thịt được cho ăn mức lysine tiêu hóa trong khẩu phần tăng lên (Nasr và Kheiri, 2011; Quentin và cs., 2005; Rezaei và cs.,

2004). Tuy nhiên, nghiên cứu của chúng tôi chỉ ghi nhận năng suất thân thịt được cải thiện khi tăng mức SID-Lys trong khẩu phần, trong khi tỷ lệ thịt lườn, thịt đùi và mỡ bụng (%) không bị ảnh hưởng bởi các mức SID-Lys khác nhau trong khẩu phần. Lý do có thể do sự cải thiện về năng suất sinh trưởng chỉ rõ rệt trong hai giai đoạn đầu của thí nghiệm (1-28 và 28-56 ngày tuổi), trong khi đó, gà được mổ khảo sát tại thời điểm 84 ngày tuổi. Gà thịt trong thí nghiệm này có xu hướng ăn ít hơn khi mức SID-Lys trong khẩu phần tăng lên, do đó lượng protein tích lũy có thể không cao hơn so với những nghiệm thức khác. Gorman và Balnave (1995) kết luận rằng tăng lượng protein thô bằng cách tăng nồng độ của tất cả các axit amin thiết yếu đã cải thiện tốc độ sinh trưởng nhưng không cải thiện thêm về năng suất thịt lườn. Những kết quả này ủng hộ giả thuyết rằng mặc dù đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển cơ bắp, việc cải thiện năng suất thịt của lysine phụ thuộc nhiều vào phương thức bổ sung (đơn lẻ hoặc kết hợp với các axit amin thiết yếu khác) và liều lượng bổ sung. Tỷ lệ thịt đùi và mỡ bụng trong nghiên cứu của chúng tôi không bị ảnh hưởng bởi mức SID-Lys, tương đồng với kết quả trong một số nghiên cứu trước đây (Bouyeh, 2012; Nasr và Kheiri, 2011; Rezaei và cs., 2004).

Độ pH, khả năng giữ nước và độ mềm của thịt là những đặc tính quan trọng trong việc đánh giá chất lượng thịt do ảnh hưởng trực tiếp đến kết cấu thịt (Fletcher, 2002). Độ pH của thịt bị ảnh hưởng bởi hàm lượng glycogen trong cơ và tốc độ phân hủy glycogen để tạo ra axit lactic. Độ pH giảm nhanh hay chậm sau giết mổ ảnh hưởng đến độ mềm của thịt (Peterson và Lilyblade, 1979). Kết quả ảnh hưởng của mức lysine trong khẩu phần lên chất lượng thịt gà là trái ngược nhau. Nghiên cứu của luận án chỉ ra rằng độ pH của thịt ở 15 phút sau khi mổ thấp nhất đối với gà ăn khẩu phần có hàm lượng SID-Lys cao nhất, trong khi đó, không có sự khác biệt giữa pH thịt ở các nghiệm thức tại thời điểm sau 24 giờ. Tuy nhiên, Berri và cs. (2008) kết luận rằng sự gia tăng mức lysine tiêu hóa từ 0,83-1,13% đã làm tăng pH của thịt sau khi giết mổ 24 h, trong khi Tang và cs. (2007) báo cáo rằng pH của thịt không bị ảnh hưởng bởi mức Lys trong khẩu phần.

Không có sự khác biệt đáng kể về hàm lượng vật chất khô, protein và axit amin của thịt lườn khi gà ăn các khẩu phần có mức SID-Lys khác nhau trong nghiên cứu này (Bảng 3.12). Các nghiên cứu tập trung vào các yếu tố ảnh hưởng đến cấu trúc axit amin của thịt gà không nhiều và hầu hết chỉ ra rằng hàm lượng axit amin trong thịt gà phụ thuộc vào kiểu gen (Zotte và cs., 2020) và độ tuổi giết thịt (Baéza và cs., 2012). Trong một nghiên cứu gần đây khi thử nghiệm giảm mức protein 2% có bổ sung các axit amin thiết yếu ở mức ngang bằng hoặc cao hơn so với nghiệm thức có mức protein đối chứng, Saleh và cs. (2021) đã kết luận rằng khi tăng hàm lượng methionine + cystine và threonine so với lysine từ 65% và 55% lên mức 74% và 67% đã không ảnh hưởng đến hàm lượng các axit amin này trong thịt lườn gà Ross. Tác giả giải thích rằng, khi gà ăn khẩu phần có

mức axit amin cao hơn nhu cầu, quá trình dị hóa axit amin tạo năng lượng hoặc chuyển amin để tổng hợp axit amin khác sẽ xảy ra, chính vì hàm lượng axit amin trong thịt lườn không có sự thay đổi.

Bảng 3.12. Hàm lượng protein và các axit amin trong thịt lườn gà sử dụng khẩu phần có các mức SID-Lys khác nhau (tính theo vật chất khô)

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Vật chất khô	26,50	25,38	25,67	25,18	25,40	0,409	0,213
Protein thô	92,19	94,32	93,21	94,89	93,08	1,333	0,674
Methionine	2,337	2,408	2,416	2,392	2,365	0,049	0,812
Cystine	0,966	0,995	1,007	0,989	0,968	0,022	0,641
Met + Cys	3,302	3,403	3,423	3,381	3,333	0,070	0,761
Lysine	7,542	7,790	7,802	7,743	7,597	0,169	0,775
Threonine	3,686	3,807	3,844	3,928	3,795	0,076	0,358
Tryptophan	1,033	1,049	1,051	1,062	1,073	0,022	0,787
Arginine	5,404	5,575	5,591	5,574	5,651	0,100	0,590
Isoleucine	4,219	4,350	4,288	4,135	4,180	0,092	0,507
Leucine	6,767	6,992	6,992	6,983	6,843	0,141	0,742
Valine	4,442	4,581	4,510	4,358	4,447	0,092	0,530
Histidine	3,283	3,482	3,379	3,345	3,232	0,093	0,409
Phenylalanine	3,373	3,476	3,457	3,470	3,443	0,066	0,850
Glycine	3,701	3,866	3,833	3,774	4,397	0,279	0,453
Serine	3,098	3,211	3,286	3,364	3,190	0,063	0,092
Proline	2,914	3,005	3,006	3,013	3,343	0,154	0,385
Alanine	4,842	5,026	5,028	5,045	5,179	0,103	0,344
Aspartic	7,932	8,203	8,211	8,236	8,140	0,148	0,672
Glutamic	11,95	12,32	12,35	12,40	12,25	0,227	0,722

Ghi chú: Nghiệm thức 3 có mức SID-lys tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng 1,2; 1,05 và 0,95%, các nghiệm thức còn lại là mức tăng hoặc giảm tương ứng 0,1 và 0,2%.

Tóm lại: Kết quả nghiên cứu này cho thấy mặc dù tăng hàm lượng SID-Lys trong khẩu phần làm tăng năng suất sinh trưởng và giảm tiêu tốn thức ăn của gà thí nghiệm. Tuy nhiên khi xét về chi phí thức ăn và tham khảo giá trị SID-Lys tối ưu dựa vào hồi phi tuyến tính, mức SID-Lys thích hợp trong khẩu phần cho gà Lương Phượng lần lượt là 1,30; 1,15 và 0,95% tương ứng cho 3 giai đoạn 1-28; 29-56 và 57-84 ngày tuổi. Mức protein thô và năng lượng trao đổi tương ứng cho 3 giai đoạn sinh trưởng là 20,8% và 3000 Kcal/kg; 19,0% và 3100 Kcal/kg; 18,0% và 3150 Kcal/kg. Kết quả về mức SID-Lys trong nghiên cứu này được áp dụng khi phối hợp khẩu phần cho các nghiên cứu tiếp theo của luận án.

3.3. XÁC ĐỊNH TỶ LỆ CÂN ĐỐI TỐI ƯU MỘT SỐ AXÍT AMIN THIẾT YẾU TIÊU HÓA HỘI TRÀNG TIÊU CHUẨN TRONG KHẨU PHẦN ĂN CỦA GÀ LÔNG MÀU

3.3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ một số axít amin thiết yếu tiêu hóa hội tràng tiêu chuẩn so với lysine trong khẩu phần đến tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng, tích lũy Nitơ và phát thải khí gây mùi

Tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô, protein và chất hữu cơ có xu hướng tăng ở giai đoạn sinh trưởng, và giảm ở giai đoạn vỗ béo (Bảng 3.13). Tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô tương tự nhau giữa các nghiệm thức ở cả 3 giai đoạn thí nghiệm ($P > 0,05$), với mức dao động từ 67,62 đến 69,79% ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi; 75,71 đến 78,06% ở giai đoạn 29-56 ngày tuổi và 68,38 đến 72,00% ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi.

Tỷ lệ tiêu hóa protein ghi nhận sự khác biệt rõ rệt giữa các nghiệm thức ở giai đoạn sinh trưởng (29-56 ngày tuổi) ($P < 0,05$), với giá trị cao hơn ở nghiệm thức 2, 3 và 4 (71,54; 71,67 và 71,39%) so với các nghiệm thức còn lại (Bảng 3.1). Tuy nhiên, trong hai giai đoạn 1-28 và 57-84 ngày tuổi, không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ tiêu hóa protein giữa các nghiệm thức. Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ nhìn chung cao hơn tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô và protein, trung bình 3 giai đoạn sinh trưởng là 72,34; 80,53 và 73,4%, tuy nhiên thay đổi tỷ lệ SID-EAA/lys đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của gà thí nghiệm ($P > 0,05$).

Bảng 3.13. Tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng của gà thí nghiệm ăn khẩu phần với các tỷ lệ SID-EAA/Lys khác nhau

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	69,58	69,79	69,53	67,62	68,13	1,96	0,902
Protein thô (%)	59,58	59,83	61,78	57,58	58,81	2,58	0,833
Chất hữu cơ (%)	73,06	73,18	72,93	70,97	71,53	1,81	0,863
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	78,06	77,72	77,65	77,14	75,71	1,49	0,812
Protein thô (%)	70,44 ^a	71,54 ^a	71,67 ^a	71,39 ^a	66,54 ^b	0,67	0,001
Chất hữu cơ (%)	81,45	81,1	80,67	80,35	79,07	1,37	0,773
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	68,38	71,23	68,59	68,82	72,00	1,15	0,152
Protein thô (%)	58,63	57,33	59,45	57,95	56,47	3,16	0,967
Chất hữu cơ (%)	71,50	74,54	72,61	72,63	75,74	1,08	0,111

Ghi chú: Nghiệm thức 1-5 tương ứng với các tỷ lệ SID-EAA/Lys là 90, 95, 100, 105, 110% so với khuyến cáo của Aviagen (2014). Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Trong giai đoạn 1-28 ngày tuổi, lượng Nitơ thu nhận có xu hướng giảm khi tỷ lệ SID-EAA/Lys tăng lên, với mức cao nhất ghi nhận ở nghiệm thức 3: 1,78 g/con/ngày và thấp nhất ở nghiệm thức 4 và 1 (cùng đạt 1,71 g/con/ngày) ($P < 0,05$) (Bảng 3.14). Trong hai giai đoạn tiếp theo, lượng Nitơ thu nhận không có sự sai khác rõ rệt giữa các nghiệm thức ($P > 0,05$). Lượng Nitơ bài tiết và Nitơ tích lũy/con/ngày tương tự nhau giữa các nghiệm thức ($P < 0,05$) ở cả 3 giai đoạn thí nghiệm. Lượng Nitơ tích lũy tính theo vật chất khô thức ăn thể hiện sự khác biệt giữa các nghiệm thức ở giai đoạn 29-56 ngày tuổi, nghiệm thức 3 với tỷ lệ SID-EAA/Lys ở mức 100% so với khuyến cáo của Aviagen (2014) cho mức Nitơ tích lũy trên mỗi kg vật chất khô thức ăn cao nhất (26,85g), tiếp theo là nghiệm thức 2 và 4, thấp nhất ở nghiệm thức 1 và 5 ($P < 0,05$). Trong khi đó, ở hai giai đoạn 1-28 ngày tuổi và 57-84 ngày tuổi, mặc dù không có sự sai khác thống kê nhưng về giá trị tuyệt đối có thể nhận thấy nghiệm thức 3 có mức Nitơ tích lũy trên mỗi kg vật chất khô thức ăn cao nhất.

Bảng 3.14. Cân bằng nitơ ở gà thí nghiệm ăn khẩu phần với các tỷ lệ SID-EAA/Lys khác nhau

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
N _{thức ăn} (g/con/ngày)	1,71 ^b	1,76 ^a	1,78 ^a	1,71 ^b	1,77 ^a	0,009	0,001
N _{bài tiết} (g/con/ngày)	0,69	0,71	0,68	0,73	0,73	0,044	0,913
N _{tích lũy} (g/con/ngày)	1,02	1,05	1,1	0,98	1,04	0,047	0,544
N _{tích lũy} (g/kg VCK TĂ)	23,51	24,08	24,72	22,75	23,73	1,032	0,738
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
N _{thức ăn} (g/con/ngày)	3,08	2,63	2,72	2,85	2,76	0,118	0,148
N _{bài tiết} (g/con/ngày)	0,91	0,75	0,77	0,82	0,92	0,043	0,053
N _{tích lũy} (g/con/ngày)	2,17	1,88	1,95	2,03	1,84	0,080	0,089
N _{tích lũy} (g/kg VCK TĂ)	26,15 ^{ab}	26,44 ^{ab}	26,85 ^a	26,70 ^a	25,29 ^b	0,252	0,010
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
N _{thức ăn} (g/con/ngày)	2,99	3,03	3,18	3,03	2,99	0,056	0,182
N _{bài tiết} (g/con/ngày)	1,23	1,29	1,29	1,28	1,3	0,080	0,967
N _{tích lũy} (g/con/ngày)	1,76	1,73	1,89	1,76	1,69	0,116	0,804
N _{tích lũy} (g/kg VCK TĂ)	20,26	19,77	21,24	19,86	19,73	1,090	0,848

Ghi chú: VCK TĂ: Vật chất khô thức ăn, Nghiệm thức 1-5 tương ứng với các tỷ lệ SID-EAA/Lys là 90, 95, 100, 105, 110% so với khuyến cáo của Aviagen (2014) Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả về phát thải khí NH₃ và H₂S được thể hiện trong bảng 3.15. Gà ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi có lượng phát thải khí tính trên một đơn vị thể tích cao hơn so với 2 giai đoạn 29-56 và 57-84 ngày tuổi. Tuy nhiên, không có sự sai khác về mức độ phát

thải khí gây mùi trong phân gà thí nghiệm giữa các khẩu phần ăn có tỷ lệ SID-EAA/lys khác nhau ở cả ba giai đoạn thí nghiệm ($P > 0,05$).

Bảng 3.15. Kết quả về phát thải khí gây mùi trong phân gà thí nghiệm khi sử dụng khẩu phần có tỷ lệ SID-EAA/lys khác nhau

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	43,83	43,00	41,72	42,14	42,70	1,219	0,776
NH ₃ (mg/m ³)	4,67	4,63	4,37	4,43	4,58	0,132	0,455
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	38,11	36,70	34,78	35,29	36,62	1,566	0,600
NH ₃ (mg/m ³)	4,47	4,39	4,12	4,29	4,46	0,360	0,952
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	35,88	34,07	32,20	33,26	33,38	1,558	0,561
NH ₃ (mg/m ³)	4,38	4,22	3,94	4,07	4,17	0,160	0,397

Ghi chú: Nghiệm thức 1-5 tương ứng với các tỷ lệ SID-EAA/Lys là 90, 95, 100, 105, 110% so với khuyến cáo của Aviagen (2014).

Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi tăng hàm lượng SID-EAA bao gồm methionine+cystine, threonine, tryptophan và arginine trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô và chất hữu cơ ở cả 3 giai đoạn sinh trưởng. Tương tự, nghiên cứu của Trần Thị Bích Ngọc và cs. (2022) cho thấy khi tăng hàm lượng SID-Lys và các axit amin thiết yếu khác trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô và chất hữu cơ trên gà đẻ Isa Brown giai đoạn 24-28 tuần tuổi.

Trong giai đoạn 29-56 ngày tuổi, tỷ lệ tiêu hóa protein và Nitơ tích lũy tính trên kg vật chất khô thứ ăn ở khẩu phần có tỷ lệ SID-EAA/Lys ở mức 100% so với khuyến cáo của Aviagen (2014) cao hơn các nghiệm thức có tỷ lệ SID-EAA/Lys cao hơn hoặc thấp hơn khuyến cáo ($P < 0,05$). Trong khi đó ở 2 giai đoạn còn lại sự sai khác là không rõ ràng. Trong quá trình tiêu hóa, hấp thu và sinh tổng hợp protein của cơ thể, hàm lượng các axit amin trong thức ăn đóng vai trò quan trọng. Sự dư thừa hay thiếu hụt axit amin đều gây ảnh hưởng đến sinh trưởng của vật nuôi. Khi cung cấp lượng axit amin lớn hơn nhu cầu, sẽ có những tác động tiêu cực đến sinh trưởng và hấp thụ thức ăn của vật nuôi. Muramatsu và cs. (1971) đã phân loại ảnh hưởng của việc dư thừa axit amin đến năng suất sinh trưởng thành 3 cấp độ: cấp độ không gây ảnh hưởng hoặc ảnh hưởng nhẹ bao gồm các axit amin alanin, proline, axit glutamic, leucine và arginine, nhóm gây ảnh hưởng rõ rệt bao gồm isoleucine, axit aspartic, lysine, valine, threonine, glycine, cystine, serine, tryptophan và histidine và nhóm thứ ba gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sinh trưởng gồm tyrosine, phenylalanine và methionine. Như vậy trong thử nghiệm của chúng tôi, nghiệm thức 5 có mức cao nhất các axit amin methionine, threonine, tryptophan và agrinine có thể là nguyên nhân dẫn đến giảm tỷ lệ tiêu hóa protein. Soomro và cs. (2017)

cũng cho rằng khẩu phần ăn không cân bằng các axit amin có ảnh hưởng tiêu cực đến các chỉ tiêu về hình thái ruột như chiều rộng và cao của vi nhung cũng như độ dày của niêm mạc ruột, từ đó ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình tiêu hóa hấp thu.

Các nghiên cứu khác cũng cho kết quả tương tự. Si và cs. (2001) đã tiến hành thử nghiệm trong đó gà được sử dụng khẩu phần có mức lysine cố định và các axit amin thiết yếu khác ở mức 100; 110; 120; 130% so với khuyến cáo của NRC (1994) đến sinh trưởng của gà thịt. Kết quả cho thấy khi tăng hàm lượng axit amin thiết yếu đến 120% có những tác động tích cực đến sinh trưởng của gà, tuy nhiên khi tăng đến 130% khối lượng gà kết thúc thí nghiệm và năng suất thân thịt có xu hướng giảm. Tương tự, Phuoc và cs. (2019) chỉ ra rằng tăng hàm lượng axit amin chứa lưu huỳnh trong khẩu phần của gà ác đã làm tăng lượng nitơ tích lũy. Lương Thị Thủy và cs. (2010) đã kết luận khi bổ sung 0,1% DL-methionine vào khẩu phần cơ sở của con lai ngan x vịt (với mức methionine ban đầu là 0,31; 0,28; 0,27% tương ứng cho ba giai đoạn sinh trưởng) đã làm tăng năng suất sinh trưởng và cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn, tuy nhiên khi tăng methionine bổ sung lên mức 0,2 và 0,3% đã xuất hiện những tác động tiêu cực đến các chỉ tiêu về khả năng sinh trưởng của con lai ngan vịt. Kết luận tương tự cũng được đưa ra khi nghiên cứu các mức threonine và tryptophan khác nhau trong khẩu phần ăn của gia cầm (Moehn và cs., 2012; Zaefarian và cs., 2008).

Sự sai khác về tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng không rõ rệt khi giảm hàm lượng SID-EAA/Lys xuống 90 và 95% ($P > 0,05$). Kết quả này cho thấy mức giảm 90 và 95% chưa có tác động tiêu cực đến tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng và Nitơ tích lũy trên gà thịt Lương Phượng. Các nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng, khi hàm lượng threonine giảm xuống 85% so với khuyến cáo của NRC (1994) (Min và cs., 2017) hoặc lượng tryptophan cung cấp trong khẩu phần giảm đi 25% so với nhu cầu (Moehn và cs., 2012) mới quan sát thấy rõ rệt các ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của gia cầm. Như vậy trong nghiên cứu của chúng tôi, mức giảm SID-EAA/Lys từ 5 đến 10% so với khuyến cáo của Aviagen (2014) không có tác động tiêu cực đến tỷ lệ tiêu hóa protein và Nitơ tích lũy là phù hợp với các nghiên cứu trước đây.

NH_3 và H_2S là như những khí thải được quan tâm nhất trong chăn nuôi gia súc dạ dày đơn nói chung và gia cầm nói riêng do những ảnh hưởng tiêu cực của chúng đến môi trường, sức khỏe của vật nuôi và người chăn nuôi (Saksrithai và King, 2018). Khí NH_3 được tạo ra bên ngoài cơ thể gà do sự phân giải axit uric của vi sinh vật, trong khi đó H_2S lại được sản sinh ngay từ bên trong cơ thể gia cầm tại manh tràng và tiếp tục được tạo ra khi chất thải ra ngoài môi trường. Quản lý để giảm nguồn sản xuất khí NH_3 và H_2S là một trong những phương pháp hạn chế phát thải những khí thải này. Trong đó một trong những phương pháp hiệu quả và kinh tế để kiểm soát NH_3 và H_2S là giảm

lượng Nitơ và Sulfu bài tiết trong chất thải của vật nuôi. Trong thí nghiệm này, tỷ lệ tiêu hóa protein giữa các nghiệm thức không có sự sai khác rõ rệt (chỉ duy nhất giai đoạn 29-56 ngày tuổi có sự khác nhau). Lý do có thể do gà ở các nghiệm thức được ăn khẩu phần ăn có mức protein như nhau và không có sự khác nhau về thức ăn tiêu thụ và lượng Nitơ bài tiết ở các giai đoạn thí nghiệm. Hơn nữa, gà được nuôi trong cùng điều kiện về chuồng trại, do đó lượng khí thải không khác nhau giữa các nghiệm thức.

3.3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn so với lysine đến năng suất sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn của gà thí nghiệm

Kết quả về khối lượng cơ thể của gà và tăng trọng bình quân hàng ngày được trình bày ở bảng 3.16. Kết quả cho thấy khối lượng cơ thể của gà có sự sai khác giữa các nghiệm thức ngay từ 28 ngày tuổi và sự phân hóa càng rõ rệt khi gà đạt 84 ngày tuổi ($P<0,05$). Khối lượng gà đạt cao nhất ở nghiệm thức 3, tiếp đến là nghiệm thức 2 và 4, thấp nhất ở nghiệm thức 5 và 1. Tăng khối lượng hàng ngày có sự sai khác giữa các nghiệm thức ở giai đoạn 1-28 và 57-84 ngày tuổi, và tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm ($P<0,05$). Gà ăn khẩu phần với tỷ lệ các SID-EAA/Lys ở mức 100% so với khuyến cáo của Aviagen (2014) cho mức tăng khối lượng trung bình cả giai đoạn thí nghiệm cao nhất với 23,16g/con/ngày. Tăng và giảm tỷ lệ các SID-EAA/Lys đều làm giảm khả năng tăng khối lượng của gà đặc biệt là với mức giảm 10% (nghiệm thức 1) với mức tăng khối lượng trung bình cả giai đoạn chỉ đạt (22,50 g/con/ngày) thấp hơn 2,85% so với nghiệm thức 3 (23,16g/con/ngày).

Bảng 3.16. Khối lượng cơ thể và tăng khối lượng trung bình hàng ngày khi gà ăn khẩu phần có các mức SID-EAA/lys khác nhau

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Khối lượng cơ thể (g)							
KL 1 nt	32,88	32,8	32,8	32,8	32,8		
KL 28 nt	388,4 ^b	386,8 ^b	395,9 ^a	392,9 ^{ab}	387,6 ^b	2,210	0,036
KL 56 nt	1128,3 ^b	1139,9 ^{ab}	1167,1 ^a	1146,4 ^{ab}	1136,8 ^{ab}	7,380	0,017
KL 84 nt	1922,7 ^b	1943,2 ^b	1978,2 ^a	1941,3 ^b	1933,6 ^b	7,530	0,001
Tăng khối lượng bình quân (g/con/ngày)							
GĐ 1-28 nt	12,70 ^a	12,64 ^a	12,97 ^b	12,86 ^{ab}	12,67 ^a	0,079	0,036
GĐ 29-56 nt	26,42	26,90	27,54	26,91	26,76	0,253	0,070
GĐ 57-84 nt	28,37 ^b	28,69 ^{ab}	28,97 ^a	28,39 ^{ab}	28,46 ^b	0,148	0,046
GĐ 1-84 nt	22,50 ^b	22,74 ^b	23,16 ^a	22,72 ^b	22,63 ^b	0,090	0,001

Ghi chú: ADG: tăng khối lượng bình quân hàng ngày; nt: Ngày tuổi. Nghiệm thức 1-5 tương ứng với các tỷ lệ SID-EAA/Lys là 90, 95, 100, 105, 110% so với khuyến cáo của Aviagen (2014). Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Không có sự sai khác về lượng thức ăn tiêu thụ giữa các nghiệm thức trong cả 3 giai đoạn thí nghiệm ($P>0,05$) (bảng 3.17). Do có sự chênh lệch về khả năng sinh trưởng, tiêu tốn thức ăn có sự sai khác rõ rệt giữa các nghiệm thức ($P<0,05$) ở cả 3 giai đoạn thí nghiệm. Nghiệm thức 3 có mức tiêu tốn thức ăn nhỏ nhất với 2,662 kg TĂ/kg TKL và cao nhất ở nghiệm thức 5 với 2,757 kg TĂ/kg TKL tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm 1-84 ngày tuổi.

Do chi phí bổ sung các axit amin công nghiệp trong khẩu phần, giá thức ăn tăng từ nghiệm thức 1 đến 5 (bảng 3, phụ lục 1). Chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng được trình bày trong bảng 3.17. Kết quả cho thấy nghiệm thức 3 có mức chi phí thức ăn thấp nhất ($P<0,05$) tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm (1-84 ngày tuổi) là 27969 đồng/kg TKL, theo sau là nghiệm thức 1 và 2 với 28211 và 28748đ, cao nhất là nghiệm thức 4 và 5 với 29012 và 29318 đ.

Trong phối hợp khẩu phần ăn cho gia súc gia cầm, rất khó để có thể cung cấp một khẩu phần chứa đầy đủ tất cả các loại axit amin đáp ứng đúng và đủ nhu cầu của vật nuôi trong các điều kiện môi trường, thể trạng khác nhau. Một công cụ hiệu quả để đảm bảo phối hợp các khẩu phần chứa các axit amin đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng của vật nuôi là protein lý tưởng đã được thiết lập ở trong dinh dưỡng cho gà thịt để đảm bảo lượng axit amin dư thừa là tối thiểu. Nhu cầu axit amin cho gà có thể thay đổi bởi các tình huống sản xuất, thể trạng của vật nuôi tuy nhiên tỷ lệ giữa các axit amin này vẫn không thay đổi. Trong lý thuyết này, lysine được chọn làm axit amin tham chiếu và các axit amin khác sẽ được tính toán với tỷ lệ tương ứng theo lysine. Kết quả trong nghiên cứu này cho thấy thay đổi tỷ lệ các axit amin thiết yếu (methionine+cystine, threonine, tryptophan và arginine) đã ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của gà Lương Phượng nuôi thịt. Tỷ lệ SID-EAA/Lys 100% so với khuyến cáo Aviagen (2014) cho kết quả tốt nhất. Kết quả này phù hợp với nhận định của Adhikari và cs (2022) khi thử nghiệm 5 mức axit amin chứa lưu huỳnh (SAA) khác nhau trong khẩu phần (0,7; 0,8; 0,9; 1,0 và 1,1%) trong giai đoạn 1-7 ngày tuổi và 8-21 ngày tuổi. Kết quả cho thấy, gà ăn khẩu phần có SAA cao hơn hoặc thấp hơn 0,9% ở giai đoạn 1-7 ngày tuổi và 0,8% ở giai đoạn 8-21 ngày tuổi đều ghi nhận sự sụt giảm về khả năng sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn. Kết quả này củng cố cho luận điểm, sự thừa và thiếu axit amin đều có ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng của gà do sự mất cân bằng so với lysine và các axit amin khác. Kết luận tương tự cũng được đưa ra bởi Vieira và cs. (2004) khi thử nghiệm tỷ lệ SAA/Lys khác nhau trong khẩu phần ăn của gà Cobb 500 và Ros 308 trong giai đoạn 14-35 ngày tuổi. Trong điều kiện cung cấp đủ hàm lượng protein thô, tăng hàm lượng SAA từ 0,62 – 0,84 (tương ứng tỷ lệ SAA/lys từ 50-69%) làm tăng năng suất của

gà, tuy nhiên khi mức SAA tăng đến 1,05% (SAA/lys là 77%), năng suất của gà không tăng hơn so với mức 0,84%.

Bảng 3.17. Thức ăn tiêu thụ, tiêu tốn thức ăn và chi phí thức ăn khi gà ăn khẩu phần có các mức SID-EAA/lys khác nhau

Nghiem thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Thức ăn tiêu thụ (g/con/ngày)							
GĐ 1-28	20,71	20,65	20,57	20,72	20,68	0,151	0,962
GĐ 29-56 nt	68,52	69,07	69,22	68,09	68,76	0,929	0,914
GĐ 57-84 nt	94,32	98,54	95,11	98,46	97,73	1,179	0,053
GĐ 1-84 nt	61,18	62,75	61,64	62,42	62,39	0,328	0,125
Tiêu tốn thức ăn (kg TĂ/kg TKL)							
GĐ 1-28 nt	1,63 ^a	1,633 ^a	1,586 ^b	1,611 ^{ab}	1,633 ^a	0,011	0,046
GĐ 29-56 nt	2,593 ^a	2,569 ^{ab}	2,514 ^b	2,529 ^{ab}	2,570 ^a	0,027	0,027
GĐ 57-84 nt	3,324 ^{ab}	3,434 ^{ab}	3,284 ^b	3,468 ^a	3,434 ^{ab}	0,041	0,018
GĐ 1-84 nt	2,72 ^{ab}	2,76 ^a	2,662 ^b	2,747 ^{ab}	2,757 ^a	0,022	0,028
Chi phí thức ăn (VND/kg TKL)							
GĐ 1-28 nt	18671 ^b	18873 ^b	18414 ^b	18780 ^{ab}	19194 ^a	148,0	0,001
GĐ 29-56 nt	29614 ^{ab}	29497 ^{ab}	29031 ^b	29424 ^{ab}	30020 ^a	329,00	0,008
GĐ 57-84 nt	36347 ^b	37876 ^{ab}	36464 ^b	38833 ^a	38741 ^a	452,40	0,001
GĐ 1-84 nt	28211 ^{bc}	28748 ^{abc}	27969 ^c	29012 ^{ab}	29318 ^a	194,8	<0,0001

Ghi chú: GĐ: Giai đoạn; KL: Khối lượng; nt: Ngày tuổi. Nghiệm thức 1-5 tương ứng với các tỷ lệ SID-EAA/Lys là 90, 95, 100, 105, 110% so với khuyến cáo của Aviagen (2014). Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Ảnh hưởng của tỷ lệ SID-EAA so với lysine đến thức ăn tiêu thụ có những quan điểm trái chiều. Trong nghiên cứu của chúng tôi, không ghi nhận sự khác biệt về thức ăn tiêu thụ giữa các nghiệm thức. Ghavi và cs. (2020) cũng có cùng kết luận khi thử nghiệm 6 mức SAA khác nhau từ 0,62 đến 1,02. Kết luận tương tự cũng được đưa ra bởi Vieira và cs. (2004). Tuy nhiên Adhikari và cs. (2022) lại cho rằng khi được cho ăn mức SAA thấp hoặc cao hơn nhu cầu, gà có xu hướng giảm lượng thức ăn tiêu thụ do ảnh hưởng của việc thiếu cân bằng axit amin nên ảnh hưởng đến khả năng điều chỉnh thức ăn tiêu thụ để thỏa mãn nhu cầu dinh dưỡng.

Mức tiêu tốn thức ăn trong nghiên cứu của chúng tôi có xu hướng cao hơn khi tỷ lệ SID-EAA/Lys nhỏ hơn và lớn hơn so với khuyến cáo của Aviagen (2014). Vieira và cs. (2004) lại kết luận rằng, tăng hàm lượng SAA trong khẩu phần ăn của gà làm giảm tiêu tốn thức ăn. Tuy nhiên tác giả mới thử nghiệm các mức SAA trong khẩu phần từ mức rất thấp (từ 0,62 đến 1,05%) tương ứng với tỷ lệ SAA/lys là từ 50-77%. Trong khi đó, nghiên cứu của chúng tôi bắt đầu từ mức SAA từ 0,88-1,07; 0,81-0,99 và 0,67-0,82% tương ứng ở 3 giai đoạn sinh trưởng. Như vậy, có thể giải thích trong nghiên cứu của Vieira và cs. (2004) các mức SAA đưa ra là mức đủ và thiếu nên khi tăng SAA làm cải

thiện sự cân bằng axit amin và làm giảm tiêu tốn thức ăn. Chi phí thức ăn không cho thấy sự khác biệt giữa nghiệm thức 1 đến nghiệm thức 3 ($P>0,05$) do ở mức tăng này, mặc dù FCR của nghiệm thức 3 có giá trị nhỏ nhất, nhưng giá thức ăn của nghiệm thức 1 và 2 lại thấp hơn do chi phí bổ sung các axit amin. Ở mức bổ sung SID-EAA cao nhất, giá thành thức ăn cao nhất và tiêu tốn thức ăn cũng ở mức cao (2,757 kgTA/Kg tăng khối lượng cho GD 1-84 ngày tuổi), chính vì vậy nghiệm thức 5 có chi phí thức ăn cao hơn so với các nghiệm thức còn lại, cao hơn nghiệm thức 3 là 1349đ tương ứng với 4,82%.

3.3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ một số axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn so với lysine đến năng suất và chất lượng thịt của gà thí nghiệm

Bảng 3.18. Ảnh hưởng của tỷ lệ SID-EAA/Lys trong khẩu phần đến các chỉ tiêu chất lượng thịt gà thí nghiệm

Nghiem thức	1 (n=10)	2 (n=10)	3 (n=10)	4 (n=10)	5 (n=10)	SEM	P
KL sống (g)	1874,4	1896,3	1908,3	1891,4	1886,5	89,58	0,996
KL thân thịt (g)	1456,0	1486,1	1500,6	1487,4	1475,4	71,15	0,987
Tỷ lệ thân thịt (%)	77,65	78,41	78,67	78,6	78,23	0,527	0,630
Tỷ lệ mỡ bụng (%)	1,41	1,40	1,42	1,43	1,43	0,269	0,993
Tỷ lệ thịt đùi (%)	20,61	20,67	20,8	20,86	20,61	0,333	0,973
Tỷ lệ thịt lườn (%)	15,91	16,11	16,33	16,23	15,93	0,401	0,900
Mất nước sau bq %	1,81	1,94	1,81	1,83	1,75	0,116	0,827
Mất nước sau cb %	18,32	18,57	18,43	18,5	18,35	1,053	0,991
Độ dai	14,35	14,74	14,51	14,75	14,60	0,691	0,961
Ph 15	6,16	6,18	6,19	6,20	6,19	0,071	0,995
Ph 24 h	5,84	5,91	5,85	5,86	5,87	0,041	0,763

Ghi chú: KL: Khối lượng; bq: Bảo quản; cb: Chế biến.

Thay đổi hàm lượng các axit amin thiết yếu so với lysine đã không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu về năng suất, chất lượng thịt và thành phần axit amin thịt lườn của gà Lương Phượng tại thời điểm 84 ngày tuổi ($P>0,05$) (bảng 3.18 và 3.19). Mức lysine trong khẩu phần của các nghiệm thức của thí nghiệm là như nhau. Trong khi đó hàm lượng lysine trong khẩu phần là yếu tố chính ảnh hưởng đến tỷ lệ thịt lườn do vai trò của lysine trong việc sản xuất hormone sinh trưởng (IGF-1) được coi là con đường điều tiết chính cho sự phát triển của cơ bắp trong cơ thể (Wang và cs., 2017). Hơn nữa, hàm lượng protein giữa các nghiệm thức tương đương có nghĩa nguồn nguyên liệu để xây dựng khối cơ của cơ thể ở các nghiệm thức là tương tự nhau. Điều này có thể giải thích cho kết quả của nghiên cứu này khi không có sự sai khác về tỷ lệ thân thịt, tỷ lệ thịt lườn và tỷ lệ thịt đùi giữa các

nghiệm thức. Một nghiên cứu về ảnh hưởng của hàm lượng SAA dạng tiêu hóa trong khẩu phần đến năng suất và chất lượng thịt của gà Ross dòng trống đã kết luận rằng tăng hàm lượng SAA dạng tiêu hóa trong khẩu phần từ 0,62 đến 1,02 với hàm lượng lysine như nhau đã không ảnh hưởng đến khối lượng thân thịt và thịt lườn của gà (Ghavi và cs., 2020).

Bảng 3.19. Ảnh hưởng của tỷ lệ SID-EAA/Lys trong khẩu phần đến thành phần axit amin thịt lườn gà (tính theo VCK)

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
VCK (%)	24,80	24,33	24,30	23,85	24,15	0,220	0,086
Protein thô	95,68	96,79	95,39	96,31	95,16	0,460	0,115
Methionine	2,56	2,58	2,53	2,57	2,52	0,020	0,386
Cystine	0,95	0,98	0,96	0,98	0,95	0,010	0,301
Met + Cys	3,5	3,56	3,5	3,55	3,47	0,040	0,416
Lysine	8,12	8,18	8,02	8,17	7,98	0,080	0,336
Threonine	3,99	4,06	3,99	4,05	3,95	0,032	0,101
Tryptophan	1,16	1,16	1,16	1,16	1,14	0,008	0,252
Arginine	5,78	5,81	5,71	5,8	5,69	0,045	0,241
Isoleucine	4,51	4,50	4,40	4,38	4,44	0,046	0,194
Leucine	7,21	7,29	7,14	7,26	7,08	0,064	0,172
Valine	4,72	4,69	4,62	4,56	4,65	0,046	0,144
Histidine	3,30	3,42	3,43	3,30	3,38	0,046	0,218
Phenylalanine	3,63	3,65	3,59	3,64	3,55	0,030	0,192
Glycine	3,98	3,91	3,87	3,88	3,89	0,052	0,602
Serine	3,35	3,44	3,41	3,45	3,33	0,034	0,098
Proline	3,14	3,12	3,08	3,05	3,06	0,030	0,243
Alanine	5,24	5,25	5,16	5,24	5,15	0,042	0,322
Aspartic	8,54	8,66	8,49	8,64	8,44	0,073	0,209
Glutamic	12,93	13,10	12,81	13,11	12,76	0,122	0,171

Ghi chú: VCK: Vật chất khô. Nghiệm thức 1-5 tương ứng với các tỷ lệ SID-EAA/Lys là 90, 95, 100, 105, 110% so với khuyến cáo của Aviagen (2014).

Hàm lượng protein thô và thành phần các axit amin trong thịt lườn ở nghiên cứu này không ghi nhận sự sai khác giữa các nghiệm thức. Kiểu gen và tuổi giết thịt là những yếu tố chính ảnh hưởng đến hàm lượng protein và axit amin trong thịt lườn (Baéza và cs., 2012). Tác giả cũng kết luận rằng, thành phần axit amin trong thịt lườn gà tương đối ổn định, hàm lượng protein và axit amin trong thức ăn có ảnh hưởng đến thành phần axit amin trong thịt gà tuy nhiên sự thay đổi chỉ xảy ra khi có sự khác biệt lớn của một hoặc vài loại axit amin trong khẩu phần. Tăng hàm lượng axit amin valine, leucine và isoleucine trong khẩu phần lên mức 150% so với đối chứng trong vòng 10 ngày trước khi giết thịt làm tăng hàm lượng axit glutamic trong thịt lườn gà ($P < 0,05$) (Baéza và cs., 2012).

Tóm lại: Kết quả nghiên cứu cho thấy mức SID-EAA/Lys thích hợp cho gà Lương Phượng là 100% so với khuyến cáo của Avigen (2014), với mức SID-lysine ở giai đoạn 1-28, 29-56 và 57-84 ngày tuổi tương ứng là 1,30; 1,15 và 0,95%. Kết quả về mức SID-EAA/Lys trong nghiên cứu này được sử dụng cho các nội dung nghiên cứu tiếp theo.

3.4. XÁC ĐỊNH MỨC GIẢM HÀM LƯỢNG PROTEIN THÔ HỢP LÝ TRÊN CƠ SỞ CÂN ĐỐI AXÍT AMIN THIẾT YẾU TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN TRONG KHẨU PHẦN ĂN CỦA GÀ THỊT LÔNG MÀU

3.4.1. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axít amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng, Nito tích lũy và phát thải khí

Giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô và chất hữu cơ ($P>0,05$) ở cả ba giai đoạn 1-28; 29-56 và 57-84 ngày tuổi (bảng 3.20). Tỷ lệ tiêu hóa protein có xu hướng tăng khi hàm lượng protein thô giảm ($P<0,05$), tuy nhiên mức tăng chỉ rõ rệt khi mức protein khẩu phần giảm 4%. Tỷ lệ tiêu hóa protein cao nhất ở nghiệm thức 5 với 62,23; 72,48 và 61,44 % tương ứng với 3 giai đoạn sinh trưởng, trong khi đó tỷ lệ tiêu hóa protein của nghiệm thức 1 (mức protein thô cao nhất) đạt tương ứng 58,62; 68,21 và 57,65%.

Bảng 3.20. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axít amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng của gà thí nghiệm

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	70,78	70,23	70,16	70,74	70,06	0,870	0,959
Protein thô (%)	58,62 ^b	59,07 ^{ab}	60,52 ^{ab}	60,52 ^{ab}	62,23 ^a	0,777	0,038
Chất hữu cơ (%)	74,05	74,00	74,62	75,30	75,27	0,787	0,641
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	74,11	74,64	74,84	74,82	75,03	0,706	0,906
Protein thô (%)	68,21 ^b	69,39 ^{ab}	70,71 ^{ab}	71,65 ^{ab}	72,48 ^a	0,878	0,025
Chất hữu cơ (%)	79,22	79,05	79,07	79,11	80,2	0,464	0,387
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
Vật chất khô (%)	73,24	73,01	72,69	72,63	72,9	1,214	0,997
Protein thô (%)	57,65 ^b	58,62 ^{ab}	60,72 ^{ab}	60,79 ^{ab}	61,44 ^a	0,760	0,012
Chất hữu cơ (%)	76,69	76,17	76,34	76,63	76,44	1,028	0,993

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). Nghiệm thức 1 có mức protein tiêu chuẩn cho ba giai đoạn sinh trưởng tương ứng 20,8; 19,5 và 18%, các nghiệm thức tiếp theo có mức giảm protein từ 1-4% ở cả ba giai đoạn sinh trưởng.

Hàm lượng Nito tích lũy cho mỗi kg vật chất khô thức ăn giảm cùng với mức giảm protein thô trong khẩu phần ($P<0,05$) tuy nhiên mức độ ảnh hưởng ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau là khác nhau. Ở giai đoạn 1-28 và 29-56 ngày tuổi hàm lượng Nito tích lũy giảm rõ rệt khi giảm 2% protein khẩu phần và 3% ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi (bảng 3.21).

Bảng 3.21. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến tích lũy Nitơ của gà thí nghiệm

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
N ăn vào (g/con/ngày)	1,60 ^a	1,57 ^{ab}	1,46 ^{bc}	1,42 ^{cd}	1,35 ^d	0,024	<0,001
N thải ra (g/con/ngày)	0,66 ^a	0,64 ^a	0,58 ^b	0,56 ^b	0,51 ^c	0,008	<0,001
N tích lũy (g/con/ngày)	0,94 ^a	0,93 ^a	0,89 ^{ab}	0,86 ^b	0,84 ^b	0,024	0,038
N tích lũy (g/kg VCK TĂ)	21,77 ^a	20,91 ^{ab}	20,36 ^{bc}	19,24 ^{cd}	18,71 ^d	0,270	<0,001
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
N ăn vào (g/con/ngày)	3,25 ^a	3,4 ^{ab}	3,14 ^{bc}	3,03 ^c	2,75 ^d	0,041	<0,001
N thải ra (g/con/ngày)	1,03 ^a	1,04 ^a	0,92 ^{ab}	0,86 ^{bc}	0,76 ^c	0,032	<0,001
N tích lũy (g/con/ngày)	2,22 ^a	2,36 ^{ab}	2,22 ^{ab}	2,17 ^b	1,99 ^c	0,039	<0,001
N tích lũy (g/kg VCK TĂ)	23,37 ^a	22,5 ^{ab}	21,67 ^{bc}	20,68 ^{cd}	19,64 ^d	0,284	<0,001
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
N ăn vào (g/con/ngày)	2,91 ^d	2,75 ^b	2,59 ^c	2,44 ^c	2,28 ^d	0,026	<0,001
N thải ra (g/con/ngày)	1,23 ^a	1,14 ^a	1,02 ^b	0,96 ^{bc}	0,88 ^c	0,023	<0,001
N tích lũy (g/con/ngày)	1,68 ^a	1,61 ^{ab}	1,57 ^{ab}	1,48 ^{bc}	1,4 ^c	0,027	<0,001
N tích lũy (g/kg VCK TĂ)	18,78 ^a	18,03 ^{ab}	17,62 ^{ab}	16,61 ^{bc}	15,65 ^c	0,298	<0,001

Ghi chú: VCK: Vật chất khô; TĂ: thức ăn; Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Nghiệm thức 1 có mức protein tiêu chuẩn cho ba giai đoạn sinh trưởng tương ứng 20,8; 19,5 và 18%, các nghiệm thức tiếp theo có mức giảm protein từ 1-4% ở cả ba giai đoạn sinh trưởng.

Gà ăn khẩu phần có mức protein thấp có bổ sung axit amin thiết yếu có xu hướng tiêu hóa và hấp thu protein tốt hơn (Kidd và cs., 2021) do hàm lượng axit amin tự do cao với mức tiêu hóa gần như hoàn toàn và giảm hàm lượng Nitơ nội sinh do giảm lượng enzyme cần thiết để tiêu hóa protein. Awad và cs. (2016) kết luận rằng giảm 6% trong khẩu phần ăn gà thịt trong giai đoạn 1-21 và 22-42 ngày tuổi trong điều kiện khí hậu nhiệt đới đã làm tăng tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn của các axit amin. Tương tự, Hilliar và cs. (2020) giảm 3% protein thô trong khẩu phần gà Ross đã làm tăng hiệu quả sử dụng Nitơ từ 70,59 lên 80,08% cho giai đoạn 10-21 ngày tuổi và 62,57 lên 72,06% giai đoạn 21-35 ngày tuổi.

Giảm hàm lượng protein thô có bổ sung một số axit amin thiết yếu có xu hướng làm giảm phát thải khí H_2S và NH_3 rõ rệt ở giai đoạn 1-28 và 29-56 ngày tuổi. Tuy nhiên ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi, chỉ có mức phát thải NH_3 là có sự sai khác giữa các nghiệm thức ($P < 0,05$). Trong 2 giai đoạn đầu của thí nghiệm, ở mức giảm 1 và 2% protein, lượng khí H_2S phát thải không có sự sai khác so với nghiệm thức đối chứng, sự khác biệt chỉ rõ rệt khi mức protein giảm từ 3-4% ($P < 0,05$). Trong khi đó, hàm lượng khí NH_3 giảm rõ rệt ngay khi mức protein giảm 1%. Tại mức giảm 2% protein so với đối chứng (nghiệm thức 3), hàm lượng phát thải khí H_2S và NH_3 giảm tương ứng 8,3% và 23,18% ở giai

đoạn 1-28 ngày tuổi; 9,4 và 27,92% ở giai đoạn 29-56 ngày tuổi; 2,19 và 28,57% ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi.

Bảng 3.22. Ảnh hưởng của việc giảm hàm lượng protein thô khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến hàm lượng khí H₂S và NH₃ phát thải từ phân gà thí nghiệm

Nghiem thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Giai đoạn 1-28 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	42,94 ^a	41,29 ^a	39,37 ^{ab}	36,65 ^b	35,21 ^b	1,275	0,020
NH ₃ (mg/m ³)	4,53 ^a	3,92 ^b	3,48 ^{bc}	3,37 ^c	3,13 ^c	0,517	0,011
Giai đoạn 29-56 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	35,14 ^a	34,22 ^{ab}	31,83 ^{ab}	30,80 ^{bc}	30,14 ^c	0,952	0,005
NH ₃ (mg/m ³)	4,37 ^a	3,74 ^b	3,15 ^c	2,93 ^c	2,89 ^c	0,097	<0,001
Giai đoạn 57-84 ngày tuổi							
H ₂ S (mg/m ³)	31,07	30,84	30,39	29,94	28,59	0,709	0,147
NH ₃ (mg/m ³)	3,99 ^a	3,42 ^b	2,85 ^c	2,76 ^c	2,64 ^c	0,130	<0,001

Ghi chú: Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (P<0,05). Nghiệm thức 1 có mức protein tiêu chuẩn (20,8; 19,5 và 18%), các nghiệm thức tiếp theo có mức giảm protein tương ứng từ 1-4% ở cả ba giai đoạn sinh trưởng

Khí thải gây mùi trong chăn nuôi gia cầm chủ yếu đến từ quá trình phân giải các sản phẩm trong chất thải như phân, lông vũ chất độn chuồng (Dunlop và cs., 2010). Quá trình phân giải hiếu khí thường tạo ra khí NH₃ và quá trình phân giải yếm khí tạo ra khí H₂S. Chính vì vậy, hàm lượng khí thải trong chất thải của gà sẽ bị ảnh hưởng bởi hàm lượng cơ chất, điều kiện để vi sinh vật hoạt động như độ ẩm cơ chất và nhiệt độ môi trường (Dunlop, 2011). Xây dựng khẩu phần có mức dinh dưỡng gần với nhu cầu dinh dưỡng thực của gia cầm sẽ làm giảm lượng dinh dưỡng dư thừa thải ra sẽ làm giảm lượng cơ chất của quá trình phân giải tạo khí thải. Các nghiên cứu cũng đã đưa ra kết luận khi giảm hàm lượng protein thô có sự bổ sung các axit amin thiết yếu là công cụ hiệu quả giảm phát thải khí NH₃ và H₂S do giảm lượng cơ chất chứa Nitơ và Sulfur trong phân (Ferguson và cs., 1998; Sharma và cs., 2017b). Kết quả nghiên cứu trong thí nghiệm này phù hợp với các nhận định trên. Khi giảm hàm lượng protein, tỷ lệ tiêu hóa protein có chiều hướng tăng và lượng Nitơ thải ra giảm rõ rệt ở cả ba giai đoạn thí nghiệm. Nói cách khác là nguyên liệu cho quá trình phân giải sinh khí NH₃ và H₂S giảm dẫn đến lượng khí thải có xu hướng giảm. Tuy nhiên các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, giảm hàm lượng protein trong thức ăn có bổ sung các axit amin thiết yếu có ảnh hưởng mạnh đến hàm lượng NH₃ hơn là hàm lượng H₂S (Otto và cs., 2003; Sharma và cs., 2017b). Điều này có thể giải thích cho sự khác biệt rõ rệt hơn của hàm lượng khí thải NH₃ so với H₂S khi gà được ăn khẩu phần có mức protein giảm.

3.4.2. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trên cơ sở cân đối các axit amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến khả năng sinh trưởng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn của gà thí nghiệm

Kết quả về tăng khối lượng cơ thể và sinh trưởng tích lũy của gà thí nghiệm được trình bày trong bảng 3.23. Khối lượng cơ thể của gà bị ảnh hưởng rõ rệt khi giảm hàm lượng protein thô ở cả 3 giai đoạn sinh trưởng ($P < 0,001$). Trong đó gà ăn khẩu phần nghiệm thức 1 với mức protein cao nhất có khối lượng cơ thể cao nhất ở tất cả các giai đoạn sinh trưởng đạt 573,6; 1554,1 và 2290,9 g tương ứng, các giá trị này giảm dần và thấp nhất ở nhóm gà ở nghiệm thức 5. Xu hướng tương tự cũng được quan sát thấy ở chỉ tiêu tăng khối lượng hàng ngày. Tính chung cả giai đoạn 1-84 ngày tuổi, gà thí nghiệm tăng khối lượng trung bình từ 22,72 đến 26,87g/con/ngày theo xu hướng tăng cùng với mức protein thô tăng. Giai đoạn 1-28 ngày tuổi cho thấy sự nhạy cảm hơn với sự thay đổi mức protein, khi giảm 2% protein thô (nghiệm thức 3) khối lượng cơ thể và tăng trọng hàng ngày có sự sai khác rõ rệt so với nghiệm thức 1. Tuy nhiên, ở giai đoạn 29-56 và 57-84 ngày tuổi và tính chung cả giai đoạn thí nghiệm, có thể thấy rằng khi giảm tương ứng 1 và 2% protein thô ở nghiệm thức 2 và 3 đã không cho thấy sự sai khác có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 1.

Bảng 3.23. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến sinh trưởng của gà thí nghiệm

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Khối lượng cơ thể (g)							
1 nt	33,71	33,69	33,73	33,75	33,76		
28 nt	573,6 ^a	566,7 ^{ab}	546,0 ^{bc}	530,8 ^{cd}	523,2 ^d	4,960	<0,001
56 nt	1554,1 ^a	1524,6 ^a	1493 ^{ab}	1396 ^{bc}	1339,3 ^c	23,41	<0,001
84 nt	2290,9 ^a	2235,8 ^{ab}	2210,1 ^{ab}	2107,0 ^b	1942,2 ^c	38,69	<0,001
Tăng khối lượng bình quân (g/con/ngày)							
GĐ 1-28 nt	19,28 ^a	19,03 ^{ab}	18,29 ^{bc}	17,75 ^{cd}	17,48 ^d	0,177	<0,001
GĐ 29-56 nt	35,02 ^a	34,21 ^{ab}	33,82 ^{ab}	30,9 ^{bc}	29,15 ^c	0,865	<0,001
GĐ 57-84 nt	26,32	25,40	25,61	25,39	21,53	1,230	0,087
GĐ 1-84 nt	26,87 ^a	26,21 ^{ab}	25,91 ^{ab}	24,68 ^b	22,72 ^c	0,461	<0,001

Ghi chú: GĐ: Giai đoạn; nt: Ngày tuổi. Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Nghiệm thức 1 có mức protein tiêu chuẩn cho ba giai đoạn sinh trưởng tương ứng 20,8; 19,5 và 18%, các nghiệm thức tiếp theo có mức giảm protein từ 1-4% ở cả ba giai đoạn sinh trưởng.

Kết quả về thức ăn tiêu thụ, tiêu tốn thức ăn và chi phí thức ăn được trình bày trong bảng 3.24. Kết quả cho thấy các mức protein thô khác nhau trong khẩu phần được bổ sung các SID -EAA đã không ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến thức ăn tiêu thụ trong cả 3 giai đoạn sinh trưởng. Tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm, lượng thức ăn tiêu thụ dao động từ 70,67 đến 74,43 g/con/ngày. Mặc dù gà ở nghiệm thức 5 có mức tiêu thụ thức ăn thấp hơn về mặt giá trị tuyệt đối so với các nghiệm thức còn lại tuy nhiên sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê.

Bảng 3.24. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến thức ăn tiêu thụ và tiêu tốn thức ăn của gà thí nghiệm

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Thức ăn tiêu thụ (g/con/ngày)							
GĐ 1-28 nt	28,21	27,9	28,05	28,21	28,03	0,141	0,503
GĐ 29-56 nt	90,33	90,07	88,53	87,54	84,47	1,657	0,127
GĐ 57-84 nt	104,77	103,04	103,7	103,84	99,52	2,878	0,739
GĐ 1-84 nt	74,43	73,67	73,43	73,2	70,67	1,244	0,240
Tiêu tốn thức ăn (kg TĂ/kg tăng khối lượng)							
GĐ 1-28 nt	1,46 ^c	1,47 ^c	1,53 ^b	1,59 ^{ab}	1,60 ^a	0,014	<0,001
GĐ 29-56 nt	2,58 ^b	2,63 ^b	2,62 ^b	2,84 ^a	2,90 ^a	0,041	<0,001
GĐ 57-84 nt	4,00	4,08	4,06	4,14	4,65	0,160	0,056
GĐ 1-84 nt	2,77 ^c	2,81 ^c	2,84 ^c	2,97 ^b	3,11 ^a	0,028	<0,001
Chi phí thức ăn (đ/kg tăng khối lượng)							
GĐ 1-28 nt	16642 ^b	16294 ^b	16749 ^{ab}	17097 ^a	16987 ^a	162,9	<0,001
GĐ 29-56 nt	29353 ^{ab}	29298 ^{ab}	28674 ^b	30594 ^a	30843 ^a	449,5	0,012
GĐ 57-84 nt	44250	44060	43205	43429	48181	1684,9	0,252
GĐ 1-84 nt	30082 ^{ab}	29884 ^b	29543 ^b	30373 ^{ab}	32003 ^a	486,2	0,017

Ghi chú: GĐ: Giai đoạn. Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Nghiệm thức 1 có mức protein tiêu chuẩn cho ba giai đoạn sinh trưởng tương ứng 20,8; 19,5 và 18%, các nghiệm thức tiếp theo có mức giảm protein từ 1-4% ở cả ba giai đoạn sinh trưởng.

Giảm mức protein thô trên cơ sở cân đối SID-EAA đã làm tăng tiêu tốn thức ăn trên gà thí nghiệm ($P < 0,05$). Trong giai đoạn 1-28 ngày tuổi, khi giảm 1% protein trong khẩu phần đã không làm ảnh hưởng đến tiêu tốn thức ăn (1,46 và 1,47 kg TĂ/kgTT) ($P > 0,05$), tuy nhiên khi mức giảm tăng lên 2; 3; 4%, tiêu tốn thức ăn tăng lên rõ rệt, 1,53; 1,59 và 1,60 tương ứng ở nghiệm thức 3,4,5 ($P < 0,05$). Ở giai đoạn 29-56 ngày tuổi không có sự sai khác về tiêu tốn thức ăn ở nghiệm thức 1 so với nghiệm thức 2 và 3 với mức giảm 1 và 2% protein thô trong khẩu phần. Tính chung cho cả thời gian thí nghiệm, nghiệm thức 1 có mức tiêu tốn thức ăn thấp nhất với 2,77 kgTĂ/kg TKL tăng dần ở các

nghiệm thức 2, 3, 4 và cao nhất ở nghiệm thức 5 với 3,11 kgTĂ/kg TKL. Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa nghiệm thức 1 so với nghiệm thức 2 và 3 ($P>0,05$).

Mức protein thô ảnh hưởng rõ rệt đến chi phí thức ăn của gà thí nghiệm trong hai giai đoạn đầu của thí nghiệm ($P<0,05$). Giai đoạn 57-84 ngày tuổi không ghi nhận sự sai khác giữa các nghiệm thức ($P>0,05$). Chi phí thức ăn/kg tăng khối lượng chung cho cả giai đoạn thí nghiệm dao động từ 29543đ đến 32003đ. Khi giảm từ 1 đến 4% protein thô trong khẩu phần, kết hợp bổ sung các SID-EAA, giá thức ăn đã giảm từ 264-779đ/kg ở giai đoạn 1; 242-733 đ/kg ở giai đoạn 2 và 273-709 đ/kg ở giai đoạn 3. Do đó, dù nghiệm thức 1 đạt mức tiêu tốn thức ăn thấp nhất tính chung cho cả ba giai đoạn nhưng mức chi phí thức ăn/kg TKL thấp nhất quan sát được ở nghiệm thức 3 với mức giảm chi phí thức ăn 539 đ/kg TKL tương đương với 1,792% so với nghiệm thức đối chứng tính cho cả giai đoạn thí nghiệm. Mặc dù không xảy ra sự sai khác có ý nghĩa thống kê về chi phí thức ăn giữa nghiệm thức 3 và nghiệm thức 1 và 2, xét về mặt giá trị, nghiệm thức 3 cho mức chi phí thức ăn thấp nhất trong khi đó các chỉ tiêu khác như sinh trưởng bình quân và tiêu tốn thức ăn tương đương với nghiệm thức 1 và 2. Do đó mức giảm 2% protein xét về mặt năng suất sinh trưởng được lựa chọn là mức giảm phù hợp.

Sử dụng các axit amin công nghiệp là một công cụ hữu hiệu cân đối axit amin để giảm hàm lượng protein thô trong khẩu phần ăn của gia súc, gia cầm. Trong thí nghiệm này, giảm 1-2% protein thô trong khẩu phần ăn trên gà thịt đã không cho thấy ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn. Tuy nhiên khi mức giảm protein thô trong khẩu phần từ 3% đã làm giảm năng suất của gà Lương Phượng nuôi thịt. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu đã công bố trước đó khi hầu hết cho rằng khẩu phần protein thấp kết hợp với bổ sung một số axit amin thiết yếu đã không thành công trong việc đưa năng suất của gà ăn khẩu phần protein thấp tương đương với lô đối chứng (Bregendahl và cs., 2002; Hussein và cs., 2001; Kerr và Kidd, 1999; Namroud và cs., 2008). Các lý do được đưa ra lý giải cho việc suy giảm năng suất và hiệu quả sử dụng thức ăn ở gà ăn khẩu phần có mức protein thấp chưa hoàn toàn rõ ràng. Có thể do sự mất cân bằng điện giải ở khẩu phần protein thấp (Waldroup, 2000), tỷ lệ EAA/NEAA (Aftab và cs., 2006; Si và cs., 2004), tỷ lệ EAA/protein và sự thiếu hụt các axit amin thiết yếu khác chưa được bổ sung vào khẩu phần và các axit amin không thiết yếu (Pinchasov và cs., 1990). Các nghiên cứu về nhu cầu điện giải và hàm lượng axit amin trước kia đều dựa trên cơ sở khẩu phần có mức protein tiêu chuẩn và cũng chưa có nghiên cứu để khẳng định tỷ lệ axit amin lý tưởng trong khẩu phần ăn của gà ở khẩu phần ăn có mức protein thấp và cao là như nhau. Các nghiên cứu trên gà cao sản có mức giảm protein lớn hơn 2% đều cho thấy sự giảm rõ rệt khối lượng của gà cũng như hiệu quả chuyển hóa thức ăn. Tuy nhiên, các nghiên cứu cũng kết luận ở mức giảm protein nhỏ hơn từ 1-2% đã

không cho thấy sự sai khác so với đối chứng. Jiang và cs. (2005) đã kết luận rằng, ở mức giảm 20g protein/kg thức ăn đã không ảnh hưởng đến tăng khối lượng của gà Cobb 500 ở 21 ngày tuổi, sự khác biệt chỉ được ghi nhận khi gà ăn khẩu phần có mức giảm trên 40g protein/kg thức ăn thô. Tương tự, Namroud và cs. (2008) thử nghiệm mức giảm protein cho gà Ross giai đoạn sinh trưởng với các mức 230, 210, 190 và 170 g/kg. Ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng chỉ quan sát thấy ở khẩu phần có mức protein 190g và 170g/kg.

Không có sự sai khác rõ rệt trong lượng thức ăn tiêu thụ của gà thí nghiệm ở các nghiệm thức trong cả ba giai đoạn thí nghiệm khi giảm mức protein thô từ 1-4%. Tương tự, Namroud và cs. (2008) kết luận rằng không có sự sai khác về lượng thức ăn ăn vào của gà Ross 10-28 ngày tuổi khi giảm mức protein khẩu phần từ 23% xuống 21 và 19% có cân đối các axit amin thiết yếu tương tự lô đối chứng (lysine, methionine, threonine, tryptophan, arginine, isoleucine và valine). Tuy nhiên khi mức protein giảm xuống 17% lượng thức ăn tiêu thụ giảm mạnh. Tác giả lý giải rằng, bổ sung lượng lớn axit amin tổng hợp cộng với hàm lượng protein thấp đã ảnh hưởng đến tính ngon miệng của gà thí nghiệm và làm giảm tiêu thụ thức ăn. Kết luận tương tự cũng được Bregendahl và cs. (2002) công bố khi giảm mức protein trong khẩu phần ăn của gà từ 23,40 % xuống 19,17% có bổ sung các axit amin thiết yếu đã không ảnh hưởng đến FI của gà giai đoạn 7-21 ngày tuổi.

Giảm protein thô trong khẩu phần đã làm tăng rõ rệt tiêu tốn thức ăn của gà thí nghiệm trong cả ba giai đoạn thí nghiệm ($P < 0,05$) mặc dù các axit amin thiết yếu được bổ sung ngang với mức khuyến cáo trong tất cả các khẩu phần. Sự chênh lệch rõ rệt về tốc độ sinh trưởng trong khi đó tiêu thụ thức ăn lại không có sự sai khác giữa các nghiệm thức đã dẫn đến sự chênh lệch về tiêu tốn thức ăn. Trong giai đoạn đầu của thí nghiệm (1-28 ngày tuổi) tiêu tốn thức ăn của gà ở nghiệm thức 3 cao hơn so với gà ở nghiệm thức 1 và 2 tuy nhiên ở các giai đoạn tiếp theo và tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm, sự chênh lệch giữa nghiệm thức 3 với nghiệm thức 1 và 2 là không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Điều này cho thấy, ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi, gà nhạy cảm với việc giảm protein thô trong khẩu phần hơn so với hai giai đoạn còn lại. Namroud và cs. (2008) cũng chỉ ra quy luật tương tự ở chỉ tiêu này trên gà Ross. Tiêu tốn thức ăn của gà ở mức protein 19% trong giai đoạn 10-18 ngày tuổi cao hơn so với gà ăn khẩu phần có 21 và 23% protein, tuy nhiên sự sai khác đã không rõ ràng trong giai đoạn 19-28 ngày tuổi. Kết luận tương tự cũng được Aletor và cs. (2000) đưa ra khi thử nghiệm các mức protein thô giảm dần (210, 190, 172 và 153 g/kg) khẩu phần ăn của gà thịt dòng trống từ 3-6 tuần tuổi.

3.4.3. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến các chỉ tiêu về chất lượng thịt

Kết quả về chất lượng thịt của gà thí nghiệm tại thời điểm 84 ngày tuổi được trình bày trong bảng 3.25. Do có sự sai khác về khối lượng khi kết thúc thí nghiệm nên khối lượng gà khảo sát theo khối lượng trung bình của ô thí nghiệm có sự sai khác giữa các nghiệm thức. Các chỉ tiêu về năng suất thịt bao gồm tỷ lệ thân thịt, tỷ lệ thịt đùi và tỷ lệ mỡ bụng không có sự sai khác giữa các nghiệm thức ($P>0,05$). Riêng chỉ tiêu tỷ lệ thịt lườn có xu hướng giảm dần khi mức protein thô giảm. Khi giảm mức protein từ 1-3% đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ thịt lườn của gà, tuy nhiên khi mức giảm đến 4% (nghiệm thức 5), tỷ lệ thịt lườn giảm rõ rệt tương ứng với giảm 8,86% so với nghiệm thức 1. Các chỉ tiêu về chất lượng thịt bao gồm độ mất nước và pH 15 phút sau giết thịt không có sự sai khác giữa các nghiệm thức ($P>0,05$). Đáng chú ý là khi giảm 4% mức protein thô làm chậm quá trình giảm pH từ lúc giết thịt đến 24h, thể hiện thông qua chỉ tiêu pH24 ở nghiệm thức 5 cao hơn so với các nghiệm thức còn lại ($P<0,05$) trong khi đó pH15 không có sự sai khác giữa các nghiệm thức. Độ dai của thịt lườn bị ảnh hưởng bởi mức protein thô trong khẩu phần ($P<0,05$). Thịt lườn gà ở nghiệm thức 5 với hàm lượng protein thô thấp nhất có độ dai lớn hơn các nghiệm thức còn lại ($P<0,05$). Hàm lượng protein thô trong lườn gà/kg vật chất khô dao động từ 94,49 - 95,52. Tuy nhiên, không có sự sai khác về hàm lượng protein thô và các axit amin trong thịt lườn gà giữa các nghiệm thức ($P>0,05$).

Bảng 3.25. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến các chỉ tiêu về chất lượng thịt

Nghiệm thức	1 (n=10)	2 (n=10)	3 (n=10)	4 (n=10)	5 (n=10)	SEM	P
KL sống (g)	2256 ^{ab}	2270 ^a	2134 ^{ab}	2066 ^{ab}	1876 ^b	95,32	0,038
Kl thân thịt (g)	1761,2	1760,6	1657,9	1612,1	1458,7	77,55	0,052
Tỷ lệ thân thịt (%)	78,0	77,6	77,7	77,9	77,8	0,904	0,997
Tỷ lệ thịt lườn (%)	15,8 ^{ab}	16,4 ^a	16,4 ^a	15,5 ^{ab}	14,4 ^b	0,373	0,002
Tỷ lệ thịt đùi (%)	20,8	20,1	19,8	19,9	20,5	0,513	0,571
Tỷ lệ mỡ bụng (%)	1,38	1,58	1,95	2,07	2,16	0,412	0,624
Mất nước sau bq (%)	2,48	2,41	3,26	2,63	2,32	0,355	0,388
Mất nước sau cb (%)	17,77	16,66	18,86	16,69	18,93	0,846	0,197
Độ dai (N)	16,27 ^b	16,38 ^b	20,42 ^{ab}	21,15 ^{ab}	25,58 ^a	1,319	0,001
Ph 15	6,11	6,13	6,11	6,20	6,17	0,082	0,909
Ph 24 h	5,76 ^b	5,77 ^b	5,78 ^b	5,84 ^{ab}	5,90 ^a	0,027	0,009

Ghi chú: KL: khối lượng; Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). Nghiệm thức 1 có mức protein tiêu chuẩn cho ba giai đoạn sinh trưởng tương ứng 20,8; 19,5 và 18%, các nghiệm thức tiếp theo có mức giảm protein từ 1-4% ở cả ba giai đoạn sinh trưởng.

Năng suất và chất lượng thịt phản ánh rõ nét chất lượng của thức ăn ăn vào. Trong những thập kỷ trước, mối tương quan giữa hàm lượng protein trong khẩu phần và năng suất thịt của gà đã được đánh giá. Với khẩu phần có mức protein giảm 3% với mức năng lượng không đổi đã ảnh hưởng rõ rệt đến năng suất thân thịt, khối lượng thịt lườn và tăng tỷ lệ mỡ bụng (Rezaei và cs., 2004). Giảm protein làm tăng tỷ lệ ME/Pr và làm tăng lượng năng lượng dư thừa trong khẩu phần dẫn đến tích lũy mỡ tăng. Tuy nhiên trong các nghiên cứu gần đây, khi việc sử dụng các axit amin đơn để cân đối khẩu phần, các ảnh hưởng tiêu cực của việc giảm protein trong khẩu phần đã được hạn chế. Thí nghiệm giảm 2% protein trên cơ sở cân đối các axit amin thiết yếu đã không ảnh hưởng tiêu cực đến các chỉ tiêu về năng suất thịt, thậm chí tỷ lệ mỡ bụng/BW còn thấp hơn so với đối chứng (Saleh và cs., 2021). Salah (2016) đã thử nghiệm giảm 1% protein với mức lysine, methionine, threonine và tryptophan tiêu hóa tương đương với lô đối chứng làm tăng tỷ lệ thịt lườn và giảm tỷ lệ mỡ bụng trên gà Cobb 34 ngày tuổi. Kết luận tương tự được Van Harn và cs. (2019) công bố khi kết quả thử nghiệm không cho thấy sự sai khác về tỷ lệ thịt lườn của gà ăn khẩu phần có mức giảm protein nhỏ hơn 3%.

Hàm lượng glycogen trong cơ thịt ảnh hưởng trực tiếp đến độ giảm pH của thịt trong quá trình bảo quản do glycogen là nguyên liệu trong quá trình dị hóa yếm khí tạo năng lượng và axit lactic (Lister và cs., 1970). Hàm lượng glycogen lại bị ảnh hưởng bởi các yếu tố trong khẩu phần như hàm lượng năng lượng, tỷ lệ năng lượng/protein. Hàm lượng năng lượng cao trong khẩu phần đã làm giảm lượng glycogen tích lũy trong cơ thịt (Rosenvold và cs., 2003). Điều này có thể giải thích cho kết quả trong thí nghiệm của chúng tôi, khi hàm lượng protein giảm có nghĩa tỷ lệ ME/Protein tăng có thể làm giảm lượng glycogen tích lũy dẫn đến quá trình giảm pH chậm hơn ở thịt gà được ăn khẩu phần có mức protein thấp. Độ giảm pH có mối tương quan chặt chẽ đến chất lượng thịt, là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến việc hình thành thịt có chất lượng thấp (thịt PSE và thịt DFD). Giá trị pH giảm quá nhanh sau 24h dẫn đến tình trạng thịt nhợt màu, nhão và rỉ nước (PSE-pale, soft and exudative), ngược lại pH giảm quá chậm thường làm thịt bị cứng, sẫm màu và khô (DFD-dark firm and dry) (Adzitey và Nurul, 2011). Giá trị pH cao tại thời điểm 24h sau bảo quản của thịt gà ở các nghiệm thức có mức protein thấp so với các nghiệm thức đối chứng tương ứng với quá trình giảm pH chậm có thể là tác nhân dẫn đến tình trạng thịt cứng, sẫm màu và khô. Có thể vì lý do này thịt ở các nghiệm thức có mức protein thấp có xu hướng tăng độ dai so với nghiệm thức đối chứng.

Hàm lượng protein thô và thành phần các axit amin trong thịt lườn ở nghiên cứu này không ghi nhận sự sai khác giữa các nghiệm thức (Bảng 3.26). Kiểu gen và tuổi giết thịt là những yếu tố chính ảnh hưởng đến hàm lượng protein và axit amin trong thịt lườn (Baéza và cs, 2012; Lawrie, 1980). Baéza và cs (2012) kết luận rằng, thành phần axit amin trong thịt lườn gà tương đối ổn định. Benahmed và cs. (2023) thử nghiệm giảm 1,5

và 3% protein thô trong khẩu phần ăn của gà có bổ sung các axit amin thiết yếu. Kết quả cho thấy việc giảm protein đã không ảnh hưởng đến thành phần hóa học của thịt lườn gà.

Bảng 3.26. Ảnh hưởng của việc giảm protein thô trong khẩu phần trên cơ sở cân đối các axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn đến thành phần axit amin thịt lườn gà thí nghiệm (% vật chất khô)

Nghiem thức	1 (n=5)	2 (n=5)	3 (n=5)	4 (n=5)	5 (n=5)	SEM	P
Vật chất khô	24,25	24,33	24,18	25,61	23,81	0,626	0,339
Protein thô	95,52	94,49	95,00	95,38	94,75	0,374	0,295
Methionine	2,49	2,44	2,46	2,46	2,45	0,018	0,471
Cystine	0,94	0,92	0,92	0,93	0,91	0,007	0,152
Met + Cys	3,42	3,36	3,38	3,39	3,36	0,024	0,344
Lysine	7,92	7,72	7,84	7,84	7,78	0,058	0,208
Threonine	3,95	3,89	3,93	3,97	3,91	0,026	0,190
Tryptophan	1,16	1,12	1,13	1,15	1,12	0,010	0,118
Arginine	5,64	5,55	5,58	5,57	5,58	0,034	0,451
Isoleucine	4,39	4,29	4,30	4,31	4,31	0,034	0,268
Leucine	7,09	6,95	7,03	7,04	6,99	0,046	0,261
Valine	4,60	4,48	4,48	4,49	4,48	0,032	0,052
Histidine	3,25	3,18	3,03	3,24	3,01	0,066	0,054
Phenylalanine	3,58	3,52	3,55	3,57	3,53	0,022	0,238
Glycine	3,87	3,83	3,85	3,78	3,92	0,079	0,771
Serine	3,38	3,33	3,38	3,41	3,34	0,024	0,224
Proline	3,20	3,17	3,18	3,16	3,21	0,040	0,891
Alanine	5,17	5,07	5,11	5,12	5,11	0,029	0,252
Aspartic	8,43	8,27	8,33	8,37	8,30	0,050	0,210
Glutamic	12,67	12,42	12,63	12,55	12,64	0,092	0,363

Ghi chú: Nghiệm thức 1 có mức protein tiêu chuẩn cho ba giai đoạn sinh trưởng tương ứng 20,8; 19,5 và 18%, các nghiệm thức tiếp theo có mức giảm protein từ 1-4% ở cả ba giai đoạn sinh trưởng.

Tóm lại: Giảm đến 2% mức protein thô khẩu phần trên cơ sở cân đối SID-EAA với hàm lượng SID-Lys 1,30; 1,15 và 0,95% tương ứng cho ba giai đoạn sinh trưởng và hàm lượng các axit amin thiết yếu khác cân đối theo khuyến cáo của Aviagen (2014) đã không ảnh hưởng đến khối lượng cơ thể, tăng khối lượng hàng ngày và hệ số chuyển hoá thức ăn của gà Lương Phượng nuôi thịt ở các giai đoạn sinh trưởng.

Giảm ở mức 2% protein thô trong khẩu phần có mức chi phí thức ăn/kg tăng khối thấp nhất 29.543 đ/kg thấp hơn 539 đ/kg tương đương 1,79% với nghiệm thức đối chứng. Tại mức giảm này, hàm lượng phát thải khí NH₃ và H₂S ở các giai đoạn sinh trưởng giảm so với nghiệm thức đối chứng tương ứng từ 23,18 đến 28,57% và 2,19 đến 9,4%. Giảm ở mức 4% protein thô đã làm giảm tỷ lệ thịt lườn, làm tăng pH 24h và tăng độ dai của thịt lườn của gà.

3.5. THỬ NGHIỆM KHẨU PHẦN PROTEIN THẤP TRÊN CƠ SỞ CÂN ĐỐI TỐI ƯU AXÍT AMIN THIẾT YẾU TIÊU HÓA HỒI TRÀNG TIÊU CHUẨN CHO GÀ THỊT LÔNG MÀU

3.5.1. Kết quả thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho trên gà Lương Phượng nuôi thịt

Kết quả về năng suất sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và chi phí thức ăn cho gà trong thử nghiệm khẩu phần protein thấp dựa trên các nguyên liệu có sẵn tại địa phương so với thức ăn hiện tại đang sử dụng tại trang trại được trình bày ở bảng 3.27. Kết quả cho thấy khối lượng của gà Lương Phượng lúc 28, 56 ngày tuổi ở nghiệm thức sử dụng thức ăn thương mại có khối lượng cao hơn so với nghiệm thức sử dụng khẩu phần protein thấp ($P < 0,05$). Tuy nhiên khối lượng gà lúc 84 ngày tuổi không ghi nhận sự sai khác giữa các nghiệm thức. Kết thúc thí nghiệm, gà đạt khối lượng 2027,0 và 2127,4 g tương ứng với nghiệm thức 1 và 2. Chỉ tiêu tăng khối lượng bình quân chỉ cho thấy sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi ($P < 0,05$). Tính chung cho cả giai đoạn 1-84 ngày tuổi, tăng khối lượng bình quân của nghiệm thức 1 và 2 đạt tương ứng 23,74 và 24,93 g/con/ngày.

Trong mô hình thử nghiệm, lượng thức ăn tiêu thụ hàng ngày và tiêu tốn thức ăn không có sự sai khác giữa các nghiệm thức ở cả ba giai đoạn thí nghiệm ($P > 0,05$). Chỉ riêng giai đoạn 1-28 ngày tuổi, tiêu tốn thức ăn của nghiệm thức sử dụng thức ăn hiện tại của trang trại thấp hơn so với nghiệm thức sử dụng khẩu phần protein thấp. So sánh về kết quả sinh trưởng và tiêu tốn thức ăn có thể thấy về mặt giá trị tuyệt đối, nghiệm thức đối chứng sử dụng thức ăn hiện tại của trang trại cho kết quả tốt hơn so với nghiệm thức sử dụng khẩu phần có mức protein thấp tuy nhiên sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê.

Chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Tuy nhiên đến giai đoạn 29-56 ngày tuổi và 57-84 ngày tuổi, nghiệm thức đối chứng có mức chi phí thức ăn cao hơn so với nghiệm thức còn lại ($P < 0,05$). Tính chung cho cả giai đoạn thử nghiệm, nghiệm thức đối chứng có chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng là 38708 đồng trong khi đó nghiệm thức sử dụng khẩu phần protein thấp có chi phí tương ứng 36010 đồng. Nghiệm thức đối chứng có chỉ số tiêu tốn thức ăn về mặt giá trị tuyệt đối thấp hơn, tuy nhiên giá thành thức ăn ở nghiệm thức đối chứng lại cao hơn đáng kể so với nghiệm thức có mức protein thấp, cụ thể 14.400 đ so với 12.553 đ ở giai đoạn 1-28 ngày tuổi; 13.360 đ so với 12.258 đ ở giai đoạn 29-56 ngày tuổi; 13.200 đ so với 11.673 đ ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi. Có thể thấy giá thức ăn thương mại cao hơn giá thức ăn khẩu phần có mức protein thấp từ 8,99% đến 14,9%. Chính vì vậy, chi phí thức ăn cho gà thí nghiệm ở nghiệm thức đối chứng cao hơn so với nghiệm thức có mức protein thấp ($P < 0,05$). Tính chung cho cả

giai đoạn thí nghiệm, áp dụng khẩu phần có mức protein thấp đã giảm 6,97% chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng.

Bảng 3.27. Năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của mô hình gà Lương Phượng nuôi thịt

Nghiem thức	1 (n=5)	2 (n=5)	SEM	P
Khối lượng cơ thể của gà thịt tại các thời điểm (g)				
1 ngày tuổi	32,83	32,97		
28 ngày tuổi	488,2	531,7	5,805	0,002
56 ngày tuổi	1276,4	1370,4	24,52	0,035
84 ngày tuổi	2027,0	2127,4	29,13	0,051
Tăng khối lượng bình quân (g/con/ngày)				
GĐ 1-28 ngày tuổi	16,26	17,81	0,208	0,002
GĐ 29-56 ngày tuổi	28,15	29,95	0,898	0,206
GĐ 57-84 ngày tuổi	26,81	27,04	0,982	0,875
GĐ 1-84 ngày tuổi	23,74	24,93	0,347	0,051
Lượng thức thu nhận (g/con/ngày)				
GĐ 1-28 ngày tuổi	29,28	29,02	0,353	0,629
GĐ 29-56 ngày tuổi	76,65	79,57	2,956	0,511
GĐ 57-84 ngày tuổi	107,75	107,34	2,757	0,920
GĐ 1-84 ngày tuổi	71,23	71,98	1,354	0,708
Tiêu tốn thức ăn (kg TĂ/kg TKL)				
GĐ 1-28 ngày tuổi	1,80	1,63	0,029	0,005
GĐ 29-56 ngày tuổi	2,72	2,66	0,042	0,304
GĐ 57-84 ngày tuổi	4,02	3,98	0,112	0,812
GĐ 1-84 ngày tuổi	3,00	2,89	0,038	0,075
Chi phí thức ăn cho 1 kg TKL (VND)				
GĐ 1-28 ngày tuổi	22594	23463	381,5	0,164
GĐ 29-56 ngày tuổi	33471	35494	550,9	0,035
GĐ 57-84 ngày tuổi	46927 ^b	52482 ^a	1412,9	0,031
GĐ 1-84 ngày tuổi	36010 ^b	38708 ^a	474,0	0,007

Ghi chú: TĂ: GĐ: Giai đoạn; Thức ăn; TKL: Tăng khối lượng. Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.5.2. Kết quả thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho trên gà Lương Phượng lai Mía nuôi thịt

Kết quả bảng 3.28 cho thấy khối lượng của gà Lương Phượng lai Mía lúc 28 ngày tuổi có sự khác biệt giữa hai nghiệm thức ($P < 0,05$) đạt 396,3 và 426,7g tương ứng với nghiệm thức 1 và 2. Tương ứng, tốc độ tăng khối lượng bình quân giai đoạn 1-28 ngày tuổi ở nghiệm thức đối chứng cũng cao hơn nghiệm thức thí nghiệm đạt 14,10 g/con/ngày cao hơn 8,38% so với nghiệm thức sử dụng khẩu phần protein thấp (13,01g/con/ngày). Tuy nhiên khối lượng cơ thể gà thí nghiệm tại 56; 84 ngày tuổi và chỉ tiêu tăng khối lượng bình quân giai đoạn 27-56 ngày tuổi và 57-84 ngày tuổi không có sự khác nhau giữa hai nghiệm thức ($P > 0,05$).

Bảng 3.28. Năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của mô hình gà Lương Phượng lai Mía nuôi thịt

Nghiệm thức	1 (n=5)	2 (n=5)	SEM	P
Khối lượng cơ thể của gà thịt tại các thời điểm (g)				
1 ngày tuổi	31,80	31,75		
28 ngày tuổi	396,3	426,7	5,18	0,006
56 ngày tuổi	980,0	1079,6	32,74	0,075
84 ngày tuổi	1634,0	1738,8	31,65	0,057
Tăng khối lượng bình quân (g/con/ngày)				
GD 1-28 ngày tuổi	13,01 ^b	14,10 ^a	0,186	0,006
GD 29-56 ngày tuổi	20,85	23,32	1,134	0,174
GD 57-84 ngày tuổi	23,36	23,54	1,179	0,917
GD 1-84 ngày tuổi	19,07	20,32	0,374	0,057
Lượng thức thu nhận (g/con/ngày)				
GD 1-28 ngày tuổi	25,23	24,58	0,331	0,210
GD 29-56 ngày tuổi	70,09	73,64	2,295	0,320
GD 57-84 ngày tuổi	92,65	96,52	2,509	0,315
GD 1-84 ngày tuổi	62,66	64,91	1,312	0,271
Tiêu tốn thức ăn (kg TĂ/kg TKL)				
GD 1-28 ngày tuổi	1,94	1,75	0,041	0,016
GD 29-56 ngày tuổi	3,37	3,18	0,145	0,404
GD 57-84 ngày tuổi	3,97	4,13	0,124	0,385
GD 1-84 ngày tuổi	3,29	3,19	0,051	0,249
Chi phí thức ăn cho 1 kg TKL (VND)				
GD 1-28 ngày tuổi	24343	25149	562,7	0,367
GD 29-56 ngày tuổi	41290	42038	1860,1	0,785
GD 57-84 ngày tuổi	46320	54554	1631,3	0,012
GD 1-84 ngày tuổi	39469	42658	649,9	0,013

Ghi chú: TĂ: Thức ăn; TKL: Tăng khối lượng. Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Lượng thức ăn tiêu thụ hàng ngày không có sự sai khác giữa hai nghiệm thức ($P > 0,05$). Do sự khác biệt về tăng khối lượng bình quân trong khi thức ăn tiêu thụ lại không có sự sai khác nên tiêu tốn thức ăn giai đoạn 1-28 ngày tuổi cho thấy sự khác biệt giữa hai nghiệm thức với giá trị thấp hơn ở nghiệm thức đối chứng. Trong hai giai đoạn còn lại, tiêu tốn thức ăn giữa hai nghiệm thức không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm, chỉ số tiêu tốn thức ăn đạt 3,29 và 3,19 kg thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng tương ứng với nghiệm thức 1 và 2.

Chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng không có sự sai khác giữa các nghiệm thức ở hai giai đoạn đầu của thử nghiệm (1-28 và 29-56 ngày tuổi). Sự khác biệt giữa hai nghiệm thức chỉ quan sát thấy ở giai đoạn 57-84 ngày tuổi với chi phí ở nghiệm thức đối

chứng cao hơn 17,78% so nghiệm thức sử dụng khẩu phần protein thấp. Tính chung cho cả giai đoạn thí nghiệm, chi phí thức ăn khi sử dụng khẩu phần có mức protein thấp là 39.469đ thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng 8,1% (42.658đ).

Kết quả trên hai mô hình thử nghiệm khẩu phần có mức protein thấp trên gà Lương Phượng và gà Lương Phượng lai Mía cho thấy mức giảm chi phí thức ăn ở nghiệm thức ăn khẩu phần có mức protein thấp so với nghiệm thức đối chứng của mô hình gà Lương Phượng lai Mía lớn hơn so với mô hình gà Lương Phượng (8,10% so với 6,97%). Gà Lương Phượng là giống gà kiêm dụng, thường được sử dụng làm mái nền để lai tạo với các giống gà bản địa tạo con lai thương phẩm. Chính vì vậy, so với các giống gà bản địa và gà lai, gà Lương Phượng thường có tốc độ sinh trưởng lớn hơn và mức tiêu tốn thức ăn thấp hơn. Gà Lương Phượng lai Mía với tốc độ sinh trưởng chậm hơn cho thấy sự đáp ứng tốt hơn khẩu phần có mức protein thấp thể hiện thông qua sự khác biệt về giá trị tuyệt đối ở các chỉ tiêu sinh trưởng so với nghiệm thức đối chứng là thấp hơn so với gà Lương Phượng. Trong khi đó, thức ăn sử dụng cho hai mô hình là như nhau nên tính chung cho cả thử nghiệm gà Lương Phượng lai Mía ăn khẩu phần có mức protein thấp có thể tiết kiệm tự 8,10% chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng, cao hơn so với ở mô hình gà Lương Phượng (6,97%)

Tóm lại, kết quả thu được khi áp dụng “Mức protein thô thấp và cân đối tối ưu các SID-EAA thiết yếu trong khẩu phần ăn cho gà thịt” như sau:

- *Thành tích chăn nuôi đảm bảo ổn định và không có sự khác biệt so với việc sử dụng thức ăn thương mại, cụ thể:*

+ *Gà Lương Phượng nuôi thịt có khối lượng lúc 84 ngày tuổi, tăng khối lượng bình quân và tiêu tốn thức ăn từ 1-84 ngày tuổi tương ứng là 2027,0 g/con; 23,74g/con/ngày; 3,0 kgTĂ/kg TKL; giảm 6,97% chi phí thức ăn cho 1kg tăng khối lượng.*

+ *Gà Lương Phượng lai Mía có khối lượng lúc 84 ngày tuổi, tăng khối lượng bình quân và tiêu tốn thức ăn từ 1-84 ngày tuổi tương ứng là 1634,06 g/con; 19,07g/con/ngày; 3,29 kgTĂ/kg TKL; Giảm 8,1% chi phí thức ăn cho 1kg tăng khối lượng.*

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Đề tài luận án đã xác định được tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của 15 loại nguyên liệu thức ăn chăn nuôi phổ biến trong chăn nuôi gà tại Việt Nam trên đối tượng gà Lương Phượng bao gồm: (1) Nhóm ngũ cốc và phụ phẩm ngũ cốc: Cám gạo chiết ly, cám gạo nguyên dầu, cám mì, gạo lật, thóc tẻ, tấm, ngô. (2) Nhóm nguyên liệu cung cấp protein: DDGS ngô, bột gluten ngô, đậu tương, khô đậu tương, khô dầu cải, bột cá, bột thịt xương và bột huyết.

Xác định được mức SID-Lys thích hợp trong khẩu phần ăn của gà Lương Phượng tương ứng với ba giai đoạn sinh trưởng (1-28 ngày tuổi; 29-56 ngày tuổi; 57-84 ngày tuổi) là: 1,3%; 1,15% và 0,95%.

Xác định được tỷ lệ một số axit amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn (methionine, methionine + cystine; threonine; tryptophan và agrinine so với lysine:

- Giai đoạn 1-28 ngày tuổi: 40,5; 75; 67; 15,6 và 107% tương ứng với tỷ lệ trong khẩu phần là 0,53; 0,98; 0,87; 0,20 và 1,39%.
- Giai đoạn 29-56 ngày tuổi: 42; 78,5; 67; 15,6 và 107% tương ứng với tỷ lệ trong khẩu phần là 0,48; 0,9; 0,77; 0,18 và 1,23%.
- Giai đoạn 57-84 ngày tuổi: 41,5; 78; 67; 15,6 và 107% tương ứng với tỷ lệ trong khẩu phần là 0,39; 0,74; 0,64; 0,15 và 1,02%.

Xác định được mức giảm protein thô thích hợp trên cơ sở cân đối các axit amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn như trên trong khẩu phần ăn của gà Lương Phượng nuôi thịt là 2%, cụ thể mức protein khẩu phần là 18,8%; 17% và 16 % tương ứng với ba giai đoạn sinh trưởng 1-28 ngày tuổi; 29-56 ngày tuổi và 57-84 ngày tuổi. Ở mức giảm này, chi phí thức ăn/kg tăng khối lượng tính chung cho giai đoạn 1-84 ngày tuổi giảm 539 đ tương ứng 1,792%; lượng phát thải khí NH₃ và H₂S tại thời điểm kết thúc các giai đoạn sinh trưởng tương ứng giảm từ 23,18 - 28,57% và 2,19 - 9,4% so với nghiệm thức đối chứng.

Áp dụng kết quả nghiên cứu của luận án về mức giảm 2% protein thô với tỷ lệ các axit amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn như trên trong khẩu phần để thử nghiệm so sánh với thức ăn trang trại đang sử dụng trên gà Lương Phượng và gà Lương Phượng lai Mía. Kết quả cho thấy năng suất sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của gà ở nghiệm thức thí nghiệm tương đương với nghiệm thức đối chứng, tuy nhiên chi phí thức ăn cho mỗi kg tăng khối lượng tính chung cho giai đoạn 1-84 ngày tuổi giảm so với nghiệm thức đối chứng tương ứng 6,97% cho gà Lương Phượng và 8,10 % cho gà Lương Phượng lai Mía.

4.2. Đề nghị

Sử dụng cơ sở dữ liệu về tỷ lệ tiêu hóa axit amin hồi tràng tiêu chuẩn và tỷ lệ thích hợp các axit amin thiết yếu dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn để xây dựng khẩu phần ăn cho gà thịt lông màu.

Áp dụng mức giảm protein thô 2% tương ứng với hàm lượng protein trong khẩu phần là 18,8%; 17% và 16% cho ba giai đoạn sinh trưởng 1-28; 29-56; 57-84 ngày tuổi trong xây dựng khẩu phần ăn cho gà thịt lông màu tại các cơ sở chăn nuôi và cơ sở sản xuất thức ăn trên cả nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

- Bùi Hữu Đoàn. (2011). Khả năng sản xuất và chất lượng thịt của tổ hợp gà lai kinh tế 3 giống (Mía-Hồ-Lương phượng). Tạp chí Khoa học và Phát triển, Tập 9, số 6, 941-947.
- Bùi Hữu Đoàn, Nguyễn Thị Mai, Nguyễn Thanh Sơn, & Nguyễn Huy Đạt. (2011). Các chỉ tiêu dùng trong nghiên cứu chăn nuôi gia cầm. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
- Bùi Nguyên Phương Thảo. (2024). Khẩu phần giảm đạm thô: Các cập nhật mới và lưu ý. Tạp chí Chăn nuôi Việt Nam. <https://nhachannuoi.vn/khau-phan-giam-dam-tho-cac-cap-nhat-moi-va-luu-y/>.
- Cục Chăn nuôi. (2024). Tình hình chăn nuôi Việt Nam giai đoạn 2019-2023. <https://nhachannuoi.vn/tinh-hinh-chan-nuoi-viet-nam-giai-doan-2019-2023/>
- Đặng Thái Hải. (2006). Đáp ứng của gà thịt Cobb 500 với khẩu phần protein thấp được bổ sung một số axit amin không thay thế. Tạp chí KHKT Nông nghiệp, tập IV, số 6/2006, 56-60.
- Đặng Thái Hải. (2007). Ảnh hưởng của khẩu phần protein thấp được bổ sung D,L-metionin và lyzin.HCL đến sức sản xuất của đàn gà Isa-Brown thương phẩm giai đoạn từ 23-40 tuần tuổi. Tạp chí KHKT Nông nghiệp, tập V, số 2/2007, 36-40.
- Hà Xuân Bộ, & Đặng Thúy Nhung. (2021). Năng suất thân thịt và chất lượng thịt của gà lai F1 (Hồ x Lương Phượng) Tạp chí Khoa Học Nông nghiệp Việt Nam, 19(11), 1428-1435.
- Hồ Lê Quỳnh Châu. (2014). Xác định giá trị năng lượng trao đổi có hiệu chỉnh nitơ (MEN), tỉ lệ tiêu hóa hồi tràng các chất dinh dưỡng của một số loại thức ăn và ứng dụng trong thiết lập khẩu phần nuôi gà thịt. Luận án tiến sĩ nông nghiệp.
- Lã Văn Kính, Lê Đức Ngoan, & Nguyễn Hải Quân. (2019). Dinh dưỡng và thức ăn chăn nuôi lợn. In: Nông nghiệp.
- Lê Thị Nga. (2016). Báo cáo tổng kết đề tài: “Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ phát triển chăn nuôi gà chuyên thịt cao sản tại Việt Nam” Trung tâm nghiên cứu Gia cầm Thụy Phương, Viện Chăn nuôi.
- Lương Thị Thủy, Lê Đức Ngoan, & Nguyễn Đức Hưng. (2010). Ảnh hưởng của bổ sung các mức DL-Methionine trong khẩu phần đến khả năng cho thịt của con lai (ngan x vịt). Tạp chí khoa học, Đại học Huế, 57
- Ngô Hồng Phượng, Vương Nam Trung, & Phạm Ngọc Thảo. (2017). Xác định nhu cầu protein và axit amin cho giống gà Nòi Nam bộ từ 1-12 tuần tuổi. Tạp Chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi, số 77, 24-32.

- Nguyễn Đức Hải. (2023). Thực trạng và giải pháp phát triển nguyên liệu thức ăn chăn nuôi ở Việt Nam giai đoạn hậu COVID-19. *VNU Journal of Economics Business*, 3(5), 91-91.
- Nguyễn Quý Khiêm, Nguyễn Trọng Thiện, Đặng Đình Tứ, Lê Ngọc Tân, Nguyễn Thị Thu Hiền, v, L. V. H., & Trang, à. N. D. (2017). Xác định mức protein thích hợp trong khẩu phần nuôi gà TN giai đoạn sinh sản và gà thương phẩm. *Báo cáo khoa học Viện Chăn nuôi năm 2015-2017, phần Dinh dưỡng và Thức ăn Chăn nuôi*, 97-107.
- Nguyễn Thanh Sơn, Hồ Xuân Tùng, & Thiện., V. C. (2017). Xác định mức protein thích hợp trong khẩu phần ăn cho gà lai thương phẩm thịt VP34, VP35. *Báo cáo khoa học Viện Chăn nuôi năm 2015-2017, phần Dinh dưỡng và Thức ăn Chăn nuôi*, 68-82.
- Nguyễn Văn Duy, Nguyễn Đình Tiến, & Nguyễn Đình Tôn. (2020). Khả năng sinh trưởng, năng suất và chất lượng thịt của gà lai 3/4 Đông Tảo 1/4 Lương Phượng. *Tạp chí Khoa Học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(10), 879-887.
- Phùng Đức Tiến, Dương Thị Oanh, Lê Thị Nga, Nguyễn Thị Mười, Phạm Thị Lựa, & Nguyễn Thị Tình. (2009). Nghiên cứu mức protein và lyzin trong khẩu phần thức ăn nuôi gà lai M13 Thái Hòa-Ai Cập thương phẩm. *Báo cáo khoa học Viện Chăn nuôi, phần Dinh dưỡng và Thức ăn Chăn nuôi*, 291-304.
- Tổng Cục Thống Kê. (2024). *Niên Giám Thống Kê 2023*. Nhà xuất bản thống kê.
- Trần Công Xuân, & Nguyễn Huy Đạt. (2006). Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu chọn tạo một số dòng gà chăn thả Việt Nam năng suất, chất lượng cao. *Viện Chăn nuôi, Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn*.
- Trần Thanh Vân, Trần Quốc Việt, Võ Văn Hùng, Nguyễn Thị Thúy My, & Nguyễn Thu Quyên. (2016). Nghiên cứu xác định mức Lysine/Me, protein và axit amin thích hợp trong khẩu phần chăn nuôi gà F1 (Ri x Lương Phượng). *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT số 17, trang 94 -103. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, số 17, , 94 -103*.
- Trần Thị Bích Ngọc, Ninh Thị Huyền, Trần Thị Thu Hiền, & Phạm Kim Đăng. (2022). Ảnh hưởng của lysine tiêu hóa trong khẩu phần đến năng suất và chất lượng trứng của gà Isa Brown. *Tạp chí KHKT Chăn nuôi*, 274, 19-27.
- Trần Thị Bích Ngọc, Ninh Thị Huyền, Lại Thị Nhài, Cù Thị Thiên Thu và Phạm Kim Đăng. (2022). Ảnh hưởng của mức giảm protein thô trên cơ sở cân đối axit amin thiết yếu trong khẩu phần đến năng suất và chất lượng trứng của gà Isa Brown. *Tạp chí KHKT chăn nuôi*, 283, 42-49.
- Trần Thị Trinh, Nguyễn Thị Thu Huyền, Nguyễn Thị Hương Giang, Nguyễn Đình Nguyên, Vũ Thị Hoài Thu, & Thúy, v. Đ. P. (2022). Nghiên cứu năng suất và chất lượng thịt của gà Lạc Thủy và gà lai F1 (Lạc Thủy x Lương Phượng) nuôi tại Việt Yên-Bắc Giang. *Tạp Chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi*(133), 13-20.

Tài liệu tiếng Anh

- Adedokun, S., Adeola, O., Parsons, C., Lilburn, M., & Applegate, T. (2011). Factors affecting endogenous amino acid flow in chickens and the need for consistency in methodology. *Poultry Science*, 90(8), 1737-1748.
- Adedokun, S., Jaynes, P., Abd El-Hack, M., Payne, R., & Applegate, T. (2014). Standardized ileal amino acid digestibility of meat and bone meal and soybean meal in laying hens and broilers. *Poultry Science*, 93(2), 420-428.

- Adedokun, S., Jaynes, P., Payne, R., & Applegate, T. (2015). Standardized ileal amino acid digestibility of corn, corn distillers' dried grains with solubles, wheat middlings, and bakery by-products in broilers and laying hens. *Poultry Science*, 94(10), 2480-2487.
- Adeola, O., & Ragland, D. (2016). Comparative ileal amino acid digestibility of distillers' grains for growing pigs. *Animal Nutrition*, 2(4), 262-266.
- Adhikari, P. A., Castro, F. L. d. S., Liu, G., & Kim, W. K. (2022). Effects of total sulfur amino acids on growth performance, immunity, and meat yield in broilers fed diets with and without antibiotics. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 903901.
- Adzitey, F., & Nurul, H. (2011). Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences-a mini review. *International food research journal*, 18(1).
- Aftab, U. (2019). Energy and amino acid requirements of broiler chickens: keeping pace with the genetic progress. *World's Poultry Science Journal*, 75(4), 507-514.
- Aftab, U., Ashraf, M., & Jiang, Z. (2006). Low protein diets for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 62(4), 688-701.
- Ahmad, T., & Sarwar, M. (2006). Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. *World's Poultry Science Journal*, 62(4), 638-653.
- Aletor, V. A., Hamid, I. I., Niess, E., & Pfeffer, E. (2000). Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(5), 547-554.
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.
- Alfonso-Avila, A., Cirot, O., Lambert, W., & Létourneau-Montminy, M. (2022). Effect of low-protein corn and soybean meal-based diets on nitrogen utilization, litter quality, and water consumption in broiler chicken production: Insight from meta-analysis. *Animal feed science*, 16(3), 100458.
- Alleman, F., & Leclercq, B. (1997). Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. *British Poultry Science*.
- Almquist, H., & Grau, C. (1944). The amino acid requirements of the chick: three figures. *The Journal of nutrition*, 28(5), 325-331.
- An, S. H., Lee, B., Choi, Y. M., & Kong, C. (2023). Standardized ileal digestible lysine requirements based on growth performance and histochemical characteristics of male broilers from 10 to 21 d of age. *Animal Nutrition*, 12, 145-150.
- Apajalahti, J., & Vienola, K. (2016). Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science Technology*, 221, 323-330.
- Aviagen. (2014). Ross 308 broiler nutrition specifications. Aviagen Group, Huntsville, AL, USA.
- Awad, E., Zulkifli, I., Soleimani, A., & Loh, T. (2015). Individual non-essential amino acids fortification of a low-protein diet for broilers under the hot and humid tropical climate. *Poultry Science*, 94(11), 2772-2777.
- Awad, E. A., Zulkifli, I., Farjam, A. S., Chwen, L. T., Hossain, M. A., & Aljuobori, A. (2016). Effect of low-protein diet, gender and age on the apparent ileal amino acid digestibility

- in broiler chickens raised under hot-humid tropical condition. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 86, 696-701.
- Baéza, E., Arnould, C., Jlali, M., Chartrin, P., Gigaud, V., Mercierand, F., . . . Berri, C. (2012). Influence of increasing slaughter age of chickens on meat quality, welfare, and technical and economic results. *Journal of Animal Science*, 90(6), 2003-2013.
- Benahmed, S., Askri, A., de Rauglaudre, T., Létourneau-Montminy, M.-P., & Alnahhas, N. (2023). Effect of reduced crude protein diets supplemented with free limiting amino acids on body weight, carcass yield, and breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, 102(11), 103041.
- Bernal, L., Tavernari, F., Rostagno, H., & Albino, L. (2014). Digestible lysine requirements of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16, 49-54.
- Berres, J., Vieira, S., Dozier Iii, W., Cortês, M., De Barros, R., Nogueira, E., & Kutschenko, M. (2010). Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. *Journal of applied poultry research*, 19(1), 68-79.
- Berri, C., Besnard, J., & Relandeau, C. (2008). Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat. *Poultry Science*, 87(3), 480-484.
- Biswal, J., Vijayalakshmy, K., T. K, B., & Rahman, H. (2022). Impact of heat stress on poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 78(1), 179-196.
- Blok, M., Jansman, A., & Makkink, C. (2017). Amount and amino acid composition of basal endogenous protein losses at the terminal ileum of broilers. Wageningen Livestock Res. (CVB Documentation report).
- Bock, H.-D., & Low, A. (1989). Protein metabolism in farm animals: evaluation, digestion, absorption, and metabolism. Oxford University Press
- Boisen, S., Hvelplund, T., & Weisbjerg, M. (2000). Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. *Livestock Production Science*, 64(2-3), 239-251.
- Bouyeh, M. (2012). Effect of excess lysine and methionine on immune system and performance of broilers. *Annals of Biological Research*, 3(7), 3218-3224.
- Brasil, R., Lima, C., Machado, N., Curvello, F., Quaresma, D., Vieites, F., & Sousa, F. (2018). Digestible lysine requirements the performance, carcass traits and breast meat quality of slow-growing broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20, 555-564.
- Bregendahl, K., Sell, J., & Zimmerman, D. (2002). Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. *Poultry Science*, 81(8), 1156-1167.
- Brink, M., Janssens, G. P., Demeyer, P., Bağci, Ö., & Delezie, E. (2022). Reduction of dietary crude protein and feed form: Impact on broiler litter quality, ammonia concentrations, excreta composition, performance, welfare, and meat quality. *Animal Nutrition*, 9, 291-303.
- Bryden, W. L., & Li, X. (2004). Utilisation of digestible amino acids by broilers (Vol. Report publication no. 04/030. Rural Ind. Res. Dev. Corp., Barton, ACT, Australia). RIRDC.
- Bunchasak, C. (2009). Role of dietary methionine in poultry production. *The Journal of Poultry Science*, 46(3), 169-179.
- Cardoso, A. S., Costa, F. G. P., de Lima, M. R., Nogueira, E. T., Santos, C. S., de Sousa, R. B., ... & Vieira, D. V. G. (2014). Nutritional requirement of digestible threonine for white egg layers of 60 to 76 weeks of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(4), 724-728.

- Carew, L., McMurtry, J., & Alster, F. (2005). Effects of lysine deficiencies on plasma levels of thyroid hormones, insulin-like growth factors I and II, liver and body weights, and feed intake in growing chickens. *Poultry Science*, 84(7), 1045-1050.
- Chau, H., Tra, T., Huong, D., Hang, D., Hang, L., Tam, V., . . . Thong, H. (2022). Effect of dietary SID methionine on growth performance, carcass and meat quality, myogenic gene expression in fast and slow growing coloured chickens. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(3), 529-536.
- Cho, J., & Kim, I. (2011). Fish meal–nutritive value. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(6), 685-692.
- Chrystal, P. V., Moss, A. F., Khoddami, A., Naranjo, V. D., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2020). Impacts of reduced-crude protein diets on key parameters in male broiler chickens offered maize-based diets. *Poultry Science*, 99(1), 505-516.
- Cobb, V. (2018). Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement.
- Collett, S. R. (2012). Nutrition and wet litter problems in poultry. *Animal Feed Science Technology*, 173(1-2), 65-75.
- Commission, Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. *Official Journal of the European Union* L 250
- Corzo, A., Fritts, C., Kidd, M., Kerr, B., & technology. (2005). Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. *Animal feed science*, 118(3-4), 319-327.
- Costa, A., Ferrari, S., & Guarino, M. (2012). Yearly emission factors of ammonia and particulate matter from three laying-hen housing systems. *Animal Production Science*, 52(12), 1089-1098.
- D'Mello, J. F. (2003). *Amino acids in animal nutrition*. CABI publishing.
- De Cesare, A., do Valle, I. F., Sala, C., Sirri, F., Astolfi, A., Castellani, G., & Manfreda, G. (2019). Effect of a low protein diet on chicken ceca microbiome and productive performances. *Poultry Science*, 98(9), 3963-3976.
- Dean, D., Bidner, T., & Southern, L. (2006). Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. *Poultry Science*, 85(2), 288-296.
- Dei, H. (2011). *Soybean as a feed ingredient for livestock and poultry*. IntechOpen London.
- Desai, M., Jackson, V., Suman, S., Nair, M., Beach, C., & Schilling, M. (2015). Proteome basis of pale, soft, and exudative (PSE) condition in broiler meat from a commercial processing plant.
- Desvaux, S., Ton, V. D., Phan Dang, T., & Hoa, P. T. T. (2008). *A general review and description of the poultry production in Vietnam*. Agricultural Publishing House
- Dridi, S. (2017). *Understanding feed and water intake in poultry. Achieving sustainable production of poultry meat (Vol. 2)*. Burleigh Dodds Science Publishing.
- Dunlop, M., Gallagher, E., & Sohn, J. H. (2010). Odour emissions from tunnel-ventilated broiler sheds: case study of nine Queensland farms. *Animal Production Science*, 50(6), 546-551.
- Dunlop, M. W. (2011). *Dust and odour emissions from meat chicken sheds*. Australian Poultry CRC, Armidale, NSW

- Egli, D. B. (2008). Comparison of corn and soybean yields in the United States: Historical trends and future prospects. *Agronomy journal*, 100, S-79-S-88.
- EVONIK. (2018). Asia South Feed Ingredients Report.
- FAOSTAT. (2023). Producer prices. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/PP>
- Fatufe, A., Timmler, R., & Rodehutsord, M. (2004). Response to lysine intake in composition of body weight gain and efficiency of lysine utilization of growing male chickens from two genotypes. *Poultry Science*, 83(8), 1314-1324.
- Ferguson, N., Gates, R., Taraba, J., Cantor, A., Pescatore, A., Ford, M., & Burnham, D. (1998). The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. *Poultry Science*, 77(10), 1481-1487.
- Fernandez, S. R., Zhang, Y., & Parsons, C. M. (1995). Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. *Poultry Science*, 74(7), 1168-1179.
- Fisher, H., & Scott, H. (1954). The essential amino acid requirements of chicks as related to their proportional occurrence in the fat-free carcass. *Archives of Biochemistry*, 51, 517-519.
- Fletcher, D. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58(2), 131-145.
- Furlan, R. L., de Faria Filho, D., Rosa, P., & Macari, M. (2004). Does low-protein diet improve broiler performance under heat stress conditions? *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6, 71-79.
- Furst, P., & Stehle, P. (2004). What are the essential elements needed for the determination of amino acid requirements in humans? *The Journal of Nutrition*, 134(6), 1558S-1565S.
- Ghavi, S., Zarghi, H., & Golian, A. (2020). Effect of dietary digestible sulphur amino acids level on growth performance, blood metabolites and liver functional enzymes of broilers 1–11 days of age. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 1439-1449.
- Gorman, I., & Balnave, D. (1995). The effect of dietary lysine and methionine concentrations on the growth characteristics and breast meat yields of Australian broiler chickens. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46(8), 1569-1577.
- Graber, G., & Baker, D. H. (1973). The essential nature of glycine and proline for growing chickens. *Poultry Science*, 52(3), 892-896.
- Grisoni, M., Larbier, M., Uzu, G., & Geraert, P. (1990). Effect of dietary protein level on lipid deposition in broilers during the finishing period. *Ann Zootech*, 39, 179–186.
- Han, Y., & Baker, D. (1993). Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. *Poultry Science*, 72(4), 701-708.
- Han, Y., Suzuki, H., Parsons, C. M., & Baker, D. H. J. P. s. (1992). Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. *Poultry Science*, 71(7), 1168-1178.
- Havenstein, G., Ferket, P., & Qureshi, M. (2003). Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, 82(10), 1500-1508.
- Hilliar, M., Hargreave, G., Girish, C., Barekatin, R., Wu, S.-B., & Swick, R. (2020). Using crystalline amino acids to supplement broiler chicken requirements in reduced protein diets. *Poultry Science*, 99(3), 1551-1563.
- Hilliar, M., Huyen, N., Girish, C., Barekatin, R., Wu, S., & Swick, R. (2019). Supplementing glycine, serine, and threonine in low protein diets for meat type chickens. *Poultry Science*, 98(12), 6857-6865.

- Hung, L., Son, V., & Ngu, N. (2018). Effect of metabolizable energy and lysine on growth and feed conversion ratio of H'Mong broiler at 0-4 week-age. *Scientific Journal of Tra Vinh University*, 1(32), 53-59
- Hurwitz, S., & Bornstein, S. (1973). The protein and amino acid requirements of laying hens: suggested models for calculation. *Poultry Science*, 52(3), 1124-1134.
- Hurwitz, S., Sklan, D., & Bartov, I. (1978). New formal approaches to the determination of energy and amino acid requirements of chicks. *Poultry Science*, 57(1), 197-205.
- Hussain, M., Mahmud, A., Hussain, J., & Qaisrani, S. (2018). Effect of dietary lysine regimens on growth performance and meat composition in Aseel chicken. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20, 203-210.
- Hussein, A., Cantor, A., Pescatore, A., Gates, R., Burnham, D., Ford, M., & Paton, N. (2001). Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. *Journal of applied poultry research*, 10(4), 354-362.
- Jackson, S., Summers, J., & Leeson, S. J. P. S. (1982). Effect of dietary protein and energy on broiler performance and production costs. *Poultry Science*, 61(11), 2232-2240.
- Jacob, J., Blair, R., Bennett, D., Scott, T., & Newberry, R. (1994). The effect of dietary protein and amino acid levels during the grower phase on nitrogen excretion of broiler chickens. *Proceedings of Canadian Animal Science Meetings*, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada,
- Jiang, Q., Waldroup, P., & Fritts, C. (2005). Improving the utilization of diets low in crude protein for broiler chicken. 1. Evaluation of special amino acid supplementation to diets low in crude protein. *International Journal of Poultry Science*, 4, 115-122.
- Johnson, C., Duong, T., Latham, R., Shirley, R., & Lee, J. (2020). Increasing amino acid density improves growth performance and processing yield in Cobb 700× MV broilers. *Journal of applied poultry research*, 29(2), 465-478.
- Kadim, I., & Moughan, P. (1997). Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken—effect of the imposition of a fasting period and the nature of the test diet. *British poultry science*, 38(3), 285-290.
- Kaukonen, E., Norring, M., & Valros, A. (2016). Effect of litter quality on foot pad dermatitis, hock burns and breast blisters in broiler breeders during the production period. *Avian pathology*, 45(6), 667-673.
- Karau, A., & Grayson, I. (2014). Amino acids in human and animal nutrition. *Biotechnology of Food and Feed Additives* (pp. 189-228)
- Kerr, B., & Kidd, M. (1999). Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. *Journal of applied poultry research*, 8(3), 298-309.
- Khwatenge, C. N., Kimathi, B. M., Taylor-Bowden, T., & Nahashon, S. N. (2020). Expression of lysine-mediated neuropeptide hormones controlling satiety and appetite in broiler chickens. *Poultry Science*, 99(3), 1409-1420.
- Kidd, M. T., Maynard, C. W., & Mullenix, G. J. (2021). Progress of amino acid nutrition for diet protein reduction in poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 1-9.
- Kidd, M., Tillman, P., Waldroup, P., & Holder, W. (2013). Feed-grade amino acid use in the United States: the synergistic inclusion history with linear programming. *Journal of applied poultry research*, 22(3), 583-590.

- Kleyn, R. (2019). Practical views on global meat chicken nutrition. *Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium*, 30, pp.1-7.
- Kong, C., & Adeola, O. (2013). Additivity of amino acid digestibility in corn and soybean meal for broiler chickens and White Pekin ducks. *Poultry Science*, 92(9), 2381-2388.
- Kong, C., & Adeola, O. (2014). Evaluation of amino acid and energy utilization in feedstuff for swine and poultry diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 917.
- Kopinski, J., Kinh, L., Gravel, M., Martin, P., & Pytko, A. (2008). Production Societies “Animal Agriculture and the role of small holder farmers in a global economy” Sept. 22-26, 2008–Hanoi, Vietnam Proximate analysis and amino acid composition of Vietnam fish and fish-by products used in livestock feeding.
- Krás, R. V., Kessler, A. D. M., Ribeiro, A. M. L., Henn, J. D., Bockor, L., & Sbrissia, A. F. (2013). Effect of dietary fiber, genetic strain and age on the digestive metabolism of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15, 83-90.
- Kumar, C. B., Gloridoss, R. G., Singh, K. C., Prabhu, T. M., & Suresh, B. N. (2016). Performance of broiler chickens fed low protein, limiting amino acid supplemented diets formulated either on total or standardized ileal digestible amino acid basis. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(11), 1616.
- Lagos, L., & Stein, H.-H. (2017). Chemical composition and amino acid digestibility of soybean meal produced in the United States, China, Argentina, Brazil, or India. *Journal of Animal Science*, 95(4), 1626-1636.
- Lambert, W., Berrocoso, J. D., Swart, B., van Tol, M., Bruininx, E., & Willems, E. (2023). Reducing dietary crude protein in broiler diets positively affects litter quality without compromising growth performance whereas a reduction in dietary electrolyte balance further improves litter quality but worsens feed efficiency. *Animal Feed Science Technology*, 297, 115571.
- Lee, D. T., Lee, J. T., Ruan, C., & Rochell, S. J. (2022). Influence of increasing glycine concentrations in reduced crude protein diets fed to broilers from 0 to 48 days. *Poultry Science*, 101(9), 102038.
- Lee, J., Sung, Y., & Kong, C. (2018). Standardized ileal digestible lysine requirement of male broilers at the age of 0–10 days. *Animal Feed Science Technology*, 241, 55-62.
- Leeson, S. (2023). Low crude protein diets in poultry: What are the consequences? <https://www.thepoultrysite.com/articles/low-crude-protein-diets-in-poultry-what-are-the-consequences>
- Lemme, A., Ravindran, V., & Bryden, W. L. (2004). Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 423-438.
- Lemme, A., Rostagno, H., Petri, A., & Albino, L. (2005). Standardised ileal digestibility of crystalline amino acids. *Proceedings of the 15th European Symposium on poultry nutrition*, Balatonfüred, Hungary, 25-29 September, 2005,
- Li, H., Liu, B., Gao, L., & Chen, H. (2004). Studies on bullfrog skin collagen. *Food chemistry*, 84(1), 65-69.
- Li, P., & Wu, G. (2020). Composition of amino acids and related nitrogenous nutrients in feedstuffs for animal diets. *Amino acids*, 52(4), 523-542.
- Li, X., Rezaei, R., Li, P., & Wu, G. (2011). Composition of amino acids in feed ingredients for animal diets. *Amino acids*, 40, 1159-1168.

- Liao, S. F., Wang, T., & Regmi, N. (2015). Lysine nutrition in swine and the related monogastric animals: muscle protein biosynthesis and beyond. *SpringerPlus*, 4, 147.
- Lister, D., Sair, R., Will, J., Schmidt, G., Cassens, t. R., Hoekstra, W., & Briskey, E. (1970). Metabolism of striated muscle of stress-susceptible pigs breathing oxygen or nitrogen. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 218(1), 102-107.
- Liu, S. Y., Macelline, S. P., Chrystal, P. V., Selle, P. H., & Biotechnology. (2021). Progress towards reduced-crude protein diets for broiler chickens and sustainable chicken-meat production. *Journal of Animal Science*, 12(1), 1-13.
- Liu, Z., Wang, L., Beasley, D., & Oviedo, E. (2007). Effect of moisture content on ammonia emissions from broiler litter: A laboratory study. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 58, 41-53.
- Macelline, S. P., Toghyani, M., Chrystal, P. V., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2021). Amino acid requirements for laying hens: a comprehensive review. *Poultry Science*, 100(5), 101036.
- Maynard, C. W., Kidd, M. T., Chrystal, P. V., McQuade, L. R., McInerney, B. V., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2022). Assessment of limiting dietary amino acids in broiler chickens offered reduced crude protein diets. *Animal Nutrition*, 10, 1-11.
- Mehri, M., Nissiri-Moghaddam, H., Kermanshahi, H., & Danesh-Mesgaran, M. (2014). Ideal ratio of threonine to lysine in straight-run Cobb 500 broiler chickens from 15 to 28 d of age predicted from regression and broken-line models. *Journal of Applied Animal Research*, 42(3), 333-337.
- Min, Y., Liu, S., Qu, Z., Meng, G., & Gao, Y. (2017). Effects of dietary threonine levels on growth performance, serum biochemical indexes, antioxidant capacities, and gut morphology in broiler chickens. *Poultry Science*, 96(5), 1290-1297.
- Moehn, S., Pencharz, P. B., & Ball, R. O. (2012). Lessons learned regarding symptoms of tryptophan deficiency and excess from animal requirement studies. *The Journal of nutrition*, 142(12), 2231S-2235S.
- Moran, E., Bushong, R., & Bilgili, S. (1992). Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. *Poultry Science*, 71(10), 1687-1694.
- Moran, E., & Stilborn, H. (1996). Effect of glutamic acid on broilers given submarginal crude protein with adequate essential amino acids using feeds high and low in potassium. *Poultry Science*, 75(1), 120-129.
- Moughan, P. J., & Marlies Leenaars, G. S. (1992). Endogenous amino acid flow in the stomach and small intestine of the young growing pig. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 60(4), 437-442.
- Moughan. (2003). Amino acid digestibility and availability in foods and feedstuffs. *Proceedings of the 9th international symposium on digestive physiology in pigs*,
- Moughan, P. J., & Miner-Williams, W. (2013). Determination of protein digestibility in the growing pig. In *Nutritional and physiological functions of amino acids in pigs* (pp. 251-271). Springer.
- Muramatsu, K., Odagiri, H., Morishita, S., & Takeuchi, H. (1971). Effect of excess levels of individual amino acids on growth of rats fed casein diets. *The Journal of nutrition*, 101(9), 1117-1125.

- Namroud, N., Shivazad, M., & Zaghari, M. (2008). Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Science*, 87(11), 2250-2258.
- Nasr, J., & Kheiri, F. (2011). Effect of different lysine levels on Arian broiler performances. *Italian Journal of Animal Science*, 10(3), e32.
- Nguyen, T. (2009). *Atlas of Vietnam Animal Husbandry*. In: Agriculture Publishing House.
- Nimmermark, S., & Gustafsson, G. (2005). Influence of temperature, humidity and ventilation rate on the release of odour and ammonia in a floor housing system for laying hens. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
- NRC. (1953). *Recommended nutrient allowances for domestic animals*. National Research Council, Committee on Animal Nutrition.
- NRC. (1994). *Nutrient requirements of poultry: 1994*. National Academies Press.
- Ojano-Dirain, C., & Waldroup, P. (2002). Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: A review. *International Journal of Poultry Science*, 1(4), 40-46.
- Ojediran, T., Ojeniyi, O., Ajayi, A., & Emiola, I. (2018). Effect of varying dietary lysine on growth performance, nutrient digestibility, organ weight and carcass characteristics of broiler chickens. *Nigerian Journal of Animal Science*, 20(4), 432-439.
- Oliveira, C. H., Dias, K. M., Bernardes, R. D., Diana, T. F., Rodrigueiro, R. J., Calderano, A. A., & Albino, L. F. (2022). The effects of arginine supplementation through different ratios of arginine: lysine on performance, skin quality and creatine levels of broiler chickens fed diets reduced in protein content. *Poultry Science*, 101(11), 102148.
- Oliveira, W. P. d., Oliveira, R. F. M. d., Donzele, J. L., Albino, L. F. T., Campos, P. H. R. F., Balbino, E. M., Pastore, S. M. (2013). Lysine levels in diets for broilers from 8 to 21 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 869-878.
- Otto, E., Yokoyama, M., Hengemuehle, S., Von Bermuth, R., Van Kempen, T., & Trottier, N. (2003). Ammonia, volatile fatty acids, phenolics, and odor offensiveness in manure from growing pigs fed diets reduced in protein concentration. *Journal of Animal Science*, 81(7), 1754-1763.
- Pahm, A., Pedersen, C., Hoehler, D., & Stein, H. (2008). Factors affecting the variability in ileal amino acid digestibility in corn distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 86(9), 2180-2189.
- Pesti, G., Vedenov, D., Cason, J., & Billard, L. (2009). A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. *British poultry science*, 50(1), 16-32.
- Peter, C., Han, Y., Boling-Frankenbach, S., Parsons, C., & Baker, D. (2000). Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks. *Journal of Animal Science*, 78(8), 2150-2156.
- Peterson, D., & Lilyblade, A. (1979). Prevention of toughening of chicken breast muscle cut immediately after slaughter by control of pH decline. *Journal of Food Science*, 44(3), 857-858.
- Phuoc, T., Dung, N., & Manh, L. (2019). Effects of dietary total sulphur amino acids to lysine ratio on performance, nitrogen utilization of Ac layers (black-boned chicken). *South African Journal of Animal Science*, 49(1), 156-165.
- Pinchasov, Y., Mendonca, C., & Jensen, L. (1990). Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. *Poultry Science*, 69(11), 1950-1955.

- Quentin, M., Bouvarel, I., & Picard, M. (2005). Effects of crude protein and lysine contents of the diet on growth and body composition of slow-growing commercial broilers from 42 to 77 days of age. *Animal Research*, 54(2), 113-122.
- Ravindran, V. (2013). Poultry feed availability and nutrition in developing countries. *Poultry development review*, 2, 60-63.
- Ravindran, V., Abdollahi, M., & Bootwalla, S. (2014). Nutrient analysis, metabolizable energy, and digestible amino acids of soybean meals of different origins for broilers. *Poultry Science*, 93(10), 2567-2577.
- Ravindran, V., Adeola, O., Rodehutsord, M., Kluth, H., Van der Klis, J., Van Eerden, E., & Helmbrecht, A. (2017). Determination of ileal digestibility of amino acids in raw materials for broiler chickens—results of collaborative studies and assay recommendations. *Animal Feed Science and Technology*, 225, 62-72.
- Ravindran, V., Hew, L., Ravindran, G., & Bryden, W. (2005). Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens. *Animal Science*, 81(1), 85-97.
- Rezaei, M., Moghaddam, H. N., Reza, J. P., & Kermanshahi, H. (2004). The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. *International Journal of Poultry Science*, 3(2), 148-152.
- Ritz, C., Fairchild, B., & Lacy, M. (2004). Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review. *Journal of applied poultry research*, 13(4), 684-692.
- Robbins, K., Saxton, A., & Southern, L. (2006). Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. *Journal of Animal Science*, 84(suppl_13), E155-E165.
- Rosenvold, K., Essen-Gustavsson, B., & Andersen, H. J. (2003). Dietary manipulation of pro- and macroglycogen in porcine skeletal muscle. *Journal of Animal Science*, 81(1), 130-134.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., de Oliveira, R. F., Lopes, D. C., . . . Euclides, R. F. (2011). *Composition of Feedstuffs and Nutritional Requirements* 3rd edition. Universidade Federal de Viçosa, Brazil
- Saksrithai, K., & King, A. (2018). Controlling hydrogen sulfide emissions during poultry productions. *Journal of Animal Research and Nutrition*, 3(1), 2.
- Salah, A. (2016). Effect of low-protein in iso-energetic diets on performance, carcass characteristics, digestibilities and plasma lipids of broiler chickens. *Egyptian Poultry Science Journal*, 36(1), 251-262.
- Saleh, A. A., Amber, K. A., Soliman, M. M., Soliman, M. Y., Morsy, W. A., Shukry, M., & Alzawqari, M. H. (2021). Effect of low protein diets with amino acids supplementation on growth performance, carcass traits, blood parameters and muscle amino acids profile in broiler chickens under high ambient temperature. *Agriculture*, 11(2), 185.
- Sasse, C. E., & Baker, D. H. (1973). Modification of the Illinois reference standard amino acid mixture. *Poultry Science*, 52(5), 1970-1972.
- Selle, P., Ravindran, V., Ravindran, G., & Bryden, W. (2007). Effects of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilisation of broiler chickens. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 20(7), 1100-1107.
- Selle, P. H., Dorigam, J. C. d. P., Lemme, A., Chrystal, P. V., & Liu, S. Y. (2020). Synthetic and crystalline amino acids: alternatives to soybean meal in chicken-meat production. *Animals*, 10(4), 729. <https://doi.org/10.3390/ani10040729>

- Sharma, Wu, S., & Swick, R. (2017a). Nutritional effects on odour emissions in broiler production. *World's Poultry Science Journal*, 73(2), 257-280.
- Sharma, N. K., Choct, M., Dunlop, M. W., Wu, S.-B., Castada, H. Z., & Swick, R. A. (2017b). Characterisation and quantification of changes in odorants from litter headspace of meat chickens fed diets varying in protein levels and additives. *Poultry Science*, 96(4), 851-860.
- Shikata, N., Maki, Y., Noguchi, Y., Mori, M., Hanai, T., Takahashi, M., & Okamoto, M. (2007). Multi-layered network structure of amino acid (AA) metabolism characterized by each essential AA-deficient condition. *Amino acids*, 33, 113-121.
- Si, J., Fritts, C., Burnham, D., & Waldroup, P. (2001). Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. *Poultry Science*, 80(10), 1472-1479.
- Si, J., Fritts, C., Burnham, D., & Waldroup, P. (2004). Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. *International Journal of Poultry Science*, 3 (1) 46-50.
- Siegert, W., & Rodehutsord, M. (2018). Nonessential amino acids-the forgotten nutrients. Dubrovnik Croatia: Proceedings XVth European Poultry Conference,
- Singh, M., Lim, A., Muir, W., & Groves, P. (2021). Comparison of performance and carcass composition of a novel slow-growing crossbred broiler with fast-growing broiler for chicken meat in Australia. *Poultry Science*, 100(3), 100966.
- Soomro, R. N., Hu RuJiu, H. R., Qiao Yu, Q. Y., El-Hack, M., Abbasi, I. H. R., Mohamed, M. A. E., . . . Yao JunHu, Y. J. (2017). Effect of dietary protein sources and amino acid balances on performance, intestinal permeability and morphology in broiler chickens. *International Journal of Pharmacology*. 13 (4): 378-387
- Souffrant, W. (1991). Endogenous nitrogen losses during digestion in pigs. *Digestive physiology in pigs*, 147-166.
- Stein, H. H., Fuller, M., Moughan, P., Sève, B., Mosenthin, R., Jansman, A., De Lange, C. (2007). Definition of apparent, true, and standardized ileal digestibility of amino acids in pigs. *Livestock science*, 109(1-3), 282-285.
- Sterling, K., Pesti, G., & Bakalli, R. J. P. S. (2006). Performance of different broiler genotypes fed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine. *Poultry Science*, 85(6), 1045-1054.
- Sturm, V., Banse, M., & Salamon, P. (2022). The role of feed-grade amino acids in the bioeconomy: Contribution from production activities and use in animal feed. *Cleaner Environmental Systems*, 4, 100073.
- Szczurek, W. (2009). Standardized ileal digestibility of amino acids from several cereal grains and protein-rich feedstuffs in broiler chickens at the age of 30 days. *Animal feed science*, 18, 662-676.
- Szczurek, W. (2010). Standardized ileal digestibility of amino acids in some cereals, rapeseed products and maize DDGS for broiler chickens at the age of 14 days. *Animal feed science*, 19, 73-81.
- Taghinejad-Roudbaneh, M., Nazeradl, K., Taghavi, M. A., Afrooziyeh, M., & Zakerii, A. (2011). Estimation of dietary lysine requirement based on broken line and quadratic model analyses with the use performance and immune responses criterion. *Journal of Applied Animal Research*, 39(4), 367-374.

- Tang, M., Ma, Q., Chen, X., & Ji, C. (2007). Effects of dietary metabolizable energy and lysine on carcass characteristics and meat quality in Arbor Acres broilers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 20(12), 1865-1873.
- Thakur, M., & Hurburgh, C. R. (2007). Quality of US soybean meal compared to the quality of soybean meal from other origins. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(9), 835-843.
- Thu, N. T. A., Hung, L. T., Lan, L. T. T., Phong, N. H., Liang, J. B., & Ngu, N. T. (2021). Effects of Lysine Supplemented on Growth, Apparent Nutrient Digestibility, and Slaughter Yield of Noi Broilers from 56 - 84 Days of Age. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 11(3), 141-146.
- Toride, Y. (2004). Lysine and other amino acids for feed: production and contribution to protein utilization in animal feeding. Protein sources for the animal feed industry. FAO Expert Consultation and Workshop, Bangkok, Thailand, 29 April-3 May 2002,
- Ullah, Z., Ahmed, G., un Nisa, M., & Sarwar, M. (2016). Standardized ileal amino acid digestibility of commonly used feed ingredients in growing broilers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(9), 1322.
- Valencia, D., Serrano, M., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R., & Mateos, G. (2009). Ileal digestibility of amino acids of pea protein concentrate and soya protein sources in broiler chicks. *Livestock science*, 121(1), 21-27.
- Van Harn, J., Dijkslag, M., & Van Krimpen, M. (2019). Effect of low protein diets supplemented with free amino acids on growth performance, slaughter yield, litter quality, and footpad lesions of male broilers. *Poultry Science*, 98(10), 4868-4877.
- Velloso, C. (2008). Regulation of muscle mass by growth hormone and IGF-I. *British journal of pharmacology*, 154(3), 557-568.
- Vieira, S., Lemme, A., Goldenberg, D., & Brugalli, I. (2004). Responses of growing broilers to diets with increased sulfur amino acids to lysine ratios at two dietary protein levels. *Poultry Science*, 83(8), 1307-1313.
- Voora, V., Bermúdez, J., Le, H., Larrea, C., & Luna, E. (2024). Soybean prices and sustainability. IISD Market Report, 2024-2002.
- Waldroup, P. (2000). Feeding programs for broilers: The challenge of low protein diets. *Proceeding of MD Nutrition Conference of Feed Manufacture*.
- Waldroup, P., Jiang, Q., & Fritts, C. (2005). Effects of supplementing broiler diets low in crude protein with essential and nonessential amino acids. *International Journal of Poultry Science*, 4(6), 425-431.
- Wang, H., Wang, X., Zhao, J., Jiao, H., & Lin, H. (2020). Low protein diet supplemented with crystalline amino acids suppressing appetite and apo-lipoprotein synthesis in laying hens. *Animal Feed ScienceTechnology*, 266, 114533.
- Wang, S., Li, X., Wang, W., Zhang, H., & Xu, S. (2019). Application of transcriptome analysis: Oxidative stress, inflammation and microtubule activity disorder caused by ammonia exposure may be the primary factors of intestinal microvilli deficiency in chicken. *Science of the Total Environment*, 696, 134035.
- Wang, T., Crenshaw, M. A., Hasan, M. S., Wu, G., & Liao, S. F. (2017). Effects of Dietary Lysine Levels on the Plasma Concentrations of Growth-Related Hormones in Late-Stage Finishing Pigs. In *Amino Acid-New Insights and Roles in Plant and Animal*. IntechOpen.

- Wang, T., & Fuller, M. (1989). The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs: 1. Experiments by amino acid deletion. *British Journal of Nutrition*, 62(1), 77-89.
- Wang, Y., Huang, M., & Meng, Q. (2011). Effects of atmospheric hydrogen sulfide concentration on growth and meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, 90(11), 2409-2414.
- Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals*, 10(8), 1266.
- WHO/FAO/UNU. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition (Vol. 935). World Health Organization.
- Woyengo, T., Kiarie, E., & Nyachoti, C. (2010). Metabolizable energy and standardized ileal digestible amino acid contents of expeller-extracted canola meal fed to broiler chicks. *Poultry Science*, 89(6), 1182-1189.
- Woyengo, T., Knudsen, K. B., & Børsting, C. (2023). Low-protein diets for broilers: current knowledge and potential strategies to improve performance and health, and to reduce environmental impact. *Animal Feed Science Technology*, 297, 115574.
- Wu, G. (2014). Dietary requirements of synthesizable amino acids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5, 1-12.
- Wu, G. (2021). *Amino acids: biochemistry and nutrition*. CRC Press.
- Wu, G., Bazer, F. W., Dai, Z., Li, D., Wang, J., & Wu, Z. (2014). Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2(1), 387-417.
- Zaefarian, F., Zaghari, M., & Shivazad, M. (2008). The threonine requirements and its effects on growth performance and gut morphology of broiler chicken fed different levels of protein. *International Journal of Poultry Science*, 7(12), 1207-1215.
- Zarghi, H., Golian, A., & Nikbakhtzade, M. (2020). Effect of dietary digestible lysine level on growth performance, blood metabolites and meat quality of broilers 23–38 days of age. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(1), 156-165.
- Zotte, A. D., Ricci, R., Cullere, M., Serva, L., Tenti, S., & Marchesini, G. (2020). Effect of chicken genotype and white striping-wooden breast condition on breast meat proximate composition and amino acid profile. *Poultry Science*.

PHỤ LỤC 1: BẢNG THÀNH PHẦN NGUYÊN LIỆU VÀ GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG CỦA KHẤU PHẦN THÍ NGHIỆM

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu thí nghiệm xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các loại axit amin của các nguyên liệu thức ăn chăn nuôi phổ biến

Thành phần (%)	Cám gạo chiết ly	Cám gạo	Gạo lật	Thóc tẻ	Tầm	Cám mỳ	Ngô	DDGS ngô	Gluten meal ngô	Đậu tương	Khô đậu tương	Khô dầu cải	Bột cá	Bột thịt xương	Bột huyết	KP phi protein
Nguyên liệu thử nghiệm	94,45	94,45	92,95	93,95	93,45	94,45	93,45	60	25	30	30	35	22	25	18	0
Dầu thực vật	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Premix																
VTM-Khoáng	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DCP	0,5	0,5	4	3	3,5	1	3,5	1,5	3	2,5	2,5	2,5	0,7		3	4,1
Bột đá	2,5	2,5	0,5	0,5	0,5	2	0,5	2	1	1	1	1			1	0
Muối	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Detrose								3	3	3	3	3	3	3	3	10
Bột giấy													2	2	2	5
Tinh bột sắn								30,95	65,45	60,95	60,95	55,95	69,75	67,45	70,45	78,35
Celite	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Ghi chú: DCP: Dicanxi photphat; Premix vitamin-Khoáng: Vitamin A (min): 3,200,000 IU/kg; Vitamin E(min): 12,000 mg/kg; Vitamin B1 (min): 400mg/kg; Vitamin D3 (min): 1,000,000 IU/kg; Vitamin K3 (min): 660 mg/kg; Vitamin B3 (min): 12,000 mg/kg; Fe (min-max): 10,200-13,800 mg/kg; Zn (min-max): 25,500-34,500 mg/kg; Cu (min-max): 3,200-4,800 mg/kg; Mn (min-max) 25,500-34,500 mg/kg

Bảng 2. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của khẩu phần thí nghiệm xác định mức SID-lys trong khẩu phần ăn gà thịt

Nguyên liệu (%)	Giai đoạn 1-28 ngày tuổi					Giai đoạn 29-56 ngày tuổi					Giai đoạn 57-84 ngày tuổi				
	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
Ngô	55,7	55,7	55,4	55,1	54,8	51,5	54,7	54,7	60,0	60,8	61,8	62,7	65,4	65,3	65,3
Khô đậu tương	23,6	23,5	23,4	23,2	22,7	17,5	19,3	18,9	22,3	22,4	15,0	15,0	15,9	15,4	15,0
DDGS ngô	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	19,8	15,0	15,0	6,3	5,0	10,0	8,9	5,0	5,0	5,0
Cám gạo	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,1	6,4	6,4	6,4
Bột cá	3,1	2,8	2,6	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Dầu thực vật	-	-	-	-	-	2,4	2,0	1,9	1,2	1,1	1,8	1,7	1,3	1,2	1,1
Bột đá	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
DCP	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0					0,0
Vitamin-khoáng	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Muối	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
NaHCO ₃	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Lysine	0,10	0,21	0,33	0,44	0,56	0,10	0,18	0,29	0,34	0,44	0,06	0,17	0,26	0,37	0,49
Methionine	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,06	0,12	0,17	0,23	0,29	0,05	0,10	0,17	0,22	0,27
Threonine	0,03	0,10	0,16	0,24	0,32	-	0,05	0,11	0,18	0,25	-	0,04	0,11	0,19	0,26
Tryptophan	-	-	-	0,01	0,03	-	-	-	0,00	0,02	-	-	0,00	0,02	0,04
Arginine	-	0,02	0,13	0,25	0,38	-	-	0,01	0,09	0,18	-	-	0,01	0,10	0,17
Chất chống mốc	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cholin Chloride	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Zympex006	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Chất chống oxy hóa	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Thành phần dinh dưỡng															
Vật chất khô (%)	87,09	87,13	87,16	87,20	87,25	87,54	87,45	87,47	87,31	87,30	87,53	87,53	87,47	87,50	87,52
ME (kcal)	3000	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3150	3150
Protein thô (%)	20,82	20,78	20,84	20,85	20,85	18,95	19,05	19,07	19,00	19,06	18,03	17,88	17,92	18,04	18,07
Xơ thô (%)	3,75	3,74	3,74	3,72	3,70	3,93	3,75	3,73	3,42	3,36	3,27	3,21	3,04	3,02	3,00
Khoáng tổng số (%)	5,25	5,27	5,30	5,35	5,45	5,41	5,38	5,36	5,31	5,28	5,22	5,20	5,15	5,13	5,11
Caxi (%)	0,80	0,80	0,80	0,82	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,95	0,96	0,97	0,97	0,96
Phospho tổng số (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,84	0,78	0,78	0,69	0,68	0,75	0,74	0,70	0,70	0,69
SID Lys (%)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15
SID Met (%)	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,36	0,40	0,44	0,48	0,53	0,31	0,35	0,40	0,44	0,48
SID Met + Cys (%)	0,75	0,82	0,90	0,99	1,06	0,67	0,75	0,82	0,90	0,98	0,59	0,66	0,74	0,82	0,90
SID Thr (%)	0,67	0,74	0,80	0,87	0,94	0,59	0,64	0,70	0,77	0,83	0,53	0,57	0,63	0,70	0,77
SID Trp (%)	0,20	0,20	0,19	0,20	0,22	0,17	0,17	0,17	0,18	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18
SID Arg (%)	1,17	1,18	1,28	1,39	1,50	1,02	1,03	1,12	1,23	1,34	0,97	0,97	1,02	1,13	1,23
Giá (đ)	8145	8177	8208	8252	8398	8152	8305	8248	8315	8418	7836	7876	7934	8022	8129

Premix vitamin-Khoáng: Vitamin A (min): 3,200,000 IU/kg; Vitamin E(min): 12,000 mg/kg; Vitamin B1 (min): 400mg/kg; Vitamin D3 (min): 1,000,000 IU/kg; Vitamin K3 (min): 660 mg/kg; Vitamin B3 (min): 12,000 mg/kg; Fe (min-max): 10,200-13,800 mg/kg; Zn (min-max): 25,500-34,500 mg/kg; Cu (min-max): 3,200-4,800 mg/kg; Mn (min-max) 25,500-34,500 mg/kg. Zympex006: > 25,000 XIAU/g endo-1,4 xylanase

Bảng 3. Khẩu phần thí nghiệm xác định tỷ lệ cân đối tối ưu các axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn so với lysine trong khẩu phần ăn của gà thịt

Nguyên liệu (%)	Giai đoạn 1-28 ngày tuổi					Giai đoạn 29-56 ngày tuổi					Giai đoạn 57-84 ngày tuổi				
	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
Ngô	53,06	53,05	53,04	53,06	52,68	59,39	59,21	59,16	59,11	59,05	61,54	61,06	61,36	61,21	61,47
Khô đậu tương	24,00	24,00	24,50	25,00	25,50	19,50	20,00	20,30	20,44	20,94	14,50	16,13	15,70	15,40	15,00
DDGS ngô	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	6,33	6,33	6,33	6,33	6,33	6,80	6,80	6,80	7,10	7,10
Bột thịt xương	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	8,07	6,60	6,60	6,60	6,60
Cám gạo	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Bột cá 60	2,00	1,83	1,10	0,35	0,00	2,30	1,78	1,30	1,00	0,35	0	0	0	0	0
Veg oil	2,20	2,20	2,24	2,28	2,35	2,57	2,61	2,65	2,68	2,72	2,47	2,63	2,59	2,59	2,55
Bột đá vôi	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
DCP (khoáng)	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60
Sobemix22	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Muối ăn	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
NaHCO3	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lys	0,489	0,493	0,496	0,499	0,494	0,408	0,407	0,410	0,413	0,414	0,272	0,259	0,269	0,276	0,286
Meth	0,339	0,390	0,442	0,493	0,541	0,317	0,363	0,410	0,457	0,504	0,204	0,234	0,275	0,314	0,355
Thre	0,187	0,234	0,285	0,335	0,379	0,144	0,186	0,229	0,272	0,316	0,073	0,098	0,136	0,171	0,209
Tryp	0,000	0,009	0,019	0,029	0,037	0,000	0,007	0,016	0,026	0,034	0,000	0,000	0,004	0,012	0,022
Arg	0,155	0,229	0,306	0,383	0,448	0,104	0,167	0,233	0,300	0,367	0,000	0,033	0,096	0,154	0,216
Chất chống mốc	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cholin Chloride 60	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Zympex006	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Chất chống oxy hóa	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Tổng	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng															
Vật chất khô (%)	88,32	88,35	88,31	88,30	88,34	88,35	88,37	88,38	88,35	88,39	88,75	88,70	88,72	88,75	88,77
Năng lượng trao đổi (Kcal)	3000	3000	2999	2998	2999	3100	3099	3099	3100	3099	3150	3149	3150	3150	3150
Protein thô (%)	20,64	20,74	20,74	20,73	20,89	19,11	19,18	19,21	19,28	19,29	18,01	18,06	18,05	18,15	18,16
Xơ thô (%)	4,53	4,53	4,56	4,60	4,63	3,95	3,98	4,00	4,01	4,04	3,91	3,98	3,96	3,98	3,95
NDF (%)	12,49	12,49	12,53	12,57	12,57	11,25	11,28	11,30	11,30	11,34	11,69	11,77	11,77	11,84	11,83
Canxi (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,86	0,82	0,82	0,82	0,82
Phospho tổng số (%)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,57	0,57	0,57	0,00	0,57	0,58	0,57	0,57	0,57	0,57
SID Lys (%)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
SID Meth+Cys (%)	0,88	0,93	0,98	1,02	1,07	0,81	0,86	0,90	0,95	0,99	0,67	0,70	0,74	0,78	0,82
SID Thre (%)	0,78	0,83	0,87	0,91	0,96	0,69	0,73	0,77	0,81	0,85	0,57	0,60	0,64	0,67	0,70
SID Tryp (%)	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
SID Arginine (%)	1,25	1,32	1,39	1,46	1,53	1,11	1,17	1,23	1,29	1,35	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12
Giá	11452	11555	11608	11658	11757	11420	11481	11548	11635	11681	10933	11029	11104	11196	11281

Sobemix 22: Vitamin A (min): 3,200,000 IU/kg; Vitamin E(min): 12,000 mg/kg; Vitamin B1 (min): 400mg/kg; Vitamin D3 (min): 1,000,000 IU/kg; Vitamin K3 (min): 660 mg/kg); Vitamin B3 (min): 12,000 mg/kg; Fe (min-max): 10,200-13,800 mg/kg; Zn (min-max): 25,500-34,500 mg/kg; Cu (min-max): 3,200-4,800 mg/kg; Mn (min-max) 25,500-34,500 mg/kg. Zympex006: > 25,000 XIAU/g endo-1,4 xylanase

Bảng 4. Khẩu phần thí nghiệm xác định mức giảm protein hợp lý trên cơ sở cân đối axit amin dạng tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn trong khẩu phần gà thịt

Nguyên liệu	Giai đoạn 1-28 ngày tuổi					Giai đoạn 29-56 ngày tuổi					Giai đoạn 57-84 ngày tuổi				
	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5
Ngô	53,01	55,80	56,21	56,61	56,85	59,42	59,95	60,12	60,62	60,87	61,35	61,82	62,30	62,63	62,40
Khô dầu đậu tương	24,60	21,21	17,66	14,12	10,79	20,16	16,52	13,03	9,59	6,15	15,30	12,18	8,61	5,11	2,68
DDGS ngô	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	6,33	6,33	6,53	6,43	6,33	6,60	6,80	6,80	6,80	6,80
Bột thịt xương	0,50	1,33	1,73	1,80	1,90	2,50	3,40	3,80	3,70	3,70	6,10	6,60	6,60	6,60	5,80
Cám gạo	4,25	5,00	8,00	11,00	14,00	3,00	6,00	9,00	11,9	15,0	4,10	7,00	10,0	13,0	16,0
Bột cá 60	1,60	0,80	0,50	0,40	0,28	1,80	1,00	0,60	0,70	0,70	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Dầu ăn	2,11	1,70	1,52	1,36	1,22	2,50	2,31	2,15	1,97	1,85	2,52	2,38	2,20	2,05	2,07
Bột đá vôi	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,22	1,20	1,20	1,20	1,25	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90
DCP (khoáng)	1,25	1,20	1,15	1,20	1,20	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,65	0,75
Sobemix22 gà thịt	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Muối ăn	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
NaHCO3	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-lysine	0,491	0,572	0,658	0,743	0,825	0,410	0,497	0,583	0,668	0,750	0,266	0,355	0,440	0,526	0,600
L-Methionine	0,437	0,468	0,500	0,532	0,562	0,407	0,442	0,473	0,504	0,535	0,273	0,306	0,337	0,368	0,394
L-Threonine	0,278	0,326	0,374	0,420	0,464	0,226	0,277	0,325	0,370	0,414	0,128	0,181	0,227	0,273	0,312
L-Tryptophan	0,017	0,034	0,051	0,067	0,082	0,016	0,033	0,049	0,065	0,081	0,004	0,020	0,036	0,052	0,064
L-Agrinine	0,291	0,391	0,483	0,574	0,660	0,235	0,327	0,420	0,510	0,600	0,096	0,189	0,281	0,374	0,454
Chất chống mốc	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cholin Chloride 60	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Zympex006	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Chất chống oxy hóa	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Tổng	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng															
Vật chất khô (%)	88,63	88,68	88,87	89,06	89,24	88,59	88,78	88,98	89,15	89,35	88,70	88,87	89,05	89,24	89,41
Năng lượng trao đổi (Kcal)	3000	3000	3000	3000	3000	3101	3101	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3150	3150
Protein thô (%)	20,83	19,81	18,80	17,79	16,83	19,24	18,21	17,21	16,21	15,22	18,18	17,03	16,03	15,02	14,02
Xơ thô (%)	4,57	4,49	4,54	4,58	4,63	4,00	4,05	4,12	4,14	4,18	3,91	4,01	4,05	4,08	4,17
Canxi (%)	0,91	0,93	0,93	0,93	0,93	0,88	0,89	0,90	0,90	0,90	0,80	0,81	0,81	0,81	0,82
Phospho tổng số (%)	0,58	0,58	0,56	0,56	0,55	0,56	0,56	0,55	0,55	0,53	0,56	0,56	0,54	0,54	0,53
SID Lysine (%)	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950
SID Meth+Cys (%)	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,902	0,903	0,902	0,902	0,903	0,741	0,741	0,741	0,741	0,741
SID Threonine (%)	0,871	0,871	0,871	0,871	0,871	0,771	0,770	0,771	0,771	0,771	0,636	0,636	0,637	0,637	0,637
SID Tryptophan (%)	0,203	0,202	0,203	0,203	0,203	0,179	0,179	0,179	0,179	0,180	0,149	0,149	0,149	0,148	0,149
SID Agrinine (%)	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,231	1,231	1,231	1,231	1,231	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017
Giá (đ/kg)	11373	11109	10917	10755	10594	11367	11126	10929	10783	10635	11075	10801	10639	10488	10366

Sobemix 22: Vitamin A (min): 3,200,000 IU/kg; Vitamin E(min): 12,000 mg/kg; Vitamin B1 (min): 400mg/kg; Vitamin D3 (min): 1,000,000 IU/kg; Vitamin K3 (min): 660 mg/kg; Vitamin B3 (min): 12,000 mg/kg; Fe (min-max): 10,200-13,800 mg/kg; Zn (min-max): 25,500-34,500 mg/kg; Cu (min-max): 3,200-4,800 mg/kg; Mn (min-max) 25,500-34,500 mg/kg. Zympex006: > 25,000 XIAU/g endo-1,4 xylanase

Bảng 5.. Nguyên liệu, thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của khẩu phần thử nghiệm khẩu phần protein thấp trên cơ sở cân đối tối ưu axit amin thiết yếu tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn cho gà thịt

Nguyên liệu (%)	Giai đoạn 1-28 ngày tuổi		Giai đoạn 29-56 ngày tuổi		Giai đoạn 57-84 ngày tuổi	
	NT1	NT2 (ĐC)	NT1	NT2 (ĐC)	NT1	NT2 (ĐC)
Ngô	53,95	-	59,73	-	62,20	-
Khô đậu tương	21,6	-	16,9	-	11,9	-
DDGS ngô	0	-	0	-	0	-
Bột thịt xương	1,5	-	3	-	6,4	-
Cám gạo	14	-	12	-	13	-
Bột cá 60% CP	1,9	-	1,4	-	0,8	-
Dầu thực vật	1,83	-	2,32	-	2,31	-
Bột đá vôi	1,326	-	1,2	-	0,8	-
DCP (khoáng)	1,25	-	1	-	0,65	-
Sobemix22 gà thịt	0,25	-	0,25	-	0,25	-
Muối ăn	0,2	-	0,2	-	0,2	-
NaHCO3	0,2	-	0,2	-	0,2	-
L-Lysine-HCl 99,5	0,572	-	0,512	-	0,373	-
DL-methionine 99%	0,516	-	0,479	-	0,347	-
L-threonine	0,352	-	0,305	-	0,21	-
L-tryptophan	0,036	-	0,036	-	0,024	-
Arginine	0,396	-	0,351	-	0,214	-
Chất chống mốc	0,05	-	0,05	-	0,05	-
Cholin Chloride 60	0,04	-	0,04	-	0,04	-
Zympex006	0,015	-	0,015	-	0,015	-
Chất chống oxy hóa	0,015	-	0,015	-	0,015	-
Tổng	100,00	-	100,00	-	100,00	-
Giá thành (VND)	12.553	14.400	12.258	13.360	11.673	13.200
Giá trị dinh dưỡng (%)						
Vật chất khô (%)	88,92	89,42	88,89	89,15	88,98	88,98
ME (Kcal/kg)	3000,1	3050	3099,57	3150	3149,3	3150
Protein thô (%)	18,93	21,0	17,24	19,2	16,06	18,0
Xơ thô (%)	4,14	4,5	3,79	4,5	3,66	4,5
Ca (%)	0,93	1,0	0,89	0,90	0,82	0,80
P tổng số (%)	0,56	0,6	0,54	0,6	0,54	0,55
SID Lys (%)	1,3	1,2*	1,15	1,0*	0,95	0,95*
SID Meth+Cyss (%)	0,975	0,85*	0,902	0,82*	0,741	0,75*
SID Thre (%)	0,871	0,80*	0,771	0,72*	0,636	0,68*
SID Tryp (%)	0,203	-	0,18	-	0,148	-
SID Arginin (%)	1,391	-	1,231	-	1,017	-

NT: Nghiệm thức; *: Các giá trị axit amin ở dạng tổng số

PHỤ LỤC 2: MỘT SỐ HÌNH ẢNH THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM



Hình 1: Bố trí thí nghiệm xác định tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng tiêu chuẩn các axit amin của một số nguyên liệu phổ biến trên gà Lương Phượng



Hình 2: Sấy lạnh mẫu dịch và xác định vật chất khô trước khi phân tích.



Hình 3: Bố trí thí nghiệm nuôi dưỡng



Hình 4: Trộn thức ăn thí nghiệm và cân gà thí nghiệm



Hình 5: Thu mẫu phân gà thí nghiệm



Hình 6: Khảo sát năng suất và chất lượng thịt gà thí nghiệm