

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN CHĂN NUÔI



LÊ TUẤN AN

**SỬ DỤNG PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ BỔ SUNG TANIN
TRONG KHẤU PHẦN NUÔI BÒ THỊT
NHẪM GIẢM PHÁT THẢI KHÍ MÊ-TAN**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

HÀ NỘI - 2020

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN CHĂN NUÔI



LÊ TUẤN AN

**SỬ DỤNG PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ
BỔ SUNG TANIN TRONG KHẨU PHẦN NUÔI BÒ THỊT
NHẪM GIẢM PHÁT THẢI KHÍ MÊ-TAN**

CHUYÊN NGÀNH: Chăn nuôi

MÃ SỐ: 9 62 01 05

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. TS. Trần Hiệp**
- 2. TS. Chu Mạnh Thắng**

HÀ NỘI - 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan, đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của các thầy và sự giúp đỡ của các đồng nghiệp trong suốt thời gian từ năm 2016 - 2020. Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Mọi trích dẫn đều có nguồn gốc rõ ràng.

Tác giả của luận án

Lê Tuấn An

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận án này, tôi đã nhận được sự quan tâm, giúp đỡ của các thầy, cô giáo, các tập thể, cá nhân cùng bạn bè đồng nghiệp.

Trước tiên, tôi xin bày tỏ sự biết ơn sâu sắc tới PGS. TS. Trần Hiệp, TS. Chu Mạnh Thắng - người hướng dẫn khoa học cho đề tài luận án. Các thầy 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 nghiên cứu sinh để hoàn thành luận án. Tôi cũng xin bày tỏ sự biết ơn sâu sắc tới GS.TS. Vũ Chí Cương đã đóng góp nhiều ý tưởng, phương pháp luận nghiên cứu cho đề tài luận án.

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, TS. Phạm Kim Cương và các cán bộ nghiên cứu tại Bộ môn Dinh dưỡng và Thức ăn chăn nuôi đã có nhiều trao đổi và giúp đỡ tôi trong việc hoàn thành đề tài luận án.

Nhân dịp này, tôi xin chân thành cảm ơn Ban lãnh đạo Liên minh HTX Việt Nam đã tạo mọi điều kiện và nhiệt tình giúp đỡ tôi trong quá trình học tập và hoàn thành luận án.

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.

Nghiên cứu sinh

Lê Tuấn An

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC CHỮ CÁI VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU	vii
DANH MỤC SƠ ĐỒ, ĐỒ THỊ.....	ix
MỞ ĐẦU.....	1
1.1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI	1
1.2.MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU	2
1.3. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN	3
1.4. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN	3
1.4.1. Ý nghĩa khoa học	3
1.3.2. Ý nghĩa thực tiễn.....	4
Chương 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU	5
1.1. NGUỒN PHÁT THẢI VÀ CHIẾN LƯỢC GIẢM PHÁT THẢI CH ₄ TỪ DẠ CỎ	5
1.1.1. Cơ chế phát thải khí CH ₄ từ dạ cỏ	5
1.1.2. Mức độ phát thải khí CH ₄ từ dạ cỏ	6
1.1.3. Chiến lược dinh dưỡng giảm phát thải CH ₄ từ dạ cỏ.....	7
1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN ĐẾN PHÁT THẢI CH ₄ TỪ DẠ CỎ	16
1.2.1. Đặc điểm của tanin	17
1.2.2. Cơ chế và tác dụng của tanin	17
1.3. TIỀM NĂNG PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ	27
1.3.1. Nguồn gốc, phân loại	27
1.3.2. Đặc điểm thành phần hóa học của lá chè.....	27
1.3.3. Diện tích, sản lượng chè tại Việt Nam.....	32
1.4. CÁC MÔ HÌNH ƯỚC TÍNH LƯỢNG CH ₄ THẢI RA TỪ DẠ CỎ	33
1.4.1. Mô hình ước tính của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu	34
1.4.2. Các phương pháp ước tính CH ₄	35
1.5. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC	36

1.5.1. Tình hình nghiên cứu nước ngoài	36
1.5.2. Tình hình nghiên cứu trong nước	41
1.6. CÂU HỎI VÀ GIẢ THUYẾT NGHIÊN CỨU	42
1.6.1. Câu hỏi nghiên cứu	42
1.6.2. Giả thuyết nghiên cứu.....	42
Chương 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	43
2.1. ĐỐI TƯỢNG, THỜI GIAN VÀ ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU	43
2.1.1. Đối tượng, vật liệu nghiên cứu	43
2.1.2. Địa điểm nghiên cứu và thời gian nghiên cứu.....	43
2.2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU	43
2.2.1. Đánh giá tiềm năng phụ phẩm chế biến chè	43
2.2.2. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến đặc điểm sinh khí <i>in vitro</i> và tỷ lệ phân giải <i>in sacco</i> các chất dinh dưỡng trong khẩu phần của bò thịt nuôi vỗ béo	43
2.2.3. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> và năng suất bò thịt nuôi vỗ béo.....	44
2.2.4. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến mức độ và cường độ phát thải khí CH ₄ từ dạ cỏ bò thịt nuôi vỗ béo	44
2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	45
2.3.1. Đánh giá tiềm năng sử dụng phụ phẩm chế biến chè làm thức ăn cho bò thịt	45
2.3.2. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến đặc điểm sinh khí <i>in vitro</i> và tỷ lệ phân giải <i>in sacco</i> các chất dinh dưỡng trong khẩu phần của bò nuôi vỗ béo	47
2.3.3. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> và năng suất bò thịt nuôi vỗ béo	51
2.3.4. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến mức độ và cường độ phát thải khí CH ₄ từ dạ cỏ bò thịt nuôi vỗ béo	55
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....	57
3.1. ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ	57
3.1.2. Kết quả khảo sát nguồn phụ phẩm chế biến chè.....	57
3.1.2. Phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến thành phần hóa học của phụ phẩm chế biến chè	65
3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ ĐẾN ĐẶC ĐIỂM SINH KHÍ <i>IN VITRO</i> GAS PRODUCTION VÀ TỶ LỆ PHÂN GIẢI <i>IN SACCO</i>	68

3.2.1. Thành phần dinh dưỡng của khẩu phần thí nghiệm.....	68
3.2.2. Kết quả thí nghiệm <i>in vitro</i> gas production	69
3.2.3. Kết quả thí nghiệm <i>in sacco</i> của các khẩu phần thí nghiệm.....	73
3.3. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ ĐẾN TỶ LỆ TIÊU HÓA <i>IN VIVO</i> VÀ NĂNG SUẤT BÒ THỊT GIAI ĐOẠN VỠ BÉO	79
3.3.1. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến lượng thức ăn thu nhận và tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> các chất dinh dưỡng	79
3.3.2. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tăng khối lượng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn.....	81
3.4. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ ĐẾN MỨC ĐỘ VÀ CƯỜNG ĐỘ PHÁT THẢI KHÍ CH ₄ TỪ DẠ CỎ CỦA BÒ THỊT NUÔI VỠ BÉO	83
3.4.1. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tổng lượng khí mê-tan phát thải	83
3.4.2. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến cường độ phát thải khí mê-tan.....	84
3.4.3. Phân tích mức bổ sung tanin tối ưu	87
3.4.4. Xây dựng phương trình ước tính lượng mê-tan từ lượng thu nhận và tỷ lệ tanin trong khẩu phần	88
CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	94
4.1. KẾT LUẬN	94
4.2. ĐỀ NGHỊ	94
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	96

DANH MỤC CÁC CHỮ CÁI VIẾT TẮT

ABBH	Axit béo bay hơi
ADF	Xơ không tan bởi chất tẩy axit
ADFIP	Protein liên kết với ADF
Ash	Khoáng tổng số
CF	Xơ thô
CH ₄	Mê-tan
CO ₂	Khí cacbonic
CP	Protein thô
CT	Tanin cô đặc
DM	Vật chất khô
EE	Lipit thô
GEI	Tổng năng lượng thô ăn vào
KNK	Khí nhà kính
Mean	Trung bình
NAN	Nitơ không phải từ amoniac
NDF	Xơ không tan bởi chất tẩy trung tính
NDFIP	Protein liên kết với NDF
OM	Chất hữu cơ
OMD	Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ
RUP	Protein tiêu hóa không phân giải ở dạ cỏ
SE	Sai số của số trung bình
SEM	Sai số của các số trung bình
STL	Phụ phẩm chế biến chè
TP	Polyphenol tổng số
TT	Tanin tổng số

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1. 1. Thành phần đặc trưng của các chất khí trong dạ cỏ	5
Bảng 1. 2. Ảnh hưởng của tanin đến hoạt động tiêu hóa và năng suất của gia súc nhai lại	21
Bảng 1. 3. Hàm lượng chất dinh dưỡng, tổng lượng khí và khí mê-tan sản sinh sau 24 giờ ủ.....	26
Bảng 1. 4. Thành phần dinh dưỡng của lá chè.....	27
Bảng 1. 5. Hàm lượng các dạng catechin.....	28
Bảng 1. 6. Hàm lượng và thành phần catechin trong búp chè tại Việt Nam	29
Bảng 1. 7. Thành phần dinh dưỡng của phụ phẩm chế biến chè	29
Bảng 1. 8. Hàm lượng tanin ở các loại lá chè (% chất khô)	30
Bảng 1. 9. Diện tích, sản lượng chè ở một số vùng và tỉnh thành	33
Bảng 1. 10. Các phương trình chẩn đoán CH ₄ được phát triển từ các phép đo trong buồng hô hấp	35
Bảng 1. 11. So sánh thành phần hóa học và các phép đo <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i> giữa phụ phẩm chế biến chè (khô, ủ) và hai loại thức ăn chăn nuôi khác nhau.....	37
Bảng 1. 12. Tóm tắt tác dụng của việc đưa STL vào chế độ ăn nhai lại dựa trên thức ăn ủ chua khác nhau	39
 Bảng 2. 1. Thiết kế thí nghiệm.....	 48
Bảng 2. 2. Thành phần hóa học của thức ăn thí nghiệm	48
Bảng 2. 3. Khẩu phần thí nghiệm.....	48
Bảng 2. 4. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của thức ăn thí nghiệm	52
Bảng 2. 5. Sơ đồ thiết kế thí nghiệm.....	53
 Bảng 3. 1. Kết quả khảo sát năng suất chè tại các tỉnh điều tra	 57
Bảng 3. 2. Kết quả ước tính phụ phẩm chế biến chè tại các tỉnh điều tra.....	59
Bảng 3. 3. Ảnh hưởng của giống đến tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè.....	60
Bảng 3. 4. Ảnh hưởng của địa phương đến tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè.....	62
Bảng 3. 5. Ảnh hưởng của phương pháp chế biến đến tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè ...	63

Bảng 3. 6. Ước lượng lượng phụ phẩm chế biến chè tại các tỉnh điều tra.....	65
Bảng 3. 7. Ảnh hưởng của giống chè đến TPHH của chè	66
Bảng 3. 8. Ảnh hưởng của địa phương đến TPHH của chè	67
Bảng 3. 9. Thành phần hóa học của các khẩu phần	69
Bảng 3. 10. Lượng khí tích lũy khi lên men của các khẩu phần (ml)	69
Bảng 3. 11. Động thái sinh khí của các khẩu phần thí nghiệm (n=3).....	71
Bảng 3. 12. Tỷ lệ tiêu hóa và giá trị năng lượng của các khẩu phần	73
Bảng 3. 13. Tỷ lệ phân giải VCK của các khẩu phần	74
Bảng 3. 14. Động thái phân giải VCK khẩu phần thí nghiệm	75
Bảng 3. 15. Tỷ lệ phân giải protein của khẩu phần.....	76
Bảng 3. 16. Tỷ lệ phân giải NDF của khẩu phần	77
Bảng 3. 17. Tỷ lệ phân giải ADF của khẩu phần	77
Bảng 3. 18. Thu nhận các chất dinh dưỡng.....	79
Bảng 3. 19. Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng.....	80
Bảng 3. 20. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tăng khối lượng.....	81
Bảng 3. 21. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến hiệu quả chuyển hóa thức ăn	82
Bảng 3. 22. Tổng lượng phát thải khí mê-tan	83
Bảng 3. 23. Mức độ và cường độ phát thải khí mê-tan.....	84
Bảng 3. 24. Tham số thống kê mô tả của cơ sở dữ liệu	88
Bảng 3. 25. Lựa chọn biến thích hợp để xây dựng phương trình hồi quy chẩn đoán lượng mê-tan thải ra	89
Bảng 3. 26. Xây dựng phương trình hồi quy chẩn đoán lượng mê-tan thải ra	90
Bảng 3. 27. Một số phương trình tham chiếu chẩn đoán metan từ các biến độc lập từ khẩu phần ăn của bò thí nghiệm.....	91
Bảng 3. 28. Đánh giá mức độ chính xác của phương trình.....	92
Bảng 3. 29. Đánh giá mức độ tin cậy của phương trình	92

DANH MỤC SƠ ĐỒ, ĐỒ THỊ

Hình 2. 1 Sơ đồ triển khai các nội dung nghiên cứu của đề tài luận án.....	45
Hình 3. 1 Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè theo giống chè (%)	Error! Bookmark not defined.
Hình 3. 2. Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè theo địa phương	62
Hình 3. 3. Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè theo phương thức chế biến.....	64
Hình 3. 4. Ảnh hưởng của giống đến thành phần hóa học của phụ phẩm chế biến chè	66
Hình 3. 5. Lượng khí tích lũy khi lên men của các khẩu phần (ml)	70
Hình 3. 6 Cường độ phát thải khí CH ₄ trên bò vỗ béo	85
Hình 3. 7 Hiệu quả chăn nuôi và hiệu quả môi trường trên bò nuôi vỗ béo	86
Hình 3. 8. Tương quan giữa tăng khối lượng và cường độ phát thải khí CH ₄ của các khẩu phần thí nghiệm	87
Hình 3. 9. Tương quan giữa tăng khối lượng, cường độ phát thải khí CH ₄ ở các mức tanin khác nhau	87
Hình 3. 10 Đồ thị tương quan giữa lượng CH ₄ quan sát và chẩn đoán.....	93

MỞ ĐẦU

1.1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Chăn nuôi được xác định là một ngành kinh tế - kỹ thuật hướng đến các mục tiêu phát triển bền vững và nâng cao sức cạnh tranh (Luật chăn nuôi, 2018; Chiến lược phát triển chăn nuôi giai đoạn 2021-2030, 2020). Một trong những nội dung quan trọng của chiến lược là tập trung đẩy mạnh ứng dụng khoa học và công nghệ và bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu.

Theo Ủy Ban liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu, các khí gây hiệu ứng nhà kính (CO_2 , CH_4 và N_2O) là nguyên nhân chính gây biến đổi khí hậu, phần lớn tạo ra do hoạt động của con người. Theo Knapp và cs. (2014), sản xuất nông nghiệp phát thải mê-tan (CH_4) chiếm khoảng 29% tổng lượng phát thải CH_4 toàn cầu, trong đó 66% phát thải từ dạ cỏ gia súc nhai lại.

Ở Việt Nam, chăn nuôi bò có vai trò quan trọng đối với sinh kế của người dân. Đàn bò thịt cả nước đạt 5,09 triệu con năm 2015 và tăng lên 6,1 triệu con năm 2020 (GSO., 2020) và được dự báo sẽ tiếp tục phát triển trong những năm tới. Tuy nhiên, việc phát triển chăn nuôi bò đang gặp phải thách thức lớn do Việt Nam cam kết giảm 8% lượng phát thải khí nhà kính (KNK) vào năm 2030 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2020).

Một trong những hướng nghiên cứu đang được quan tâm hiện nay là bổ sung các thức ăn chứa một số hợp chất có nguồn gốc thực vật (dầu, saponin, tanin...) được phân bố rộng rãi trong cỏ, cây các vùng khí hậu nóng có tác dụng giảm thiểu lượng khí phát thải trong dạ cỏ, bảo vệ môi trường và đảm bảo an toàn, nâng cao năng suất vật nuôi. Một số nghiên cứu cho thấy tanin chứng tỏ là các hợp chất có nhiều hứa hẹn nhất cho việc giảm phát thải CH_4 từ dạ cỏ. Tanin có tác dụng ức chế hoạt động của các nhóm vi khuẩn sinh khí CH_4 , ức chế hoạt động của protozoa và do đó có tác dụng giảm thiểu sự phát thải khí CH_4 từ gia súc nhai lại (Huang và cs., 2010; Mao và cs., 2010; Puchala và cs., 2012). Jayanegara và cs. (2012) đã phân tích một cách có hệ thống 15 thí nghiệm *in vitro* và 15 thí nghiệm *in vivo* đánh giá cách bổ sung tanin khác nhau vào khẩu phần đến lượng phát thải khí CH_4 từ gia súc nhai lại đã chỉ ra rằng mức bổ sung tanin luôn tỷ lệ

ngịch với cường độ phát thải khí CH₄ trên bò sữa, Trần Hiệp và cs. (2016) cho biết, việc bổ sung tanin ở mức 0,3% và 0,5% đã cải thiện năng suất sữa và không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa. Phạm Quang Ngọc (2019) cho biết bổ sung lá cây keo dậu khô ở mức 0,3% tanin làm giảm rõ rệt lượng CH₄ từ dạ cỏ và cải thiện tốc độ sinh trưởng của bò thịt.

Cây chè (*Camellia sinensis*) là một loại cây công nghiệp được trồng phổ biến ở Việt Nam. Thân và lá cây chè không những có hàm lượng protein thô cao (24%VCK) mà còn giàu các hợp chất thực vật thứ cấp như tanin (17,6%VCK) (Ramdani và cs., 2013). Ở Việt Nam, bột phụ phẩm chế biến chè khá phổ biến, có thể tận thu ở Thái Nguyên, Sơn La, Phú Thọ, Bắc Kạn....

Hiện nay, nghiên cứu về tiềm năng sử dụng phụ phẩm chế biến chè làm thức ăn bổ sung vào khẩu phần của bò chưa được nghiên cứu đầy đủ và có hệ thống. Vì vậy, việc thực hiện nghiên cứu đánh giá tiềm năng của phụ phẩm chế biến chè làm thức ăn bổ sung cho bò thịt để nâng cao hiệu quả chăn nuôi và giảm phát thải khí CH₄ từ dạ cỏ bò thịt là rất cần thiết.

1.2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Mục tiêu chung:

Giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính, đảm bảo năng suất và hiệu quả trong chăn nuôi bò thịt.

Mục tiêu cụ thể:

- + Đánh giá được sản lượng và thành phần hóa học của phụ phẩm chế biến chè tại một số tỉnh miền Bắc Việt Nam.

- + Xác định được ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến đặc điểm sinh khí *in vitro* và tỷ lệ phân giải *in sacco* các chất dinh dưỡng trong khẩu phần ăn của bò thịt.

- + Đánh giá được ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* và năng suất của bò thịt nuôi vỗ béo.

- + Đánh giá được ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến phát thải khí CH₄ từ dạ cỏ;

+ Xây dựng được một số phương trình ước tính phát thải khí CH₄ từ dạ cỏ bò thịt nuôi vỗ béo.

1.3. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Đề tài luận án là một công trình khoa học đánh giá được tương đối đầy đủ và có hệ thống về tiềm năng phụ phẩm chế biến chè làm thức ăn bổ sung, nâng cao năng suất, giảm phát thải khí CH₄ góp phần phát triển chăn nuôi bò thịt bền vững, thân thiện môi trường.

Đề tài xác định mức bổ sung tanin thích hợp từ phụ phẩm chế biến chè (0,3% và 0,5%, tính theo chất khô) trong khẩu phần nuôi dưỡng bò lai nuôi vỗ béo đã làm giảm cường độ phát thải khí CH₄ (7,9% - 26,2%) và cải thiện tốc độ tăng khối lượng (2,2-8,1%).

Đề tài đã xây dựng được 4 phương trình ước tính phát thải khí CH₄ có độ chính xác và độ tin cậy cao. Phương trình giúp đánh giá nhanh lượng phát thải khí CH₄ từ khẩu phần ăn cho bò, từ đó giúp điều chỉnh khẩu phần ăn cho bò phù hợp với mục tiêu đồng thời về năng suất và bảo vệ môi trường.

1.4. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

1.4.1. Ý nghĩa khoa học

Đề tài luận án là một nghiên cứu có hệ thống, cung cấp đầy đủ thông tin, cơ sở khoa học về tiềm năng và giá trị nguồn phụ phẩm chế biến chè làm thức ăn bổ sung cho bò thịt.

Đề tài xây dựng được một số phương trình ước tính phát thải khí CH₄ từ khẩu phần giàu tanin, góp phần củng cố và hoàn thiện dữ liệu phục vụ việc tính toán hệ số phát thải KNK ở Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu của đề tài làm cơ sở khoa học góp phần cho phát triển chăn nuôi bò theo hướng bền vững, thân thiện với môi trường. Kết quả nghiên cứu của đề tài làm cơ sở khuyến cáo các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong chăn nuôi bò. Bên cạnh đó kết quả nghiên cứu của đề tài luận án là tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu tiếp theo, làm tài liệu giảng dạy cho các cơ sở đào tạo.

1.3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Đề tài luận án góp phần khai thác hiệu quả nguồn phụ phẩm chế biến chè, tăng thu nhập cho người trồng chè.

Đề tài luận án giúp cơ sở chăn nuôi xây dựng khẩu phần ăn hợp lý cho bò thịt, nâng cao năng suất, hiệu quả chăn nuôi, giảm phát thải khí CH₄, góp phần phát triển chăn nuôi bò thịt bền vững, thân thiện môi trường.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. NGUỒN PHÁT THẢI VÀ CHIẾN LƯỢC GIẢM PHÁT THẢI CH₄ TỪ DẠ CỎ

1.1.1. Cơ chế phát thải khí CH₄ từ dạ cỏ

Dạ cỏ của động vật nhai lại (bò thịt, bò sữa, dê, cừu..) đóng góp chính vào việc tạo ra CH₄; tại đây xảy ra quá trình lên men yếm khí của hệ vi sinh vật dạ cỏ. Theo Sniffen và Herdt (1991) trong dạ cỏ của gia súc nhai lại những chất khí tạo thành nằm ở phần trên trong đó CO₂, CH₄ chiếm tỷ trọng lớn nhất (Bảng 1. 1). Tỷ lệ các chất khí này phụ thuộc vào sinh thái môi trường dạ cỏ và sự cân bằng lên men. Bình thường thì tỷ lệ CO₂ gấp 2-3 lần CH₄.

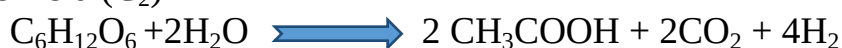
Bảng 1. 1. Thành phần đặc trưng của các chất khí trong dạ cỏ

Loại khí	Tỷ lệ (%)
Hydro (H ₂)	0,2
Oxy (O ₂)	0,5
Nitơ (N)	7,0
Mê-tan (CH ₄)	26,8
Carbonic (CO ₂)	65,5

Nguồn: Sniffen và Herdt (1991)

Trong điều kiện yếm khí ở dạ cỏ: Phản ứng oxy hóa để lấy năng lượng ở dạng ATP giải phóng ra hydro. Tích lũy ion hydro trong quá trình trao đổi chất của vi sinh vật dạ cỏ chỉ có thể tránh được bằng quá trình sinh tổng hợp CH₄ bởi những vi khuẩn sinh khí CH₄ (*rumen methanogens*). Đây là cơ chế bình thường của quá trình lên men ở dạ cỏ nhằm tránh được nguy cơ tích lũy quá nhiều hydro. Do hydro tự do sẽ ức chế enzym khử hydro (dehydrogenases) và ảnh hưởng đến quá trình lên men. Theo Nguyễn Xuân Trạch và cs. (2006) thì quá trình phân giải các axit béo bay hơi và sinh khí CH₄ trong dạ cỏ của bò có thể được tóm tắt như sau:

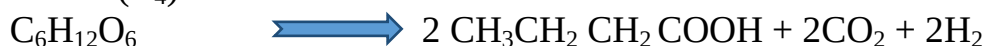
Acetic Acid (C₂)



Propionic Acid (C₃)



Butyric Acid (C₄)



Việc sử dụng H_2 và CO_2 để tạo ra CH_4 là một đặc tính đặc biệt của nhóm vi khuẩn sinh CH_4 . Nhóm vi khuẩn này tương tác với các nhóm vi sinh vật khác trong dạ cỏ để tăng hiệu quả sử dụng năng lượng và kéo dài tiêu hóa thức ăn. Tương tác này là tích cực đối với nhóm vi sinh vật phân giải xơ (*Ruminococcus albus* và *R. flavefaciens*), không phân giải xơ (*Selenomonas ruminantium*), protozoa và nấm .

Định hướng giảm khí CH_4 ở dạ cỏ vì thế là tìm cách giảm tạo ra hydro, ngăn chặn và hạn chế quá trình hình thành khí CH_4 , đưa hydro vào các sản phẩm trao đổi chất khác hoặc tạo ra các bể chứa hydro khác. Giảm thiểu khí CH_4 phải đi liền với con đường trao đổi chất tiêu thụ hydro để tránh hiệu quả tiêu cực khi có quá nhiều hydro trong dạ cỏ .

1.1.2. Mức độ phát thải khí CH_4 từ dạ cỏ

Trong nông nghiệp, ngành chăn nuôi đóng góp khoảng 16-18% (tính theo đương lượng CO_2) hiệu ứng nhà kính, đứng sau nhiên liệu hóa thạch và đất ngập nước (Johnson và Johnson, 1995). Tuy nhiên đến năm 2008, theo công bố của Steinfeld và Hoofmann thì chăn nuôi đóng góp 9% CO_2 , 37% CH_4 và 65% N_2O trong tổng khí thải nhà kính. Trong tổng lượng khí CH_4 thải ra môi trường từ hoạt động chăn nuôi (gia súc nhai lại, dê cừu, lợn, gà...) thì chăn nuôi gia súc nhai lại đóng góp khoảng 74% và nguy cơ do phát thải khí CH_4 vẫn tiếp tục tăng lên do tăng số đầu con và quy mô chăn nuôi để đáp ứng nhu cầu thịt, sữa ngày càng cao của con người. Trong hoạt động chăn nuôi gia súc ăn cỏ, Moss và cs. (2000) cho rằng khoảng 30% khí CH_4 phát thải ra môi trường từ hoạt động vi sinh vật dạ cỏ. Roos cũng cho rằng mức độ phát thải từ quá trình lên men dạ cỏ chiếm 28% tính theo tổng lượng khí CH_4 thải ra bầu khí quyển, trong khi đó theo ước tính khí CH_4 từ phân gia súc (quá trình ủ phân yếm khí) chỉ chiếm khoảng 13-14% (IPCC, 1996).

Hàng năm chăn nuôi gia súc nhai lại ước tính sản sinh ra khoảng 86 triệu tấn CH_4 /năm. Trung bình mỗi ngày một con bò phát thải ra khoảng 250-500 lít khí CH_4 tùy thuộc vào giống, tuổi, sức sản xuất. Một số tác giả khác báo cáo rằng một con bò sản sinh khoảng 150-420 lít khí CH_4 /ngày, trong khi ở cừu chỉ 25-55 lít. Theo báo cáo của cơ quan bảo vệ môi trường

của Mỹ thì từ năm 1990-2004, trong tổng lượng phát thải bởi chăn nuôi ở Mỹ, bò thịt giữ tỷ lệ phát thải khí CH_4 lớn nhất, ước tính khoảng 74%; bò sữa ước tính khoảng 24%, phần còn lại chiếm một lượng nhỏ là của dê, cừu (U.S. EPA, 2008).

1.1.3. Chiến lược dinh dưỡng giảm phát thải CH_4 từ dạ cỏ

1.1.3.1. Thay đổi chất lượng khẩu phần

Thay thế thức ăn thô bằng thức ăn tinh: tăng tỷ lệ thức ăn tinh nhằm tăng hiệu quả sử dụng thức ăn, giảm năng lượng mất đi do vi khuẩn tạo khí CH_4 và động vật nguyên sinh (protozoa) sử dụng. Theo (Lovett và cs., 2005) đã chứng minh việc tăng thức ăn tinh trong khẩu phần cho bò chăn thả trên đồng cỏ làm giảm lượng khí phát thải CH_4 /1 kg sữa tiêu chuẩn từ 19,26g xuống 16,02g; làm giảm độ pH dạ cỏ, làm tăng hàm lượng axit propionic, giảm lượng khí H_2 cần thiết cho phản ứng tạo CH_4 . Khí CH_4 /đơn vị sản phẩm (thịt, sữa) có thể giảm 7-40% khi tăng lượng VCK ăn vào và tăng tỷ lệ thức ăn tinh trong khẩu phần cho bò. Rất nhiều cơ sở dữ liệu của các thí nghiệm đã cho thấy: tỷ lệ thức ăn tinh cao trong khẩu phần làm giảm CH_4 (tính trên tổng năng lượng ăn vào) (Yan và cs., 2000) chủ yếu do tăng tỷ lệ axit propionic trong tổng axit béo ở dạ cỏ. CH_4 tạo ra trong khẩu phần chủ yếu là cỏ ở bò thịt và cừu là 6 - 7% tổng năng lượng thô (GE), còn ở khẩu phần vỗ béo chủ yếu là thức ăn tinh số liệu này là 3% tổng năng lượng thô. Ở gia súc nhai lại ảnh hưởng thực sự bởi thay đổi khẩu phần rất khó đánh giá. Ví dụ nuôi bò trên đồng cỏ có khuynh hướng tăng CH_4 từ quá trình lên men ở đường tiêu hóa với khẩu phần chủ yếu là thức ăn hạt, cách nuôi này đã làm thay đổi đáng kể cách quản lý phân vì hầu hết phân bò đã rải đều trên đồng cỏ và vì thế việc sử dụng cơ giới hóa và phân bón cũng thay đổi. Kết quả là KNK sinh ra do quản lý phân và sản xuất thức ăn chăn nuôi giảm đi. Điều này giải thích vì sao khí nhà kính từ hệ thống nuôi bò dựa trên đồng cỏ ở New Zealand (khoảng 800 kg CO_2eq /tấn sữa) thấp hơn hệ thống nuôi bò trong nhà với khẩu phần dựa vào thức ăn hạt (khoảng 1300 kg CO_2eq /tấn sữa) ở Hà Lan. Điều này cũng cho thấy việc cải thiện năng suất chăn nuôi thông qua việc sử dụng khẩu phần ăn có tỷ lệ thức ăn tinh cao (hạt ngũ cốc) cũng cần phải được xem xét đến khía cạnh giá cả/giá thành sản phẩm và tác động từ chuỗi sản xuất đến hiệu quả ví dụ việc sử

dụng phân bón, máy móc công nghiệp để sản xuất thức ăn tinh cũng dẫn đến việc làm tăng lượng N_2O bài thải ra môi trường. Dẫn đến việc thâm canh và sử dụng các loại thức ăn thô chất lượng cao (ví dụ như cây họ đậu) tạo sản phẩm có giá rẻ hơn so với thức ăn tinh (hạt ngũ cốc), mặt khác lại không sử dụng nhiên liệu nên làm giảm lượng N_2O bài thải ra môi trường và làm tăng lượng C tích lũy trong đất. Sử dụng thức ăn họ đậu cho bò sữa cao sản làm tăng hiệu quả sử dụng thức ăn, từ đó giảm 28% lượng khí CH_4 so với khi sử dụng cỏ hòa thảo .

Thay đổi cấu trúc xơ trong khẩu phần: cấu trúc *carbohydrate* (CH) trong khẩu phần cũng có ảnh hưởng lớn đến lượng CH_4 sản sinh trong dạ cỏ do tốc độ của quá trình lên men *carbohydrate* ảnh hưởng đến tỷ lệ từng loại axit béo bay hơi (VFAs) và lượng CH_4 sản sinh. Sự lên men *carbohydrate* vách tế bào thực vật sản sinh nhiều CH_4 hơn so với sự lên men đường hòa tan hay tinh bột. Khẩu phần chứa nhiều tinh bột sản sinh ra nhiều propionate vì vậy đã làm giảm lượng CH_4 sản sinh tính trên 1 đơn vị vật chất hữu cơ có khả năng lên men trong dạ cỏ. Ngược lại, với khẩu phần chủ yếu thức ăn giàu xơ thô sẽ sản sinh ra nhiều acetate và vì vậy làm tăng lượng CH_4 sản sinh tính trên 1 đơn vị vật chất hữu cơ có khả năng lên men trong dạ cỏ. Tăng lượng lúa mạch bổ sung từ 0 đến 75% (tính theo vật chất khô) vào khẩu phần ăn gồm chủ yếu cỏ ủ chua đã làm tăng lượng CH_4 sản sinh/con/ngày nhưng lại làm giảm lượng CH_4 sản sinh/1 đơn vị vật chất hữu cơ 8%. Quá trình lên men *carbohydrate* cấu trúc dẫn đến hao hụt GE cho việc sản sinh CH_4 nhiều hơn so với lên men đường hòa tan hoặc tinh bột. Điều này đưa đến hệ quả là làm giảm tốc độ lên men, giảm tốc độ thoát qua dạ cỏ của thức ăn và vì vậy tỷ lệ giữa acetate và propionate cao hơn .

Chất lượng và loại thức ăn ủ chua: Sử dụng ngô ủ và các loại thức ăn ủ chua từ cây lương thực giảm được CH_4 vì quá trình lên men tạo ra nhiều propionate hơn cỏ ủ chua vì có nhiều tinh bột trong ngô ủ (Martin và cs., 2008). Lượng thức ăn ăn vào của ngô ủ chua cao sẽ làm giảm thời gian thức ăn lưu ở dạ cỏ, giảm thời gian lên men, tăng năng suất vật nuôi và vì vậy giảm CH_4 /kg sản phẩm.

Chế biến thức ăn thô xanh: quá trình nghiền và làm viên thức ăn xanh cho bò làm giảm đáng kể sản sinh CH_4 . Ở mức thu nhận chất khô cao

lượng CH_4 sản sinh/đơn vị khẩu phần có thể giảm từ 20-40% do tăng được tỷ lệ thoát qua ở dạ cỏ. Tuy nhiên vấn đề được quan tâm là chi phí tăng lên khi chế biến dạng viên. Bên cạnh đó thức ăn ủ chua rất được sử dụng phổ biến trong chăn nuôi bò, đặc biệt là bò sữa. Việc chế biến ủ chua đã ảnh hưởng như thế nào đến quá trình sản sinh khí CH_4 ở dạ cỏ. Thực tế việc quá trình lên men các thức ăn ủ chua có hàm lượng vật chất khô thấp làm cho nồng độ xơ dễ hòa tan thấp và các sản phẩm lên men (VFAs, lactate, alcohol và ammonia) có nồng độ cao trong dạ cỏ. Ngoài ra xơ trong thành phần các thức ăn này cũng dễ tiêu hóa hơn so với cỏ chế biến khô. Khi cho gia súc ăn loại thức ăn ủ chua này đã làm thay đổi các sản phẩm trong quá trình lên men như tỷ lệ axit acetic cao hơn trong VFAs, kết quả là đã thay đổi CH_4 sản sinh. Bên cạnh đó giá trị pH trong dạ cỏ có xu hướng giảm khi gia súc được ăn khẩu phần thức ăn ủ chua cũng ảnh hưởng đến sản sinh CH_4 .

1.1.3.2. Sử dụng các chất bổ sung

Bổ sung các chất ức chế: Rất nhiều chất ức chế đến hệ vi sinh vật dạ cỏ đã được nghiên cứu. Trong số này *bromochloromethane*(BCM), *2-bromo-ethane sulfonate* (BES), *chloroform* và *cyclodextrin* là những hợp chất đã được thử nghiệm thành công nhiều nhất trong điều kiện *in vivo*. Các chất ức chế sản sinh CH_4 này đã giảm một cách đáng tin cậy về thống kê trên 50% CH_4 trên bò và cừu: BCM/BES (Mitsumori và cs., 2012). Nghiên cứu khác trên dê ăn 0,3 g BCM/100 kg khối lượng cơ thể trong 10 tuần (Abecia và cs., 2012) cho thấy CH_4 tạo ra ở dạ cỏ/mỗi đơn vị chất khô ăn vào đã giảm 33%, và tỷ lệ propionate trong dạ cỏ đạt đến gần 40%. Các tác giả này cũng thấy năng suất sữa của dê tăng 36% mặc dù không có sự sai khác về chất khô ăn vào. Knight và cs. (2011) cho thấy sự giảm CH_4 ở dạ cỏ diễn ra rất mạnh và ngay tức thì ở bò cặn sữa cho ăn *chloroform*. Ảnh hưởng của *chloroform* kéo dài đến 42 ngày mặc dù lượng CH_4 sản xuất ra trong dạ cỏ tăng từ từ đến mức bằng 62% lúc chưa cho ăn *chloroform*.

Tóm lại các chất ức chế CH_4 đặc biệt là BCM và *chloroform* là các chất ức chế CH_4 rất hiệu quả. Song do đã bị cấm nên BCM và các hợp chất tương tự không thể dùng để giảm phát thải CH_4 . Tuy nhiên các hợp chất với cách hoạt động tương tự đang được tiếp tục nghiên cứu. Ảnh hưởng lâu dài của các chất ức chế CH_4 còn chưa chắc chắn và cần có nhiều số liệu

hơn nữa để xem xét ảnh hưởng lâu dài. Ngoài ra sự chấp nhận của cộng đồng (do nhận thức hoặc các luật lệ đang có hoặc sẽ có vì nhóm chất này được biết đến là các chất gây ung thư – *carcinogens* - *chloroform*) có thể là cản trở cho việc áp dụng. Mặc dù vậy các nhóm nghiên cứu trên thế giới vẫn đang phát triển các hợp chất tự nhiên hay tổng hợp để ức chế sản sinh CH_4 trực tiếp trong một tương lai gần.

Bổ sung chất nhận electron: Loại nhóm chất nhận electron này gần đây được xem xét lại với nhiều quan tâm. Trong nhóm này, có *fumarate*, *nitrates*, *sulphates* và *nitroethane* được nghiên cứu nhiều nhất. Các nghiên cứu trên cừu (Nolan và cs., 2010; Van Zijderveld và cs., 2010) và trên bò (Van Zijderveld và cs., 2011; Hulshof và cs., 2012) đã cho các kết quả rất khả quan với *nitrates* làm giảm sản sinh CH_4 dạ cỏ đến 50%.

Các vấn đề liên quan đến nhóm chất này bao gồm đáp ứng của hệ sinh thái dạ cỏ, trừ trường hợp *nitrates* được báo cáo luôn luôn làm giảm tạo ra CH_4 ở bò sữa trong suốt 20 ngày liên tục (Van Zijderveld và cs., 2011), tuy nhiên nghiên cứu chưa được nghiên cứu trong thời gian dài trên vật nuôi. Một vấn đề nữa liên quan đến *nitrates* là khả năng làm tăng NH_3 do quá trình chuyển hóa trung gian (*nitrite*) gây độc đã được đề cập trong bài tổng quan (Leng, 2008).

Trong tổng quan của mình, Leng (2008) cũng nhấn mạnh tầm quan trọng đặc biệt của việc cung cấp từ từ *nitrates* cho gia súc với các khẩu phần protein thấp là cơ sở tự nhiên quan trọng để sử dụng thành công *nitrates* như là một công cụ giảm thiểu phát thải CH_4 . Hệ sinh thái dạ cỏ rõ ràng phải thích ứng với *nitrates* trong khẩu phần và làm chậm quá trình chuyển hóa quá nhanh *nitrates* thành NH_3 . Bằng chứng là: sự tăng đáng kể và từ từ hoạt động của vi sinh vật khử nitrate khi đưa nitrate vào khẩu phần và sự có mặt của các nhóm vi khuẩn đặc thù trong các gia súc đã thích ứng với nitrate (Allison và Reddy, 1984). Vì thế, trong các nghiên cứu, *nitrates* được đưa từ từ vào khẩu phần tạo sự thích ứng và đã không ảnh hưởng đến sức khỏe vật nuôi (Nolan và cs., 2010; Van Zijderveld và cs., 2010; Van Zijderveld và cs., 2011; Hulshof và cs., 2012). Leng (2008) cũng chỉ ra rằng sulphur có thể tương tác với trao đổi *nitrates* trong dạ cỏ và đã thảo luận vai trò tiềm năng của molybden và cách bổ sung nitrate vào khẩu phần gia súc nhai lại (thông qua các khối liếm hoặc thay thế NH_3 lỏng và urea trong

xử lý rơm). Khối liềm urê rỉ mật đa dinh dưỡng được thiết kế để cung cấp urê, hỗn hợp các chất khoáng và trong một vài trường hợp là protein phân giải chậm đối với gia súc nhai lại trong điều kiện chăn thả (Sansoucy và cs., 1988). Nếu nitrate thay thế urê trong các khối liềm urê rỉ mật đa dinh dưỡng này thì việc tiếp cận các khối này phải hạn chế để lượng nitrate ăn vào không làm gia súc ngộ độc. Lượng ăn vào của các thức ăn bổ sung thông qua khối liềm hoặc bổ sung ở dạng lỏng có thể rất biến động vì thế khả năng ngộ độc là hoàn toàn có thể xảy ra nếu có nitrate bổ sung. Đưa thêm sulphate vào khẩu phần của cừu đã làm giảm sản xuất CH_4 ở dạ cỏ và khi bổ sung cả nitrate và sulphate thì ảnh hưởng của cả hai đến giảm thiểu CH_4 ở dạ cỏ là cộng gộp (Van Zijderveld và cs., 2010). Ảnh hưởng của sulphat bổ sung đến sức khỏe gia súc cũng chưa được rõ.

Tiềm năng của các chất nhận electron, đặc biệt là nitrates cần được tiếp tục khai thác đặc biệt với các khẩu phần nghèo protein, ở đây vi sinh vật dạ cỏ có thể có được các lợi ích từ các nguồn nitơ phi protein (NPN) sau một thời gian đáp ứng. Chiến lược bổ sung nitrates có thể đặc biệt hấp dẫn ở các nước đang phát triển, nơi mà trong cỏ không có nitrate và không đủ CP để duy trì sản xuất của gia súc. Cần chú ý rằng: tổng hợp của vi sinh vật dạ cỏ sẽ tăng khi có mặt peptide (Russell và cs., 1992) và số lượng NPN quá nhiều trong khẩu phần có thể có ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất gia súc. Tổng nitơ thấp trong khẩu phần cơ sở có thể là điều kiện quan trọng cho sử dụng nitrates thành công để giảm phát thải CH_4 ở dạ cỏ mà không làm tăng phát thải N_2O từ đất do sử dụng phân bón hay tăng hình thành N_2O do khẩu phần nhiều nitơ.

Axit fumaric và malic cũng đã được nghiên cứu rất nhiều như là một bể chứa hydro trong dạ cỏ. Tiềm năng giảm phát thải của chúng vẫn còn là câu hỏi (Ungerfeld và cs., 2007) vì tiềm năng này thấp hơn nitrate và kết quả thường không nhất quán. Trong một số thí nghiệm bổ sung fumarate không ảnh hưởng đến sản xuất CH_4 dạ cỏ. Trong một vài trường hợp khác, lượng thức ăn ăn vào giảm (Foley và cs., 2009). Trong một thí nghiệm trên bò, cho thấy quần thể vi sinh vật dạ cỏ không bị ảnh hưởng khi bổ sung axit fumaric (Remling, 2017).

Bổ sung dầu thực vật hoặc mỡ động vật (Lipid): Có rất nhiều bằng chứng cho thấy bổ sung lipid làm giảm sản xuất CH_4 trong dạ cỏ.

Eugène và cs. (2008) báo cáo rằng khi bổ sung lipid vào khẩu phần đã làm giảm sản xuất CH₄ trong dạ cỏ bò sữa 9%, nhưng cũng làm giảm VCK thu nhận (DMI) 6,4%, kết quả là không có sự khác biệt về CH₄ tính trên một đơn vị DMI. Tuy nhiên, các tác giả này cũng cho rằng vì không có ảnh hưởng đến sữa hiệu chỉnh đi kèm với giảm DMI nên kết quả là có khuynh hướng tăng hiệu quả sử dụng thức ăn khi bổ sung lipid. Thêm nữa, khi tính toán cho một đơn vị sữa đã hiệu chỉnh theo mỡ sữa, CH₄ sản xuất giảm khi được bổ sung lipid (0,82 so với 0,75 MJ năng lượng trong CH₄/kg sữa hiệu chỉnh, P = 0,04; n = 25).

Phân tích 38 nghiên cứu cho thấy một khuynh hướng ổn định giảm DMI với tất cả các loại lipid bổ sung vào khẩu phần và tăng năng suất sữa (Rabiee và cs., 2012). Sự phối hợp giữa giảm DMI và ổn định hoặc tăng năng suất sữa (giả sử rằng không có giảm mỡ sữa xảy ra) sẽ làm tăng hiệu quả sử dụng thức ăn và kết quả làm giảm CH₄ sản xuất ra tại dạ cỏ.

Các nghiên cứu của Moate và cs. (2011); Moate và cs. (2018) đều thấy rằng CH₄ sản xuất ra trong dạ cỏ giảm khi bổ sung lipid, quan hệ giữa mỡ bổ sung vào khẩu phần và CH₄ sản xuất ra trong dạ cỏ trên một đơn vị DMI như sau:

$$\text{CH}_4(\text{g/kg VCK}) = \exp [3,15(\pm 0,052) - 0,0035 (\pm 0,00061) \times \text{mỡ, g/kg VCK}]$$

Trong một nghiên cứu với bò sữa chăn thả trên đồng cỏ Woodward (2006) đã nghiên cứu ảnh hưởng của dầu thực vật và dầu cá đến năng suất sữa và phát thải CH₄ trong thí nghiệm ngắn ngày (14 ngày) và dài ngày (12 tuần). Lipid đã giảm CH₄ một cách đáng tin cậy về mặt thống kê trong ngắn hạn (14 ngày), nhưng ảnh hưởng này không thấy sau 11 tuần thí nghiệm. Một vài nghiên cứu khác cho thấy có ảnh hưởng lâu dài của lipid nhưng kết quả không nhất quán. Nghiên cứu trên hạt bông cả vỏ, được báo cáo là một thức ăn cho hiệu quả để giảm phát thải CH₄ lâu dài trong nghiên cứu của sau 5 và 12 tuần (Grainger và cs., 2010).

Mặc dù bổ sung dầu, mỡ vào khẩu phần với mục đích giảm phát thải CH₄ còn đang có nhiều tranh luận, các phụ phẩm nhiều dầu từ công nghiệp sản xuất nhiên liệu sinh học (*bã rượu, bia khô hay ướt và các bột hạt có dầu đã tách chiết dầu bằng cơ khí*) có thể là các thức ăn tự nhiên giúp giảm thiểu phát thải CH₄.

Như vậy, lipid rất hiệu quả trong giảm thiểu phát thải CH_4 từ dạ cỏ nhưng tính khả thi khi ứng dụng lại phụ thuộc vào giá thành, hiệu quả và ảnh hưởng tiêu cực đến lượng thức ăn ăn vào, năng suất và lượng **mỡ tích lũy của gia súc**. Các phụ phẩm nhiều dầu như phụ phẩm bia rượu và từ công nghiệp sản xuất nhiên liệu sinh học có thể là các nguồn bổ sung.

Sử dụng các hợp chất thứ cấp từ thực vật: Loại các hợp chất này bao gồm một loạt các hợp chất thứ cấp có trong thực vật đặc biệt là tanin, saponin, và tinh dầu cùng các thành phần hoạt hóa của chúng.

Tanin và saponin đã được nghiên cứu khá nhiều và đã chứng tỏ là các hợp chất có nhiều hứa hẹn nhất cho việc giảm phát thải CH_4 từ dạ cỏ. Tanin có thể thức ăn bổ sung, nhưng có ảnh hưởng tích cực đến giảm phát thải CH_4 khi được bổ sung trên 20% (Beauchemin và cs., 2008). Tanin cô đặc và tanin thủy phân (CT và HT) phân bố rộng rãi trong cỏ và cây các vùng khí hậu nóng và thường được xem như là các yếu tố kháng dinh dưỡng, mặc dù chúng có thể làm giảm số lượng giun sán trên cừu chăn thả (Terrill và cs., 1992).

Tanin làm giảm hấp thu axit amin ở ruột và được cho là yếu tố kháng dinh dưỡng khi protein khẩu phần là yếu tố hạn chế (Waghorn, 2008). Cấu trúc, phân tử lượng và hàm lượng tanin cô đặc ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng của khẩu phần, và điều quan trọng là việc giảm CH_4 từ dạ cỏ do tanin không ảnh hưởng quá xấu đến tiêu hóa và năng suất của bò sữa chăn thả trên đồng cỏ được bổ sung thức ăn hạt (Grainger và cs., 2009). Trong nghiên cứu này đã làm giảm tới 30% phát thải CH_4 , nhưng năng suất sữa chỉ giảm 10%.

Một nghiên cứu phân tích số lớn các thí nghiệm trên gia súc khi bổ sung tanin của Jayanegara và cs. (2012) cho thấy có một quan hệ khá chặt chẽ giữa hàm lượng tanin trong khẩu phần và lượng CH_4 sản xuất ra trên một đơn vị chất hữu cơ tiêu hóa. Các tác giả cho thấy có một khuynh hướng ($P = 0,08$) giảm lượng thức ăn ăn vào và giảm đáng kể có ý nghĩa thống kê tỷ lệ tiêu hóa, đặc biệt là tiêu hóa protein thô khi hàm lượng tanin trong thức ăn tăng lên (giảm tỷ lệ tiêu hóa 0,16 % cho mỗi g tanin tăng thêm/kg VCK khẩu phần). Đối với NDF, tỷ lệ tiêu hóa NDF giảm 0,11 % cho mỗi g tanin tăng thêm/kg VCK khẩu phần. Kết quả phân tích từ rất

hiều số liệu trên cỏ C3 và C4 và cỏ bộ đậu vùng ẩm và vùng lạnh do Archimède và cs. (2011) tiến hành cho thấy sản xuất CH_4 thấp hơn ở gia súc cho ăn thức ăn họ đậu có hàm lượng tanin cao so với sản xuất CH_4 ở gia súc ăn thức ăn họ đậu có hàm lượng tanin thấp (37,2 và 52,2 lít CH_4/kg chất hữu cơ tiêu hóa). Trong các nghiên cứu với các khẩu phần có chứa tanin cô đặc (Waghorn, 2008), lượng thức ăn ăn vào và năng suất gia súc không bị ảnh hưởng tiêu cực. Giảm tỷ lệ tiêu hóa của các khẩu phần có tanin cô đặc đã được ghi nhận ở hầu hết các báo cáo (Waghorn, 2008; Patra và Saxena, 2010) và là việc không thể tránh khỏi nếu nitơ mất đi trong nước tiểu giảm do nitơ chuyển nhiều sang phân (giảm tỷ lệ tiêu hóa CP và OM). Đây là một yếu tố quan trọng cần xem xét khi bổ sung tanin hoặc các cây cỏ giàu tanin vào khẩu phần, tuy vậy quan hệ giữa tiêu hóa và tanin lại chịu ảnh hưởng của loại tanin và thành phần cấu trúc khẩu phần (Waghorn, 2008). Hơn nữa phần carbon của tanin cô đặc được bài tiết trong phân (Terrill và cs., 1992), vì thế hàm lượng tanin không tiêu hóa có trong khẩu phần sẽ làm hạn chế OM có thể được gia súc sử dụng.

Một đặc điểm của các nghiên cứu về ảnh hưởng của tanin đến tiêu hóa và năng suất của gia súc là các đáp ứng với tanin khá biến động. Một số biến động được giải thích là do loại hình, nồng độ tanin, khả năng bao protein của tanin và hàm lượng CP của khẩu phần (Jayanegara và cs., 2012); các trường hợp khác tính không ổn định về đáp ứng của gia súc với tanin có thể do kỹ thuật sử dụng trong nghiên cứu hàm lượng tanin (Makkar, 2003a) và không tách được tanin cô đặc và tanin hòa tan (Mueller-Harvey, 2006) cũng như không xác định được lượng thức ăn ăn vào mong đợi hay nhu cầu dinh dưỡng tối ưu cho sản xuất. Tanin cô đặc có thể làm giảm tỷ lệ tiêu hóa (Makkar và cs., 1995), nhưng chúng có ảnh hưởng rất nhỏ đến gia súc được cho ăn ở mức duy trì vì dạ cỏ còn có thể chứa được nhiều thức ăn hơn nữa, tuy nhiên ở bò đang vắt sữa năng suất có thể giảm vì lượng ăn vào không đủ (Grainger và cs., 2009).

Trong một tổng quan về ảnh hưởng của saponin và tanin đến sản xuất CH_4 ở gia súc nhai lại trên các nghiên cứu *in vivo* (Goel và Makkar, 2012b), các tác giả thấy rằng nguy cơ làm rối loạn chức năng của dạ cỏ, giảm năng suất gia súc và giảm sản xuất CH_4 ở dạ cỏ của tanin cao hơn saponin. Đồng thời phạm vi nồng độ có thể sử dụng của tanin cũng hẹp hơn saponin.

Trong một số tình huống dinh dưỡng, giảm phân giải protein ở dạ cỏ kết hợp với chuyển tiêu hóa protein xuống ruột non có thể lại có lợi nếu giảm nguồn cung protein tiêu hóa không phân giải ở dạ cỏ (RUP). Việc chuyển vị trí tiêu hóa protein xuống ruột non có thể cũng có lợi là giảm nitơ mất đi qua nước tiểu và tăng nitơ thải ra trong phân.

Ảnh hưởng lâu dài của tanin và saponin còn chưa được nghiên cứu nhiều, việc giảm phát thải CH_4 của các hợp chất tanin có thể khó tránh khỏi việc giảm năng suất ở gia súc Goel và Makkar (2012b). Nghiên cứu của Grainger và cs. (2009) là một ví dụ tốt bằng cách nào mà tỷ lệ tiêu hóa, lượng thức ăn ăn vào và đặc biệt là năng suất gia súc (và cả năng suất mỡ và protein sữa) bị ảnh hưởng tiêu cực của tanin khi tanin cô đặc được dùng với liều quá cao. Các tác giả đã dùng tanin cô đặc (163 và 326 g/ngày) để bổ sung vào khẩu phần cho bò sữa trong 5 tuần liên tiếp và thấy có sự giảm đáng tin cậy về thống kê lượng CH_4 sản xuất ra ở dạ cỏ bò được bổ sung tanin, nhưng lại không thấy ảnh hưởng của tanin nếu tính lượng CH_4 sản xuất ra/một đơn vị mỡ sữa và protein sữa.

Một nghiên cứu với dê cho ăn khẩu phần chứa 5,6 g tanin/kg VCK (tanin thủy phân và cô đặc) cho thấy tanin đã làm giảm hệ số phát thải từ 7,9 (nhóm đối chứng không có tanin) xuống còn 6,0 % tổng năng lượng thô ăn vào (GEI) ở nhóm ăn tanin, nhưng chất hữu cơ tiêu hóa (OMD) đã giảm 10% và protein tiêu hóa giảm 14% và giảm ngay cả khi khẩu phần có ít tanin hơn (2,8 g/kg DM) (Bhatta và cs., 2012).

Trong số 9 nghiên cứu về saponin được Goel và Makkar (2012a) tổng hợp, có 6 nghiên cứu báo cáo việc giảm CH_4 , từ 6 đến 27 % (*theo tổng CH_4 hay CH_4 cho một đơn vị khối lượng hoặc một đơn vị thức ăn ăn vào*). Ba trong số các nghiên cứu này OMD đã giảm và trong ba nghiên cứu khác, tỷ lệ tiêu hóa không được báo cáo. Từ phân tích các nghiên cứu này cho thấy có vẻ không có sự sai khác về hiệu quả giảm phát thải CH_4 giữa các loại saponin khác nhau: *steroidal saponins (Yucca schidigera)* và *triterpenoid saponins (Quillaja saponaria)*; *Y. schidigera* và *Q. Saponaria* đây là các loại saponin được nghiên cứu nhiều nhất vì các chế phẩm có sẵn trên thị trường.

Các nghiên cứu từ Trung Quốc đã tập trung nghiên cứu ảnh hưởng

của saponin trong lá chè đến hiệu quả giảm phát thải CH_4 ở dạ cỏ và năng suất gia súc (Wang và cs., 2012). Hu và cs. (2006) cho dê ăn 0; 3 và 6g saponin từ lá chè/ngày đã quan sát thấy dê tăng lượng thức ăn ăn vào và kết quả là cải thiện khả năng tăng khối lượng ngày (ADG) khi cho ăn 3 g saponin từ lá chè/ngày. Wang và cs. (2009) báo cáo là CH_4 ở dạ cỏ đã giảm gần 15 % ở cừu cho ăn 70 mg chất tách chiết từ cây *Y. schidigera*/ngày. Về tổng thể, với một vài ngoại lệ cho saponin từ lá chè, kết quả về saponin cần được khẳng định lại bằng các nghiên cứu khác, hiện vẫn chưa đủ bằng chứng về ảnh hưởng của saponin đến giảm phát thải CH_4 ở dạ cỏ hay ảnh hưởng của saponin đến năng suất gia súc.

Tóm lại: tanin thủy phân và tanin cô đặc là các hợp chất có hoạt tính sinh học từ thực vật có thể là một lựa chọn để bổ sung vào khẩu phần ăn cho gia súc nhai lại nhằm giảm sinh ra nhiều CH_4 từ dạ cỏ mặc dù lượng thức ăn ăn vào và năng suất gia súc có thể giảm chút ít. Saponin từ chè cũng rất tiềm năng tuy vậy cần nhiều nghiên cứu dài hơi để có thể sử dụng trong tương lai. Hầu hết các loại dầu thiết yếu hay các chiết xuất của chúng không làm giảm sinh CH_4 từ dạ cỏ và cần nghiên cứu thêm.

+ Bổ sung Ionophores:

Ionophores (monensin) là chất kháng vi sinh vật được sử dụng rộng rãi để tăng năng suất (Martin và cs., 2008). Theo Tedeschi và cs. (2003) cho thấy khi vỗ béo với khẩu phần ít cỏ, monensin làm tăng khối lượng, giảm lượng thức ăn ăn vào, tăng hiệu quả sử dụng thức ăn khoảng 6%. *Monensin* làm giảm CH_4 vì giảm lượng thức ăn ăn vào, thay đổi thành phần axit béo bay hơi ở dạ cỏ theo hướng tăng *propionate* đồng thời làm giảm số lượng *protozoa* dạ cỏ. Đến nay *monensin* vẫn được xem như có hiệu quả trong việc giảm phát thải CH_4 , nó không những ức chế tác động làm giảm thu nhận thức ăn mà còn giảm sản sinh acetate, do đó giảm lượng H_2 sinh ra. Theo ước tính sản sinh CH_4 giảm dao động trong khoảng 25% khi sử dụng monensin. Tuy nhiên nhiều nghiên cứu sau này cho rằng việc giảm sản sinh CH_4 chỉ trong giai đoạn ngắn. Do việc sử dụng các chất kháng vi sinh vật này thường dẫn đến hiện tượng “nhờn” trong vật nuôi và có thể dẫn đến hậu quả việc kháng kháng sinh trong nhân y ở Úc.

1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN ĐẾN PHÁT THẢI CH_4 TỪ DẠ CỎ

1.2.1. Đặc điểm của tanin

Tanin là một hợp chất ester giữa đường glucose và một nhóm chất khác, thường là một phức hợp của axit phenolic hoặc axit oxyphenolic. Nếu đem thủy phân ra ta thu được đường glucose và các axit gallic và m-digallic, gọi là "*gallotanins*". Ngoài ra, người ta còn biết có một loại tanin khác gọi là "*ellagitanins*" nếu cắt liên kết ra ta thu được chất axit ellagic. Tanin trong thực vật được chia làm 2 loại: một loại tanin có khả năng thủy phân gọi là tanin dễ hòa tan (HTs) và một loại không có khả năng thủy phân gọi là tanin ngưng tụ (CTs).

Tanin có đặc: Dưới tác dụng của axit hoặc enzym để tạo thành chất đỏ tanin hay phlobaphen.

Tanin thủy phân : Khi thủy phân bằng acid hoặc bằng enzym tanase thì giải phóng ra phần đường thường là glucose, phần không phải đường là các acid, hay gặp là acid gallic.

1.2.2. Cơ chế và tác dụng của tanin

1.2.2.1. Tác dụng dinh dưỡng

Tanin đóng vai trò quan trọng trong dinh dưỡng động vật nói chung và trong dinh dưỡng gia súc nhai lại nói riêng. Khi gia súc nhai thức ăn có chứa tanin, phức hợp tanin-protein sẽ tạo thành phức hợp này ổn định trong môi trường dạ cỏ nhưng chúng sẽ bị phân tách trong dạ múi khế và phần trước của tá tràng nơi có pH thấp. Quá trình này bảo vệ chất đạm chống lại sự phân giải của vi khuẩn và làm tăng tỷ lệ các axit amin có trong thức ăn thoát qua khỏi dạ cỏ (Waghorn, 1990). Tuy nhiên, tanin làm giảm tính ngon miệng của thức ăn và có thể trở thành chất kháng dinh dưỡng trong dạ cỏ. Tanin có ảnh hưởng bất lợi trong quá trình lên men dạ cỏ và tiêu hóa thức ăn. Một số nghiên cứu cho rằng tanin tách chiết và các cây chứa tanin làm giảm tỷ lệ tiêu hóa trong *in vitro* (Bhatta và cs., 2009; Patra và Saxena, 2010). Các tác giả cho rằng khi trong khẩu phần ăn có hàm lượng tanin trên 5% VCK thì sẽ làm giảm lượng thu nhận thức ăn, tỷ lệ tiêu hoá xơ trong dạ cỏ, thậm chí giảm tiêu hoá cả protein, làm mất hoạt các enzyme tiêu.

Tanin ở tỷ lệ thấp hơn 5% trong khẩu phần không ảnh hưởng đến thu nhận thức ăn của động vật nhai lại. Ở tỷ lệ tanin cao sẽ làm giảm tính ngon

miệng của khẩu phần, giảm tỷ lệ tiêu hóa trong dạ cỏ (Mueller-Harvey, 2006). Hơn thế nữa, tương tác giữa tanin và khẩu phần ăn cũng có thể ảnh hưởng đến sự thu nhận thức ăn. Ví dụ như tanin từ cây đậu tằm (8,93% VCK) giảm thu nhận thức ăn ở cừu so với cừu cho ăn cùng phẩu phần đó không có tanin (768 so với 956 g/ngày).

Tanin ức chế hoạt động của vi sinh vật trong dạ cỏ, từ đó có thể gây ảnh hưởng xấu đến sự lên men trong dạ cỏ và sự tiêu hóa thức ăn. Thường các kết quả cho rằng tỷ lệ tanin cao có ảnh hưởng xấu đến khả năng sử dụng dinh dưỡng và sức sản xuất của động vật, nhưng ảnh hưởng này còn phụ thuộc vào loại tanin (Waghorn, 2008). Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng khả năng tiêu hóa không bị ảnh hưởng bởi tanin ví dụ như ethanol chiết suất từ *Terminalia belerica* (Patra và cs., 2006), *Quebrachotanins* (Patra và Saxena, 2009), *Biophytum petersianum*, *Acacia magnum* và *Jatropha curcas* nhưng khí CH₄ sinh ra bị giảm đi. Việc giảm khả năng phân giải protein trong dạ cỏ gây ra là do phức hợp tanin-protein ngăn cản protein được phân giải bởi vi sinh vật dạ cỏ, điều mà cần thiết để sử dụng được protein đó (Mueller-Harvey, 2006). Tuy nhiên, tanin phát huy hoạt động ức chế vi sinh vật bao gồm cellulolytic và nấm thông qua việc ức chế sự phát triển của chúng, thì có thể ảnh hưởng đến khả năng sử dụng chất xơ. Đề xuất được đưa ra là ở mức tanin cao trong khẩu phần, cao đến mức sau khi hấp thụ hết protein vẫn còn tanin, có thể làm giảm khả năng tiêu hóa xơ thông qua việc tạo phức với lignocellulose do đó ngăn cản sự phân giải thức ăn của vi sinh vật hoặc bằng cách trực tiếp ức chế hệ vi sinh vật phân giải xơ và hoạt động của men phân giải xơ hoặc cả hai. Một ảnh hưởng có lợi khác của tanin được báo cáo đó là do sự bảo vệ protein khỏi sự phân giải trong dạ cỏ nên đã làm tăng nguồn protein trao đổi đưa đến tá tràng, ngăn chặn hiện tượng chướng hơi dạ cỏ và làm tăng nồng độ acid linoleic liên hợp trong sản phẩm của động vật nhai lại (Mueller-Harvey, 2006; Waghorn, 2008).

Lượng thức ăn ăn vào: Hầu hết các nhà nghiên cứu cho rằng tanin trong khẩu phần làm giảm lượng thức ăn ăn vào. Khi gia súc ăn các loài thực vật có hàm lượng tanin cô đặc cao với mức >50g/kg vật chất khô, đã làm giảm đáng kể lượng thức ăn ăn vào, trong khi đó mức ăn vào > 50 g/kg vật chất khô thì dường như không ảnh hưởng đến chỉ tiêu này

(Waghorn, 2008). Có ba cơ chế chính được đưa ra để giải thích những tác động tiêu cực của nồng độ tanin cao đối với lượng thức ăn ăn vào: (i) giảm tính ngon miệng của thức ăn; (ii) làm chậm quá trình tiêu hóa và (iii) gia tăng các phản ứng có điều kiện. Giảm tính ngon miệng thông qua phản ứng giữa tanin và mucoprotein nước bọt, hoặc qua phản ứng trực tiếp với cơ quan cảm nhận vị giác, gây ra cảm giác làm se da (McLeod, 1974).

Khả năng tiêu hóa khẩu phần: Tanin chủ yếu gây ảnh hưởng đến protein, nhưng cũng gây ảnh hưởng đến các thành phần khác trong thức ăn ở các mức độ khác nhau (Kumar và D'Mello, 1995). Tác dụng chính của chúng đối với protein là dựa trên khả năng hình thành liên kết hydro ổn định giữa độ pH nằm trong khoảng 3,5 và xấp xỉ 8. Các phức hợp này ổn định ở pH dạ cỏ khi pH giảm xuống dưới 3,5 (như ở dạ múi khế, pH 2,5-3) hoặc lớn hơn 8 (ví dụ ở tá tràng, pH 8), điều này đã lý giải nhiều hơn về hoạt tính của tanin trong đường tiêu hóa (Hagerman và cs., 1992).

Quá trình lên men ở dạ cỏ: Ảnh hưởng rõ rệt của tanin là làm giảm quá trình phân giải protein dạ cỏ (Hagerman và cs., 1992). Tác giả này cho rằng ái lực của tanin với các phân tử protein rất lớn kết hợp với độ pH của môi trường dạ cỏ đã thúc đẩy việc hình thành các phức hợp tanin-protein. Nhìn chung, trong trường hợp giảm mức độ phân giải protein liên quan đến việc sản sinh từ nitơ amoniac thấp hơn và lượng nitơ phi amoniac lớn hơn đến tá tràng (Waghorn và cs., 1999). Về cơ bản, tác dụng của tanin trong việc giảm nhanh chóng phân giải protein là làm giảm ngay lập tức tỷ lệ và tốc độ phân giải các đoạn cấu trúc (Hervás và cs., 2001). Mặc dù tanin chủ yếu tác động lên protein, nhưng chúng cũng có tác động đến carbohydrate, đặc biệt là hemicellulose, cellulose, tinh bột và pectin nên tác động của tanin đối với phân giải xơ được xem là yếu tố kháng dinh dưỡng thứ cấp.

Hiệu quả tích cực của tanin

Khi sử dụng tanin trong khẩu phần ăn của gia súc nhai lại, tanin mang lại một số tác động sau:

Nâng cao hiệu quả sử dụng protein: Tanin phức hợp protein trong môi trường pH của dạ cỏ và bảo vệ protein không bị các enzyme của vi sinh vật phân giải. Những phức hợp này không ổn định ở độ pH axit của dạ múi khế và được tiêu hóa ở đây (Barry và cs., 1986).

Tái tạo urê: tanin có thể làm tăng hiệu quả tái tạo urê ở thành dạ cỏ. Tanin làm giảm tốc độ phân giải protein và khử amin trong dạ cỏ do đó hạ thấp N-NH_3 . Nitơ urê huyết tương, N-NH_3 dạ cỏ và Nitơ mất đi trong nước tiểu thấp hơn khi cừu và dê được cho ăn các loại cây họ đậu có chứa tanin (Woodward, 2004). Tanin có thể làm tăng hàm lượng glycoprotein và bài tiết nước bọt, theo đó có nhiều N được tái tạo ở thành dạ cỏ (Robbins và cs., 1987).

Hiệu quả với vi sinh vật: tanin làm tăng khả năng sản sinh vi sinh vật tính trên một đơn vị chất hữu cơ tiêu hóa. Một số nhà nghiên cứu đã quan sát thấy lượng nitơ không phải amoniac (NAN) đến tá tràng lớn hơn lượng nitơ của các loại cây họ đậu có chứa tanin. Do N không được tạo ra trong dạ cỏ, nên một phần của NAN tăng lên là từ các nguồn nội sinh được tích hợp vào vi sinh vật. Lượng N ở tá tràng lớn hơn lượng N phổ biến đối với khẩu phần ít N (<1%), nhưng đối với các loại cây họ đậu có lượng N > 2% thì N ở tá tràng thường thấp hơn lượng N (Barry và cs., 1986).

Dinh dưỡng: Tác dụng có lợi của tanin trên cừu liên quan đến sự thoát qua và hấp thụ axit amin nhiều hơn, đặc biệt đối cừu được nuôi bằng thức ăn có chứa tỷ lệ tanin dao động từ 2-4% (Wang và cs., 2012). Tăng tốc độ sinh trưởng, khả năng sản xuất và giá trị dinh dưỡng của sữa ở cừu có thể là do sự gia tăng các axit amin thiết yếu. Tăng lượng axit amin chứa lưu huỳnh là tiền chất chính để sản xuất len có thể góp phần tăng sản lượng len. Tanin tạo phức hợp với các protein ngăn cản mức độ phân giải protein trong dạ cỏ, do đó làm tăng lượng protein đến ruột (McNabb và cs., 1996).

Kiểm soát ký sinh trùng: Các báo cáo gần đây về động vật nhai cho thấy rằng tanin chứa thức ăn làm giảm tác dụng bất lợi của ký sinh trùng đường tiêu hóa bằng cách tiêu diệt ấu trùng và giun trưởng thành (Athanasiadou và cs., 2000). Tanin liên kết với các protein trong đường tiêu hóa và làm cho ấu trùng không có cơ hội tiếp nhận chất dinh dưỡng dẫn đến ấu trùng chết (Athanasiadou và cs., 2001).

Bảng 1. 2. Ảnh hưởng của tanin đến hoạt động tiêu hóa và năng suất củagia súc nhai lại

TT	Nguồn tanin	Chế độ ăn	Đối tượng kiểm tra	Kết quả	Tài liệu
1	Hoa cúc (20 mg /0,4 g chất nền)	TAHH + cỏ khô (70:30)	<i>In vitro</i> Cừu	Tăng tVFA và tăng nhẹ acetate nhưng giảm propionate	Wood và cs. (2010)
2	Cỏ ba lá màu tím (cây họ đậu, <i>Dalea purpurea</i> Vent.) Ở giai đoạn ra lá (VEG) hoặc ra hoa (FLO)	<i>Giai đoạn ra lá</i> (g/kg DM): 916 OM, 166,9 CP, 333,8 NDF và 58,6 CT; <i>Giai đoạn ra hoa</i> (g/kg DM): 935 OM, 133,8 CP, 481,6 NDF và 94,0 CT	<i>In vitro</i> Bò sữa	<i>Giai đoạn ra lá</i> có tỷ lệ tiêu hóa DM và NDF cao hơn và dư lượng N so với <i>giai đoạn ra hoa</i> ; không khác nhau về hàm lượng các VFA và NH ₃	(Jin và cs., 2012)
3	Chiết xuất CT từ <i>Leucaena leucephala</i> ở 20, 30, 40 và 50 g / kg DM	Cho ăn cỏ ghinê tự do	<i>In vitro</i> Bò sữa	(tuyến tính) giảm tGP, CH ₄ (40 g / kg DM là thấp nhất) và IVDMD (chỉ với 50 g / kg DM); không khác nhau về độ pH	(Huang và cs., 2010)
4	Cỏ Hồng đậu (<i>Onobrychis Abbeyiifolia</i> Scop.) (SH) với 4 giai đoạn sinh trưởng khác nhau có hàm lượng CT dao động từ 63,5-114 mg / g DM	Cỏ linh lăng (AH) có hàm lượng tanin thấp	<i>In vitro</i> Bò sữa	SH có tỷ lệ tiêu hóa OM, tGP, CH ₄ , tVFA và acetate cao hơn nhưng NH ₃ thấp hơn AH; không khác nhau về propionate và A:P	(Guglielmelli và cs., 2011)
5	Sainfonin ở giai đoạn thu hoạch khác nhau (<i>Onobrychis Abbeyiifolia</i> Scob) có hàm lượng CT khác nhau (48,4 đến 78,5 g/kg DM)	Thức ăn hỗn hợp, cỏ khô và ngô (30:35:35)	In-sacco Bò sữa	Giảm khả năng phân hủy DM và CP (gần như tuyến tính) khi tăng hàm lượng CT	(Azuhnwí và cs., 2012)
6	<i>Acac pennatula</i> hoặc <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ở mức 45% cho các chế độ ăn (iso-protein và năng lượng)	TAHH dựa trên cao lương và cỏ khô (<i>B. brizantha</i>) (95:5)	<i>In vivo</i> Cừu	Tăng DMI, đặc biệt là với <i>A. pennatula</i> nhưng giảm khả năng tiêu hóa DM và OM; không ảnh hưởng đến hiệu quả chuyển hóa từ hexose sang VFA và CH ₄	(Briceño-Poot và cs., 2012)

7	Chiết xuất tanin (từ <i>Acacia mearnsii</i> , Weibull Black, TanacS.A. Montenegro, Brazil) ở mức 20, 40 hoặc 60 g / kg lượng DM ăn vào	Lúa mạch đen (ăn tự do)	<i>In vivo</i> Cừu thiện	DMI, tỷ lệ tiêu hóa của DM, OM, NDF và N, và bài tiết N qua nước tiểu giảm tuyến tính khi mức độ tăng tanin; Không có tác dụng đối với N và amino tại tá tràng.	(Kozloski và cs., 2012)
8	Chiết xuất tanin (từ vỏ cây <i>Acacia mearnsii</i> , Mimosa Central Cooperative Ltd, Nam Phi) ở mức 163 g / d (TAN-1) và 326 g / d (TAN-2) hoặc 0,9 và 1,8% CT theo DMI)	Lúa mạch đen và bổ sung hạt triticales ở 4,5 kg DM / bò / ngày	<i>In vivo</i> Bò sữa	Giảm CH ₄ 14-29% nhưng giảm DMI và sản lượng sữa (đặc biệt là trong TAN-2); TAN-2 giảm chất béo (19%) và hàm lượng protein (7%) trong sữa; không ảnh hưởng đến hàm lượng protein và đường sữa; giảm năng lượng tiêu hóa và N mất trong nước tiểu	(Grainger và cs., 2009)
9	<i>Sericea lespedeza</i> (<i>Lespedeza cuneata</i>) (SER), dạng tươi (20,2% CT) hoặc dạng cỏ khô (15,3% CT)	Cỏ linh lăng (ALF), lúa miến - sudangrass (GRASS) (cả hai đều có hàm lượng CT thấp, ≥ 0,03%)	<i>In vivo</i> Dê	Thức ăn thô xanh: SER có lượng DMI, GE cao hơn nhưng tỷ lệ tiêu hóa DM, CH ₄ và protozoa thấp hơn ALF và GRASS; SER có lượng N ăn vào cao hơn GRASS nhưng thấp hơn ALF; Không có sự khác biệt về khối lượng, pH dạ cỏ, NH ₃ , vi khuẩn phân giải xơ. Thức ăn gia súc khô: SER có lượng DMI, GE cao hơn nhưng tỷ lệ tiêu hóa DM và N, CH ₄ thấp hơn ALF và GRASS; SER có lượng nạp N và pH cao hơn GRASS nhưng giống như ALF. SER có NH ₃ thấp hơn ALF nhưng tương tự GRASS; không có sự khác biệt về khối lượng, số lượng vi khuẩn phân giải xơ.	(Puchala và cs., 2012b)
10	Chiết xuất tanin (45,6% tanin từ <i>Schinopsis lorentzii</i> , Figli di Guido Lapi S.pA, Ý), chế độ ăn 95,7-104 g / kg (cơ sở DM)	Thức ăn hỗn hợp dựa trên lúa mạch	<i>In vivo</i> Cừu	Tăng axit vaccenic (VA, C18: 1) nhưng không ảnh hưởng đến các thành phần axit stearic (SA, C18: 0) trong dịch dạ cỏ; Giảm tỷ lệ SA / VA; giảm <i>Butyrivibrio proteoclasticus</i> và tăng <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> , và protozoa; tăng axit rumenic	(Vasta và cs., 2010) (Vasta và cs., 2009)

				(cis-9, trans-11 CLA) (gấp 2 lần) và tăng PUFA nhưng giảm SFA.	
11	Chiết xuất tanin từ Quebracho (từ <i>Aspidosperma quebracho</i> , tanin Co., Peabody, MA, USA) với chế độ ăn 80 g / kg	Chế độ ăn hạn chế dựa trên củ cải có chứa alcaloid ở chế độ ăn 2g / kg hoặc methoxy-N, N-dimethyltryptamine ở chế độ ăn 0,03g / kg	<i>In vivo</i> Cừu	(trong chế độ ăn hạn chế) Không ảnh hưởng đến tổng DMI; tổng DM tiêu hóa, năng lượng hoặc NDF nhưng tăng tỷ lệ tiêu hóa N, giữ lại N và tiêu hóa N	(Owens và cs., 2012)
12	Quebracho tanin (Unitan SAICA, Chaco, Argentina) (11%) + cám lúa mì (89%) ở mức 400-500 g để có được 4% tanin trong chế độ ăn hạn chế	Chế độ ăn hạn chế protein phân hủy cao (HP) (22% CP và 17% RDP) hoặc chế độ ăn hạn chế protein phân hủy thấp (LP) (11% CP và 8% RDP)	<i>In vivo</i> Cừu thiên	Có xu hướng giảm lượng ăn vào trong chế độ ăn HP; giảm NH ₃ và urê máu N đặc biệt là trong chế độ ăn HP.	(Fernández và cs., 2012)
13	Chiết xuất tanin (từ <i>Vaccinium idaea</i> , Herbapol Poznan, Ba Lan) ở mức 140g hoặc 2g tanin / kg DM chế độ ăn uống	Cỏ linh lăng và ngô ủ, cỏ khô, và TAHH (thức ăn thô xanh: TAHH ~ 60:40)	<i>In vivo</i> Bò sữa	Giảm pH, NH ₃ , CH ₄ , protozoa; không ảnh hưởng đến tVFA nhưng giảm A:P; không ảnh hưởng đến năng suất sữa, chất béo, CP, đường sữa và hàm lượng năng lượng trong sữa.	(Cieslak và cs., 2012)
14	<i>Havardia albicans</i> (71,5 g CT/kg DM) và chế độ ăn cơ bản (40:60, cơ sở DM)	TAHH và cỏ Voi (90:10, tính theo VCK)	<i>In vivo</i> Cừu	Không khác về DMI nhưng thấp hơn về tỷ lệ tiêu hóa DM	(Galicía Aguilar và cs., 2012)

Ghi chú: IVDMD, tỷ lệ phân giải in-vitro chất khô; tGP, tổng lượng khí sinh ra; IVCPD, tỷ lệ phân giải in-vitro protein; tVFA, tổng axit béo bay hơi; A:P, tỷ lệ acetate và propionate; CH, carbohydrate; NDF, xơ không tan bởi môi trường trung tính; ADF, xơ không tan bởi môi trường axit; DMI, vật chất khô thu nhận; FCR, hệ số chuyển hóa thức ăn; ADG, tăng khối lượng trung bình hàng ngày; OM, chất hữu cơ, CP, protein thô; CT, tannin cô đặc; GE, năng lượng thô.

1.2.2.2. Tác dụng giảm phát thải CH₄

Đối với các thức ăn chứa tanin, việc ức chế quá trình sinh CH₄ chủ yếu là do tanin đậm đặc (Martin và cs., 2008). Có hai cơ chế về hoạt động của tanin đó là tanin ảnh hưởng trực tiếp đến hình tạo CH₄ và ảnh hưởng gián tiếp đến giảm tạo ra hydro do tỷ lệ phân giải thức ăn ở dạ cỏ thấp hơn (Tavendale và cs., 2005). Tanin trong khẩu phần ăn của gia súc nhai lại làm giảm CH₄ thông qua việc ức chế trực tiếp hoạt động của các vi khuẩn sản sinh CH₄, đồng thời tác động gián tiếp đến việc hình thành CH₄ trong dạ cỏ bằng cách ngăn cản sự phát triển của protozoa và các vi sinh vật khác sản sinh khí hydro (Tavendale và cs., 2005; Patra và Saxena, 2010).

Nhìn chung, tanin có thể làm giảm lượng khí CH₄ sinh ra thông qua việc làm giảm số lượng protozoa và giảm sự phân giải xơ phụ thuộc vào cấu trúc hóa học của tanin và loại vi sinh vật sinh khí CH₄. Tanin ở nồng độ cao có thể ảnh hưởng đến thu nhận thức ăn và sự lên men ở dạ cỏ. Do đó, xem xét để đưa ra một tỷ lệ tanin thích hợp là rất quan trọng, để có thể làm giảm khí CH₄ mà không ảnh hưởng xấu đến quá trình trao đổi chất của dạ cỏ.

Ảnh hưởng của tanin trong thức ăn đến lượng CH₄ thải ra có thể là do tanin ảnh hưởng trực tiếp đến các vi khuẩn hình thành khí CH₄ hoặc do ảnh hưởng gián tiếp đến quần thể protozoa, vi khuẩn phân giải xơ trong dạ cỏ và do đó làm giảm nguồn cung cấp hydro cho quá trình hình thành CH₄ trong dạ cỏ. Nghiên cứu của Makkar và cs. (1995) cho thấy khi gia súc ăn khẩu phần có chứa tanin của cây mè riu thì tổng số protozoa trong dạ cỏ giảm đi đáng kể. Các loài cây nhiệt đới chứa nhiều tanin như *Lotus pedunculatus* khi sử dụng trong khẩu phần đã làm giảm tới 30% lượng CH₄ thải ra (Woodward, 2004).

Từ các nghiên cứu trước đây, các nhà khoa học kết luận rằng có nhiều loại cây giàu tanin bổ sung vào khẩu phần ăn của gia súc nhai lại có thể làm giảm thải khí CH₄ trong cả hai điều kiện *in vitro* và *in vivo*. Trong điều kiện *in vitro*, khi bổ sung 20% *Biophytum petersianum* (có 4,3% tanin) và *Sesbania grandiflora* (có 1,9% tanin) vào chất nền đã làm giảm lần lượt từ 17 - 25% và 9,2 - 10,3% lượng CH₄ thải ra mà không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa chất khô (Hariadi và Santoso, 2010). Trong điều kiện *in vivo*, Grainger và cs. (2009) đã bổ sung hai mức tanin (8,6 và 14,6 g/kg DM thu nhận) được

tách chiết từ *Acacia mearnsii* vào khẩu phần của bò sữa chăn thả ăn 4,5 kg thức ăn tinh. Kết quả cho thấy việc bổ sung này đã làm giảm thiểu 11,5 và 28% CH₄ thải ra, nhưng cũng làm giảm tỷ lệ tiêu hóa của khẩu phần. Như vậy, tanin có cả ảnh hưởng tích cực và tiêu cực tùy thuộc nguồn và tỷ lệ bổ sung vào khẩu phần. Điều quan trọng chúng ta phải nghiên cứu để tìm ra được nguồn và tỷ lệ bổ sung thích hợp để làm giảm lượng CH₄ sản sinh ra nhưng lại không ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật trong dạ cỏ và tỷ lệ tiêu hóa của khẩu phần.

Bảng 1. 3. Hàm lượng chất dinh dưỡng, tổng lượng khí và khí CH₄ sản sinh sau 24 giờ ủ của một số lá cây nhiệt đới có chứa tanin

Lá cây	Hàm lượng chất dinh dưỡng (g/kg DM)				Tổng lượng khí sản sinh (ml/200mg DM)		CH ₄ (ml)		Tổng số protozoa		tVFA (mmol/L)		NH ₃ (mg/L)	
	CP	NDF	TP	TT	-PEG	+PEG	-PEG	+PEG	-PEG	+PEG	-PEG	+PEG	-PEG	+PEG
Autocarpus integrifolia	123	362	76,6	66,8	32,2	32,8	3,67	6,51	0,256	0,227	12,6	14,3	6,3	6,5
Azadirachta indica	145	395	108	99,9	18,1	32,3	3,16	6,13	0,244	0,317	12,7	13,8	4,6	7,7
Ficus bengalensis	140	409	103	90,3	2,38	15,6	0,43	3,86	0,119	0,110	11,4	12,5	13,8	14,7
Ficus mysoriensis	136	396	40,2	36,7	19,2	22,8	3,08	4,45	0,271	0,288	12,4	13,9	4,2	5,7
Ficus racemosa	132	384	38,3	31,6	29,2	29,8	5,90	5,86	0,223	0,235	13,6	15,3	15,6	17,5
Ficus religiosa	143	439	28,3	23,1	30,8	31,4	5,47	7,62	0,048	0,072	10,4	14,6	18,2	19,4
Gliricidia maculate	153	386	21,6	12,4	29,9	30,2	7,73	7,77	0,099	0,100	10,9	11,2	21,2	22,4
Jatropha curcus	172	444	11,5	7,20	21,2	22,2	3,83	7,26	0,469	0,450	10,4	14,9	19,6	19,8
Leucena leucocephala	147	391	34,5	22,0	31,2	35,2	8,61	8,12	0,299	0,354	13,2	15,7	22,2	23,8
Moringa oleifera	145	432	20,7	13,2	37,0	39,6	9,15	10,17	0,333	0,437	12,7	14,1	25,4	25,6
Morus alba	123	371	12,4	7,46	25,2	28,2	5,19	4,72	0,245	0,206	15,8	15,9	15,6	16,5
Semaroiba glauca	132	352	111	107	28,7	32,7	3,55	3,93	0,244	0,311	9,6	16,3	4,9	6,5
Sesbania grandiflora	136	423	21,2	13,2	36,8	39,8	4,45	10,51	0,327	0,307	13,5	14,1	24,7	26,1

Ghi chú: CP, protein thô; NDF, xơ không tan bởi môi trường trung tính; TP, tổng phenols; TT, tổng tanin; tVFA, tổng axit béo bay hơi; PEG, polyethylene glycol. Source: Bhatta và cs. (2012).

1.3. TIỀM NĂNG PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ

1.3.1. Nguồn gốc, phân loại

Cây chè (trà) xuất xứ từ Đông Á, Nam Á và Đông Nam Á, nhưng ngày nay nó được trồng phổ biến ở nhiều nơi trên thế giới, trong các khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới. Nó là loại cây xanh lưu niên mọc thành bụi hoặc các cây nhỏ, thông thường được xén tỉa để thấp hơn 2 mét khi được trồng để lấy lá. Cây chè nằm trong hệ thống phân loại thực vật như sau: Ngành hạt kín Angiospermae, Lớp song tử diệp Dicotyledonae, bộ chè Theales, họ chè Theaceae, Chi chè Camellia (Thea), loài Camellia (Thea) sinensis. Tên khoa học của cây chè được nhiều nhà khoa học công nhận là *Camellia sinensis*. Hiện nay, Việt Nam là nước sản xuất chè lớn thứ 7 và xuất khẩu chè lớn thứ 5 toàn cầu, với 130.000 ha diện tích trồng chè và hơn 500 cơ sở sản xuất, chế biến, công suất đạt trên 500.000 tấn chè khô/năm.

1.3.2. Đặc điểm thành phần hóa học của lá chè

Lá chè, sau khi được sản xuất thành chè đen và xanh, thường có hàm lượng chất khô (DM) 95% và điều này giúp chất liệu này bền khi lưu trữ lâu dài.

Bảng 1. 4. Thành phần dinh dưỡng của lá chè

Chất dinh dưỡng	Lá chè (g/kg VCK)
VCK (g/kg)	950 - 978
Protein thô	182 - 307
Axit amin tự do	2 - 58
Tổng nito	34.6 - 63.6
Đường	286 - 392
Xơ thô	100 - 195
Mỡ thô	35 - 53

Nguồn: Chu và cs. (1997)

Ngoài ra, trong lá chè có lượng protein thô (CP) đáng kể (18,2 - 30,7%), đường (28,6 - 39,2%), chất xơ (100 - 195%), nhưng chất béo tương đối thấp (Bảng 1. 4). Thành phần sinh hóa của chè biến động rất phức tạp nó phụ thuộc vào giống, tuổi chè, điều kiện đất đai, địa hình, kỹ thuật canh

tác, mùa thu hoạch...

Những thành phần sinh hóa chủ yếu trong búp chè gồm có:

+ **Tanin:** tanin là một trong những thành phần chủ yếu quyết định đến phẩm chất chè. Tanin còn gọi chung là hợp chất fenol, trong đó 90% là các dạng catechin. Tỷ lệ các chất trong thành phần hỗn hợp của tanin chè không giống nhau và tùy theo từng giống chè mà thay đổi. Những hợp chất này dựa vào tính chất của chúng có thể phân thành: Dạng hòa tan được trong este (phân tử lượng 320-360); Dạng hòa tan trong nước hoặc xeton (phân tử lượng 420-450); Dạng kết hợp với protein (chỉ sau khi dùng dung dịch NaOH 0,5% để xử lý, mới có thể hòa tan trong dung dịch).

Thành phần hóa học của tanin trong búp chè Gruzia, theo phân tích của Bokuchava và Skobeleva (1969) như sau:

Bảng 1. 5. Hàm lượng các dạng catechin

Thành phần	Giá trị (% tổng lượng tanin)
D.L Catechin (DLC)	0,40
L.E Catechin (LEC)	1,30
D.L.G Catechin (DLGC)	2,00
L.E.G Catechin (LEGC)	12,00
L.E Catechingalat (LECG)	18,10
L.E.G. Catechingalat (LEGCG)	58,10
L.G. Catechingalat (LGCG)	1,40
Quexitrin	0,27
Chất màu hỗn tạp và axit galic	5,00
Tổng	98,57%

Quá trình hình thành các hợp chất poliphenol trong cây chè là quá trình phức tạp và có nhiều thuyết giả. Các đường có chứa 6 cacbon (*glucose, fructose...*) trong quá trình chuyển hóa thông qua dạng sản phẩm trung gian mà hình thành nên các chất *polyphenol*.

Phân tích các dạng catechin trong búp chè của Việt Nam, những kết quả ban đầu cho thấy:

Bảng 1. 6. Hàm lượng và thành phần catechin trong búp chè tại Việt Nam

Thành phần catechin	Giống PH1		Giống trung du	
	Hàm lượng (mg/g CK)	Tỷ lệ (%)	Hàm lượng (mg/g CK)	Tỷ lệ (%)
LLGC	27,70	18,40	33,90	19,8
DLGC	19,80	13,15	20,40	11,92
LEC + C	5,21	3,48	8,39	4,9
LEGCG	73,00	51,70	81,0	47,4
LECG	21,20	14,05	27,4	16,0
Tổng số		100,0		100,0

Nguồn: Trịnh Văn Loan (1975)

Bảng 1. 7 mô tả các chất dinh dưỡng tiềm năng trong STL cho dinh dưỡng động vật nhai lại. Nó cho thấy STL có hàm lượng CP cao khoảng 19 - 35% DM và các chất chuyển hóa thứ cấp thực vật đặc biệt là tổng phenol (TP), tổng tanin (TT) và tanin cô đặc (CT). Tuy nhiên, thông tin về hàm lượng saponin trong STL là không đầy đủ. Babayemi và cs.(2006) đã báo cáo rằng STL có chứa saponin nhưng phương pháp phân tích của họ bị giới hạn ở phép đo định tính dựa trên mức độ khả năng tạo bọt của chúng.

Bảng 1. 7. Thành phần dinh dưỡng của phụ phẩm chế biến chè

Chất dinh dưỡng (g/kg DM)	Phụ phẩm chế biến chè
Chất hữu cơ	956 – 970
Protein thô	186 – 355
NDFIP (% CP)	94
ADFIP (% CP)	19
Carbon hydrate hòa tan	6.1 - 8.8
Mỡ thô	57 – 58
Khoáng tổng số	30 – 44
NDF	410 – 460
ADF	235 - 263.4
Phenol tổng số	97.6 - 99.5
Tanin tổng số	85 - 89.1
Tanin cô đặc	43.8 - 96.5
Saponin	Xuất hiện (có vết)

Nguồn: Babayemi và cs., (2006); Kondo và cs., (2004b); Kondo và cs., (2004a); Kondo và cs., (2006); Xu và cs., (2003); Xu và cs., (2007).

Sự biến động của hàm lượng tanin nói chung và catechin nói riêng trong chè rất lớn. Nó phụ thuộc vào giống, tiêu chuẩn hái, mùa hái, điều kiện độ vĩ, địa hình, kỹ thuật canh tác... Trong điều kiện tự nhiên ở Việt Nam, các giống chè Shan thường cho hàm lượng tanin cao hơn các giống chè khác hiện đang trồng. Hàm lượng tanin biến động rất lớn tùy theo vị trí lá trên búp.

Tanin giữ vai trò quan trọng trong quá trình sinh lý của cây, nó tham gia vào quá trình ôxi hóa khử trong cây. Các dạng catechin như epicatechin galat, epigallocatechin galat tham gia vào quá trình sinh trưởng của cây.

Bảng 1. 8. Hàm lượng tanin ở các loại lá chè (% chất khô)

Bộ phận	Giống chè	
	PH1	Trung du
Tâm chè	36,75	34,99
Lá 1	37,77	36,97
Lá 2	34,74	34,61
Lá 3	30,77	31,16
Cộng lá	25,56	22,90
Trung bình	32,72	32,12

Nguồn: Trịnh Văn Loan (1975)

Về mặt phẩm chất chè, tanin giữ vai trò chủ yếu trong việc tạo thành màu sắc, hương vị của chè (nhất là đối với việc chế biến chè đen), vì vậy trong quá trình trồng trọt cần chú ý nâng cao hàm lượng tanin trong nguyên liệu. Tanin được dùng trong y học để làm thuốc cầm máu, có khả năng tăng cường sức đề kháng của thành huyết quản trong cơ thể động vật, tăng cường sự tích lũy và đồng hóa sinh tố C.

+ **Ancaloit:** Trong chè có nhiều loại ancaloit nhưng nhiều nhất là cafein. Hàm lượng cafein ở trong chè có từ 3 - 5% thường nhiều hơn cafein ở trong lá cà phê từ 2 - 3 lần. Nó không có khả năng phân ly ion H⁺ tức là không có tính axit mà chỉ là một kiềm yếu. Cafein chỉ hòa tan trong nước với tỷ lệ 1/46, rất dễ hòa tan trong dung môi clorofoc. Cafein có tác dụng

kích thích hệ thần kinh trung ương, kích thích cơ năng hoạt động của tim, có tác dụng lợi tiểu. Cafein rất bền vững trong chế biến. Nó có khả năng kết hợp với tanin để tạo thành hợp chất tanat cafein có hương vị dễ chịu.

Tác dụng cafein trong lá chè khác tác dụng của cafein thuần khiết dùng trong phòng thí nghiệm; vì trong lá chè, cafein kết hợp với một số thành phần khác như các loại polyphenol nên đã giảm nhẹ tác dụng hưng phấn đối với thần kinh trung ương. Khi hãm chè với nước sôi, có 80% cafein hòa tan trong nước. Cafein bị bài tiết ra ngoài cơ thể với nước tiểu nên không tích lũy trong cơ thể.

Sự thay đổi hàm lượng cafein trong chè nguyên liệu phụ thuộc vào giống, ví dụ:

Giống chè Trung Quốc: 2,29-2,31%

Chè Ấn Độ: 4,05-4,30%

Chè Gruzia : 2,47-2,66%

Hàm lượng cafein còn phụ thuộc vào tuổi của lá:

Lá thứ nhất: 3,39% - Lá thứ tư: 2,10%

Lá thứ hai: 4,20% - Lá già: 0,79%

Lá thứ ba: 3,40% - Cọng chè: 0,36%

Thời vụ thu hoạch khác nhau, điều kiện canh tác khác nhau, đều ảnh hưởng đến hàm lượng cafein trong búp chè. Bón đạm, hàm lượng cafein tăng lên rõ rệt: theo số liệu của Vôn-xốp, hàm lượng cafein thay đổi như sau: đối chứng không bón N: 3,13%; bón 100 kg N/ha: 3,16% và bón 210 kg N/ha: 3,24%.

+ **Protein và axit amin:** Protein là hợp chất hữu cơ phức tạp chứa N, phân bố không đều ở các phần của búp chè và thay đổi tùy theo giống, thời vụ, điều kiện canh tác và các yếu tố khác. Protein có thể trực tiếp kết hợp với tanin, poliphenol tạo ra những hợp chất không tan làm ảnh hưởng xấu đến phẩm chất chè đen. Do đặc điểm của việc chế biến chè xanh là diệt men ngay từ đầu, nên hàm lượng tanin trong chè ít bị thay đổi và còn quá cao làm cho chè có vị đắng. Protein kết hợp với một phần tanin làm cho vị chát và đắng giảm đi. Vì thế trong một chừng mực nhất định, protein có lợi cho

phẩm chất chè xanh.

Ngày nay người ta đã tìm thấy trong chè có 17 axit amin, các axit amin này kết hợp với đường và tanin tạo thành andehit có mùi thơm của chè đen và làm cho chè xanh có dư vị tốt.

+ **Gluxit và pectin:** Trong lá chè chứa rất ít gluxít hòa tan, trong khi đó các gluxit không hòa tan lại chiếm tỷ lệ lớn. Cellulose và hemicenlulose cũng tăng lên theo tuổi của lá, vì vậy nguyên liệu càng già chất lượng càng kém. Hàm lượng đường hòa tan ở trong chè tuy ít nhưng rất quan trọng đối với hương vị chè. Đường tác dụng với protein hoặc axit amin tạo nên các chất thơm.

Pectin thuộc về nhóm gluxít và nó là hỗn hợp của các polisacarit khác nhau và những chất tương tự chúng. ở trong chè, pectin thường ở dạng hòa tan trong nước, tan trong axit oxalic, tan trong amon oxalat. Pectin tham gia vào việc tạo thành hương vị chè, làm cho chè có mùi táo chín trong quá trình làm héo. ở mức độ vừa phải, pectin làm cho chè dễ xoắn lại khi chế biến nhưng nó có ảnh hưởng xấu đến quá trình bảo quản chè thành phẩm vì pectin dễ hút ẩm.

Ngoài ra, lá chè xanh còn có chất diệp lục, carotin và xantofin, dầu thơm và một số vitamin như vitamin A, B1, B2, PP, C...

1.3.3. Diện tích, sản lượng chè tại Việt Nam

Tại Việt Nam cây chè đã trở thành cây công nghiệp phát triển ổn định , mang lại hiệu quả kinh tế cao, tạo việc làm và thu nhập cho nhiều lao động . Tính đến năm 2020, cả nước có 34 tỉnh, thành trồng chè , với 123,3 nghìn ha(SGO, 2019). Cây chè được phát triển chủ yếu ở khu vực Trung du và miền núi phía Bắc với khoảng gần 80% diện tích trồng chè cả nước ; kế đến là vùng Tây Nguyên với khoảng 19%; vùng Bắc Trung bộ và Duyên hải miền Trung có diện tích chè chiếm 7,0% và khu vực đồng bằng Bắc bộ 4,0%. Một số địa phương có diện tích chè lớn : Thái Nguyên (22,3 nghìn ha), Hà Giang (20,7 nghìn ha), Phú Thọ (16,1 nghìn ha)...

Hiện nay, Việt Nam có trên 170 giống chè các loại đảm bảo chất lượng và cho năng suất cao , với các hương vị đặc biệt được thế giới ưa chuộng như : Chè shan , PH1, LDP1, LDP2, PT 14... và các giống chè nhập nội như PT

95, Kim Tuyên, Bát Tiên, Tứ Quý Xuân ... Trong đó, chè shan là giống chè quý, được phát triển lâu đời tại một số địa phương khu vực phía Bắc như: Hà Giang, Yên Bái, Sơn La, Điện Biên...

Bảng 1. 9. Diện tích, sản lượng chè ở một số vùng và tỉnh thành

Vùng	S hiện có (ha)	S cho sản phẩm (ha)	Tỷ lệ	Năng suất (tạ/ha)	Sản lượng (tấn)
Cả nước	123315,20	107878,40	100,00	94,4	1018369,50
Đồng bằng sông Hồng	3607,30	3391,90	3,10	86,7	29410,20
Trung du MN phía Bắc	98518,30	85721,50	79,46	89,0	763098,00
Hà Giang	20667,34	17903,40	20,89	39,15	70087,99
Cao Bằng	228,60	168,70	0,20	11,10	187,20
Bắc Kạn	2107,97	1927,50	2,25	50,27	9690,42
Tuyên Quang	8473,21	7885,98	9,20	83,22	65528,39
Lào Cai	6128,00	4539,00	5,30	66,23	30061,00
Yên Bái	7655,71	7123,24	8,31	98,01	69816,74
Thái Nguyên	22282,24	20082,43	23,43	119,13	239244,64
Lạng Sơn	568,47	546,20	0,64	43,76	2390,17
Bắc Giang	499,84	492,44	0,57	97,95	4823,48
Phú Thọ	16124,20	15597,93	18,20	116,70	182033,04
Điện Biên	596,89	295,30	0,34	2,47	72,94
Lai Châu	6972,00	3938,00	4,59	90,09	35477,44
Sơn La	5474,00	4503,00	5,25	105,34	47436,75
Hoà Bình	739,81	718,39	0,84	86,97	6247,80

Nguồn: (SGO, 2019)

Theo số liệu báo cáo của Tổng cục Thống kê cho biết , năm 2019 sản lượng chè đạt mức tăng kỷ lục với trên 1018 nghìn tấn , tăng 2,4% so với năm 2018. Năng suất chè năm 2019 đạt 94,8 tạ/ha, cao hơn so với năm 2018 là 4,4 tạ/ha. Thống kê 6 tháng đầu năm 2020, sản lượng chè đạt 475 nghìn tấn, tăng 2,4% so với cùng kỳ năm 2019.

1.4. CÁC MÔ HÌNH ƯỚC TÍNH LƯỢNG CH₄ THẢI RA TỪ DẠ CỎ

Trong nhiều trường hợp, các phép đo được không thể thực hiện ví dụ, khi đánh giá tổng lượng khí phát thải trên toàn quốc gia. Do đó, sự quan tâm toàn cầu để có thể ước đoán CH₄ sản sinh phải sử dụng các mô hình dựa trên các dữ liệu hiện có, chẳng hạn như đặc điểm động vật (ví dụ, khối lượng, giống), đặc điểm thức ăn (ví dụ, hàm lượng c

hất dinh dưỡng và năng lượng), dữ liệu lượng gắn vào (chất khô hoặc chất dinh dưỡng) hoặc các chất dinh dưỡng được tiêu hóa. Các mô hình như vậy thường sử dụng dữ liệu thu được từ các thí nghiệm được tiến hành trên các gia súc trong các buồng hô hấp, như các kỹ thuật mới hơn đo khí mê-tan, chẳng hạn như các SF₆ hoặc kỹ thuật CO₂ cũng đã được áp dụng trong những năm gần đây.

1.4.1. Mô hình ước tính của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu

Các mô hình để ước tính lượng khí CH₄ gia súc phát thải đã được phát triển, chủ yếu có thể được sử dụng để xác định lượng khí CH₄ sản sinh trên toàn cầu, quốc gia, hoặc trên các trang trại cụ thể. Mô hình chuẩn thường được sử dụng để tính khí CH₄ gia súc phát thải do Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC, the Intergovernmental Panel on Climate Change). IPCC là cơ quan khoa học quốc tế độc lập được thành lập bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới và Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc (UNEP).

Hướng dẫn của IPCC trong việc ước tính khí Mê-tan phát thải từ ruột là từ năm 2006. Theo đó, hướng dẫn này thực hiện với ba cấp độ khác nhau để ước tính lượng khí thải khí nhà kính (IPCC, 2006). Cấp độ này phụ thuộc vào chất lượng của các cơ sở dữ liệu được thiết lập trên các nước sở tại, và được gọi là bậc 1, 2 và 3, ở đây bậc 1 là phương pháp tính toán đơn giản nhất và bậc 3 là phương pháp phức tạp và phụ thuộc vào dữ liệu chi tiết nhất. Bậc 1 sử dụng dựa trên mức tiêu thụ năng lượng tổng số của bò (GE) bài tiết CH₄. Do đó bậc 1 sử dụng yếu tố của phát thải 6,5% (Y_m) và GE cố định, mà kết quả được ước tính CH₄ sản sinh ở bò cái là 109 kg/con/năm ở Tây Âu (IPCC, 2006). Khi sử dụng bậc 2 và đặc biệt là bậc 3, cần thêm thông tin để xác định Y_m, ví dụ liên quan đến khả năng tiêu hóa và thành phần dinh dưỡng của thức ăn. Tại thời điểm hiện tại, Y_m chủ yếu được xác định bằng thí nghiệm từ các phép đo được thực hiện trong buồng hô hấp, nhưng sẽ được cập nhật khi các kỹ thuật mới đi vào sử dụng. Mô hình cũng được yêu cầu để xác định thức ăn ăn vào và tiêu hao năng lượng liên quan đến khả năng sản xuất của gia súc trong một khu vực hoặc quốc gia nhất định. Hơn nữa, việc sử dụng chính thức phương pháp bậc 3 cũng đòi hỏi phải có tài liệu khoa học

thông qua các bài báo đăng trên tạp chí quốc tế (IPCC, 2006).

Các nước tham gia Nghị định thư Kyoto nộp báo cáo tình trạng về phát thải khí nhà kính quốc gia hàng năm cho UNFCCC (the United Nations Framework Convention on Climate Change - Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu). Theo tiêu chuẩn, hệ số phát thải CH₄ là 6,5% của GE được sử dụng cho gia súc. Miễn trừ với gia súc nuôi thâm canh, được xác định như gia súc thu nhận > 90% thức ăn tinh, mà Ym được xác định là 3% của GE (IPCC, 2006).

1.4.2. Các phương pháp ước tính CH₄

Bảng 1. 10 trình bày một số mô hình ước tính CH₄, đã được phát triển từ các phép đo trong buồng hô hấp. Kết quả cho một thấy sự khác biệt giữa các mô hình về các biến đầu vào. Mô hình của Ellis và cs. (2007) chỉ yêu cầu tỷ lệ thức ăn thô trong khẩu phần, trong khi mô hình của Jentsch và cs. (2007) yêu cầu với số lượng số liệu về tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng.

Bảng 1. 10. Các phương trình ước tính CH₄ được phát triển từ các phép đo trong buồng hô hấp

Tham khảo	Phương trình	R ²	N
IPCC (2006)	CH ₄ (kg/dag) = GE(MJ/d) * Ym / 55,65	-	-
Yan và cs. (2006)	CH ₄ (L/d) = 47,8 * DMI - 0,76 * DMI ² - 41 (kg/d)	0,75	315
Yan và cs. (2006)	CH ₄ (L/d) = 0,34 * BW(kg) + 19,7 * DMI(kg/d) + 12	0,77	315
Kirchgessner và cs. (1994)	CH ₄ (g/d) = 63 + 79 * CF + 10 * NFE + 26 * CP - 212 * Cfat (kg/d)	0,69	24
Jentsch và cs. (2007)	CH ₄ (kJ/d) = 1,62 * dCP - 0,38 * dCfat + 3,78 * dCF + 1,49 * dNFE + 1142 (g/d)	0,90	33
Mills và cs. (2003)	CH ₄ (MJ/d) = 0,14 * forage(%) + 8,6	0,56	89
Mills và cs. (2003)	CH ₄ (MJ/d) = 0,07 * ME(MJ/d) + 8,25	0,55	159
Mills và cs. (2003)	CH ₄ (MJ/d) = 0,92 * DMI(kg/d) + 5,93	0,6	159
Mills và cs. (2003)	CH ₄ (MJ/d) = 10,3 * forage(%) + 0,87 * DMI(kg/d) + 1,1	0,61	159
Grainger và cs. (2007)	CH ₄ (g/d) = 18,5 * DMI(kg/d) - 9,5	0,56	15

Ghi chú: GE = năng lượng thô thu nhận; Ym = nhân tố phát thải; DMI = chất khô thu nhận; cBW = khối lượng cơ thể; CF = xơ thô; NFE = dẫn xuất không nitơ; CP = protein thô; Cfat = mỡ

thô; ME = năng lượng trao đổi thu nhận; dCP: protein thô tiêu hóa; dCfat: mỡ thô tiêu hóa; dCF: xơ thô tiêu hóa; dNFE: dẫn xuất không nitơ tiêu hóa.

Trong thực tế, mô hình thứ haichỉ có thể được sử dụng kết hợp với một mô hình tiêu hóa bao gồm trong hệ thống đánh giá thức ăn NorFor (Nielsen và cs., 2013). So sánh các mô hình cho thấy có sự khác biệt lớn trong dự báo khí CH_4 phát thải, cũng như đã được tìm thấy ở một số mô hình khác trong một nghiên cứu trước đây của (Kristensen và cs., 2011). Các ước lượng mô hình này cũng có liên quan đến sai số. Các phương trình tốt nhất đã được phát triển bởi Ellis và cs. (2007) cho bò thịt, bò sữa và thịt bò + bò sữa có sai số chuẩn đoán (RMSPE) tương ứng là 14,4, 20,6 và 28,2%. Các mô hình được mô tả của Mills và cs. (2003) có RMSPE giữa 6,4% và 11,6% khi đánh giá với các số liệu trên cơ sở đó chúng đã được phát triển, nhưng khi đánh giá với bộ dữ liệu độc lập thì RMSPE đã tăng lên 20,6% đến 35,3%.

Trong hệ thống đánh giá thức ăn NorFor, một loạt các chất dinh dưỡng bò tiêu thụ được tính toán từ một khẩu phần cho trước và lượng các chất dinh dưỡng tiêu hóa trong các phần tiêu hóa khác nhau đã có sẵn (Nielsen và cs., 2013). Công việc này đang được các nhóm nghiên cứu và phát triển của NorFor hợp tác để kết hợp một phương trình dự đoán cho CH_4 vào NorFor tiến hành, nhờ đó mà khí metan phát thải sẽ được ước tính ở mức khẩu phần gần với kế hoạch thức ăn. Phương trình này đã được phát triển trên cơ sở nghiên cứu CH_4 gần đây được các tổ chức nghiên cứu ở Đan Mạch, Na Uy và Thụy Điển thực hiện.

1.5. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

1.5.1. Tình hình nghiên cứu nước ngoài

Hầu hết các nghiên cứu về việc sử dụng phụ phẩm chế biến chè (Spent tea leaf, STL) dưới dạng thức ăn ủ chua để nuôi động vật nhai lại (Kondo và cs., 2004a, 2007). Kondo và cs., 2004; Kondo và cs. (2018) cho biết thành phần hóa học và các phép đo *invitro* và *in vivo* giữa phụ phẩm chế biến chè khô, đã được ủ và hai loại thức ăn chăn nuôi khác nhau (Bảng 1. 11).

Kết quả cho thấy rằng cả STL được ủ và sấy khô có CP tương tự nhau. Mặc dù hàm lượng tanin cô đặc (CT) của STL khô cao hơn, tanin tổng số (TT)

thấp hơn so với hàm lượng. STL được ủ và sấy khô có cùng khả năng sản xuất khí trong ống nghiệm, amoniac (NH_3) và khả năng tiêu hóa protein. Trong khi đó, một nghiên cứu *in vivo* sử dụng dê của cùng một nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng STL được ủ và sấy khô với tỷ lệ lên tới 10% trong chế độ ăn hỗn hợp dẫn đến việc sử dụng DM tương tự, tỷ lệ tiêu hóa rõ ràng của DM, CP và NDF, pH dạ cỏ, tổng biến động axit béo (VFA) và NH_3 mặc dù các động vật đã dành nhiều thời gian hơn để tiêu thụ chế độ ăn kiêng với phương pháp điều trị được bảo quản so với điều trị khô (Kondo và cs., 2007).

Bảng 1. 11. So sánh thành phần hóa học và các phép đo *invitro* và *invivo* giữa phụ phẩm chế biến chè (khô, ủ) và hai loại thức ăn chăn nuôi khác nhau

Chất dinh dưỡng (g/kg VCK)	STL		Đậu tương	Alfalfa
	Đã ủ ¹	Khô ²		
VCK (g/kg)	194	953	901	901
CP	326	319	483	166
BSP (% CP)	12,0	15,9	31,0	35,2
NDFIP (% CP)	16,1	41,9	3,4	19,2
ADFIP (% CP)	6,0	6,3	2,7	8,2
Ash	30	30	56	86
NDF	277	348	149	430
TP	128	82,6	2,8	5,9
TT	101	73,2	0,5	0,11
CT	10,4	16,8	nd	0,3
Phép đo lường <i>in vitro</i>				
Khí sản sinh (ml/500 mg VCK)	34,8	36,4	84,4	39,2
NH_3 (mg/L)	13,9	10,7	34,8	14,8
Protein tiêu hóa (%)	43,5	45,3	80,9	59,4
Phép đo lường³ <i>in vivo</i>				
Lượng DM (g/kg M0.75)	44,5	44,5	44,0	
Tỷ lệ tiêu hoá (%):				
DM	73,1	73,5	73,4	
CP	70,3	70,7	72,3	
NDF	64,1	64,4	63,3	
Thời gian ăn	1,61	1,15	1,00	
Đặc điểm dạ cỏ				
pH	6,38	6,39	6,49	
tVFA (mmol/L)	90,0	92,9	91,0	
NH_3 (mg/L)	17,2	17,4	18,6	

Ghi chú: ¹ Đảm bảo ở nhiệt độ môi trường (> 30 ngày); ² Sấy khô ở 55 C trong 48 giờ; ³ 10% lá chè đã được ủ hoặc sấy khô (STL) để thay thế bữa ăn đậu nành và cỏ linh lăng trong chế độ ăn

hỗn hợp; ⁴ Bao gồm cỏ khô thái nhỏ, ngô, cám lúa mì, bột đậu nành và cỏ linh lăng được pha chế để đáp ứng các yêu cầu dinh dưỡng cho dê (NRC, 1981); ⁵ Thời gian dành cho chế độ ăn thử nghiệm trong đó tỷ lệ trung bình để kiểm soát chế độ ăn kiêng (kiểm soát chế độ ăn = 1); DM: Vật chất khô, CP, protein thô; BSP, protein hòa tan; NDIP, protein liên kết với NDF; ADIP, protein liên kết với ADF; NDF, xơ không tan bởi môi trường trung tính; TP, phenol tổng số; TT, tanin tổng số; CT, tanin cô đặc; tVFA, axit béo bay hơi tổng số.

STL đưa vào chế độ ăn hỗn hợp ủ chua nói chung làm tăng phenol tổng số (TP), TT, CT và axit lactic nhưng làm giảm pH và NH₃ (Kondo và cs., 2018). Rõ ràng là STL cung cấp lượng TP, TT và CT cao hơn đáng kể so với các loại thức ăn thông thường khác nên hàm lượng của nó có thể làm tăng mức tiêu thụ các chất chuyển hóa thứ cấp của thực vật. Điều thú vị là sự tiêu thụ chất chuyển hóa thứ cấp của thực vật tăng lên sau đó là giảm pH do sản xuất axit lactic nhiều hơn trong khi NH₃ giảm được cho là do sự phân hủy protein trong dạ cỏ thấp hơn do sự hình thành các phức hợp liên kết với protein tanin.

Các nghiên cứu *in vivo* đã xác nhận rằng tác dụng của việc bổ sung STL vào chế độ ăn hỗn hợp ủ chua đối với khả năng tiêu hóa chất dinh dưỡng và hiệu suất động vật một lần nữa cho thấy kết quả không nhất quán tùy thuộc vào mức độ bao gồm và thành phần của chế độ ăn. Các nghiên cứu cho thấy khi sử dụng 5% STL thay thế khô đỗ tương và cỏ linh lăng đã không làm ảnh hưởng đến lượng chất khô thu nhận nhưng làm giảm tiêu hóa CP và do có thể làm giảm sản xuất NH₃ (Kondo và cs., 2004b). Sự thay đổi này cho thấy rằng mỗi loại thức ăn có đặc điểm dinh dưỡng riêng và khi chúng được trộn lẫn với nhau, chúng cho các phản ứng khác nhau tùy thuộc vào tương tác dinh dưỡng tiềm năng của chúng (Ramdani, 2014). Do đó, điều này dẫn đến những thay đổi trong tương tác phức tạp giữa nhiều loài vi sinh vật trong quá trình tiêu hóa ở dạ cỏ (Demeyer, 1981) dẫn đến sự thay đổi về khả năng tiêu hóa, quá trình lên men và hiệu suất của động vật. Tuy nhiên, cơ chế thay đổi hệ sinh thái vi sinh vật do bổ sung STL cần được nghiên cứu thêm.

Bảng 1. 12. Tóm tắt tác dụng của việc đưa STL vào chế độ ăn nhai lại dựa trên thức ăn ủ chua khác nhau

Mức bổ sung phụ phẩm chè	Chế độ ăn	Kết quả	Gợi ý	TLTK
Ủ với yến mạch (0-20%)	Yến mạch (100%)	Tăng CP, TP, TT, CT và axit lactic nhưng giảm pH và NH ₃ trong ủ chua; Không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa DMI và DM; Tăng tỷ lệ tiêu hóa CP, lượng N	Thay thế yến mạch tới 20%	Kondo và cs. (2004b),
5% (tính theo VCK) STL thay thế khô đỗ tương và cỏ linh lăng trong chế độ ăn kiểm soát (iso CP và ME)	Khẩu phần hỗn hợp (cỏ linh lăng và cỏ Sudan và TAHH (ngô, lúa mì, lúa mạch, SBM, vỏ đậu nành, hạt bông, bã bia)	Không ảnh hưởng đến việc sử dụng DM, lượng CP, pH, VFA và sản xuất sữa; tăng lượng TT và CT; NH ₃ dạ cỏ giảm	Lên đến 5% để thay thế thức ăn chăn nuôi chất lượng cao như SBM và cỏ linh lăng	Kondo và cs. (2004c),
10% STL xanh để thay thế đậu phụ trong chế độ ăn kiểm soát	Đậu phụ được đảm bảo (50%), ống hút gạo (40%) và cám gạo (10%)	Không ảnh hưởng đến CP; tăng TP, TT và axit lactic; giảm pH, NH ₃ và mất DM trong ủ chua; Tăng sản lượng gas trong 3 đến 96 giờ ủ trong ống nghiệm	Lên đến 10% để thay thế bánh đậu phụ	Kondo và cs.(2006)
5% (tính theo VCK) STL đen đã ủ được thêm vào để kiểm soát chế độ ăn cơ bản	Cỏ Timothy và đậu tương (90% và 10%, tương ứng)	Không ảnh hưởng đến CP và TT khi ủ chua; Tỷ lệ tiêu hóa CP giảm; giảm tỷ lệ tiêu hóa DM và OM nhưng tăng tỷ lệ tiêu hóa CP và ADIN	Cải thiện khả năng tiêu hóa CP và ADIN có thể liên kết tanin từ phức hợp protein-tanin để giúp protein thoát qua dạ cỏ	Kondo và cs. (2007)
Bổ sung tới 10%	Cỏ Timothy cắt nhỏ, ngô,	Giảm khả năng tiêu hóa CP in-	Thay thế tới 5%	Kondo và cs.

STL xanh đã ủ để thay thế khô đậu tương và cỏ linh lăng	cám lúa mì, SBM, và cỏ linh lăng được tạo ra để đáp ứng các yêu cầu dinh dưỡng củanhững con dê (NRC, 1981)	vivo và dạ cỏ VFA; tăng tỷ lệ tiêu hóa NDF và thời gian ăn Hiệu ứng PEG (in-vitro): tăng sản xuất khí, NH3 và giảm CP	thức ăn chăn nuôi chất lượng cao như khô đỗ tương và cỏ linh lăng	(2007)
Lên đến 15% (cơ sở DM) STL xanh để thay thế bã bia trong chế độ ăn kiểm soát hỗn hợp	Bã bia(15%), ngô (8%), khô đỗ tương (3%),yến mạch hay (24%), cỏ linh lăng (10%), thức ăn hỗn hợp thương mại (26,5%) và vitamin, khoáng(1,5%)	Tăng CP, CT và axit lactic; giảm pH, NH3 trong ủ chua; Không ảnh hưởng đến việc giữ DMI và N; CP giảm và tỷ lệ tiêu hóa năng lượng	Bổ sung tới 15% trong khẩu phần hỗn hợp	Xu và cs.(2007)
Lên đến 15% (DM cơ bản) STL xanh để thay thế bã bia trong chế độ ăn kiểm soát hỗn hợp	Bã bia(15%),ngô (8%), khô đỗ tương (3%),yến mạch (24%), cỏ linh lăng (10%), bột củ cải khô (12%), thức ăn hỗn hợp (27,7%), muối, vitamin và khoáng chất (0,3%)	Tăng CP và CT và axit lactic nhưng giảm EE, GE, pH, NH3 khi ủ chua; giảm lượng thức ăn thu nhận, DM, OM, CP, EE, tỷ lệ tiêu hóa GE và N nước tiểu; tăng N thải ra trong phân	Bổ sung ít hơn 15%	Xu và cs. (2008)
Bổ sung STL xanh tới 10% (tính theo VCK) để thay thế cả khô đỗ tương và vỏ đậu nành trong khẩu phần	Ngô (38,9%), sắn (26,4%), khô đỗ tương (19,4%), vỏ đỗ tương (11,4%), dầu đỗ tương (1,2%), khoáng chất và premix (2,7%)	Không ảnh hưởng đến DMI và sản lượng sữa; tăng tỷ lệ protein sữa	Bổ sung tới 10% trong khẩu phần	Theeraphaksirinont và cs.(2009)

Ghi chú: STL, phụ phẩm chè; CP, protein thô; ME, năng lượng trao đổi; GE, năng lượng thô; TP, phenol tổng số; TT, tannin tổng số; CT, tannin cô đặc, N, nito; DM, vật chất khô, VFA, axit béo bay hơi, SBM, khô đỗ tương; PEG, polyethylene glycol; ADIN, nito liên kết với ADF; NDF, xơ không tan bởi môi trường trung tính.

1.5.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Từ trước đến nay, trong lĩnh vực thức ăn chăn nuôi chúng ta có hai quan điểm trái chiều nhau về vai trò cũng như tác dụng của tanin. Một số nhà khoa học cho rằng tanin là một hợp chất kháng dinh dưỡng vì tanin kết hợp với protein của thức ăn và với cả enzym đường tiêu hoá làm giảm tỷ lệ tiêu hoá protein thức ăn, giảm thu nhận thức ăn, giảm sinh trưởng, giảm sản lượng của vật nuôi (Dương Thanh Liêm, 2008) và cần phải khắc phục ảnh hưởng có hại của tanin bằng cách xử lý kiềm (bổ sung urê) hoặc phối hợp thức ăn chứa tanin với sunphat sắt hoặc polyethylene glycol - 4000 (PEG-4000) (Vũ Duy Giảng, 2001). Ngược lại, theo Nguyễn Xuân Trạch (2003) lại cho rằng bổ sung tanin vào khẩu phần ăn của gia súc nhai lại ở mức thấp (20-40 g/kg vật chất khô thức ăn) sẽ làm tăng hiệu quả sử dụng protein của gia súc. Để đạt được hai mục tiêu giảm thiểu CH_4 và duy trì được tỷ lệ tiêu hóa của khẩu phần, chúng ta cần phải xác định được nguồn tanin cũng như tỷ lệ bổ sung thích hợp vào khẩu phần ăn của gia súc nhai lại.

Trần Hiệp và cs. (2016) cho biết, việc bổ sung ở mức 0,3% và 0,5% tanin từ bột phụ phẩm chế biến chè đã làm tăng ME và CP thu nhận trên bò sữa, không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa, nhưng mức bổ sung 0,7% đã làm giảm tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng. Việc bổ sung tanin đã làm tăng khối lượng và năng suất sữa, đồng thời giảm mức độ phát thải khí CH_4 (7,47% đến 22,77%) và làm giảm cường độ phát thải CH_4 tính theo lượng DM thu nhận (8,40% đến 24,06%) và FCM (20,70% đến 31,58%).

Phạm Quang Ngọc (2019) kết luận rằng, mức bổ sung thích hợp lá cây keo dậu khô vào khẩu phần nuôi bò lai Sind sinh trưởng là 19,1% chất khô khẩu phần (tương đương 0,3% tanin), làm giảm rõ rệt lượng CH_4 sản sinh (g)/kg tăng khối lượng so với nhóm bò ăn khẩu phần đối chứng (165,0 so với 214,8) đồng thời đạt tăng khối lượng cao nhất 683g/con/ngày, hiệu quả sử dụng thức ăn tốt nhất (6,14 kg CK/kg tăng khối lượng). Tác giả cũng cho biết, khuynh hướng chung là hàm lượng tanin tăng từ 1 đến 6 g/kg VCK của khẩu phần thí nghiệm thì lượng khí sinh ra ở các thời điểm và khí tích lũy lúc 96 giờ giảm dần so với lượng khí sinh ra ở khẩu phần đối chứng (lượng khí biến động nhưng không có qui luật), mặc dù có sự sai khác về lượng khí sinh ra tại cùng thời điểm giữa các khẩu phần ở cùng

mức tanin ($P < 0,05$). Tuy nhiên khi hàm lượng tanin tăng đến 6 g/kgVCK của khẩu phần thí nghiệm thì lượng khí sinh ra ở các thời điểm và khí tích lũy lúc 96 giờ bị ảnh hưởng nhiều và giảm mạnh so với lượng khí sinh ra ở khẩu phần đối chứng và các khẩu phần có tanin thấp hơn ($P < 0,05$).

1.6. CÂU HỎI VÀ GIẢ THUYẾT NGHIÊN CỨU

1.6.1. Câu hỏi nghiên cứu

Như vậy, các nghiên cứu về sử dụng phụ phẩm chế biến chè trên gia súc nhai lại cho các kết quả tích cực về hiệu quả sử dụng thức ăn, năng suất chăn nuôi và đặc biệt là tác dụng giảm phát thải khí CH_4 từ dạ cỏ của gia súc nhai lại. Tuy nhiên, vẫn chưa có một nghiên cứu toàn diện về tiềm năng sử dụng phụ phẩm chế biến chè ở Việt Nam như nguồn thức ăn bổ sung trong chăn nuôi bò thịt. Vì vậy, nghiên cứu cần phải trả lời các câu hỏi sau:

Tiềm năng và một số yếu tố ảnh hưởng đến thành phần hóa học (đặc biệt là tanin) của phụ phẩm chế biến chè ?

Mức bổ sung phụ phẩm chế biến chè thích hợp trong khẩu phần ăn của bò giai đoạn vỗ béo để vừa đảm bảo năng suất chăn nuôi, vừa giảm phát thải khí metan ?

Có thể xây dựng phương trình ước tính phát thải khí CH_4 cho bò thịt nuôi giai đoạn vỗ béo?

1.6.2. Giả thuyết nghiên cứu

Phụ phẩm chế biến chè có số lượng lớn, có tiềm năng lớn sử dụng làm thức ăn bổ sung cho bò.

Mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè thích hợp nhằm giảm phát thải khí CH_4 từ dạ cỏ và đảm bảo năng suất chăn nuôi là 0,3-0,5% tanin (tính theo chất khô của khẩu phần).

Phương trình ước tính phát thải khí CH_4 có thể được xây dựng dựa trên mối tương quan giữa lượng khối lượng bò, lượng thu nhận và mức tanin bổ sung từ phụ phẩm chế biến chè.

CHƯƠNG 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. ĐỐI TƯỢNG, THỜI GIAN VÀ ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU

2.1.1. Đối tượng, vật liệu nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Tanin trong phụ phẩm chế biến chè được thu thập tại một số hợp tác xã, cơ sở sản xuất và chế biến chè tại Thái Nguyên, Phú Thọ, Bắc Kạn. Phụ phẩm chế biến chè là bột chè vụn - phụ phẩm của các cơ sở chế biến chè khô.

Vật liệu nghiên cứu: Đối tượng nghiên cứu của đề tài gồm 2 bò Laisind mô lô dò đặt canul và 24 bò lai Brahman giai đoạn vỗ béo.

2.1.2. Địa điểm nghiên cứu và thời gian nghiên cứu

Địa điểm nghiên cứu: Viện Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam; Trung tâm Nghiên cứu và phát triển chăn nuôi miền núi; Một số trang trại chăn nuôi bò thịt ở miền Bắc Việt Nam và một số hợp tác xã, cơ sở sản xuất và chế biến chè tại Thái Nguyên, Phú Thọ, Bắc Kạn.

Thời gian nghiên cứu: từ tháng 10/2016 đến tháng 10/2020.

2.2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.2.1. Đánh giá tiềm năng phụ phẩm chế biến chè

- Sản lượng và chủng loại phụ phẩm chế biến chè tại các tỉnh Phú Thọ, Bắc Kạn, Thái Nguyên.
- Đặc điểm dinh dưỡng của phụ phẩm chế biến chè.
- Một số yếu tố ảnh hưởng đến số lượng và chất lượng của phụ phẩm chế biến chè.

2.2.2. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến đặc điểm sinh khí *in vitro* và tỷ lệ phân giải *in sacco* các chất dinh dưỡng trong khẩu phần của bò nuôi vỗ béo

- Thành phần dinh dưỡng của khẩu phần: ME, CP, NDF, ADF, CF, EE và Ash.
- Thí nghiệm sinh khí *in vitro*:

+ Khả năng sinh khí khi lên men của khẩu phần thí nghiệm.

+ Giá trị năng lượng và tỉ lệ tiêu hóa *in vitro* của khẩu phần.

- Thí nghiệm *in sacco* của các khẩu phần:

+ Tỷ lệ phân giải vật chất khô

+ Tỷ lệ phân giải Protein

+ Tỷ lệ phân giải xơ (NDF, ADF)

2.2.3. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè đến tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* và năng suất bò thịt nuôi vỗ béo

- Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến lượng thức ăn thu nhận.

- Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng.

- Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tăng khối lượng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn.

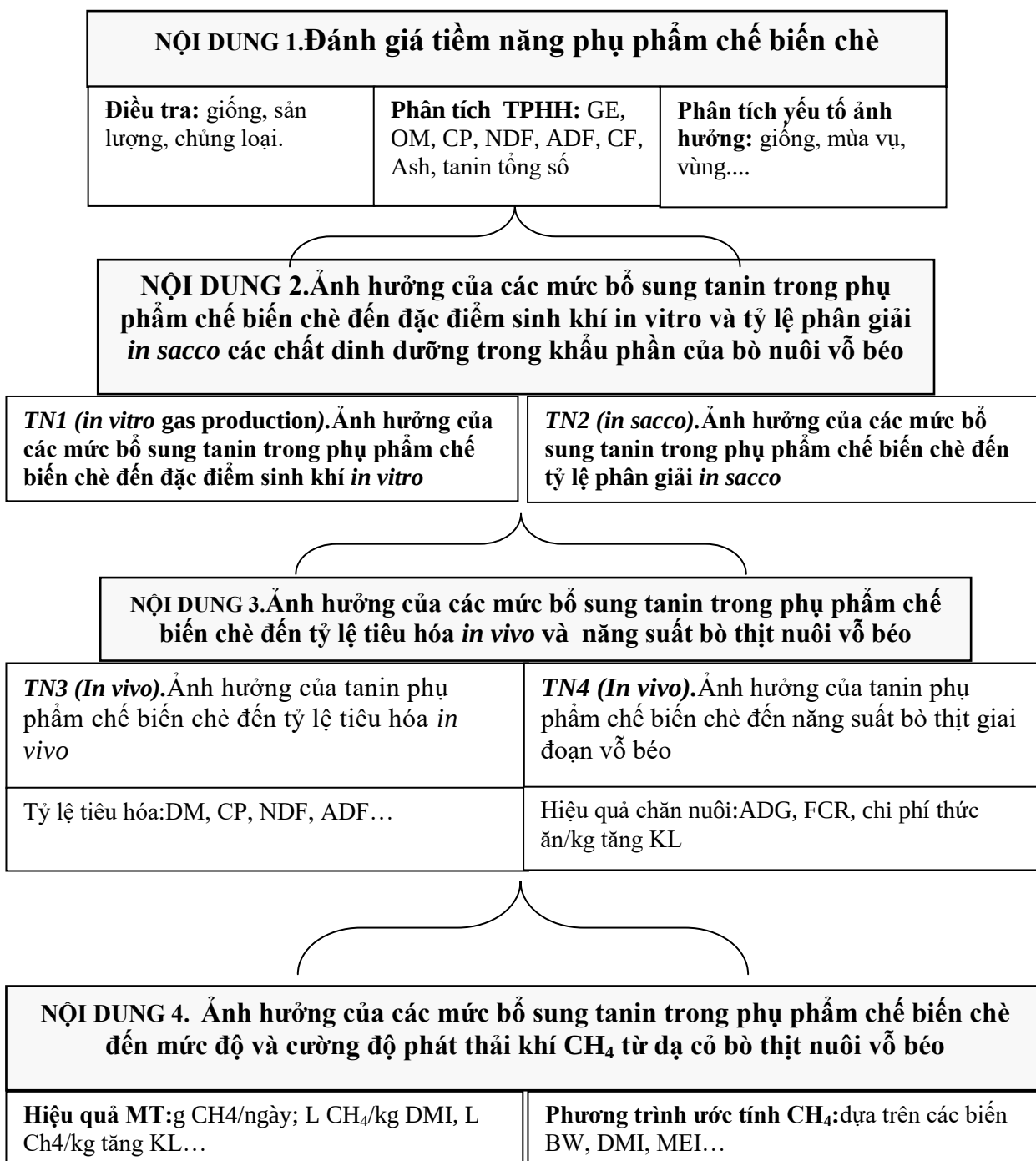
2.2.4. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè đến mức độ và cường độ phát thải khí CH₄ từ dạ cỏ bò thịt nuôi vỗ béo

- Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến mức độ phát thải khí CH₄.

- Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến cường độ phát thải khí CH₄.

- Xây dựng phương trình ước tính lượng CH₄ thải ra từ dạ cỏ.

Các bước tiến hành các nội dung của đề tài luận án được trình bày tại Hình 2.1.



Hình 2.1Sơ đồ triển khai các nội dung nghiên cứu của đề tài luận án

2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.3.1. Đánh giá tiềm năng sử dụng phụ phẩm chế biến chè

2.3.1.1. Địa điểm và thời gian

- Địa điểm: Liên minh Hợp tác xã Việt Nam, các vùng trồng chè thuộc 3 tỉnh (Thái Nguyên, Bắc Kạn và Phú Thọ).

- Thời gian nghiên cứu: tháng 1-2018 đến tháng 7-2018

2.3.1.2. Chọn địa điểm điều tra

Tiến hành khảo sát lấy mẫu chè tại 3 tỉnh miền núi phía bắc có diện tích trồng chè tương đối lớn của cả nước là Thái Nguyên, Bắc Kạn và Phú Thọ. Với mỗi tỉnh, tiến hành chọn 03 huyện có diện tích trồng chè lớn của từng tỉnh (Thái Nguyên: Thành phố Thái Nguyên, Đồng Hỷ, Đại Từ; Bắc Kạn: Ba Bể, Chợ Mới, Chợ Đồn; Phú Thọ: Thanh Sơn, Tân Sơn, Thanh Ba). Trên các huyện được chọn, tiếp tục lựa chọn 03 xã, sau đó chọn ra 03 thôn/xã, mỗi thôn sẽ lựa chọn hộ gia đình để tiến hành lấy mẫu chè. Tổng số 270 mẫu (180 hộ dân trồng chè và 90 hợp tác xã) được điều tra và khảo sát.

Các mẫu chè được thu thập dựa trên các phương pháp chế biến (thủ công và máy công nghiệp).

Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm:

- + Giống chè, năng suất, phương pháp chế biến, loại phụ phẩm, số lượng phụ phẩm...
- + Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của phụ phẩm chế biến chè
- + Một số yếu tố ảnh hưởng đến tỷ lệ phụ phẩm và đặc điểm dinh dưỡng của phụ phẩm chế biến chè.

2.3.1.3. Phương pháp lấy mẫu, phân tích thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng

- + Lấy mẫu theo TCVN 5609:2007;
- + Xác định độ ẩm theo TCVN 5613:2007;
- + Xác định hàm lượng protein thô (CP) theo TCVN 4328-1:2007;
- + Xác định hàm lượng chất béo (EE) theo TCVN 4331 : 2001;
- + Xác định hàm lượng xơ thô (CF) theo TCVN 5714:2007;
- + Xác định NDF và ADF theo phương pháp của Van Soest và cs. (1991);
- + Xác định tro tổng số (Ash) theo TCVN 5611:2007;

+ Xác định tanin tổng số theo phương pháp AOAC 952.03 (2000).

2.3.1.4. Phương pháp tính sản lượng phụ phẩm chế biến chè.

Sản lượng phụ phẩm chế biến chè của từng tỉnh được tính dựa trên diện tích trồng (ha), sản lượng chè khô chế biến (tấn/ha) và kết quả xác định tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè (% trong tổng lượng chè khô chế biến).

2.3.2. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến đặc điểm sinh khí in vitro và tỷ lệ phân giải in sacco các chất dinh dưỡng trong khẩu phần của bò nuôi vỗ béo.

2.3.2.1. Địa điểm và thời gian

Thí nghiệm được thực hiện từ 1/2018-8/2018 tại Trung tâm Nghiên cứu và phát triển chăn nuôi miền núi, xã Bình Sơn, thành phố Sông Công, tỉnh Thái Nguyên và Trung tâm Khoa học Công nghệ và Môi trường (Giảng Võ, Đông Đa, Hà Nội).

2.3.2.2. Vật liệu và phương pháp thí nghiệm

Thí nghiệm in vitro gas production:

Thiết kế thí nghiệm và khẩu phần thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn (CRD) với ba lần lặp lại ở mỗi khẩu phần. Các khẩu phần thí nghiệm gồm thức ăn cơ sở được trộn với bột phụ phẩm chế biến chè hoặc tanin tinh khiết (Bảng 2. 1). Tỷ lệ tanin tổng số bổ sung từ bột phụ phẩm chế biến chè là 0%; 0,3%; 0,5%; 0,7% tương ứng các nghiệm thức T0.0; T0.3; T0.5 và T0.7. Nghiệm thức TK0.5 là mức bổ sung 0,5% tanin tinh khiết.

Khẩu phần cơ sở được phối trộn theo tỷ lệ: Cây ngô ủ chua (30%); Cỏ tự nhiên (10%); Bột ngô: (15%); Bã sắn (10%); **TĂHH (35%)**. Khẩu phần cơ sở được sấy khô ở 65⁰C và nghiền nhỏ qua mắt sàng 1mm. Lượng bột phụ phẩm chế biến chè được trộn với khẩu phần phần cơ sở dựa trên tính toán lượng tanin bổ sung theo từng nghiệm thức tương ứng mức tanin: 0%; 0,3%; 0,5%; 0,7% (tính theo VCK), theo quy trình trộn của Tabacco và cs (2006).

Khẩu phần thí nghiệm: Khẩu phần thí nghiệm được sử dụng dựa trên nguồn thức ăn tại địa điểm nghiên cứu. Bột phụ phẩm lá chè (*Camellia*

sinensis) thu thập từ các cơ sở chế biến chè tại Thái Nguyên, được trộn kỹ với thức ăn tinh hỗn hợp theo tỷ lệ tính toán dựa trên lượng tanin cần bổ sung cho từng nghiệm thức trong thí nghiệm. Cây ngô chín sếp được ủ với 0,5% muối và bảo quản trong thời gian 60 - 90 ngày trước sử dụng trong nghiên cứu. Thức ăn bột ngô, bã sắn được thu thập tại cơ sở chăn nuôi. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng các nguyên liệu dùng trong thí nghiệm trình bày trong Bảng 2. 2.

Bảng 2. 1. Thiết kế thí nghiệm

Khẩu phần	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5
Khẩu phần cơ sở	(Cây ngô ủ chua: 30%; Cỏ tự nhiên: 10%; Bột ngô: 15%; Bã sắn: 10%; TĂHH: 35%)				
Tanin bổ sung	0%	0,3%	0,5%	0,7%	0,5%

Ghi chú: T0.0: Khẩu phần không bổ sung tanin; T0.3: Khẩu phần bổ sung 0,3% tanin từ phụ phẩm chế biến chè (% VCK); T0.5: Khẩu phần bổ sung 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè (% VCK); T0.7: Khẩu phần bổ sung 0,7% tanin từ phụ phẩm chế biến chè (% VCK); TK0.5: Khẩu phần bổ sung 0,5% từ tanin tinh khiết.

Bảng 2. 2. Thành phần hóa học của thức ăn thí nghiệm

Thức ăn	DM (%)	Tính theo %VCK						
		CP	NDF	ADF	CF	EE	Ash	Tanin tổng số
Cỏ tự nhiên	25,68	11,20	65,36	33,18	29,12	2,96	7,60	NA
Cây ngô ủ chua	28,12	8,61	65,77	38,12	35,39	2,26	8,62	NA
Bã sắn	23,18	3,63	62,22	39,12	8,78	0,11	1,83	NA
Bột ngô	90,28	10,41	35,99	10,88	2,72	4,93	1,54	NA
Thức ăn tinh HH Cargill	90,81	18,50	56,52	12,86	9,28	1,62	9,86	NA
Phụ phẩm chế biến chè	90,67	22,88	32,45	21,13	18,33	2,08	6,36	25,22
Tanin tinh khiết	-	-	-	-	-	-	-	90

Ghi chú: DM: chất khô; CP: Protein thô; NDF: xơ không tan bởi chất tẩy trung tính; ADF: xơ không tan bởi môi trường axit; Ash: khoáng tổng số. NA: không phân tích.

Bảng 2. 3. Khẩu phần thí nghiệm

DVT: % dạng sử dụng

Nguyên liệu	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5
Cỏ tự nhiên	38,94	38,94	38,94	38,94	38,94
Cây ngô ủ chua	106,69	106,69	106,69	106,69	106,69
Bã sắn	43,14	43,14	43,14	43,14	43,14
Ngô nghiền	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61
TĂ tinh HH Cargill	38,54	38,54	38,54	38,54	38,54
Phụ phẩm chế biến chè	-	1,19	1,98	2,78	-
Tanin tinh khiết	-	-	-	-	0,56

Tiến hành thí nghiệm: Các mẫu hỗn hợp thức ăn trên được đặt trong xilanh thủy tinh chuyên dùng tiến hành theo quy trình của Menke và Steingass (1988) như sau: 200mg chất khô mẫu được cân và đặt trong xilanh có dung tích 100ml (mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần) và được nắp lại bằng pit-tông tương ứng mỗi xilanh. Dung dịch đệm được chuẩn bị theo hướng dẫn và được đặt trong bồn ổn nhiệt ở 39°C và thổi CO₂ đến khi chuyển dần từ màu xanh sang hồng rồi không màu. Dịch dạ cỏ được lấy từ 2 bò đực Laisind mô lỗ dò. Bò được nuôi chăn thả và bổ sung tại chuồng bằng cỏ voi. Dịch dạ cỏ được lấy vào buổi sáng trước khi cho ăn và được lọc qua ba lớp vải lọc và được trộn với dung dịch đệm theo tỷ lệ về thể tích 1:2 giữa dịch dạ cỏ: dung dịch đệm. Các quá trình trộn được tiến hành trong điều kiện yếm khí bằng thổi CO₂. Các xilanh được làm ấm ở 39°C trước khi bơm 30ml dung dịch (gồm dịch dạ cỏ và dung dịch đệm) vào mỗi xilanh chứa mẫu đã được đánh số ký hiệu trước, sau đó chúng được đặt trong bồn ổn nhiệt được điều chỉnh ở nhiệt độ 39°C. Sau khi buộc chặt phần ống cao su tại đầu mỗi xilanh, các xilanh được nhẹ nhàng lắc nhẹ trộn đều mẫu với dung dịch, sau đó các ống cao su ở đầu của mỗi xilanh được mở ra, và nhẹ nhàng đẩy nhẹ pit-tông để đẩy hết phần khí trong ống ra ngoài, trước khi buộc lại các ống cao su này. Sau đó, thể tích dung dịch trong mỗi ống được ghi lại. Các xilanh được đặt thẳng đứng và giữ ở nhiệt độ 39°C. Các xilanh được lắc đều 30 phút sau khi ủ và mỗi tiếng trong khoảng 10 giờ đầu ủ. Lượng khí sinh ra khi lên men *in vitro* được xác định và ghi chép tại 3, 6, 12, 24, 48, 72 và 96 giờ lưu mẫu. Tổng số khí sinh ra tại các thời điểm được hiệu chỉnh dựa trên cơ sở khí sinh ra của xilanh trắng (không có mẫu chỉ chứa dịch dạ cỏ-dung dịch đệm).

Đặc điểm sinh khí của các mẫu thức ăn nghiên cứu được xử lý theo phương trình của $P = a + b(1 - e^{-ct})$ (Ørskov và McDonald, 1979), Trong đó, *P*: giá trị lượng khí sinh ra tại thời điểm *t*; *a*: lượng khí ban đầu; *b*: lượng khí sinh ra trong quá trình lên men; (*a*+*b*) tiềm năng sinh khí; *c* hằng số tốc độ khí sinh ra. Phần mềm Nway trên Excel của Chen (1997) được sử dụng để tính toán.

Phương pháp tính tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD), giá trị năng lượng ME và lượng axit béo mạch ngắn của khẩu phần (SCFA): Lượng khí sinh ra tại thời điểm 24 giờ ủ mẫu và kết quả phân tích thành phần hóa học

của thức ăn được sử dụng để ước tính giá trị năng lượng trao đổi (ME) và tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD_{inv}): $OMD_{inv} (\%) = 14,88 + 0,889 \times GP_{24} + 0,45 \times CP$; $ME (MJ/kg \text{ VCK}) = 3,78 - 0,0614GP_{24} + 0,168CP + 0,789EE + 0,227 \text{ Ash}$ ($R^2 = 0,819$) (Đinh Văn Mười, 2011) và $SCFA (mmol/200gVCK) = 0,0239 \times GP_{24} - 0,0601$. Trong đó: GP_{24} là thể tích khí trong xi lanh chứa mẫu tại thời điểm 24 giờ sau ủ; CP (%) là tỷ lệ protein thô, EE là mỡ thô, Ash là khoáng tổng số.

Thí nghiệm tiêu hóa *in sacco*

Thiết kế thí nghiệm và khẩu phần thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn (CRD). Tại mỗi thời điểm lưu mẫu, mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Các khẩu phần thí nghiệm gồm khẩu phần cơ sở được trộn với bột chè xanh hoặc tanin tinh khiết (Bảng 2.1). Tỷ lệ tanin bổ sung từ phụ phẩm chế biến chè là 0%, 0,3%; 0,5%; 0,7% tương ứng các nghiệm thức T0.0; T0.3; T0.5 và T0.7. Nghiệm thức TK0.5 là mức 0,5% tanin từ nguồn tanin tinh khiết. Thức ăn cơ sở được chuẩn bị như trong thí nghiệm sinh khối *in vitro*.

Tiến hành thí nghiệm: Thí nghiệm được thực hiện trên 2 bò đực Lai Sind trưởng thành, mỗ lỗ dò dạ cỏ, đặt canula, khối lượng trung bình 200 kg/con. Bò được nuôi nhốt cá thể và cho ăn bằng khẩu phần ăn cơ sở mức duy trì cỏ voi ăn tự do và 1 kg thức ăn hỗn hợp. Thời gian nuôi thích nghi 10 ngày, thời gian nuôi thí nghiệm 4 ngày để đặt mẫu và lấy mẫu. Thức ăn hỗn hợp được chia đều và cho ăn làm 2 lần vào 8 giờ sáng và 4 giờ chiều. Sau giai đoạn nuôi chuẩn bị 10 ngày để làm quen với thức ăn và ổn định lượng ăn vào, tiến hành đặt mẫu thí nghiệm vào dạ cỏ của bò thí nghiệm.

Thủ tục được tiến hành theo phương pháp của Orskov và cs. (1980). Cân 5g mẫu thức ăn trong mỗi khẩu phần đặt trong túi nylon, tốc độ phân giải VCK của cơ chất được xác định qua các thời điểm 4, 8, 12, 24 and 48 giờ lưu mẫu. Tại mỗi thời điểm lấy, mẫu được lấy ra và đặt ngay trong nước đá lạnh để dừng quá trình hoạt động VSV và rửa mảnh thức ăn bên ngoài bám vào túi. Toàn bộ mẫu được rửa dưới vòi nước chảy đến khi nước trong. Sau đó túi mẫu được đem sấy khô đến khối lượng không đổi ($65^{\circ}C$). Khối lượng túi và mẫu được cân và ghi chép. Tốc độ phân giải thức ăn được tính toán theo lượng VCK mẫu mất đi sau thời gian lưu mẫu, theo

phương trình của Ørskov và McDonald (1979): $p = a+b(1-e^{-ct})$. Động thái phân giải được mô tả: a = tỷ lệ rửa trôi; tiềm năng phân giải ($a+b$); c = tốc độ phân giải.

2.3.2.3. Các chỉ tiêu phân tích

Chất khô (DM) , protein thô (CP), mỡ thô (EE), xơ thô (CF) và tro tổng số (Ash) của thức ăn được xác định theo tiêu chuẩn tương ứng TCVN 4326:2001, TCVN 4328-1:2007, TCVN 4331 : 2001, TCVN 5714:2007 và TCVN 5611:2007. Chỉ tiêu NDF và ADF được phân tích theo phương pháp của Van Soest và cs. (1991). Tanin tổng số (%VCK) được phân tích theo phương pháp của AOAC (2000).

2.3.2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thô trên bảng tính Excel và phần mềm NEWAY, sau đó được tiến hành xử lý thống kê trên phần mềm SAS. Số liệu được phân tích theo mô hình tuyến tính đơn (General Linear Models - GLM) của phần mềm SAS (1998). Mô hình phân tích thống kê như sau:

Đối với thí nghiệm sinh khí *in vitro*:

$$Y_{ik} = \mu + T_i + \varepsilon_{ik}.$$

Trong đó: (Y_{ik}) là quan sát từ khẩu phần, (μ) là giá trị trung bình; (T_i) là ảnh hưởng của mức tanin ($i = 1, 2, 3, 4, 5$); k là ảnh hưởng của yếu tố lặp lại ($k = 1, 2, 3$); (ε_{ik}) là sai số ngẫu nhiên.

Đối với thí nghiệm *in sacco*:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}.$$

Trong đó: (Y_{ij}) là quan sát từ khẩu phần, (μ) là giá trị trung bình; (T_i) là ảnh hưởng của mức tanin ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), B_j là ảnh hưởng của gia súc ($j = 1, 2$); k là ảnh hưởng của yếu tố lặp lại ($k = 1, 2, 3$); (ε_{ijk}) là sai số ngẫu nhiên.

2.3.3. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chèn đến tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* và năng suất bò thịt nuôi vỗ béo

2.3.3.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện tại trang trại ông Nguyễn Văn Sơn – thôn

Đông Chi, xã Lệ Chi, huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội.

2.3.3.2. Gia súc và thức ăn thí nghiệm:

Gia súc thí nghiệm: Tổng số 24 bò lai Brahman (Brahman x LaiSind) nuôi vỗ béo, 16-18 tháng tuổi có khối lượng trung bình là $323,10 \pm 30,45$ kg (Mean $\pm$ SD).

Thức ăn thí nghiệm: gồm khẩu phần cơ sở (KPCS) và bột chè xanh được bổ sung các mức tanin khác nhau. Bột chè xanh thu từ phụ phẩm trong quá trình chế biến chè, được trộn kỹ với thức ăn tinh hỗn hợp của công ty Cargill theo tỷ lệ tính toán dựa trên lượng tanin cần bổ sung cho từng nghiệm thức trong thí nghiệm. Trong khẩu phần cơ sở, cây ngô chín sập được ủ với 0,5% muối và bảo quản trong thời gian 60 – 90 ngày trước khi cho gia súc ăn. Thức ăn thô xanh (cỏ tự nhiên) được thu cắt trong ngày. Thức ăn bột ngô, bã sắn được sử dụng tại trang trại. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn dùng trong thí nghiệm được trình bày ở Bảng 2. 4.

Bảng 2. 4. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của thức ăn thí nghiệm

Thức ăn	DM (%)	ME (kcal/kg DM)	Tính theo % VCK						
			CP	NDF	ADF	CF	EE	Ash	Tanin tổng số
Cỏ tự nhiên	25,68	2185	11,20	65,36	33,18	29,12	2,96	7,60	NA
Cây ngô ủ chua	28,12	2188	8,61	65,77	38,12	35,39	2,26	8,62	NA
Bã sắn	23,18	2767	3,60	62,22	39,12	8,78	0,11	1,83	NA
Ngô nghiền	90,28	3213	10,41	35,99	10,88	2,72	4,93	1,54	NA
TĂ tinh HH	90,81	3075	16,00	56,52	12,86	9,28	1,62	9,86	NA
Phụ phẩm chế biến chè	90,67	2816	22,88	32,45	21,13	18,33	2,08	6,36	25,22

Ghi chú: DM: chất khô; ME: năng lượng trao đổi; CP: Protein thô; NDF: xơ không tan bởi chất tẩy trung tính; ADF: xơ không tan bởi chất tẩy axit; Ash: khoáng tổng số. NA: không phân tích.

2.3.3.3. Thiết kế thí nghiệm

Gia súc thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên vào các nghiệm thức thí nghiệm theo phương pháp thiết kế khối ngẫu nhiên hoàn toàn (RCBD), mỗi lô lặp lại 6 lần. Khẩu phần thí nghiệm được bổ sung tanin ở mức 0,0%; 0,3%, 0,5% và 0,7 % tính theo vật chất khô thu nhận của khẩu phần, tương

ứng với các lô KP0.0; KP0.3; KP0.5 và KP0.7 (Bảng 2. 5). Các mức bổ sung tanin tương ứng với mức bổ sung phụ phẩm chế biến chè là 0%, 1,19%, 1,98%, 2,78% (tính theo chất khô của khẩu phần)(Bảng 2.3).

Bảng 2. 5. Sơ đồ thiết kế thí nghiệm

Chỉ tiêu	KP0.0	KP0.3	KP0.5	KP0.7
Gia súc	6	6	6	6
Khối lượng	321,62 ± 27,92	326,21 ± 30,36	319,18 ± 32,94	325,38 ± 30,33
Khẩu phần cơ sở	Cây ngô ủ chua: 30%; Cỏ tự nhiên: 10%; Bột ngô: 15%; Bã sắn: 10%; TAHH (*): 35%			
Mức tanin (% VCK thu nhận)	0	0,3	0,5	0,7

Ghi chú: (*) Thức ăn tinh hỗn hợp do Công ty TNHH Cargill sản xuất.

2.3.3.4. Quản lý thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành trong vòng 105 ngày, trong đó có 15 ngày đầu giai đoạn nuôi thích nghi. Trong thời gian nuôi thích nghi, bò được tiêm phòng bệnh tụ huyết trùng, lở mồm long móng và tẩy giun sán theo quy định của thú y đồng thời nhốt riêng và được cho ăn hai lần vào buổi sáng (8h) và buổi chiều (16h), nước uống và tảng khoáng liếm được cung cấp tự do. Thức ăn thí nghiệm bột chè xanh theo từng nghiệm thức trong thí nghiệm được tính toán và trộn đều với thức ăn tinh và được cung cấp cho gia súc ăn trước, sau đó các loại thức ăn thô xanh được lần lượt cung cấp cho gia súc (ngô ủ, cỏ tự nhiên). Thức ăn cung cấp và thức ăn thừa được cân hàng ngày trước khi cho ăn. Cuối giai đoạn thí nghiệm, tiến hành xác định tỷ lệ tiêu hóa, bò được thu phân theo từng cá thể trong 7 ngày.

2.3.3.5. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp xác định

Phương pháp xác định thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng: Mẫu thức ăn cho ăn và thức ăn thừa được lấy theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4325:2007. Các chỉ tiêu phân tích bao gồm: VCK, CP, NDF, ADF, khoáng tổng số và ước tính giá trị ME. Các chỉ tiêu VCK, CP và khoáng tổng số được phân tích theo các tiêu chuẩn tương ứng TCVN-4326-2001,

TCVN-4328-2007, TCVN-4327-2007. Chỉ tiêu NDF và ADF được phân tích theo phương pháp của Van Soest và cs. (1991). Giá trị ME được ước tính theo NRC (2001) ($GE \text{ (kcal)} = 4143 + 56EE + 15CP - 44Ash$ (các giá trị EE, CP, Ash tính theo % VCK; $DE \text{ (Mj/kg VCK)} = -4,4 + 1,10GE \text{ (Mj)} - 0,024CF \text{ (g)}$; $ME \text{ (Mj/kg VCK)} = 0,82DE$). Tanin tổng số được xác định theo phương pháp AOAC 952.03 (2000).

Lượng thức ăn thu nhận hàng ngày: Lượng thức ăn thu nhận hàng ngày của bò được xác định bằng cách cân lượng thức ăn cho ăn, thức ăn thừa hàng ngày theo từng cá thể; hàng tháng lấy mẫu thức ăn cho ăn, thức ăn thừa để phân tích thành phần hóa học (VCK, CP, NDF, ADF và khoáng tổng số) và ước tính giá trị ME. Lượng thức ăn thu nhận được tính toán dựa trên lượng thức ăn cho ăn, lượng thức ăn thừa và giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn.

Xác định tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng: Tỷ lệ tiêu hóa được xác định bằng phương pháp thu phân tổng số. Tổng lượng thức ăn cho ăn, thức ăn thừa và tổng lượng phân thải ra được xác định liên tục 4 ngày cuối thí nghiệm. Mẫu phân được lấy ở mức 5% tổng lượng phân thải ra. Mẫu thức ăn và mẫu phân được thu thập và bảo quản trong tủ lạnh âm sâu (-20°C). Đến cuối kỳ thu phân, các mẫu thức ăn cho ăn, mẫu thức ăn thừa, mẫu phân được trộn đều theo cá thể, lấy mẫu đại diện và gửi đi phân tích các chỉ tiêu VCK, CP, NDF, ADF và khoáng tổng số. Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng được tính dựa trên tổng lượng dinh dưỡng thu nhận và thải ra trong phân.

Xác định khối lượng cơ thể: Khối lượng bò được xác định ở các thời điểm: bắt đầu thí nghiệm và kết thúc thí nghiệm. Bò được cân từng con vào buổi sáng, trước khi cho ăn. Bò được cân liên tiếp trong hai ngày và lấy số liệu trung bình. Khối lượng bò được xác định bằng cân điện tử RudWeight.

Phương pháp xử lý thống kê: Số liệu được xử lý thô trên bảng tính Excel sau đó được tiến hành xử lý thống kê trên phần mềm SAS. Số liệu được phân tích theo mô hình tuyến tính đơn (General Linear Models - GLM) của phần mềm SAS (1998). Dữ liệu được phân tích bằng cách sử dụng mô hình thống kê như sau:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Trong đó (Y_{ij}) là giá trị trung bình, (T_i) là ảnh hưởng của khẩu phần thí nghiệm ($i = 1, 2, 3, 4, 5$); B_j là ảnh hưởng của khối ($j = 1, 2, 3, 4$); (ϵ_{ij}) là sai số ngẫu nhiên.

2.3.4. Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin trong phụ phẩm chế biến chè đến mức độ và cường độ phát thải khí CH_4 từ dạ cỏ bò thịt nuôi vỗ béo

2.3.4.1. Thiết kế thí nghiệm

Thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của tanin phụ phẩm chế biến chè đến mức độ và cường độ phát khí CH_4 được thiết kế và tiến hành cùng thí nghiệm tại mục 2.3.3.1.

2.3.4.2. Các chỉ tiêu theo dõi

Xác định lượng CH_4 thải ra: Lượng CH_4 thải ra hàng ngày được xác định theo phương pháp của Madsen và cs. (2010) dựa trên tỷ lệ CH_4/CO_2 thải ra từ dạ cỏ. Mẫu khí được thu thập 2 ngày liên tục ở hai thời điểm: bắt đầu thí nghiệm (sau 15 ngày nuôi thích nghi) và kết thúc thí nghiệm. Phương pháp thu thập mẫu khí và đo trên máy được tiến hành theo hướng dẫn của Sophea và Preston (2011). Sau đó mẫu khí được bơm vào dụng cụ đựng khí có tính chống thấm thấu khí và gửi đi phân tích nồng độ CH_4 và CO_2 trong vòng ba ngày. Mẫu khí được phân tích bằng máy GASMET Portable Analyser tại phòng thí nghiệm Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh theo quy trình của nhà sản xuất. Tổng lượng CH_4 thải ra mỗi ngày được sử dụng để tính toán cường độ phát thải CH_4 : lượng CH_4 thải ra theo kg VCK, NDF, ADF thu nhận (tương ứng là lít/kg VCK, lít/kg NDF, lít/kg ADF). Lượng khí CO_2 thải ra/ngày (a) được ước tính từ tổng lượng ME ăn vào và tổng lượng nhiệt sản sinh theo công thức: $a \text{ (lít/ngày)} = \text{tổng lượng nhiệt sản sinh (HP, heat production)}/21,75$; $HP \text{ (kj)} = \text{kj ME ăn vào} - (\text{kg tăng khối lượng} \times 20.000 \text{ kj/kg tăng khối lượng})$. Quy đổi khí CH_4 ra năng lượng thô theo phương pháp, 1 lít CH_4 tương đương 0,71 g metan; tương đương 0,04 MJ năng lượng thô.

Tính cường độ phát thải khí CH_4 : Tổng lượng CH_4 thải ra mỗi ngày được sử dụng để tính toán cường độ phát thải CH_4 : lượng CH_4 thải ra theo kg VCK, NDF, ADF thu nhận (tương ứng là lít/kg VCK, lít/kg NDF, lít/kg ADF).

2.3.4.3. Xây dựng phương trình ước tính lượng CH₄ từ lượng thu nhận và tỷ lệ tanin trong khẩu phần

Sử dụng thuật toán “Best Subset” để xác định các biến tương quan chặt chẽ đến tổng lượng CH₄ thải ra. Sau đó sử dụng thuật toán “General Regression” để xây dựng phương trình chẩn đoán lượng CH₄ thải ra. Các thuật toán được tính hành trên phần mềm Minitab 16.

Các tham số thống kê đánh giá độ chính xác của phương trình bao gồm: Sai khác tuyệt đối trung bình (MAB, Mean Absolute Bias); Sai khác tương đối (RAB, Relative Absolute Bias); Hệ số xác định (R²); Sai số chuẩn của phương trình chẩn đoán khi chẩn đoán trên dữ liệu sử dụng để xây dựng phương trình (SEC, Standard Error of Calibration); Sai số chuẩn của phương trình chẩn đoán khi chẩn đoán dự liệu mới (SEP, Standard Error of Prediction); Sai số tương đối của phương trình chẩn đoán khi chẩn đoán trên dữ liệu sử dụng để xây dựng phương trình (RSEC, Relative Standard Error of Calibration); Sai số chuẩn của phương trình chẩn đoán khi chẩn đoán dự liệu mới (RSEP, Relative Standard Error of Prediction).

$$MAB = \frac{\sum_{i=1}^n Q - P_i}{n} \quad RAB = \frac{MAB}{O} * 100 \quad R^2 = 1 - \frac{SSE_{\text{erro}}}{SST_{\text{ota}}}$$

Các tham số thống kê đánh giá độ tin cậy của phương trình bao gồm:

$$SEC, SEP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q - P_i)^2}{n}} \quad RSEC, RSEP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n Q^2}} * 100$$

$$\text{Predicted } R^2 = 1 - \frac{PRESS}{SST_{\text{ota}}}$$

Ghi chú: SS error: Tổng bình phương của các sai số; SS Total = SS Factor + SS Error (SS Factor là tổng bình phương của các nghiệm thức thí nghiệm).

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ

3.1.2. Kết quả khảo sát nguồn phụ phẩm chế biến chè

3.1.1.1. Kết quả khảo sát năng suất chè tại các tỉnh điều tra

Việc điều tra đã tiến hành điều tra các đối tượng có tham gia đến việc trồng và chế biến, sản xuất chè tại 3 tỉnh Thái Nguyên, Phú Thọ, Bắc Kạn. Đối tượng điều tra gồm có cả hộ gia đình, làng nghề, HTX sản xuất chè, HTX sản xuất và chế biến chè, HTX chế biến và xuất khẩu chè. Từ đó tổng hợp và được thể hiện ở Bảng 3. 1.

Bảng 3. 1. Kết quả khảo sát năng suất chè tại các tỉnh điều tra

Tỉnh	Giống chè	Diện tích (ha)	NS chè tươi (tấn/ha/năm)	SL chè tươi (tấn/năm)	Lượng chè tươi chế biến(tấn/năm)	
					Thủ công	Công nghiệp
Thái Nguyên	Trung du	78,40	14,40	1128,96	380,46	748,50
	LPD1	98,70	15,01	1481,49	499,26	982,23
	Kim Tuyên	27,60	13,57	374,53	126,22	248,31
	Phúc Vân Tiên	17,50	11,35	198,63	66,94	131,69
	PH1	0,30	11,08	3,32	1,12	2,20
	LPD2	0,20	12,46	2,49	0,84	1,65
	Tri 777	45,90	9,39	431,00	145,25	285,75
Phú Thọ	Trung du	25,13	9,69	243,51	82,06	161,45
	LPD1	91,30	10,52	960,48	323,68	636,80
	Kim Tuyên	7,07	10,80	76,36	25,73	50,62
	Phúc Vân Tiên	11,70	7,75	90,68	30,56	60,12
	PH1	72,60	15,51	1126,03	379,47	746,56
	LPD2	76,90	11,91	915,88	308,65	607,23
Bắc Kạn	Trung du	68,51	12,74	872,82	294,14	578,68
	LPD1	53,06	13,99	742,31	250,16	492,15
	Phúc Vân Tiên	25,60	11,08	283,65	95,59	188,06
	Bát Tiên	28,70	11,08	318,00	107,16	210,83
Tổng		729,17	202,33	9250,11	3117,29	6132,83

Kết quả khảo sát năng suất chè tại các tỉnh điều tra ở Bảng 3. 1 cho thấy:

Tỉnh Thái Nguyên: Kết quả khảo sát cho thấy có 7 giống chè được trồng

tại tỉnh thì những giống chè mới như LPD1 có diện tích trồng lớn nhất với 98,7 ha, năng suất đạt 15,01 tấn/ha/năm. Theo đó sản lượng chè khô và phụ phẩm chế biến chè của giống này cũng cao nhất lần lượt là 296,30 tấn/năm và 39,59 tấn phụ phẩm/năm. Tiếp đến là giống Trung Du, giống này có diện tích 78,40 ha, cho năng suất và sản lượng chè tươi cũng như sản lượng chè khô và lượng phụ phẩm chế biến chè khá cao. Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè của các giống Trung Du, LPD1, TRI777 gần như là ngang nhau chiếm từ 12,6% đến 13,36%. Với các giống như LPD2 hay PH1 có diện tích trồng khá nhỏ chỉ khoảng 0,2-0,3 ha, giống PH1 có năng suất thấp hơn so với giống LPD1 và chỉ đạt 11,08 tấn/ha/năm, lượng phụ phẩm chế biến chè vì vậy thu được cũng thấp hơn chỉ có 0,02 tấn đối với giống PH1 và chỉ đạt 0,03 tấn đối với giống LPD2. Các giống như Kim Tuyên, Phúc Vân Tiên có diện tích trồng chè cũng không đáng kể.

Qua quá trình chế biến thì thu được lượng phụ phẩm chế biến chè là 4,93 tấn/năm đối với giống chè Phúc Vân Tiên với tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè là 6,58% và 3,29 tấn/năm đối với giống chè Phúc Vân Tiên với tỷ lệ phụ phẩm của giống chè này là 8,28%. Nhìn chung lượng phụ phẩm của tỉnh Thái Nguyên là dồi dào tổng các phụ phẩm của các giống là 87,51 tấn, lớn nhất trong ba tỉnh điều tra (Bảng 3. 2).

Tỉnh Phú Thọ: Đây cũng là một tỉnh có diện tích trồng chè tương đối lớn trên cả nước. Trong các giống, giống chè LPD1 có diện tích trồng lớn nhất 91,3 ha so với các giống khác, giống như PH1, LPD2 cũng được trồng khá phổ biến (72,6 ha và 76,9 ha), thấp nhất là giống chè Kim Tuyên (7,07 ha). Do một số yếu tố như khí hậu, địa hình, đất đai... nên năng suất của mỗi giống cũng không đều nhau theo diện tích, năng suất của giống PH1 đạt cao nhất (15,51 tấn/ha/năm), tiếp đến là giống LPD2, LPD1, Kim Tuyên. Giống chè Phúc Vân Tiên thì năng suất thấp chỉ đạt 7,75 tấn/ha/năm.

Giống chè như LPD1 có lượng phụ phẩm là lớn nhất (29,08 tấn/năm). Mặc dù năng suất và sản lượng chè tươi của giống chè LPD1 thu được không cao bằng giống PH1 nhưng tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè của giống này chiếm 15,14% cao nhất so với các giống còn lại. Giống chè Kim Tuyên và Phúc Vân Tiên cùng cho lượng phụ phẩm thu được ngang nhau, không có sự chênh lệch nhiều và chiếm lượng phụ phẩm thấp nhất với tỷ lệ phụ phẩm của 2 giống này lần lượt là 7,36% và 6,06% (Bảng 3. 2).

Bảng 3. 2. Kết quả ước tính phụ phẩm chế biến chè tại các tỉnh điều tra

Tỉnh	Giống chè	Diện tích (ha)	Tổng SL chè khô (tấn/năm)	Lượng PP chế biến chè (tấn/năm)	Tỷ lệ PP chế biến chè (%)
Thái Nguyên	Trung du	78,40	225,79	28,45	12,6
	LPD1	98,70	296,30	39,59	13,36
	Kim Tuyên	27,60	74,91	4,93	6,58
	Phúc Vân Tiên	17,50	39,73	3,29	8,28
	PH1	0,30	0,66	0,04	6,56
	LPD2	0,20	0,50	0,02	4,76
	Tri 777	45,90	86,20	11,19	12,98
Phú Thọ	Trung du	25,13	48,70	7,00	14,38
	LPD1	91,30	192,10	29,08	15,14
	Kim Tuyên	7,07	15,27	1,12	7,36
	Phúc Vân Tiên	11,70	18,14	1,10	6,06
	PH1	72,60	225,21	25,54	11,34
	LPD2	76,90	183,18	16,05	8,76
Bắc Kạn	Trung du	68,51	174,56	20,04	11,48
	LPD1	53,06	148,46	19,66	13,24
	Phúc Vân Tiên	25,60	56,73	2,36	4,16
	Bát Tiên	28,70	63,60	2,84	4,46
Tổng		729,17	1850,04	212,30	161,50

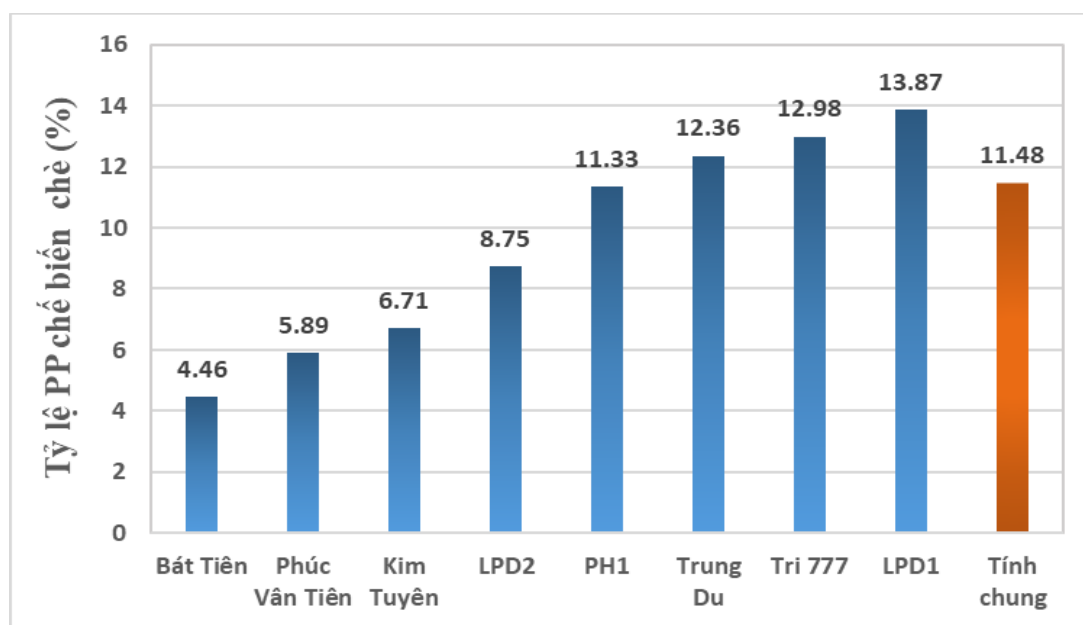
Tỉnh Bắc Kạn: Ở đây trồng 4 giống chè chủ yếu là Trung Du, LPD1, Bát Tiên và Phúc Vân Tiên, trong đó giống chè Trung du được trồng với diện tích lớn nhất là 68,51ha, tiếp đó là đến chè LPD1 có 53,06 ha trồng. Giống chè LPD1 cho năng suất cao hơn 1,25 tấn/ha/năm so với giống chè Trung Du. Lượng phụ phẩm chế biến chè thu được của 2 giống chè trên cũng thu được lớn nhất với tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè là 13,24% và 11,48%. Hai giống Phúc Vân Tiên và Bát Tiên ở tỉnh này được trồng với diện tích nhỏ hơn chưa đến 30ha và cho năng suất tương đối đồng đều nhau là 11,08 tấn/ha/năm. Tỷ lệ phụ phẩm của 2 giống này tương đương nhau (Bảng 3. 2). Nhìn chung đây là 2 giống chè cho tỷ lệ phụ phẩm thấp nhất không chỉ riêng tỉnh Bắc Kạn mà còn đối với 2 tỉnh còn lại.

3.1.1.2. Lượng phụ phẩm chế biến chè của các giống chè

Kết quả khảo sát trên 7 giống chè Trung du, LPD1, Kim Tuyên, Phúc Vân Tiên, PH1, TRI777, LPD2 được thể hiện ở Bảng 3. 3Error! Reference source not found. và minh họa qua Error! Reference source not found..

Bảng 3. 3. Ảnh hưởng của giống đến tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè

Giống	Tổng SL chè tươi (tấn)	Tổng SL chè khô (tấn)	Tổng SL phụ phẩm chế biến chè (tấn)	Tỷ lệ PP chế biến chè (%)
Trung du	2245,29	449,06	55,49	12,36
LPD1	3184,27	636,85	88,32	13,87
Kim Tuyên	450,89	90,18	6,05	6,71
Phúc Vân Tiên	572,95	114,59	6,75	5,89
PH1	1129,35	225,87	25,58	11,33
LPD2	918,37	183,67	16,07	8,75
Tri 777	431,00	86,20	11,19	12,98
Bát Tiên	318,00	63,60	2,84	4,46
Tính chung	9250,11	1850,02	212,30	11,48



Hình 3. 1. Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè theo giống chè (%)

Trong tất cả các loại giống, tỷ lệ phụ phẩm cao nhất ở giống LPD1 (13,87%), tiếp đến là giống Trung Du (12,36%). Các giống như PH1,

LPD1, TRI777 có tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè đạt ở mức trung bình là 11,33%; 8,75%; 12,98%). Giống Bát Tiên có tỷ lệ phụ phẩm thấp nhất (4,46%).

Như vậy, giống chè LPD1, Trung Du sau khi chế biến có tỷ lệ phụ phẩm cao, là nguồn phụ phẩm tiềm năng làm thức ăn bổ sung cho bò.

3.1.1.3. Kết quả khảo sát lượng phụ phẩm chế biến chè theo địa phương

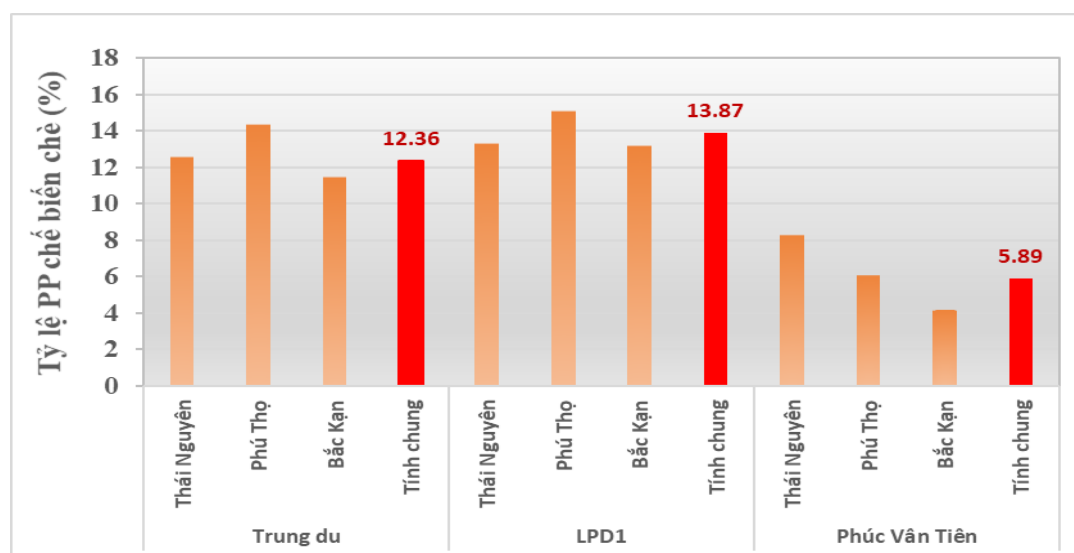
Ba tỉnh trên đều là những tỉnh có diện tích trồng chè tương đối lớn trên cả nước. Thái Nguyên là một tỉnh trung du miền núi nhưng địa hình lại không phức tạp lắm so với các tỉnh trung du, miền núi khác. Đây là một thuận lợi của Thái Nguyên cho canh tác nông lâm nghiệp và phát triển kinh tế - xã hội nói chung so với các tỉnh trung du miền núi khác. Đất đồi chiếm 31,4% diện tích tự nhiên chủ yếu hình thành trên cát kết, bột kết phiến sét và một phần phù sa cổ kiến tạo. Một số vùng như Đại Từ, Phú Lương... có độ cao từ 150 m đến 200 m, độ dốc từ 5 đến 20% rất phù hợp đối với cây công nghiệp và cây ăn quả lâu năm, đặc biệt là cây chè. Nằm trong vùng khí hậu cận nhiệt đới ẩm, nhưng do địa hình nên khí hậu Thái Nguyên vào mùa đông được chia thành 3 vùng rõ rệt: vùng lạnh nhiều, vùng lạnh vừa và vùng ấm rất thuận lợi cho sự phát triển của cây chè. Tương tự như tỉnh Thái Nguyên, Bắc Kạn, Phú Thọ cũng là những tỉnh có diện tích trồng chè lớn với những điều kiện tự nhiên, thổ nhưỡng và tình hình phát triển kinh tế thích hợp cho sự phát triển của chè.

Kết quả nghiên cứu khảo sát ở ba tỉnh Thái Nguyên, Phú Thọ, Bắc Kạn trên cùng một giống chè và diện tích trồng được trình bày ở Bảng 3. 4 và minh họa qua Hình 3. 2.

Với giống chè trung du tổng sản lượng chè tươi của tỉnh Thái Nguyên là cao nhất 1128,96 tấn, tỉnh Phú Thọ thấp nhất chỉ đạt 243,51 tấn, thấp hơn 6 lần so với tỉnh sản lượng chè tươi tỉnh Thái Nguyên. Tổng sản lượng chè tươi của tỉnh Bắc Kạn đứng thứ 2 đạt 872,82 tấn. Từ sản lượng chè tươi Trung Du của 3 tỉnh kéo theo lượng chè khô cũng biến động về số lượng. Về phụ phẩm chè, tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè trung bình chiếm 12,60%, 14,38% và 11,48% ở Thái Nguyên, Phú Thọ và Bắc Kạn.

Bảng 3. 4. Ảnh hưởng của địa phương đến tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè

Giống	Tỉnh	Tổng SL chè tươi (tấn)	Tổng SL chè khô (tấn)	Tổng SL phụ phẩm chế biến chè(tấn)	Tỷ lệ PP chế biến chè (%)
Trung du	Thái Nguyên	1128,96	225,79	28,45	12,60
	Phú Thọ	243,51	48,70	7,00	14,38
	Bắc Kạn	872,82	174,56	20,04	11,48
	<i>Tổng</i>	<i>2245,29</i>	<i>449,06</i>	<i>55,49</i>	<i>12,36</i>
LPD1	Thái Nguyên	1481,49	296,30	39,59	13,36
	Phú Thọ	960,48	192,10	29,08	15,14
	Bắc Kạn	13,99	148,46	19,66	13,24
	<i>Tổng</i>	<i>2455,95</i>	<i>636,85</i>	<i>88,32</i>	<i>13,87</i>
Phúc Vân Tiên	Thái Nguyên	198,63	39,73	3,29	8,28
	Phú Thọ	90,68	18,14	1,10	6,06
	Bắc Kạn	283,65	56,73	2,36	4,16
	<i>Tổng</i>	<i>572,95</i>	<i>114,59</i>	<i>6,75</i>	<i>5,89</i>

**Hình 3. 2. Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè theo địa phương**

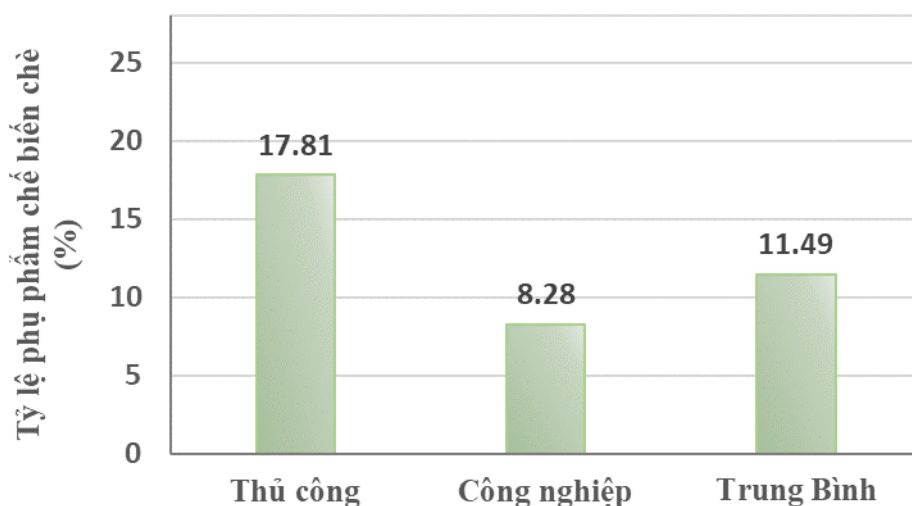
Với giống chè LPD1, tỉnh Thái Nguyên là tỉnh có tổng sản lượng chè khô và chè tươi cao nhất, tổng lượng phụ phẩm chế biến chè của tỉnh này là 39,59 tấn, cao hơn 20 tấn so với tỉnh Bắc Kạn. Về tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè thì tỉnh Phú Thọ có tỷ lệ phụ phẩm cao nhất 15,14%, thấp nhất là tỉnh Bắc Kạn.

Tương tự như 2 giống trên thì chè Phúc Vân Tiên của ba tỉnh thì tỉnh Thái Nguyên có tỷ lệ phụ phẩm cao nhất trên lượng phụ phẩm chế biến chè là 3,29 tấn, tỉnh Bắc Kạn cho tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè là thấp nhất.

Tổng lượng phụ phẩm chế biến chè của 3 loại trên khác nhau ở địa phương, trong đó tỉnh Thái Nguyên có sản lượng phụ phẩm chế biến chè cao nhất, tiếp đó là tỉnh Phú Thọ, cuối cùng là tỉnh Bắc Kạn. Tổng sản lượng phụ phẩm chế biến chè tạo ra của mỗi tỉnh đều rất lớn, chiếm tỷ lệ cao trong tổng số chè khô sản xuất được. Theo khảo sát thì tổng sản lượng phụ phẩm chế biến chè của 3 giống của 3 tỉnh là khá lớn đạt 150,06 tấn chè.

3.1.1.4. Ảnh hưởng của chế biến đến số lượng của phụ phẩm chế biến chè

Sản lượng của chè phụ thuộc khá nhiều vào cách chế biến. Với mỗi phương pháp chế biến đều có những ưu nhược điểm riêng, tỷ lệ chè vụn cũng như tổng lượng chè khô khác nhau. Kết quả nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của chế biến thủ công và công nghiệp được thể hiện trong Bảng 3. 5 và minh



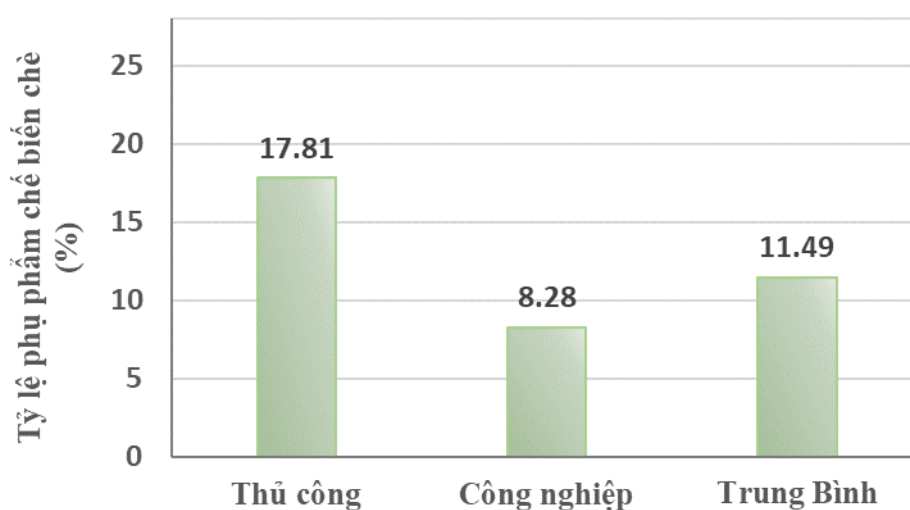
họa qua

Hình 3. 3.

Bảng 3. 5. Ảnh hưởng của phương pháp chế biến đến tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè

Chỉ tiêu	Phương pháp chế biến		Tổng
	Thủ công	Công nghiệp	
Tổng sản lượng chè khô (tấn/năm)	623,46	1226,57	1850,02
Tổng SL phụ phẩm chế biến chè (tấn/năm)	111,06	101,56	212,62
Phần trăm phụ phẩm (%)	17,81	8,28	11,49

Nhìn vào bảng tổng hợp số liệu ảnh hưởng của chế biến đến lượng phụ phẩm chế biến chè ta nhận thấy: Tổng sản lượng chè khô khi được chế biến bằng phương pháp thủ công là 623,46 tấn/năm bằng một nửa so với sản lượng chè khô khi được chế biến bằng phương pháp công nghiệp. Tổng lượng chè khô khi được chế biến bằng hai phương pháp trên khá lớn 1850,02 tấn/năm. Điều này có thể dễ dàng nhận thấy khi phương pháp chế biến bằng máy công nghiệp ngày nay đang chiếm ưu thế khi quá trình sản xuất cho ra sản lượng chè lớn hơn so với phương pháp thủ công, nó tiết kiệm được thời gian cũng như công sức lao động.



Hình 3. 3. Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè theo phương thức chế biến

Phương pháp thủ công cho phần trăm tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè là 17,81% cao gấp đôi so với chế biến công nghiệp, mặc dù tổng lượng chè khô khi chế biến bằng phương pháp thủ công thấp hơn gần nửa so với phương pháp máy công nghiệp. Phương pháp máy công nghiệp hạn chế sự tiếp xúc của người lao động với quá trình chế biến chè nên số lượng phụ phẩm chế biến chè vụn tạo ra thấp. Tỷ lệ phần trăm phụ phẩm của chè khi chế biến bằng 2 phương pháp là 11,49% trong tổng lượng chè khô xuất ra. Lượng phụ phẩm chế biến chè này nếu bỏ đi không được tận dụng thì không những lãng phí mà còn ảnh hưởng đến môi trường. Chính vì vậy, khi tận dụng được lượng phụ phẩm chế biến chè này thì sẽ là nguồn nguyên liệu thức ăn bổ sung cho bò, đồng thời tạo thêm thu nhập cho người trồng chè và chế biến chè.

3.1.1.4. Ước lượng lượng phụ phẩm chế biến chè tại các tỉnh điều tra

Kết quả ước lượng phụ phẩm chế biến chè được trình bày tại Bảng 3. 6 ta có thể nhận thấy: Tiến hành khảo sát ước lượng số lượng phụ phẩm chế biến chè tại 3 tỉnh Thái Nguyên, Phú Thọ, Bắc Kạn. Ở Thái Nguyên có diện tích trồng chè là 16,726 ha, năng suất chè tươi thu được vì vậy cũng cao nhất đạt 12,5 tấn/ha. Số lượng chè tươi và chè khô thu được cũng chiếm sản lượng cao, chè tươi đạt 208,6 nghìn tấn/năm. Trong khi đó, tỉnh Phú Thọ chỉ đạt 172,1 nghìn tấn/năm. Thấp nhất là tỉnh Bắc Kạn 34,2 nghìn tấn/năm, thấp hơn 7 lần so với tỉnh Thái Nguyên.

Bảng 3. 6. Ước lượng lượng phụ phẩm chế biến chè tại các tỉnh điều tra

Tỉnh	Diện tích (ha)	NS chè tươi (tấn/ha)	SL chè tươi (nghìn tấn/năm)	SL chè khô (nghìn tấn/năm)	SL phụ phẩm chế biến chè (ước tính) (nghìn tấn/năm)
Thái Nguyên	16,726	12,5	208,6	41,7	4,8
Phú Thọ	15,600	11,0	172,1	34,5	4,0
Bắc Kạn	2,800	12,2	34,2	6,8	0,8
Tổng	35,126		414,9	83,0	9,6

Tuy vậy, số lượng phụ phẩm chế biến chè ước tính của cả 3 tỉnh tương đối cao, cao nhất là tỉnh Thái Nguyên với 4,8 nghìn tấn/năm. Tỉnh Phú Thọ tuy có diện tích trồng chè thấp hơn (15,600 ha) nhưng số lượng chè tươi thu được cũng khá lớn, kéo theo đó là lượng phụ phẩm ước tính cũng khá cao 4,0 nghìn tấn/năm. Chỉ thấp hơn tỉnh Thái Nguyên 0,8 nghìn tấn/năm. Còn đối với tỉnh Bắc Kạn tuy diện tích trồng chè thấp nhất trong 3 tỉnh chỉ có 2,8 ha nhưng năng suất chè tươi thu được rất cao 12,2 tấn/ha. Vì diện tích trồng ít nên số lượng chè tươi cũng như lượng chè khô thu được của tỉnh này chỉ đạt 34,2 nghìn tấn/năm với chè tươi và 6,8 nghìn tấn/năm đối với chè khô. Lượng phụ phẩm chế biến chè của tỉnh Bắc Kạn đạt 0,8 nghìn tấn/ năm, tuy diện tích trồng chè của tỉnh Bắc Kạn nhỏ nhưng lượng phụ phẩm chế biến chè ước tính của tỉnh này cũng tương đối cao.

Như vậy, xét trên 3 tỉnh trên thì tổng lượng phụ phẩm chế biến chè của 3 tỉnh là 9,5 nghìn tấn/năm. Đây là con số khá lớn cho một lượng phụ phẩm nông nghiệp, nếu được dùng làm nguồn thức ăn bổ sung cho bò thì đây là

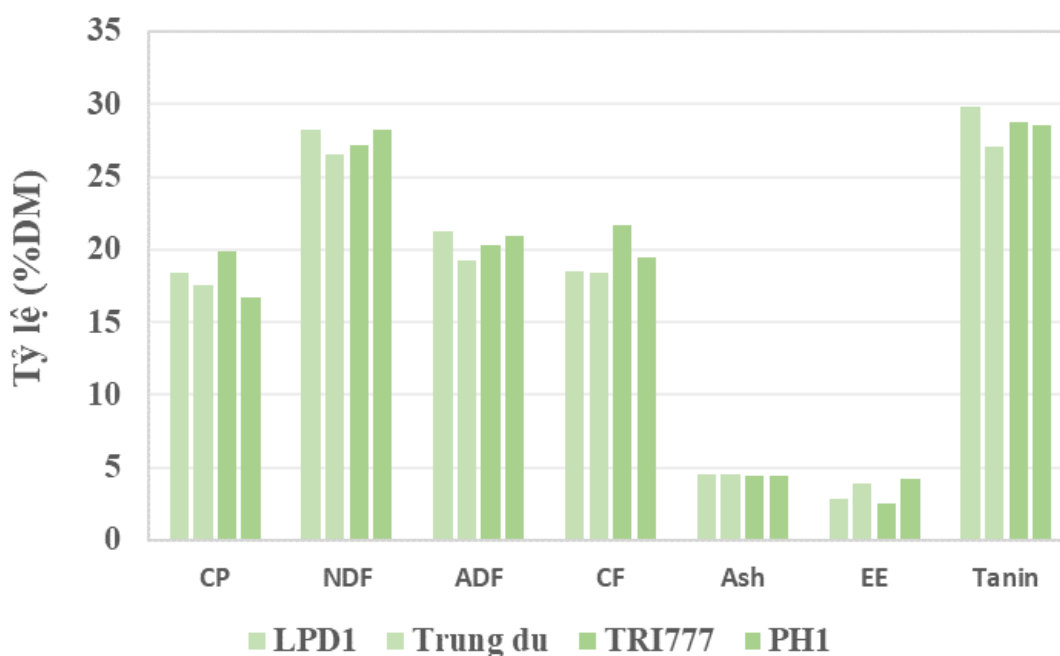
nguồn phụ phẩm sẵn có và dồi dào.

3.1.2. Phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến thành phần hóa học của phụ phẩm chế biến chè

Đề tài đã tiến hành phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến thành phần hóa học của chè. Kết quả cho thấy, thành phần hóa học của chè ảnh hưởng bởi giống và địa phương ($P < 0,05$), trong khi yếu tố phương pháp chế biến không có ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê.

3.1.2.1. Ảnh hưởng của giống chè đến thành phần hóa học của chè

Phân tích thành phần hóa học của 4 giống chè LPD1, Trung du, TRI777, PH1 được thể hiện ở Bảng 3. 7 và minh họa qua



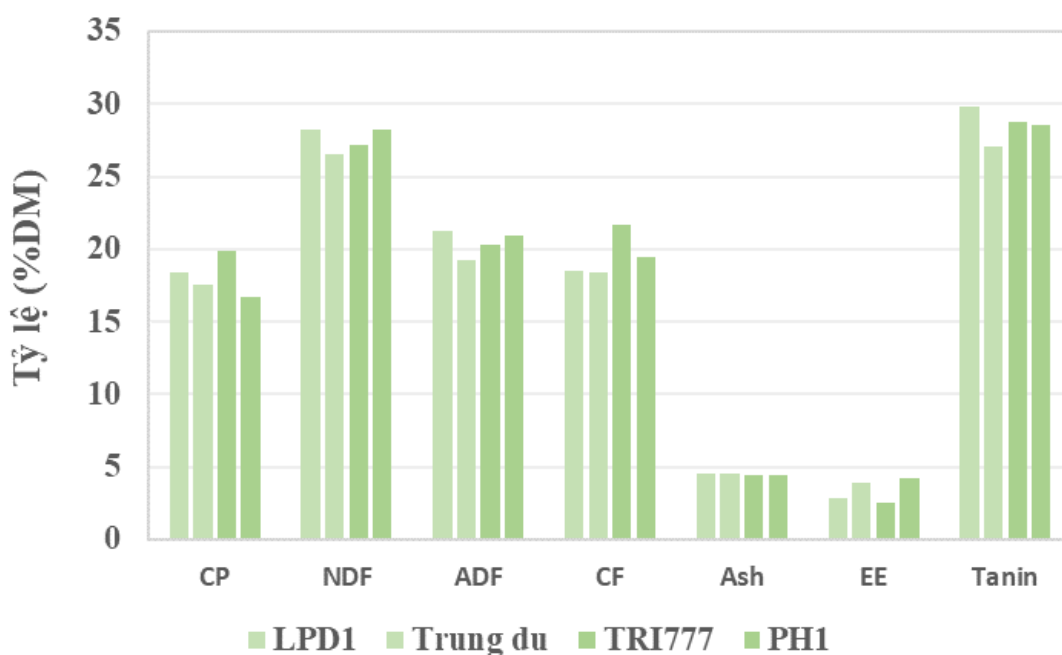
Hình 3. 4.

Bảng 3. 7. Ảnh hưởng của giống chè đến TPHH của chè

Giống	DM	CP	NDF	ADF	CF	Ash	EE	Tanin
	(%)	% DM						
LPD1	35,4	18,4	28,2	21,3	18,5	4,6	2,9	29,8
Trung du	36,6	17,6	26,5	19,3	18,4	4,6	3,9	27,1
TRI777	33,7	19,9	27,2	20,3	21,7	4,5	2,5	28,8
PH1	35,3	16,7	28,2	20,9	19,5	4,4	4,2	28,5

Tỷ lệ vật chất khô của phụ phẩm chế biến chè giống Trung Du là cao nhất

(36,6%), thấp nhất là chè TRI777 (33,7%). Về hàm lượng protein thô, phụ phẩm chế biến chè của giống PH1 có tỷ lệ thấp nhất (16,7%, cao nhất là giống TRI777 (19,9%). Hàm lượng NDF cao nhất là giống chè LPD1 và PH1 (28,2%), thấp nhất là giống Trung Du (26,5%). Tỷ lệ % giữa hàm lượng CF và ADF của các giống chè gần bằng nhau, cao nhất là giống chè TRI777 với hàm lượng CF là 21,7%, thấp nhất là giống chè Trung Du (18,4%). Các giống chè trên có tỷ lệ EE từ 2,5% (Tri 777) đến chiếm 4,2% (PH1).



Hình 3. 4. Ảnh hưởng của giống đến thành phần hóa học của phụ phẩm chế biến chè

Tanin của cả 4 giống chè trên đều gần như bằng nhau và chiếm tỷ lệ rất cao (27,1-29,8%). Hàm lượng tanin cao nhất là chè LPD1 29,8%, hai giống TRI777 và PH1 có lượng tanin gần bằng nhau. Giống chè Trung du có tanin trong chè thấp nhất 27,1%.

Tanin có vị chát làm se lưỡi, ngoài ra, chúng có thể bị enzym oxy hóa thành các hợp chất có màu đỏ hoặc nâu. Đây là hai đặc điểm quan trọng nhất được tận dụng trong quá trình chế biến chè. Tất cả các thuộc tính cơ bản của nước chè như màu, vị, mùi, đều liên quan ít nhiều đến tanin và các chất dẫn xuất của tanin. Tanin có vị đắng, nhưng trong quá trình chế biến thì vị đắng ban đầu lại chuyển thành vị chát dễ chịu. Hợp chất tanin đóng

vai trò quan trọng nhất đối với chất lượng chè thành phẩm. Như vậy, thành phần hóa học của các giống chè tương đối giống nhau và không có sự chênh lệch nhiều về các chỉ tiêu hóa học.

3.1.2.2. Ảnh hưởng của địa phương đến thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của phụ phẩm chế biến chè

Mỗi tỉnh thành trồng chè lại có điều kiện thời tiết, thổ nhưỡng cũng như cách chăm sóc chè khác nhau, chính vì vậy mà thành phần hóa học của giống chè ở mỗi địa phương lại có sự khác biệt. Kết quả được thể hiện ở Bảng 3. 8.

Bảng 3. 8. Ảnh hưởng của địa phương đến TPHH của chè

Giống	Địa phương	DM	CP	EE	CF	NDF	ADF	Ash	Tanin
		(%)	(%DM)						
Trung du	Thái Nguyên	38,4	18,2	3,7	18,3	27,3	19,9	3,6	24,4
	Phú Thọ	36,1	17,1	3,9	18,9	26,8	19,5	4,7	26,6
	Bắc Kạn	35,3	17,5	3,1	17,9	27,4	18,5	4,9	23,7
LPD1	Thái Nguyên	35,7	19,3	2,3	19,2	30,5	22,5	4,6	25,5
	Phú Thọ	36,2	18,1	3,7	18,2	26,6	20,8	3,9	20,6
	Bắc Kạn	34,2	17,8	2,4	18,1	27,5	20,6	5,3	20,9

Với giống chè Trung Du, chè được trồng ở tỉnh Thái Nguyên có hàm lượng vật chất khô chiếm 38,4% cao nhất, sau đó đến tỉnh Phú Thọ là 36,1%, sau cùng là Bắc Kạn là tỉnh có chè Trung du với lượng vật chất khô thấp nhất 35,3%. Tương tự, lượng ADF và NDF của chè được trồng ở tỉnh Thái Nguyên cũng cho tỷ lệ cao hơn 27,3% NDF cao hơn 0,5% so với Phú Thọ và Bắc Kạn, lượng ADF cũng chiếm hàm lượng cao nhất 19,9%, Tanin trong chè Trung du được trồng tại tỉnh Phú Thọ chiếm tỉ lệ cao nhất 26,6%, tỉnh Thái Nguyên cũng cho chè có hàm lượng tanin tương đối cao.

Giống chè LPD1 nhìn chung của tỉnh Thái Nguyên cũng có tỉ lệ các thành phần hóa học trong chè cao nhất so với hai tỉnh còn lại, Lượng protein thô trong chè đạt 19,3% cao hơn so với tỉnh Bắc Kạn 1,5%. Lượng NDF cũng cao hơn 2% so với chè được trồng tại tỉnh Phú Thọ và Bắc Kạn, điển hình

nhất là hàm lượng tanin, tanin trong chè của Thái Nguyên cao hơn hẳn so với hai tỉnh còn lại đạt 25,5%, cao hơn 5% so với tỉnh còn lại, điều này chứng tỏ: Chè được trồng tại tỉnh Thái Nguyên có vị chất hơn, hàm lượng các chất có trong chè tại đây cao hơn.

Hàm lượng tro và vật chất khô trong chè lấy tại tỉnh Thái Nguyên cũng chiếm tỉ lệ cao nhất so với hai tỉnh còn lại, điều này chứng tỏ chè tại đây khô và giòn nhất. Chất béo trong giống chè của ba tỉnh hầu như không có sự khác nhau khoảng 3%. Như vậy, với những đặc điểm về khí hậu, địa hình, điều kiện chăm sóc khác nhau của ba tỉnh thì giống chè của tỉnh Thái Nguyên có hàm lượng các chất dinh dưỡng cao và tốt nhất trong ba tỉnh.

Như vậy, sản lượng phụ phẩm chế biến chè của ba tỉnh rất dồi dào, ước tính đạt 9,6 nghìn tấn/năm tương ứng 11,49% tổng lượng chè khô. Thái nguyên có lượng phụ phẩm lớn nhất, tiếp đến Phú Thọ sau cùng là Bắc Kạn tương ứng là 4,8; 4,0 và 0,8 nghìn tấn. Phương pháp chế biến bằng máy công nghiệp sẽ cho chè có tỉ lệ phụ phẩm chế biến chè cũng thấp hơn so với phương pháp thủ công truyền thống 8,28 so với 17,81%. Các chỉ tiêu CP, NDF và tanin của các giống chè khảo sát dao động tương ứng từ 16,7-19,9; 26,5-28,2 và 27,1-29,8% vật chất khô.

3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ ĐẾN ĐẶC ĐIỂM SINH KHÍ *IN VITRO* VÀ TỶ LỆ PHÂN GIẢI *IN SACCO*

3.2.1. Thành phần dinh dưỡng của khẩu phần thí nghiệm

Kết quả phân tích thành phần hóa học của các khẩu phần thí nghiệm được trình bày tại Bảng 3. 9.

Bảng 3. 9. Thành phần hóa học của các khẩu phần

Khẩu phần	VCK (%)	Tính theo %VCK					
		CP	NDF	ADF	CF	EE	Ash
T0.0	41,00	12,10	57,67	24,80	18,06	2,29	7,21
T0.3	41,26	12,23	57,37	24,76	18,07	2,29	7,20
T0.5	41,44	12,31	57,18	24,73	18,07	2,29	7,19
T0.7	41,61	12,39	56,99	24,70	18,07	2,29	7,19
TK0.5	41,12	12,04	57,38	24,68	17,97	2,28	7,18

Ghi chú: T0.0: Khẩu phần đối chứng (T0.0); T0.3: Khẩu phần bổ sung 0,3% tanin từ phụ phẩm chế biến chè (% VCK); T0.5: Khẩu phần bổ sung 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè (% VCK); T0.7: Khẩu phần bổ sung 0,7% tanin từ phụ phẩm chế biến chè (% VCK); TK0.5 : Khẩu phần bổ sung 0,5% từ tanin tinh khiết

Bảng 3. 9 cho thấy, hàm lượng protein thô (CP) dao động 12,0-12,4%, thấp nhất ở khẩu phần TK0.5 khi được trộn với tanin tinh khiết. So với khẩu phần đối chứng, hàm lượng CP xu hướng tăng cùng với mức tăng tanin bổ sung từ bột phụ phẩm chế biến chè. Mức protein ở các khẩu phần có bổ sung tanin tăng 1,07%; 1,73% và 2,39% so với đối chứng tương ứng ở các nhóm bổ sung 0,3%; 0,5% và 0,7% tanin từ phụ phẩm chế biến chè. So với khẩu phần đối chứng hàm lượng mỡ, xơ thô, NDF, ADF, khoáng tổng số của các khẩu phần thí nghiệm thay đổi không đáng kể. Tuy nhiên không có sự sai khác hàm lượng CP giữa 2 nhóm đối chứng và nhóm có bổ sung tanin tinh khiết, khi một phần VCK từ khẩu phần T0.0 thay thế bằng tanin tinh khiết.

3.2.2. Kết quả thí nghiệm sinh khí *in vitro*

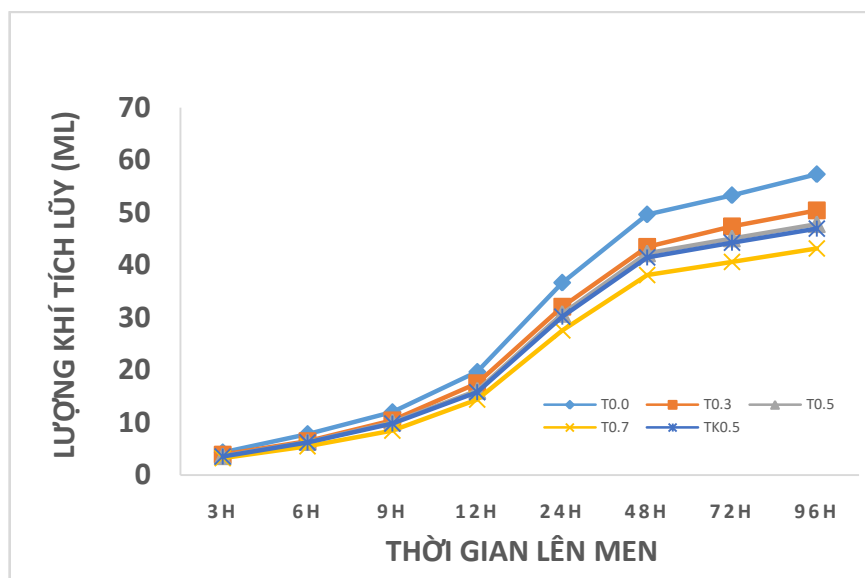
3.2.2.1. Khả năng sinh khí khi lên men của khẩu phần thí nghiệm

Kết quả lượng khí sinh ra trong điều kiện *in vitro* của các khẩu phần thí nghiệm được trình bày tại Bảng 3. 10 và Hình 3. 5.

Bảng 3. 10. Lượng khí tích lũy khi lên men của các khẩu phần (ml)

Thời gian(giờ)	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P-value
3h	4,33 ^a	3,92 ^{ab}	3,62 ^b	3,25 ^b	3,55 ^b	0,26	0,047
6h	7,83 ^a	6,48 ^b	6,33 ^{bc}	5,50 ^c	6,22 ^{bc}	0,44	0,042
9h	12,00 ^a	10,46 ^b	10,04 ^{bc}	8,50 ^c	9,86 ^{bc}	0,69	0,035
12h	19,67 ^a	17,53 ^a	16,11 ^b	14,41 ^b	15,81 ^b	1,05	0,032
24h	36,67 ^a	32,07 ^b	30,73 ^{bc}	27,57 ^c	30,18 ^{bc}	2,17	0,022
48h	49,67 ^a	43,51 ^b	42,25 ^b	38,13 ^b	41,50 ^b	2,98	0,020
72h	53,33 ^a	47,39 ^a	45,10 ^b	40,59 ^b	44,30 ^b	3,19	0,026
96h	57,33 ^a	50,45 ^b	47,82 ^{bc}	43,17 ^c	46,96 ^{bc}	3,40	0,019

Ghi chú: ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).



Hình 3. 5. Lượng khí tích lũy khi lên men của các khẩu phần (ml)

Lượng khí sinh ra tăng dần theo thời gian ủ mẫu, ở mỗi nghiệm thức thí nghiệm thì lượng khí sinh ra cũng khác nhau. Lượng khí sinh ra tăng mạnh tại thời điểm từ 3h – 12h và tăng rất mạnh từ 12 giờ đến 48h, sau đó từ 48-96 h lượng khí sinh ra giảm dần. Kết quả sinh khí này phản ánh một qui luật chung là: quá trình lên men *in vitro* diễn ra theo ba giai đoạn: giai đoạn đầu tiên khí được tạo thành do lên men phân hoà tan; ở giai đoạn hai khí được sinh ra do lên men phân không hoà tan và ở giai đoạn ba khí được sinh ra do phân huỷ quần thể vi sinh vật trong môi trường thí nghiệm (Cone và cs., 1996; Cone và Van Gelder, 2000). Nếu biểu diễn lượng khí sinh ra bằng đồ thị chúng ta sẽ thấy rõ các giai đoạn này (Hình 3. 5). Trong thí nghiệm *in vitro* gas production, Phạm Quang Ngọc và cs. (2014) đã tiến hành các nghiên cứu về lượng khí tích lũy của một số nhóm thức ăn giàu tanin. Kết quả cho thấy khẩu phần khác, khác nhau về thành phần hóa học (chủ yếu là hàm lượng protein) và lượng tanin bổ sung và loại lá bổ sung, kết quả là khí tích lũy ở các thời điểm ủ khác nhau là khác nhau ở các khẩu phần. Ngoài ra có rất nhiều yếu tố khác có thể đã qui định lượng khí đã sản sinh ra trong suốt quá trình lên men, như loại và mức xơ, sự có mặt của các chất trao đổi thứ cấp như saponin (Babayemi và cs., 2009), hàm lượng protein thô của khẩu phần, các thành phần kháng dinh dưỡng khác (Njidda và Nasiru, 2010). Bản chất của carbohydrate cũng có những ảnh hưởng đến lượng khí sinh ra (Menke và Steingass, 1988; Sallam và cs., 2007).

Kết quả Bảng 3. 10 cho thấy tại các thời điểm lưu mẫu, có sự sai khác rõ rệt

về lượng khí sinh ra giữa các nghiệm thức có bổ sung tanin và không bổ sung tanin (T0.0). Tại thời điểm 24 giờ lưu mẫu, tăng lượng bổ sung tanin từ bột chè xanh từ 0,3 lên 0,5% không làm ảnh hưởng đến lượng khí tích lũy ($P>0,05$), nhưng làm giảm rõ rệt khi tăng lên mức 0,7% tanin. Ở cùng mức bổ sung 0,5%, có xu hướng giảm ở nghiệm thức khi được bổ sung tanin tinh khiết so với bổ sung tanin từ bột chè xanh. Lượng khí sinh ra trong điều kiện *in vitro* phụ thuộc vào đặc tính của tanin, như loại tanin (condensed hay ellagitannin hay gallotannins), độ hòa tan của tanin (Pellikaan và cs., 2011); ảnh hưởng của tanin là có điều kiện và phụ thuộc vào thành phần của chúng (Goel và Makkar, 2012b); hàm lượng protein thô của khẩu phần và sự tương tác thành phần khác dinh dưỡng khác (Njidda và Nasiru, 2010). Kết quả phân tích giá trị dinh dưỡng trong nghiên cứu này cho thấy thức ăn bổ sung bột phụ phẩm chế biến chè là loại thức ăn bổ sung có giá trị dinh dưỡng tốt với giá trị ME (2816 kcal/kg VCK) và CP cao (22,9% VCK) và xơ NDF thấp (32,5% VCK) và hàm lượng tanin tổng số cao (25,22% VCK) (Bảng 2. 4). Tuy nhiên việc bổ sung ở mức 0,5% tanin từ bột phụ phẩm chế biến chè đã không cải thiện tiềm năng sinh khí *in vitro* khi so sánh với bổ sung ở cùng mức từ nguồn tanin tinh khiết. Như vậy ảnh hưởng không rõ rệt khi tăng thêm 1,73% protein ở T0.5 so TK0.5 (tương đương T0.0) trong điều kiện thí nghiệm *in vitro* gas production.

Bảng 3. 11. Động thái sinh khí của các khẩu phần thí nghiệm (n=3)

Chỉ tiêu	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P-value
a	4,3	3,9	3,6	3,3	3,6	0,98	0,621
b	53,5 ⁱ	47,3 ^j	45 ^{jk}	40,6 ^l	44,2 ^k	1,56	0,043
a + b	57,8 ⁱ	51,2 ⁱ	48,6 ^{jk}	43,9 ^l	47,8 ^k	1,78	0,031
C	0,042	0,041	0,042	0,042	0,042	0,005	0,201
L	3,9	4,0	4,0	4,2	4,0	0,72	0,102

Ghi chú: Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau là khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$); a = lượng khí từ các chất dễ hòa tan (ml); b = lượng khí từ các chất khó hòa tan (ml); a + b: Tiềm năng sinh khí (ml); c = Tốc độ sinh khí (%/h); L (lag time) = Thời gian từ lúc ủ đến lúc bắt đầu sản sinh khí (ml).

Động thái sinh khí *in vitro* phản ánh tiềm năng phân giải của thức ăn trong môi trường dạ cỏ và được mô tả bằng các thông số a, b, a+b, c và lag time. Động thái sinh khí của mẫu thức ăn trong thí nghiệm ở điều kiện *in vitro* được trình bày trong Bảng 3. 11. Kết quả cho thấy do các khẩu phần thí nghiệm khác nhau về thành phần hóa học (chủ yếu là hàm lượng

protein) và mức tanin bổ sung nên các thông số a, b, a+b, c và Lag time là khác nhau ở các khẩu phần.

Khuynh hướng chung là giá trị về lượng khí từ các chất dễ hòa tan (a) không bị ảnh hưởng bởi việc có hay không bổ sung tanin ($P>0,05$), tuy nhiên giá trị về lượng khí từ các chất khó hòa tan (b) lại bị ảnh hưởng rõ rệt khi được bổ sung tanin. Tăng mức bổ sung tanin làm giảm lượng khí từ các chất khó hòa tan ($P<0,05$); không thấy sự sai khác giữa T0.5 và TK0.5. Do lượng khí sản sinh chủ yếu từ (b) dẫn đến ảnh hưởng của việc bổ sung tanin đến tiềm năng sinh khí $|a| + b$ có cùng xu hướng. Kết quả này đã làm rõ hơn tác động ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè đến kết quả tổng lượng khí sinh ra tại các thời điểm khác nhau (Bảng 3. 10). Theo Sallam và cs. (2007) động thái của sự sinh khí phụ thuộc vào tỷ lệ tương đối của phân tan và không tan trong thức ăn. Sự thay đổi tỷ lệ tannin đã ảnh hưởng đến hoạt động của các enzyme vi sinh vật trong dịch dạ cỏ, đặc biệt là các vi sinh vật phân giải xơ (McMahon và cs., 2000). Khi hàm lượng tannin trở nên quá cao trong khẩu phần thì hoạt động của enzyme vi sinh vật cho tiêu hóa xơ và protein có thể bị suy giảm (Horigome và cs., 1988). Kết quả trong nghiên cứu cũng cho thấy bổ sung mức 0,7% tanin từ phụ phẩm chế biến chè hoặc bổ sung 0,5% tanin tinh khiết làm giảm rõ rệt tiềm năng sinh khí trong khi đó không thấy có sự sai khác về giá trị này giữa các nghiệm thức T0.3; T0.5 và T0.0 (Bảng 3. 11).

3.2.2.2. Giá trị năng lượng và tỉ lệ tiêu hóa in vitro của khẩu phần thí nghiệm

Khả năng cung cấp năng lượng của một loại khẩu phần thức ăn là chức năng rất quan trọng để xác định giá trị làm thức ăn của thức ăn đó. Kết quả ước tính giá trị ME, SCFA và OMD của các khẩu phần thí nghiệm được trình bày ở Bảng 3. 12.

Nhìn chung, các giá trị ME, SCFA và OMD của khẩu phần thí nghiệm có xu hướng giảm khi được bổ sung tanin. Các giá trị này giảm rõ rệt khi tăng mức tanin lên 0,7%. Không có sự sai khác giữa mức bổ sung 0,3% và 0,5%. Các giá trị này có xu hướng giảm ở khẩu phần bổ sung 0,5% tanin tinh khiết so với bổ sung tanin ở cùng mức từ bột chè xanh. Bảng 3. 12

cũng cho thấy giá trị ME, SCFA và OMD thấp nhất khi được bổ sung tanin ở mức 0,7% (T0.7). Không có sự sai khác đáng kể về giá trị OMD ở các nghiệm thức được bổ sung 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè và tanin tinh khiết.

Bảng 3. 12. Tỷ lệ tiêu hóa và giá trị năng lượng của các khẩu phần

Chỉ tiêu	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P-value
ME, MJ/kgDM	8,47 ^a	8,32 ^{ab}	8,28 ^{ab}	7,88 ^b	8,10 ^{ab}	0,28	0,016
SCFA, mmol/200gDM	0,91 ^a	0,89 ^{ab}	0,88 ^{ab}	0,82 ^b	0,84 ^{ab}	0,03	0,048
OMD _{inv} , %	56,8 ^a	55,86 ^a	55,56 ^{ab}	53,06 ^b	55,24 ^{ab}	1,26	0,021

Ghi chú: SCFA: axit béo bay hơi mạch ngắn; OMD_{inv}: tỷ lệ tiêu hóa in vitro chất hữu cơ; ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê (P<0,05).

Nhiều nghiên cứu *in vitro* trước đây đã chỉ ra rằng tanin đã ảnh hưởng cả hai mặt tích cực và tiêu cực đến tỷ lệ tiêu hóa của gia súc tùy thuộc nguồn và tỷ lệ bổ sung trong khẩu phần (Phạm Quang Ngọc và cs., 2014; Yogianto và cs., 2014). Kết quả nghiên cứu này cho thấy khi bổ sung tanin từ bột phụ phẩm chế biến chè đã giảm tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ *in vitro* (OMD_{inv}) là 1,7; 2,2 và 6,6% tương ứng khi bổ sung ở mức 0,3; 0,5; 0,7% so với khẩu phần đối chứng T(0), trong khi mức giảm ở chỉ tiêu này là 2,7% khi được bổ sung tanin tinh khiết. Trong một nghiên cứu *in vitro*, Santoso và cs. (2013) cũng đã báo cáo khi bổ sung tanin từ *Leucaena leucocephala* và *Camellia sinensis* đã làm giảm tỷ lệ tiêu hóa *in vitro* (OMD) từ 7,3 đến 20,1% so với khẩu phần đối chứng. Patra và cs. (2006) cũng báo cáo bổ sung thực vật chứa tanin làm giảm 7% tiêu hóa VCK và chất hữu cơ in vitro so với không bổ sung (nhóm đối chứng). Hess và cs. (2003) đã báo cáo tanin từ *Calliandra calothyrsus* đã làm giảm số lượng VSV, đặc biệt giảm số lượng nhóm vi khuẩn phân giải xơ, dẫn đến làm giảm phân giải OM.

3.2.3. Kết quả thí nghiệm *in sacco* của các khẩu phần thí nghiệm

3.2.3.1. Tỷ lệ phân giải vật chất khô

Kết quả xác định tỷ lệ phân giải *in sacco* vật chất khô của khẩu phần thí nghiệm khi bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè được thể hiện ở

Bảng 3. 13.

Bảng 3. 13. Tỷ lệ phân giải VCK của các khẩu phần

Thời điểm lưu mẫu (giờ)	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P-value
3h	18,37	17,78	17,74	15,12	17,09	1,78	0,147
6h	25,11	26,23	24,58	23,66	24,29	1,77	0,051
9h	39,04 ^a	38,04 ^{ab}	38,37 ^{ab}	34,14 ^b	37,66 ^{ab}	2,47	0,012
12h	45,20 ^a	44,65 ^{ab}	44,12 ^{ab}	42,45 ^b	43,9 ^{ab}	1,27	0,015
24h	62,5 ^a	61,66 ^a	61,68 ^a	58,27 ^b	59,37 ^{ab}	1,66	0,024
48h	73,13 ^a	72,80 ^a	70,94 ^{ab}	66,11 ^b	69,85 ^{ab}	3,20	0,002
72h	79,89 ^a	77,80 ^{ab}	78,16 ^{ab}	73,90 ^b	75,59 ^{ab}	3,23	0,023

Ghi chú: ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Kết quả

Bảng 3. 13 cho thấy, tỷ lệ phân giải VCK của khẩu phần có xu hướng tích lũy tăng dần theo thời gian và xu hướng giảm khi được bổ sung tanin. Các giá trị thấp nhất được tìm thấy ở nghiệm thức được bổ sung 0,7% tanin từ phụ phẩm chế biến chè. Tỷ lệ phân giải VCK của khẩu phần T0.0 (ĐC) tăng trung bình 2,15 %/giờ. Mức tăng tỷ lệ phân giải của khẩu phần T0.7 trung bình 1,81%/giờ. Ở cùng mức bổ sung 0,5%, giá trị tiêu hóa VCK có xu hướng giảm nhẹ khi được bổ sung tanin từ bột phụ phẩm chế biến chè so với khi bổ sung từ tanin tinh khiết. Tỷ lệ phân giải có xu hướng giảm dần theo mức bổ sung tanin, cụ thể: Trong giai đoạn 12-24 giờ lưu mẫu, so với khẩu phần T0.0, tỉ lệ phân giải VCK giảm xuống trung bình 1,3; 1,8 và 6,4% tương ứng khi bổ sung tanin từ bột phụ phẩm chế biến chè ở mức 0,3%; 0,5% và 0,7%, trong khi giảm trung bình 3,9% khi bổ sung 0,5% tanin tinh khiết (Abdulrazak và cs., 1997).

Kết quả

Bảng 3. 13 hoàn toàn phù hợp với quy luật của kết quả ước tính OMD_{inv} từ nghiên cứu *in vitro* gas production trong nghiên cứu này, việc bổ sung tanin làm giảm tỷ lệ phân giải VCK khẩu phần. Mức giảm rõ rệt khi tăng mức bổ sung lên 0,7%. Điều này có thể giải thích tanin đã làm giảm số lượng vi khuẩn và protozoa trong dịch dạ cỏ bởi vì tanin có thể liên kết với

protein trên bề mặt tế bào của các loài vi sinh vật này như là một độc tố làm chúng không thể thực hiện quá trình trao đổi chất cũng như phân chia tế bào. Một số nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng khi bổ sung tanin với mức cao vào khẩu phần của gia súc nhai lại làm giảm tỉ lệ phân giải VCK, làm bất hoạt các enzym tiêu hóa. Theo Horigome và cs. (1988) khi hàm lượng tanin trở nên quá cao trong khẩu phần thì hoạt động của enzyme vi sinh vật cho tiêu hóa xơ và protein có thể bị suy giảm. Sự thay đổi tỷ lệ tanin đã ảnh hưởng đến hoạt động của các emzym vi sinh vật trong dịch dạ cỏ, đặc biệt là các vi sinh vật phân giải xơ. Câu hỏi đặt ra là mức bổ sung tanin phù hợp để không ảnh hưởng đến tỷ lệ phân giải VCK khẩu phần. Trong nghiên cứu *in sacco* của Thang và cs. (2008) cho thấy cơ chất lưu mẫu gồm hỗn hợp (50-50) ngọn lá sắn và thân lá đậu *Phaseolus calcaratus* đã cho kết quả trên 72% VCK bị phân giải sau 48 giờ lưu mẫu dạ cỏ. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ phân giải VCK đạt 70,9% và 72,8% tương ứng ở nghiệm thức T0.5 và T.03 sau 48 giờ lưu mẫu trong dạ cỏ. Kết quả trong nghiên cứu cũng cho thấy không có sự sai khác về tỷ lệ phân giải VCK giữa các nghiệm thức T0.3; T0.5 và T0.0 qua các thời điểm lưu mẫu (

Bảng 3. 13).

Kết quả về động thái phân giải VCK của các khẩu phần thí nghiệm được trình bày trong Bảng 3. 14. Kết quả trong bảng cho thấy việc tăng mức bổ sung tanin đã không làm ảnh hưởng đến tỷ lệ rửa trôi ban đầu (A), và không theo quy luật, giá trị thấp nhất tìm thấy ở nghiệm thức bổ sung 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè. Tuy nhiên khi phân tích giá trị không hòa tan nhưng có khả năng phân giải (B), chiếm tỷ lệ lớn trong tổng (A+B), đã bị ảnh hưởng rõ rệt khi tăng mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè lên 0,7%. Kết quả là tiềm năng phân giải ở các nghiệm thức TK0.5 và T0.7 giảm rõ rệt so với T0.0. Không thấy sự sai khác giữa các nghiệm thức thí nghiệm về các chỉ tiêu (C) và (L).

Bảng 3. 14. Động thái phân giải VCK khẩu phần thí nghiệm

Chỉ tiêu	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P-value
A (%)	4,7 ^a	4,4 ^{ab}	4,0 ^b	4,5 ^{ab}	4,4 ^{ab}	0,71	0,05
B (%)	74,2 ^a	72,9 ^{ab}	72,8 ^{ab}	47,5 ^c	70,1 ^b	2,00	0,03
A + B (%)	78,9 ^a	77,3 ^{ab}	76,8 ^{ab}	52 ^c	74,5 ^b	2,01	0,03
c	0,063	0,065	0,065	0,065	0,066	0,08	0,12

Lag phase (fraction/h)	0	0	0,1	0,15	0,1	0,05	0,09
------------------------	---	---	-----	------	-----	------	------

Ghi chú: Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Tỷ lệ rửa trôi ban đầu (A), tỷ lệ không hòa tan nhưng có khả năng phân giải (B), tiềm năng phân giải (A+B), hằng số tốc độ phân giải (c), pha trễ (Lag phase)

Một số tác giả cho rằng phân giải VCK tại thời điểm ban đầu lưu mẫu thường chủ yếu là do kích thước cơ chất ủ mẫu hơn là từ các hoạt động lên men của vi khuẩn (Singh và cs., 1989). Nghiên cứu *in sacco* của Belachew và cs. (2013) trên nhóm cây thức ăn nhiệt đới giàu tanin, cho thấy giá trị (B) thấp hơn ở nhóm lá *R. glutinosa* có hàm lượng tanin cao hơn. Tanin đã làm giảm tốc độ phân giải VCK (González và cs., 2002; Gupta và cs., 2012). Tuy nhiên, Belachew và cs. (2013) cũng gợi ý rằng ngoài ảnh hưởng yếu tố tanin đến động thái phân giải các cơ chất lưu mẫu là cây thức ăn nhiệt đới giàu tanin, có thể liên quan đến lượng nitơ có sẵn cho quá trình lên men của VSV. Trong nghiên cứu này, mặc dù tăng được CP ở các cơ chất khi được bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè đã không làm cải thiện tốc độ và tiềm năng phân giải VCK khẩu phần. Việc giảm rõ rệt ở nghiệm thức khi được bổ sung mức 0,7% tanin từ phụ phẩm chế biến chè.

3.2.3.2. Tỷ lệ phân giải protein

Kết quả xác định tỷ lệ phân giải *in sacco* protein thô của khẩu phần thí nghiệm khi bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè được thể hiện ở Bảng 3. 15.

Tương tự kết quả quy luật phân giải VCK, Bảng 3. 15 cho thấy việc bổ sung tanin làm giảm tỷ lệ phân giải protein khẩu phần. Kết quả cho thấy được tỷ lệ phân giải protein của các khẩu phần thí nghiệm đều có xu hướng tăng dần theo thời gian lưu mẫu trong dạ cỏ. Ở thời điểm 12 giờ đến 48 giờ tỷ lệ phân giải tăng nhanh nhất sau đó tăng chậm dần ở các thời điểm về sau. Nghiệm thức được bổ sung mức 0,3 và 0,5% tanin (T0,3 và T0,5) giảm không đáng kể so với khẩu phần T0.0 qua từng thời điểm lấy mẫu.

Bảng 3. 15. Tỷ lệ phân giải protein của khẩu phần

Thời điểm lưu mẫu	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P-value
3h	27,44 ^a	25,96 ^{ab}	25,01 ^{ab}	22,93 ^b	24,26 ^{ab}	1,76	0,027
6h	35,39 ^a	31,89 ^{ab}	31,17 ^{ab}	29,49 ^b	31,14 ^{ab}	1,94	0,023
9h	43,38 ^a	39,14 ^{ab}	37,70 ^{ab}	35,61 ^b	37,39 ^{ab}	2,11	0,030

12h	48,12 ^a	42,81 ^{ab}	41,61 ^{ab}	39,20 ^b	41,20 ^{ab}	2,99	0,022
24h	63,33 ^a	55,69 ^{ab}	55,73 ^{ab}	52,79 ^{ab}	55,05 ^{ab}	3,40	0,030
48h	74,84 ^a	64,24 ^{ab}	66,21 ^{ab}	61,15 ^b	63,58 ^{ab}	4,66	0,018
72h	79,0	67,57	69,48	64,48	67,30	4,913	0,121

Ghi chú: ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

3.2.3.3. Tỷ lệ phân giải xơ

Kết quả xác định tỷ lệ phân giải NDF và ADF được trình bày trong Bảng 3. 16 và Bảng 3. 17. Kết quả cho thấy, việc bổ sung và tăng mức bổ sung tanin có xu hướng làm giảm tỷ lệ phân giải NDF và ADF so với không bổ sung (T0.0). Tăng mức tanin bổ sung tanin 0,3; 0,5 và 0,7% tương ứng giảm trung bình 1,1; 1,2 và 6,6% so với T0.0 trong giai đoạn 12-24 giờ lưu mẫu dạ cỏ, và giảm 3,1% khi được bổ sung từ tanin tinh khiết. Ở cùng mức bổ sung 0,5% tanin, tỷ lệ phân giải NDF xu hướng giảm khi bổ sung từ nguồn tinh khiết so với nguồn từ bột chè xanh. Khẩu phần bổ sung 0,3% tanin không làm ảnh hưởng nhiều đến tỷ lệ phân giải này.

Bảng 3. 16. Tỷ lệ phân giải NDF của khẩu phần

Thời điểm lưu mẫu	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P-value
3h	19,76 ^a	18,97 ^{ab}	18,93 ^{ab}	17,20 ^b	18,51 ^{ab}	0,92	0,028
6h	25,43	24,28	24,74	23,10	23,05	1,03	0,108
9h	36,6	36,16	37,24	34,19	35,99	1,27	0,054
12h	40,87 ^a	40,36 ^a	40,68 ^a	37,51 ^b	39,35 ^{ab}	1,33	0,027
24h	61,04 ^a	60,15 ^{ab}	59,08 ^{ab}	57,58 ^b	58,74 ^{ab}	1,62	0,035
48h	69,57 ^a	69,14 ^{ab}	69,7 ^a	65,46 ^b	68,37 ^{ab}	2,01	0,013
72h	77,73	76,31	75,25	72,24	74,47	2,41	0,052

Ghi chú: ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tỷ lệ phân giải NDF của khẩu phần đã giảm rõ rệt khi bổ sung ở mức 0,7%. Không thấy sự sai khác khi so sánh giữa mức bổ sung tanin từ bột chè xanh giữa mức 0,3% và mức 0,5% (Bảng 3. 16). Xu hướng này hoàn toàn phù hợp với một số kết quả công bố trước đây, cho rằng tanin trong khẩu phần giảm tỷ lệ phân giải xơ, do tanin đã ức chế hoạt động VSV phân giải xơ trong dạ cỏ (Santoso và cs., 2013; Phạm Quang Ngọc và cs., 2014).

Bảng 3. 17. Tỷ lệ phân giải ADF của khẩu phần

Thời điểm lưu mẫu	T0.0	T0.3	T0.5	T0.7	TK0.5	SEM	P- value
3h	17,91 ^a	17,51 ^{ab}	17,28 ^{ab}	15,62 ^b	16,99 ^{ab}	1,11	0,013
6h	24,44	24,07	24,00	22,07	23,92	1,68	0,142
9h	33,68 ^a	33,05 ^{ab}	33,20 ^a	30,01 ^b	31,92 ^{ab}	1,69	0,036
12h	39,17	38,52	38,14	36,90	37,85	1,85	0,059
24h	54,88	54,17	55,64	51,44	51,63	2,15	0,058
48h	65,37 ^a	64,93 ^{ab}	63,31 ^{ab}	59,53 ^b	61,72 ^{ab}	2,99	0,025
72h	74,58	73,97	72,25	69,60	70,18	5,20	0,052

Ghi chú: ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Một số tác giả đã đưa ra lập luận phân tích là ở mức tanin cao trong khẩu phần, ngoài tạo phức tanin-protein, phần còn lại có thể đã ảnh hưởng đến khả năng tiêu hóa xơ thông qua việc tạo phức với lignocellulose, do đó hạn chế nguồn thức ăn của các vi sinh vật hoặc phần tanin chưa tạo phức tác động trực tiếp ức chế hoạt động hệ vi sinh vật phân giải xơ và men phân giải xơ hoặc xảy ra cả hai trường hợp trên (Patra và cs., 2006; Bhatta và cs., 2009; Jadhav và cs., 2018). Kết quả Bảng 3. 17 về tỷ lệ phân giải ADF của khẩu phần cho thấy xu hướng tương tự khi bổ sung ở mức 0,7%.

Trong điều kiện của nghiên cứu này, ở cùng mức bổ sung 0,5%, không có sự sai khác rõ rệt giữa việc bổ sung nguồn tanin tinh khiết và tanin từ phụ phẩm chế biến chè đã đến tỷ lệ phân giải VCK và tốc độ sinh khí *in vitro* gas production. Câu hỏi đặt ra là bổ sung 0,5% tanin từ nguồn bột chè xanh hay tanin tinh khiết có cho sự khác biệt rõ rệt không khi nghiên cứu các khẩu phần này trên gia súc. Ngoài ra, trong điều kiện nghiên cứu *in sacco* việc nghiên cứu ảnh hưởng của tanin trong mẫu cơ chất với khối lượng nhỏ khi được lưu mẫu trong dạ cỏ có thể chưa phản ánh đầy đủ đặc điểm phân giải cũng như sự tương tác giữa tanin và các chất dinh dưỡng trong khẩu phần, do vậy việc xem xét ảnh hưởng của sự tương tác giữa các yếu tố dinh dưỡng (như protein, xơ) khẩu phần với nguồn bổ sung tanin đến quá trình tiêu hóa trên gia súc cần được làm rõ.

Tóm lại, khi sử dụng mức bổ sung 0,3% và 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè trong khẩu phần không làm giảm tốc độ sinh khí *in vitro*, tỷ lệ phân giải VCK, CP, NDF, ADF *in sacco* và tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng, tuy nhiên nếu tiếp tục tăng lên 0,7% thì làm giảm các chỉ tiêu này. Bổ sung mức 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè có xu hướng cải thiện

tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ và tỷ lệ phân giải *in sacco* các chất dinh dưỡng của khẩu phần so với khi được bổ sung ở cùng mức từ tanin tinh khiết.

Cần tiếp tục thử nghiệm mức bổ sung 0,3 và 0,5% tanin vào khẩu phần ăn của bò để đánh giá ảnh hưởng của tanin từ phụ phẩm chế biến chè đến năng suất chăn nuôi và hiệu quả môi trường.

3.3. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ ĐẾN TỶ LỆ TIÊU HÓA *IN VIVO* VÀ NĂNG SUẤT BÒ THỊT GIAI ĐOẠN VỠ BÉO

3.3.1. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến lượng thức ăn thu nhận và tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* các chất dinh dưỡng

3.3.1.1. Lượng thức ăn thu nhận

Kết quả Bảng 3. 18 cho thấy, lượng chất khô thu nhận dao động của bò trong thí nghiệm dao động từ 2,48-2,63% khối lượng (BW). Kết quả trong nghiên cứu này cao hơn kết quả đã công bố của Đỗ Thị Thanh Vân và cs. (2016) là 2,35% BW, nhưng thấp hơn kết quả nghiên cứu của Văn Tiến Dũng (2012) là 2,77% BW. Theo tiêu chuẩn ăn của cho bò có khối lượng 300-450 kg và tăng khối lượng 1-1,1 kg/con/ngày thì tổng mức VCK theo nhu cầu tương đương 2,4% BW.

Bảng 3. 18. Thu nhận các chất dinh dưỡng

Chỉ tiêu	ĐC	KP0.3	KP0.5	KP0.7	SEM	P-value
VCK (kg/c/ngày)	9,34	10,02	9,83	9,35	0,17	0,021
VCK, % KL	2,51 ^{ab}	2,63 ^a	2,62 ^a	2,48 ^b	0,06	0,001
ME, Kcal/c/ngày	25866 ^b	27748 ^a	27220 ^a	25896 ^b	425,81	0,001
OM, kg/c/ngày	8,74 ^b	9,38 ^a	9,20 ^{ab}	8,75 ^b	0,14	0,001
CP, kg/c/ngày	1,03 ^b	1,12 ^a	1,11 ^{ab}	1,06 ^b	0,02	0,001
NDF, kg/c/ngày	5,15 ^b	5,50 ^a	5,38 ^{ab}	5,10 ^b	0,09	0,001
ADF, kg/c/ngày	2,18 ^b	2,34 ^a	2,29 ^a	2,18 ^b	0,04	0,001

Ghi chú: ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). DM: vật chất khô; OM: chất hữu cơ; CP: Protein thô, NDF: xơ không tan bởi chất tẩy trung tính; ADF: Xơ không tan bởi chất tẩy axit.

Kết quả trong bảng cũng cho thấy lượng thu nhận VCK có xu hướng tăng lên khi tăng mức bổ sung, đạt cao nhất ở mức bổ sung 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè. Tuy nhiên, tăng mức bổ sung từ 0,5% lên 0,7% đã làm

giảm rõ rệt lượng thu nhận VCK. Kết quả tương tự đối với với lượng thu nhận các chất dinh dưỡng khác ($P>0,05$). Waghorn (1990) cho rằng tanin trong một số cây thực vật có khả năng bảo vệ protein thức ăn thoát qua khỏi dạ cỏ và có tác động thúc đẩy quá trình chuyển hóa thức ăn và làm tăng được lượng thu nhận của khẩu phần. Tuy nhiên vấn đề khi tăng mức bổ sung tanin lên 0,7% đã không làm tăng lượng thu nhận. Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Khang và Wiktorsson (2006) khi sử dụng bổ sung bột lá sắn (có chứa tanin) trong khẩu phần nuôi bò sinh trưởng, kết quả là thu nhận thấp hơn ở nhóm bò được ăn rơm ủ urê cùng với bột lá sắn. Tuy nhiên nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả Thang và cs. (2010) đã báo cáo rằng không thấy sự sai khác rõ rệt về thu nhận VCK khẩu phần khi bò sinh trưởng được cho ăn tanin (từ bột lá sắn và bột cỏ *Stylosanthes*) ở mức 22,5 đến 33,5 g/kg VCK.

3.3.1.2. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* các chất dinh dưỡng

Bảng 3. 19 trình bày kết quả tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của các khẩu phần thí nghiệm. Kết quả cho thấy, tỷ lệ tiêu hóa có xu hướng giảm khi tăng mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè. Tuy nhiên, tỷ lệ tiêu hóa VCK, OM và CP ở mức bổ sung tanin 0,3-0,5% không có sai khác thống kê so với lô ĐC ($P > 0,05$).

Bảng 3. 19. Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng

DVT: %

Chỉ tiêu	ĐC	KP0.3	KP0.5	KP0.7	SEM	P-value
DM	76,90	75,04	74,13	70,88	4,211	0,052
OM	77,74 ^a	75,98 ^a	74,88 ^{ab}	71,01 ^b	4,242	0,025
CP	79,16 ^a	77,73 ^a	75,52 ^{ab}	72,86 ^b	4,338	0,033
NDF	76,43 ^a	76,40 ^a	73,99 ^b	70,51 ^c	4,222	0,036
ADF	70,93 ^a	69,36 ^a	66,97 ^b	63,33 ^c	3,827	0,035

Ghi chú: ^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). DM: vật chất khô; OM: chất hữu cơ; CP: Protein thô, NDF: xơ không tan bởi chất tẩy trung tính; ADF: Xơ không tan bởi chất tẩy axit.

Kết quả nghiên cứu trước đây của Hồ Quang Đồ (2014) khi bổ sung tanin vào khẩu phần của bò cho thấy tỷ lệ tiêu hóa VCK, protein và chất hữu cơ đã được cải thiện rõ rệt, dẫn đến tăng lượng thu nhận các chất dinh dưỡng tiêu hóa so với lô không được bổ sung. Nghiên cứu *in vitro* khác, đã chỉ ra rằng các chất bổ sung tanin không ảnh hưởng đến vi khuẩn tổng số, số

lượng nhóm vi khuẩn *Ruminococcus flavefaciens* và nhóm *Ruminococcus albus* (Đương Nguyên Khang và cs., 2016). Tuy nhiên, ảnh hưởng tích cực hoặc tiêu cực của việc bổ sung thức ăn chứa tanin đến tỷ lệ tiêu hóa và lượng thu nhận của bò phụ thuộc vào cấu trúc hóa học, đặc tính của tanin và loại thức ăn chứa tanin (Thang và cs., 2010). Các nghiên cứu trước đây cũng chỉ ra rằng khi bổ sung tanin ở mức cao, 50 đến 90 g/kg VCK, tỷ lệ tiêu hóa xơ trong dạ cỏ giảm do ức chế hoạt động của nhóm vi khuẩn và nấm. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu trong điều kiện phòng thí nghiệm, cho thấy khi tăng mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè lên 0,7% đã làm giảm tiềm năng sinh khí *in vitro* gas production (Bảng 3. 10) và tốc độ phân giải *in sacco* (

Bảng 3. 13). Việc sử dụng mức bổ sung 0,3% và 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè trong khẩu phần không làm giảm tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng (Bảng 3. 12).

3.3.2. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tăng khối lượng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn

3.3.2.1. Tăng khối lượng của bò thí nghiệm

Kết quả Bảng 3. 20 cho thấy bò được bổ sung ở mức 0,3 và 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè đã cải thiện khả năng tăng khối lượng so với lô đối chứng (tăng 2,2-8,1%).

Bảng 3. 20. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tăng khối lượng

Chỉ tiêu	ĐC	KP0.3	KP0.5	KP0.7	SEM	P-value
KL bắt đầu, <i>kg</i>	321,62	326,21	319,18	325,38	6,21	0,522
KL kết thúc, <i>kg</i>	422,99 ^b	435,95 ^a	431,24 ^{ab}	428,74 ^b	7,29	0,001
Tăng KL, <i>g/ngày</i>	1126,31 ^b	1219,3 ^b	1245,13 ^a	1148,39 ^a	18,66	0,003

Ghi chú:^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$); KL: khối lượng.

Mức tăng khối lượng đạt cao nhất ở mức bổ sung 0,5%, song không có sự sai khác về chỉ tiêu này khi tăng mức bổ sung tanin lên 0,7%. Một số tác giả đã cho rằng tanin trong khẩu phần của bò sẽ tạo thành phức hợp tanin-protein và các protein giá trị có trong khẩu phần được "bảo vệ" và thoát

qua sự phân giải của vi sinh vật ở dạ cỏ và được tiêu hóa dạ múi khế và phần trước của tá tràng nơi có pH thấp và làm tăng nồng độ acid linoleic liên hợp trong sản phẩm của động vật nhai lại (Mueller-Harvey, 2006; Waghorn, 2008). Kết quả là làm tăng tỷ lệ các axit amin có trong thức ăn thoát qua khỏi dạ cỏ (Waghorn, 2008), từ đó cải thiện hiệu quả tăng khối lượng.

3.3.2.2. Hiệu quả chuyển hóa và chi phí thức ăn

Bảng 3. 21 cho thấy, hệ số chuyển hóa thức ăn tốt nhất ở lô bổ sung 0,5% tannin (7,9 kg TĂ/kg tăng khối lượng), tiếp đến là lô bổ sung 0,7%, 0,3% tannin. Lô ĐC có hiệu quả chuyển hóa thấp nhất (FCR cao nhất là 8,3 kg TĂ/kg tăng khối lượng). Về chi phí thức ăn để tăng 1kg tăng khối lượng, bổ sung tannin ở mức 0,5% và 0,7% đã làm giảm chi phí thức ăn là 4,33% và 1,37%. Điều đó cho thấy, trên gia súc mức bổ sung tannin 0,5% là thích hợp nhất.

Bảng 3. 21. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến hiệu quả chuyển hóa thức ăn

Chỉ tiêu	ĐC	KP0.3	KP0.5	KP0.7	SEM	P-value
Giá TĂ, đồng/kg CK	5926	5940	5950	5959	-	-
FCR, kg TĂ/kg tăng KL	8,30 ^a	8,22 ^{ab}	7,90 ^c	8,14 ^b	0,12	0,001
CPTĂ, đ/kg tăng KL	49,182	48,828	47,003	48,507	-	-
So sánh (%)	100	99,28	95,57	98,63	-	-

Ghi chú:^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). FCR: hệ số chuyển hóa thức ăn; CPTA: chi phí thức ăn.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, lô bổ sung 7% tanin có tốc độ tăng khối lượng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn (FCR) tốt hơn so với lô đối chứng. Điều này dường như chưa có sự hợp lý, khi tỷ lệ tiêu hóa tìm thấy thấp hơn ở nhóm bò được ăn bổ sung 0,7% tanin so với lô ĐC (Bảng 3. 19). Như vậy ở một khía cạnh nào đó, có thể bò được ăn khẩu phần bổ sung tanin ở mức 0,7%, mặc dù làm giảm tỷ lệ tiêu hóa, nhưng có thể phần nào đã góp phần cải thiện khả năng sinh trưởng. Trong nghiên cứu này, mới chỉ xác định tiêu hóa biểu kiến, hơn nữa cũng chưa phân tích cụ thể được hàm lượng HTs và CTs có trong phụ phẩm chế biến chè. Việc xác định bao nhiêu % protein của khẩu phần được "thoát qua" và tiêu hóa ở dạ múi khế và những ảnh hưởng nào khác khi được bổ sung tanin từ bột chè xanh đã tác động

đến việc cải thiện hiệu quả chuyển hóa thức ăn của bò giai đoạn nuôi vỗ béo cần được đề cập đến trong nghiên cứu tiếp theo.

Tóm lại, khi mức bổ sung tăng lên 0,3 hoặc 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè đã cải thiện lượng thu nhận VCK 4,8% so với lô đối chứng không bổ sung. Tăng mức bổ sung từ 0,5% lên 0,7% đã làm giảm lượng thu nhận VCK. Kết quả tỷ lệ tiêu hóa có xu hướng giảm khi tăng mức bổ sung tanin từ bột chè xanh, tăng mức bổ sung 0,3-0,5% không làm giảm tỷ lệ tiêu hóa chất dinh dưỡng so với không bổ sung. Sử dụng bổ sung 0,3-0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè đã làm cải thiện khả năng tăng khối lượng so với lô đối chứng (tăng 2,2-8,1%). Mức tăng khối lượng đạt cao nhất ở mức bổ sung 0,5%, song không có sự sai khác về chỉ tiêu này khi tăng mức bổ sung tanin lên 0,7%.

3.4. ẢNH HƯỞNG CỦA TANIN PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CHÈ ĐẾN MỨC ĐỘ VÀ CƯỜNG ĐỘ PHÁT THẢI KHÍ CH₄ TỪ DẠ CỎ CỦA BÒ THỊT NUÔI VỖ BÉO

3.4.1. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến tổng lượng khí CH₄ phát thải

Kết quả tổng lượng phát thải khí CH₄ (tính theo L/ngày hoặc g/ngày) có xu hướng giảm dần khi tăng mức độ bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè (Bảng 3. 22). Tổng lượng CH₄ thải ra từ các khẩu phần bổ sung tanin giảm từ 5,6% đến 12,4% so với lô ĐC, thấp nhất ở KP0.5 (giảm 12,4%).

Bảng 3. 22. Tổng lượng phát thải khí mê-tan

Chỉ tiêu	ĐC	KP0.3	KP0.5	KP0.7	SEM	P-value
Tổng HP, kJ/ngày	85702,04 ^{bc}	91712,87 ^a	88989,11 ^b	85383,02 ^c	2301,98	0,003
Tổng CO ₂ , l/ngày	3940,32 ^b	4216,68 ^a	4091,45 ^{ab}	3925,66 ^b	126,03	0,023
Tỷ lệ CH ₄ /CO ₂	0,078 ^a	0,067 ^c	0,066 ^c	0,074 ^b	0,00	0,001
Tổng CH ₄ , l/ngày	305,85 ^a	283,03 ^b	268,00 ^c	288,78 ^b	6,86	0,001
Tổng CH ₄ , g/ngày	217,15 ^a	200,95 ^b	190,28 ^c	205,03 ^b	4,86	0,001
So sánh, %	100.00	92.54	87.63	94.42	-	-

Ghi chú:^{ab} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng với các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Nhiều nghiên cứu trước đây cho thấy các loài cây nhiệt đới chứa nhiều

tanin như *Lotus pedunculatus* khi sử dụng trong khẩu phần đã làm giảm tới 30% lượng CH₄ thải ra (Waghorn và cs., 2002; Woodward, 2004). Theo nghiên cứu của Tavendale và cs. (2005) có hai cơ chế về hoạt động của tanin, đó là tanin ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình hình tạo CH₄ và thứ hai là ảnh hưởng gián tiếp đến giảm tạo ra hydro do tỷ lệ phân giải thức ăn ở dạ cỏ thấp hơn, hoặc có thể ngăn cản sự phát triển của protozoa và các vi sinh vật khác sản sinh khí hydro (Tavendale và cs., 2005; Patra và Saxena, 2010). Kết quả ở thí nghiệm này cho thấy, giá trị giảm thấp nhất được quan sát khi bổ sung ở mức 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè.

3.4.2. Ảnh hưởng của bổ sung tanin đến cường độ phát thải khí mê-tan

Cường độ phát thải khí CH₄ tính theo L CH₄ /kg VCK thu nhận có xu hướng giảm dần khi tăng mức bổ sung tanin, giảm từ 15,9% đến 20,1%, tuy nhiên tăng lên mức 0,7% tanin từ phụ phẩm chế biến chè không làm giảm rõ rệt (5,9%) so với lô đối chứng ($P>0,05$) (Bảng 3. 23). Tương tự, khi tính trên L CH₄ /kg tăng KL, cường độ phát thải giảm từ 16,9% đến 26,2%. Cường độ phát thải cao nhất ở lô đối chứng, tiếp theo là KP0.7, KP0.3 và thấp nhất ở lô KP0.5. Như vậy có thể thấy, việc bổ sung 0,3-0,5% tanin đã làm giảm rõ rệt cường độ phát thải khí CH₄ (Hình 3. 6).

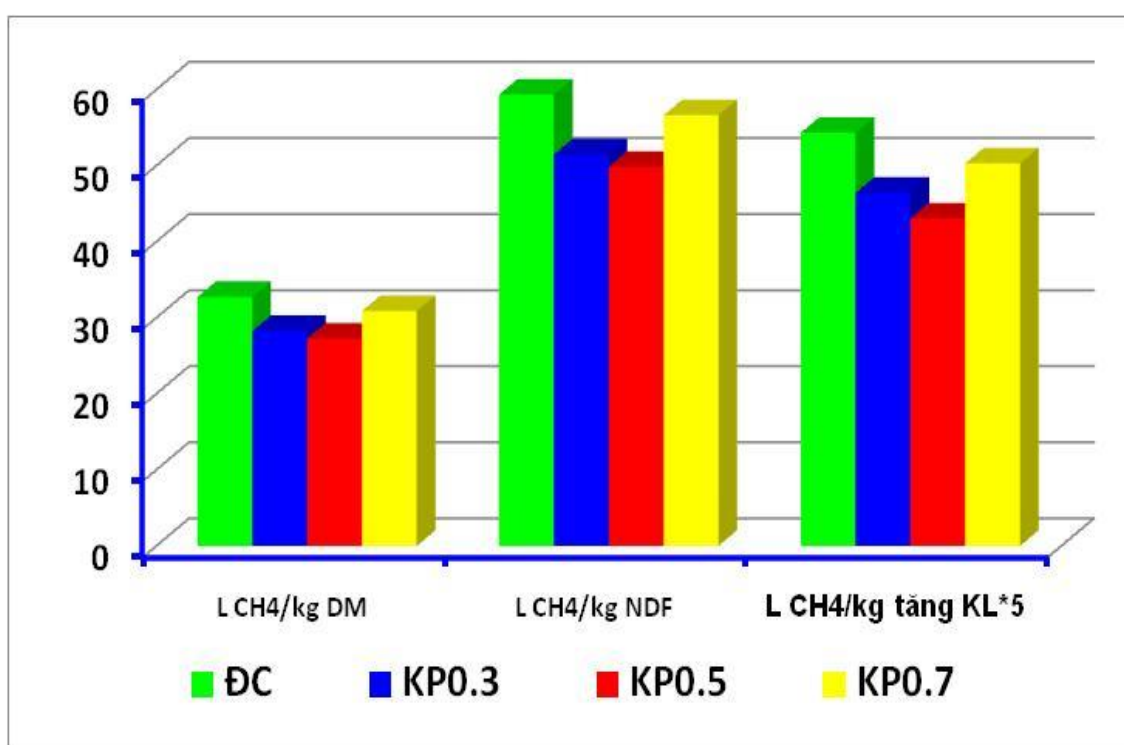
Bảng 3. 23. Mức độ và cường độ phát thải khí CH₄

Chỉ tiêu	ĐC	KP0.3	KP0.5	KP0.7	SEM	P-value
L CH ₄ /kg DMI	32,73 ^a	28,24 ^b	27,26 ^b	30,88 ^{ab}	0,74	<0,001
g CH ₄ /kg DMI	23,24 ^a	20,05 ^b	19,36 ^b	21,93 ^b	0,54	<0,001
L CH ₄ /kg OMI	34,98 ^a	30,18 ^b	29,14 ^b	33,01 ^a	0,81	<0,001
L CH ₄ /kg NDFi	59,34 ^a	51,45 ^c	49,83 ^c	56,62 ^b	1,36	<0,001
L CH ₄ /kg ADFi	140,24 ^a	121,14 ^c	117,03 ^c	132,66 ^b	3,39	<0,001
L CH ₄ /kg tăng KL	271,55 ^a	232,12 ^c	215,24 ^c	251,46 ^b	5,61	<0,001

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ số khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$). DMI: vật chất khô thu nhận; OMI: chất hữu cơ thu nhận; NDFi: lượng thu nhận NDF; ADFi: lượng thu nhận ADF; KL: Khối lượng.

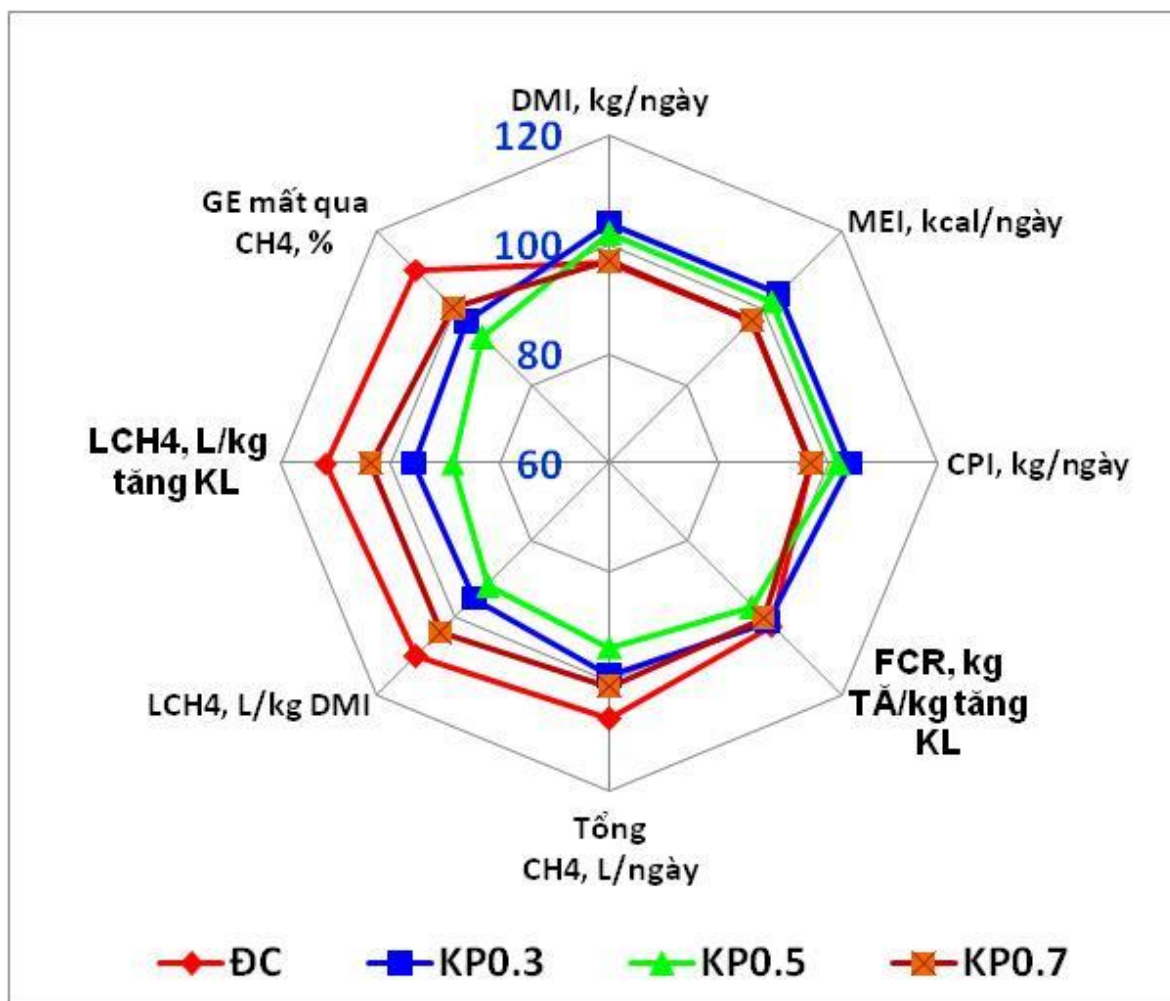
Đối với các thức ăn chứa tanin, việc ức chế hoạt động VSV dạ cỏ và quá

trình sinh CH_4 chủ yếu là do tanin ngưng tụ (CTs) (Martin và cs., 2008). Có hai cơ chế về hoạt động của tanin, đó là tanin ảnh hưởng trực tiếp đến hình thành CH_4 và ảnh hưởng gián tiếp đến giảm hình thành hydro do tỷ lệ phân giải thức ăn ở dạ cỏ thấp hơn. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy, vì sinh vật có thể thích nghi dần trở lại với tanin sau một thời gian sử dụng khẩu phần chứa tanin cho dê (Smith và cs., 2005), bò (Naumann và cs., 2017). Do đó, cần có những nghiên cứu sâu hơn về cơ chế thích nghi này để có thể phát huy hiệu quả sử dụng của phụ phẩm chế biến chè.



Hình 3. 6 Cường độ phát thải khí CH_4 trên bò vỗ béo

Theo O'Mara và cs. (2008), nếu năng suất gia súc tăng lên thông qua dinh dưỡng tốt hơn, năng lượng cần cho duy trì tính theo tỷ lệ phần trăm của tổng nhu cầu năng lượng sẽ giảm đi và CH_4 sẽ giảm tương ứng, vì vậy CH_4 /kg thịt cũng giảm. Điều này có thể thấy được việc bổ sung tanin từ bột chè xanh có hàm lượng protein cao kết hợp với khẩu phần cơ sở có mức năng lượng cao (từ thức ăn tinh) có thể đã cải thiện được chất lượng của khẩu phần, kết quả giảm cường độ phát thải khí CH_4 ra môi trường. Kết quả phân tích mô hình đa chiều tính hiệu quả về chăn nuôi và hiệu quả môi trường được minh họa ở Hình 3. 7.



Ghi chú: DMI: vật chất khô thu nhận; MEI: năng lượng trao đổi thu nhận; OMI: chất hữu cơ thu nhận; CPI: protein thô thu nhận; FCR: hệ số chuyển hóa thức ăn; GE: năng lượng thô; KL: Khối lượng.

Hình 3. 7 Hiệu quả chăn nuôi và hiệu quả môi trường trên bò nuôi vỗ béo

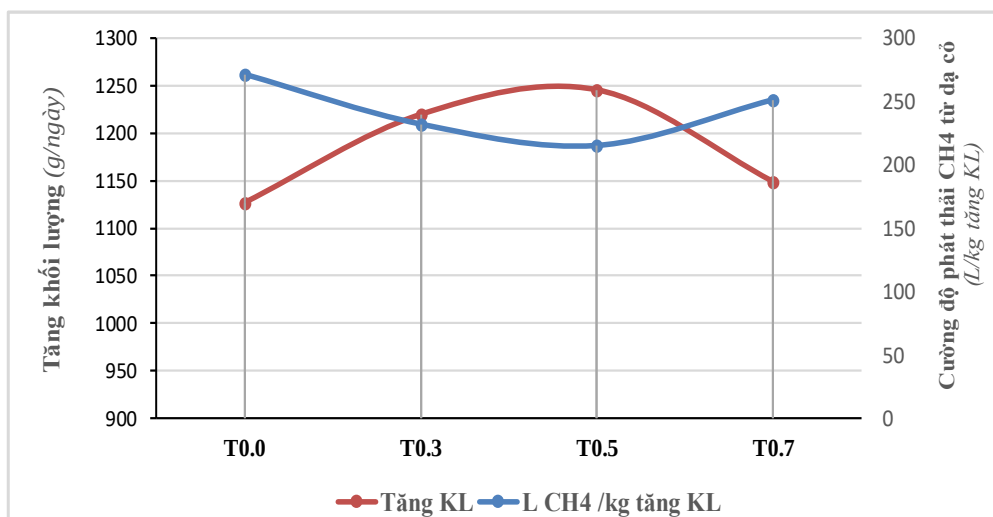
Tóm lại kết quả nghiên cứu trên cho thấy, việc bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè đã làm tăng lượng thu nhận các chất dinh dưỡng (tăng ME và CP thu nhận). Mức 0,3% và 0,5% không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa, đồng thời cải thiện tăng khối lượng, tuy nhiên tăng lên mức bổ sung 0,7% đã làm giảm tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng. Việc bổ sung tanin đã cải thiện tốc độ tăng khối lượng, đồng thời giảm mức độ và giảm cường độ phát thải CH₄ tính theo lượng chất thu nhận và cường độ phát thải CH₄ theo kg tăng khối lượng so với đối chứng cho bò thịt nuôi giai đoạn vỗ béo.

Căn cứ vào lượng thu nhận, tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng, năng suất chăn nuôi và cường độ phát thải CH₄, kết quả cho thấy mức bổ sung tanin ở mức 0,3 - 0,5% (tương ứng với mức bổ sung phụ phẩm chế biến chè là

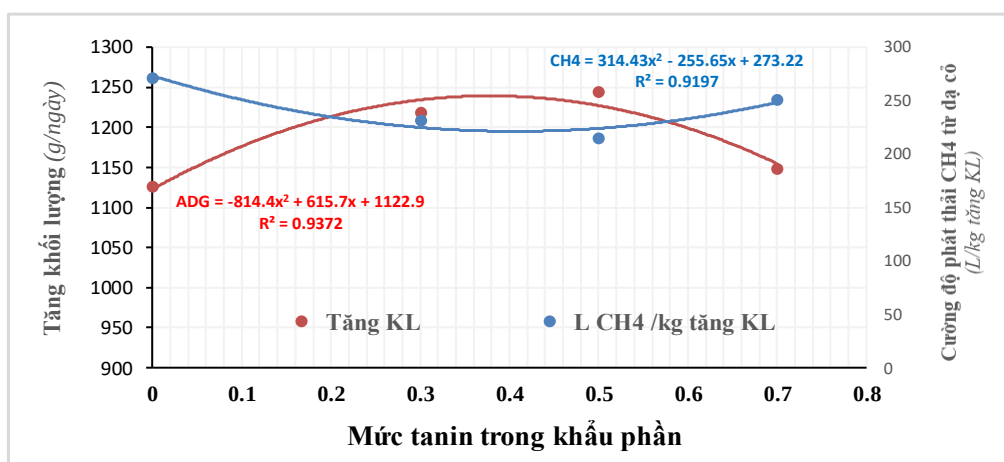
1,19% - 1,98%, tính theo chất khô của khẩu phần) sẽ mang lại hiệu quả chăn nuôi và hiệu quả môi trường là tốt nhất.

3.4.3. Phân tích mức bổ sung tanin tối ưu

Hình 3.8 và Hình 3.9 cho thấy, khi mức tanin tăng từ 0,3% lên 0,5% đã làm cải thiện tăng khối lượng, đồng thời làm giảm cường độ phát thải khí CH₄. Tuy nhiên khi phân tích qua hàm tối ưu (Solver Analysis), kết quả cho thấy: Tăng khối lượng bò đạt tốt nhất khi mức tanin là 0,38%, cường độ phát thải thấp nhất khi mức tanin đạt 0,41%. Như vậy, để đạt được đồng thời các mục tiêu về năng suất chăn nuôi và hiệu quả môi trường, mức tanin nên sử dụng là 0,38-0,41%.



Hình 3.8. Tương quan giữa tăng khối lượng và cường độ phát thải khí CH₄ của các khẩu phần thí nghiệm



Hình 3.9. Tương quan giữa tăng khối lượng, cường độ phát thải khí CH₄ ở các mức tanin khác nhau

Trong nghiên cứu này, chúng tôi không phân tích mối tương quan giữa năng suất chăn nuôi, chi phí thức ăn và hiệu quả môi trường vì giá thức ăn có thể thay đổi theo mùa, vùng miền...

3.4.4. Xây dựng phương trình ước tính lượng mê-tan từ lượng thu nhận và tỷ lệ tanin trong khẩu phần

Xây dựng cơ sở dữ liệu:

Để xây dựng phương trình hồi quy ước tính lượng CH_4 thải ra từ các biến độc lập là khối lượng gia súc, lượng chất dinh dưỡng thu nhận, cơ sở dữ liệu phải mức độ biến động đủ lớn. Bảng 3. 24 cho thấy, khối lượng gia súc dao động lớn từ 339,11 đến 441,23 kg, điều này dẫn đến lượng các chất dinh dưỡng cũng có mức biến động cao: chất khô thu nhận, ME thu nhận và CP thu nhận dao động tương ứng từ 7,88 – 13,53 kg/con/ngày, 21.744 – 36.731 kcal ME/con/ngày và 0,72 – 1,21 kg/con/ngày. Lượng CH_4 thải ra biến động từ 208,10 – 355,59 lít/con/ngày.

Bảng 3. 24. Tham số thống kê mô tả của cơ sở dữ liệu

Tham số	Viết tắt	Min	Max
<i>Thông tin về gia súc</i>			
Khối lượng tại thời điểm đo CH_4 , kg	<i>BW</i>	339,11	441,23
Tăng KL, g/c/ngày	<i>ADG</i>	1047,50	1265,10
<i>Thông tin về khẩu phần thu nhận</i>			
Mức tanin, % VCK thu nhận	Tanin	0,00	0,70
VCK thu nhận, kg/c/ngày	<i>DMI</i>	7,88	13,53
VCK thu nhận, % KL	<i>DMI%BW</i>	2,27	3,08
VCK thu nhận, g/kg KL	<i>DMIP0.75</i>	99,717	140,54
ME thu nhận, kcal/c/ngày	<i>MEI</i>	21744	36731
CP thu nhận, kg/c/ngày	<i>CPI</i>	0,72	1,21
<i>Phát thải CH_4</i>			
Tổng lượng CH_4 thải ra, l/c/ngày	<i>TotalCH₄</i>	208,10	335,59

Như vậy mức độ biến động của cơ sở dữ liệu đủ lớn, cho phép xây dựng các phương trình hồi quy chẩn đoán lượng mê-tan thải ra từ các biến độc lập liên quan đến gia súc và lượng chất dinh dưỡng thu nhận.

Xác định biến độc lập để xây dựng phương trình:

Nhằm xác định các biến độc lập sử dụng trong việc xây dựng phương

trình ước lượng lượng CH_4 thải ra, thuật toán Best Subset được sử dụng. Kết quả cho thấy các biến độc lập có tương quan chặt chẽ với lượng CH_4 thải ra bao gồm lượng chất khô thu nhận tính theo % khối lượng cơ thể (%KL) (DMI%BW), lượng chất khô thu nhận (DMI, kg), năng lượng trao đổi thu nhận (MEI, kcal), và mức tanin bổ sung.

Bảng 3.25 cũng cho thấy, nếu sử dụng 1 biến để xây dựng phương trình thì hệ số xác định chỉ đạt 66-67%, thậm chí nếu chỉ sử dụng biến VCK thu nhận theo %KL (DMI%BW) thì không thể xây dựng được phương trình ($R^2 = 1,3\%$). Tuy nhiên khi kết hợp biến DMI%BW này với biến DMI hoặc MEI và tanin thì hệ số xác định của các phương trình ước lượng (2 biến độc lập trở lên) có thể lên trên 80%. Do đó, nên sử dụng phương trình có từ 2-3 biến độc lập từ các biến DMI%BW, DMI, MEI, tanin.

Bảng 3.25. Lựa chọn biến thích hợp để xây dựng phương trình hồi quy chẩn đoán lượng CH_4 thải ra

Best Subsets Regression:									
TotalCH4 versus DMI%BW, DMI, MEI, Tanin									
Response is TotalCH4									
						D			T
						M			a
						I			n
						%	D	M	n
						B	M	E	i
						W	I	I	n
Vars	R-Sq	R-Sq(adj)	Mallows	Cp	S				
1	67.3	66.3	20.1	13.487		X			
1	66.0	64.9	22.0	13.752				X	
1	1.3	0.0	117.3	23.446		X			
2	81.4	80.2	1.3	10.339		X	X		
2	80.0	78.6	3.4	10.729		X		X	
2	67.6	65.4	21.7	13.657			X	X	
3	81.6	79.7	3.0	10.466		X	X	X	
3	81.6	79.7	3.1	10.470		X	X		X
3	81.6	79.6	3.1	10.482		X		X	X
4	81.7	78.9	5.0	10.652		X	X	X	X

Ghi chú: Total CH_4 : tổng lượng phát thải CH_4 (L/con/ngày); DMI%BW: lượng chất khô thu nhận (% khối lượng cơ thể); DMI: lượng chất khô thu nhận (kg/con/ngày); MEI: năng lượng trao đổi thu nhận; Tanin: mức tanin bổ sung (% chất khô của khẩu phần).

Xây dựng phương trình chẩn đoán:

Kết quả xây dựng phương trình ước lượng lượng CH_4 thải ra được trình bày tại Bảng 3.26. Kết quả cho thấy, hệ số xác định (R^2) dao động từ

67.49% đến 81.63% với sai số 10,33 đến 13,69 L (trung bình là 11,56 lít CH₄ hay 5,19%). Các phương trình đều có ý nghĩa thống kê ($P < 0,001$). Khi phân tích từng biến, kết quả cũng cho thấy các biến đều có ý nghĩa thống kê khi sử dụng để ước lượng CH₄ thải ra ($P < 0,05$), trong đó các biến về DMI%BW, DMI, MEI đều có ý nghĩa ở mức $P < 0,01$ và $P < 0,001$.

Bảng 3.26. Xây dựng phương trình hồi quy ước tính lượng CH₄ thải ra

TT	Phương trình	Tóm tắt các tham số thống kê của phương trình ước tính
PT1	Total CH ₄ = 63,8326 + 16,3228 DMI - 4,27216 Tanin	S = 13.6858 R-Sq = 67.58% P < 0.001
		Term Coef SE Coef T P
		Constant 63.8326 20.9108 3.05262 0.005
		DMI 16.3228 2.0997 7.77370 0.000
Tanin -4.2722 9.3535 -0.45675 0.048		
PT2	Total CH ₄ = 66,5123 + 0,00592195 MEI - 10,7196 Tanin	S = 13.6858 R-Sq = 67.49%
		Term Coef SE Coef T P
		Constant 66.5123 20.6122 3.22684 0.003
		MEI 0.0059 0.0008 7.75887 0.000
Tanin -10.7196 9.4407 -1.13546 0.045		
PT3	Total CH ₄ = 547,996 - 174,133 DMI%BW + 18,6016 DMI	S = 10.3394 R-Sq = 81.45 P < 0.001
		Term Coef SE Coef T P
		Constant 547.996 104.556 5.2412 0.000
		DMI%BW -174.133 37.089 -4.6950 0.000
DMI 18.602 1.662 11.1921 0.000		
PT4	Total CH ₄ = 548,222 - 173,844 DMI%BW + 18,6373 DMI - 3,78877 Tanin	S = 10.4703 R-Sq = 81.63% P < 0.001
		Term Coef SE Coef T P
		Constant 548.222 105.880 5.1778 0.000
		DMI%BW -173.844 37.562 -4.6282 0.000
DMI 18.637 1.684 11.0645 0.000		
Tanin -3.789 7.166 -0.5287 0.046		
PT5	Total CH ₄ = 549,028 - 173,387 DMI%BW + 0,00664103 MEI	S = 10.7287 R-Sq = 80.02% P < 0.001
		Term Coef SE Coef T P
		Constant 549.028 108.530 5.0588 0.000
		DMI%BW -173.387 38.495 -4.5041 0.000
MEI 0.007 0.001 10.6897 0.000		
PT6	Total CH ₄ = 552,045 - 174,142 DMI%BW + 0,00676566 MEI - 11,1555 Tanin	S = 10.4823 R-Sq = 81.59% P < 0.001
		Term Coef SE Coef T P
		Constant 552.045 106.055 5.2053 0.000
		DMI%BW -174.142 37.614 -4.6297 0.000
MEI 0.007 0.001 11.0489 0.000		
Tanin -11.155 7.232 -1.5426 0.034		

Ghi chú: Total CH₄: tổng lượng phát thải CH₄ (L/con/ngày); DMI%BW: lượng chất khô thu nhận (% khối lượng cơ thể); DMI: lượng chất khô thu nhận (kg/con/ngày); MEI: năng lượng trao đổi thu nhận; Tanin: mức tanin bổ sung (% chất khô của khẩu phần).

Kết quả cho thấy phương trình ước lượng CH₄ có R² cao, đạt trên 80% là các phương trình 3, 4, 5 và 6 khi sử dụng từ 2-3 biến: DMI%BW, DMI, MEI, Tanin với sai số trung bình 10,5 lít (4,5%). Theo Williams (2004), Valdés và cs.(2006), Tran Hiep và cs. (2010), độ tin cậy (robustness) mô

hình chẩn đoán được coi là “Đạt” nếu $R^2 > 0,8$ và $10\% < RSEP < 20\%$, “Tốt” nếu $R^2 > 0,8$ và $RSEP < 10\%$ và “Rất tốt” nếu $R^2 > 0,9$ và $RSEP < 10\%$. Kết quả bước đầu cho thấy có thể sử dụng các biến trên để ước lượng lượng metan thải ra.

Bảng 3. 27 trình bày khái quát về một số mô hình CH_4 đã được phát triển từ các phép đo trong buồng hô hấp. Kết quả cho một thấy các biến đầu vào khác nhau của các thí nghiệm.

Bảng 3. 27. Một số phương trình tham chiếu chẩn đoán metan từ các biến độc lập từ khẩu phần ăn của bò thí nghiệm

Phương trình	Phương trình	R^2	N
Từ kết quả nghiên cứu			
Phương trình 3	Total CH_4 = 547,996 - 174,133 DMI%BW + 18,6016 DMI	81,45	24
Phương trình 4	Total CH_4 = 548,222 - 173,844 DMI%BW + 18,6373 DMI - 3,78877 Tanin	81,63	24
Phương trình 5	Total CH_4 = 549,028 - 173,387 DMI%BW + 0,00664103 MEI	80,02	24
Phương trình 6	Total CH_4 = 552,045 - 174,142 DMI%BW + 0,00676566 MEI - 11,1555 Tanin	81,59	24
Phương trình tham chiếu			
IPCC, 2006 ^a	CH_4 (kg/dag) = GE(MJ/d)*Ym/55,65		
Yan và cs. (2006) ^b	CH_4 (L/d) = 47,8* DMI - 0,76*DMI ² - 41(kg/d)	75	315
Yan và cs. (2006) ^{bc}	CH_4 (L/d) = 0,34* BW(kg) + 19,7*DMI (kg/d) + 12	77	315
Kirchgessner và cs. (1994)	CH_4 (g/d) = 63 + 79 × CF + 10 × NFE + 26*CP - 212 × Cfat(kg/d)	69	24
Jentsch và cs. (2007)	CH_4 (kJ/d) = 1,62*d_CP - 0,38*d_Cfat + 3,78*d_CF + 1,49*d_NFE + 1142(g/d)	90	33
Ellis và cs. (2007)	CH_4 (MJ/d) = 0,14* forage (%) + 8,6	56	89
Mills và cs. (2003)	CH_4 (MJ/d) = 0,07*ME(MJ/d) + 8,25	55	159
Mills và cs. (2003)	CH_4 (MJ/d) = 0,92*DMI (kg/d) + 5,93	60	159
Mills và cs. (2003)	CH_4 (MJ/d) = 10,3*forage(%) + 0,87* DMI(kg/d) + 1,1	61	159
Grainger và cs. (2007)	CH_4 (g/d) = 18,5 * DMI (kg/d) - 9,5	56	15

^aGE = thu nhận NL thô; Ym = yếu tố phát thải; ^bDMI = thu nhận VCK; ^cBW = khối lượng; ^dCF = Xơ thô; NFE = DXKD; CP = protein thô; Cfat = mỡ thô; ^ePhương trình dựa trên lượng tiêu hóa được biểu đạt dạng “d”; ^fME = Thu nhận NL trao đổi.

Ellis et al. (2007) phát triển mô hình chỉ dựa trên tỷ lệ thức ăn thô trong khẩu phần, trong khi đó hầu hết các tác giả khác (Kirchgessner và cs.,

1994; Mills và cs., 2003; IPCC, 2006; Yan và cs., 2006; Grainger và cs., 2007; Jentsch và cs., 2007) đòi hỏi phải các xây dựng trên các chất dinh dưỡng tiêu hóa khác nhau... Hầu hết các phương trình đều có R² dao động từ 56-90%. Khi so sánh với các kết quả của tác giả, kết quả trong nghiên cứu này là tương đương với Yan và cs. (2006).

Đánh giá độ chính xác (precision) của phương trình:

Để đánh giá độ chính xác của phương trình, chúng tôi tiến hành sử dụng phương trình để ước lượng lượng metan thải ra (predicted values) và so sánh giá trị này với các giá trị đo được (observed values). Kết quả được trình bày tại Bảng 3. 28. Kết quả cho thấy, hệ số xác định hiệu chỉnh (Adj-R²) từ 65.25% - 80,17% với sai số tuyệt đối dao động từ 6.98 – 9,72 lít (sai số 3,14% - 4,36%). Điều này cho thấy phương trình có độ chính xác khá tốt.

Bảng 3. 28. Đánh giá mức độ chính xác của phương trình

Phương trình	Biến	Absolute bias		Adj-R ²
		MAB	RAB	
1	DMI, Tanin	9,717	4,36	65,34
2	MEI, Tanin	9,719	4,37	65,25
3	DMI%BW, DMI	7,083	3,18	80,17
4	DMI%BW, DMI, Tanin	6,983	3,14	79,66
5	DMI%BW, MEI	7,621	3,42	78,64
6	DMI%BW, MEI, Tanin	7,038	3,16	79,61

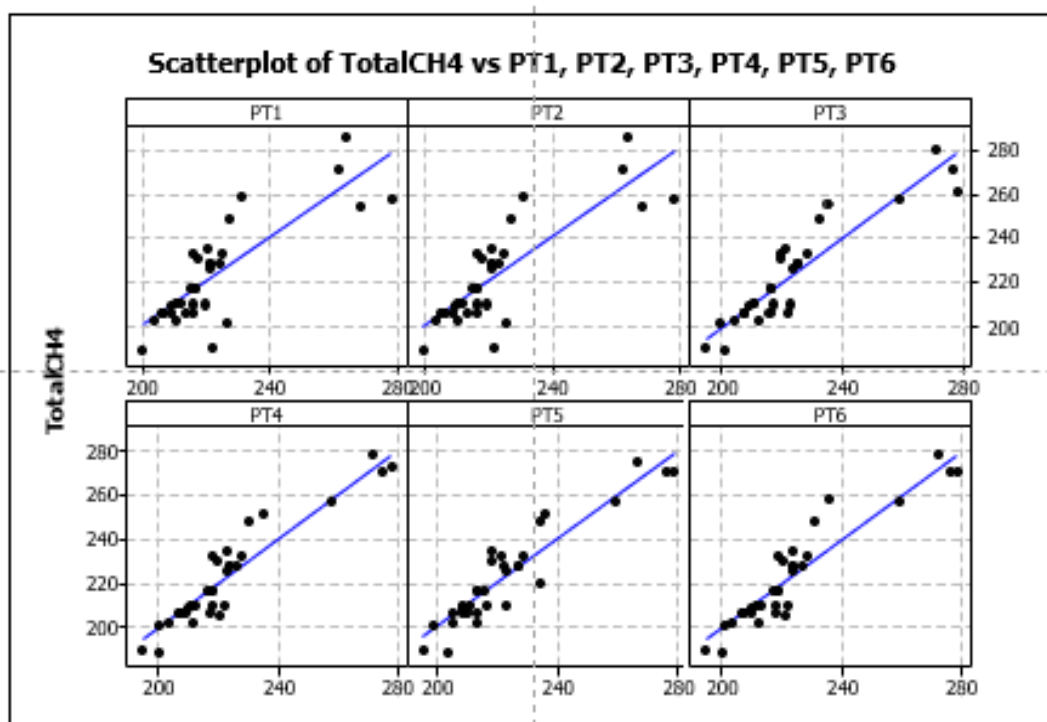
Đánh giá độ tin cậy (accuracy and robustness) của phương trình:

Kết quả Bảng 3. 29 cho thấy, sai số chuẩn đoán (SEP) dao động từ 9,8-13,01 lít, sai số ước lượng tương đối (RSEP) từ 4,40 – 5,85% và Pre-R² từ 57,85 - 76,07%. Như vậy RSEP của các phương trình 3,4,5 và 6 đều nhỏ hơn 5% với hệ số xác định khi chuẩn đoán khoảng 75% cho phép sử dụng để chuẩn đoán lượng CH₄ thải ra.

Bảng 3. 29. Đánh giá mức độ tin cậy của phương trình

Phương trình	Biến	Sai số chuẩn đoán			Pre-R ²
		PRESS	SEP	RSEP	
PT 1	DMI, Tanin	7012.22	13.012	5.84	58.03
PT 2	MEI, Tanin	7042.69	13.028	5.85	57.85
PT 3	DMI%BW, DMI	3998.55	9.843	4.42	76.07
PT 4	DMI%BW, DMI, Tanin	4196.87	9.794	4.40	74.88

PT 5	DMI%BW, MEI	4265.39	10.213	4.59	74.47
PT 6	DMI%BW, MEI, Tanin	4210.30	9.805	4.40	74.80



Hình 3. 10 Đồ thị tương quan giữa lượng CH_4 quan sát và chẩn đoán

Bảng 3. 27 cho thấy, các phương trình tốt nhất được phát triển bởi Ellis và cs. (2007) cho bò thịt, bò sữa và thịt bò + bò sữa có sai số ước tính tương đối (RSPE) tương ứng là 14,4, 20,6 và 28,2%. Các mô hình được mô tả của Mills và cs. (2003) có RSPE từ 6,4% và 11,6%. Rõ ràng rằng, kết quả trong nghiên cứu này đạt kết quả tốt hơn, có thể là do bộ dữ liệu chỉ tập chung vào bò thịt giai đoạn vỗ béo. Tuy nhiên có thể khuyến cáo sử dụng phương trình chẩn đoán này trên đối tượng bò thịt giai đoạn vỗ béo.

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. KẾT LUẬN

Lượng phụ phẩm chế biến chè chiếm 11,49% tổng lượng chè khô. Sản lượng phụ phẩm chế biến chè của ba tỉnh Thái Nguyên, Phú Thọ, Bắc Kạn rất dồi dào, ước tính đạt 9,6 nghìn tấn/năm. Giống chè LPD1, Trung Du có tỷ lệ phụ phẩm cao. Phương pháp thủ công có tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè cao gấp hai lần với chế biến công nghiệp. Tỷ lệ phụ phẩm chế biến chè của các giống chè trồng ở tỉnh Phú Thọ có tỷ lệ phụ phẩm cao nhất, thấp nhất là tỉnh Bắc Kạn. Hàm lượng tanin cao nhất là chè LPD1 (29,8%), thấp nhất ở giống chè Trung Du (27,1%).

Mức bổ sung 0,3% và 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè trong khẩu phần không ảnh hưởng đến tốc độ sinh khí *in vitro*, tỷ lệ phân giải *in sacco* VCK, CP, NDF, ADF và tỷ lệ tiêu hóa OM.

Bổ sung ở mức 0,3 hoặc 0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè không làm ảnh hưởng lượng thu nhận VCK, không làm giảm tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* chất dinh dưỡng.

Bổ sung 0,3-0,5% tanin từ phụ phẩm chế biến chè đã làm cải thiện tăng khối lượng so với lô đối chứng (tăng 2,2-8,1%). Mức tăng khối lượng đạt cao nhất ở mức bổ sung 0,5%.

Việc bổ sung tanin đã giảm mức độ và giảm cường độ phát thải CH₄ tính theo lượng chất thu nhận (giảm 5,9% - 20,1%,) và cường độ phát thải CH₄ theo kg tăng khối lượng (giảm 7,9% - 26,2%).

Mức bổ sung tanin tối ưu để vừa đảm bảo năng suất chăn nuôi và hiệu quả môi trường là 0,4% (0,38-0,41% tanin) (tính theo chất khô của khẩu phần).

Đã xây dựng được 4 phương trình ước tính lượng CH₄ thải ra môi trường từ các biến khối lượng, lượng thu nhận và mức tanin bổ sung.

4.2. ĐỀ NGHỊ

Sử dụng phụ phẩm chế biến chè làm thức ăn bổ sung cho bò thịt giai đoạn vỗ béo ở mức 0,3-0,5% tanin (tính theo chất khô), tốt nhất ở mức

0,4% tanin), tương ứng với mức bổ sung phụ phẩm chế biến chè là 1,59% (tính theo chất khô của khẩu phần).

Tiếp tục nghiên cứu về cơ chế thích nghi của vi sinh vật dạ cỏ đối với tanin từ phụ phẩm chế biến chè bổ sung trong khẩu phần ăn của bò thịt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

- Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2020. Công bố Báo cáo Hiện trạng môi trường Quốc gia năm 2019.
- Chiến lược phát triển chăn nuôi giai đoạn 2021-2030, t. n. 2020. Quyết định số 1520/QĐ-TTg ngày 06/10/2020 của Thủ tướng Chính phủ.
- Đinh Văn Mười. 2011. Nghiên cứu xác định tỷ lệ tiêu hoá, giá trị dinh dưỡng và xây dựng phương trình chuẩn đoán các giá trị này của một số loại thức ăn dùng cho gia súc nhai lại. Luận án tiến sĩ nông nghiệp, Viện Chăn nuôi.
- Đỗ Thị Thanh Vân, Lê Thị Hồng Thảo, và Hoàng Công Nhiên. 2016. Ảnh hưởng của khẩu phần ăn và cách cho ăn đến khả năng sản xuất của bò lai (Droughtmaster x Zebu) vỗ béo tại Đắk Lắk. Tạp chí KH-CN Chăn nuôi. Số 60 2-13.
- Dương Nguyên Khang, Nguyễn Hoàng Thịnh, và Chu Mạnh Thắng. 2016. Ảnh hưởng của bổ sung Calcium nitrate, dầu dừa và tanin đến sinh khí Methane và một số chỉ tiêu dịch dạ cỏ trong điều kiện *in vitro*. . Tạp chí KH-CN Chăn nuôi Số 60: 28-41.
- GSO. 2020. Số liệu thống kê hàng năm của Tổng cục thống kê Việt Nam.
- Hồ Quang Đồ. 2014. Ảnh hưởng của bổ sung các mức tanin trong khẩu phần đến tỷ lệ tiêu hóa, lượng ăn vào và các thông số dịch dạ cỏ của bò. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ 2: 13-17.
- Luật chăn nuôi. 2018. Luật số: 32/2018/QH14. In: Q. H. n. C. V. Nam (ed.).
- Nguyễn Xuân Trạch, Mai Thị Thơm, và L. V. Ban. 2006. Giáo trình chăn nuôi trâu bò.
- Phạm Quang Ngọc. 2019. Sử dụng ngọn lá cây thức ăn chứa tanin trong khẩu phần để giảm thiểu phát thải khí mê-tan trong chăn nuôi bò thịt, Viện Chăn nuôi.
- Phạm Quang Ngọc, Lưu Thị Thi, Vũ Chí Cương, Cấn Thị Thanh Huyền, và Phạm Kim Cương. 2014. Ảnh hưởng của các mức và nguồn tannin từ lá chè, keo tai tượng, keo lá tràm và tannin tinh khiết bổ sung vào khẩu phần cơ sở đến lên men, tiêu hóa dạ cỏ và lượng methane thải ra từ dạ cỏ trong điều kiện *in vitro*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi - Viện Chăn nuôi 47.
- SGO. 2019. Niên giám Thống kê Việt Nam năm 2019.
- Trần Hiệp, Phạm Kim Đăng, Nguyễn Ngọc Bằng, và Chu Mạnh Thắng. 2016. Ảnh hưởng của việc bổ sung tanin trong chè xanh đến khả năng sản xuất và phát thải khí mê-tan từ dạ cỏ của bò sữa. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam 14: 579-589.

- Văn Tiến Dũng. 2012. Khả năng sinh trưởng, sản xuất thịt của bò lai Sind và các con lai 1/2 Droughtmaster, 1/2 Red Agus, 1/2 Limousin nuôi tại huyện Eakar, tỉnh Đắk Lắk, Viện Chăn nuôi.
- Abdulrazak, S. A., R. W. Muinga, W. Thorpe, và E. R. Ørskov. 1997. Supplementation with *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* on voluntary food intake, digestibility, rumen fermentation and live weight of crossbred steers offered *Zea mays* stover Livestock Production Science No. 49. p 53-62.
- Abecia, L. và cs. 2012. Effect of bromochloromethane on methane emission, rumen fermentation pattern, milk yield, and fatty acid profile in lactating dairy goats. *Journal of dairy science* 95: 2027-2036.
- Allison, M., và C. Reddy. 1984. Adaptations of gastrointestinal bacteria in response to changes in dietary oxalate and nitrate.
- AOAC. 2000. Official method of analytical chemists, 17th. In: M. Gaithersburg (ed.). Association of Analytical Chemists, Washington, DC.
- Archimède, H. và cs. 2011. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology* 166: 59-64.
- Athanasiadou, S., I. Kyriazakis, F. Jackson, và R. Coop. 2000. Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasitised with *Trichostrongylus colubriformis*. *International Journal for Parasitology* 30: 1025-1033.
- Athanasiadou, S., I. Kyriazakis, F. Jackson, và R. Coop. 2001. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: *in vitro* and *in vivo* studies. *Veterinary parasitology* 99: 205-219.
- Babayemi, O., M. Bamikole, và M. O. Daodu. 2009. *In vitro* gas production and its prediction on metabolizable energy, organic matter digestibility and short chain fatty acids of some tropical seeds. *Pakistan Journal of Nutrition* 8: 1078-1082.
- Barry, T. T. N., T. T. R. Manley, và S. S. J. Duncan. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 4. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. *British journal of nutrition* 55: 123-137.
- Beauchemin, K., M. Kreuzer, F. O'mara, và T. McAllister. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48: 21-27.
- Belachew, Z., K. Yisehak, T. Taye, và G. Janssens. 2013. Chemical composition and *in sacco* ruminal degradation of tropical trees rich in condensed tannins. *Czech J. Anim. Sci* 58: 176-192.
- Bhatta, R., M. Saravanan, L. Baruah, và K. T. Sampath. 2012. Nutrient content, *in vitro* ruminal fermentation characteristics and methane reduction potential of

- tropical tannin-containing leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 2929-2935.
- Bhatta, R. và cs. 2009. Difference in the nature of tannins on in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. *Journal of Dairy Science* 92: 5512-5522.
- Bokuchava, M. A., và N. I. Skobeleva. 1969. The chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture *Advances in food research* No. 17. p 215-292. Elsevier.
- Chen, X. B. 1997. Neway Excel—A utility for processing data of feed degradability and in vitro gas production. XBC laboratory. Rowett Research Institute. Aberdeen, AB2 9SB. UK.
- Chu, D., L. Juneja, M. Kim, và T. Yamamoto. 1997. Chemistry and applications of green tea. CRC. press. New York, USA: 13-16.
- Cone, J. W., và A. H. Van Gelder. 2000. In vitro microbial protein synthesis in rumen fluid estimated with the gas production technique. Gas production: Fermentation kinetics for feed evaluation to assess microbial activity. British Society of Animal Science, Penicuik, UK: 25-26.
- Cone, J. W., A. H. Van Gelder, G. J. W. Visscher, và L. Oudshoorn. 1996. Use of a new automated time related gas production apparatus to study the influence of substrate concentration and source of rumen fluid on fermentation kinetics. *Animal Feed Science and Technology* 61: 28.
- Demeyer, D. 1981. Rumen microbes and digestion of plant cell walls. *Agriculture and Environment* 6: 295-337.
- Ellis, J. và cs. 2007. Prediction of methane production from dairy and beef cattle. *Journal of dairy science* 90: 3456-3466.
- Eugène, M., D. Massé, J. Chiquette, và C. Benchaar. 2008. Meta-analysis on the effects of lipid supplementation on methane production in lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 88: 331-337.
- Foley, P. và cs. 2009. Effect of DL-malic acid supplementation on feed intake, methane emissions, and performance of lactating dairy cows at pasture. *Journal of dairy science* 92: 3258-3264.
- Goel, G., và H. P. Makkar. 2012a. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Tropical animal health and production* 44: 729-739.
- Goel, G., và H. P. S. Makkar. 2012b. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Tropical animal health and production* 44: 729-739.
- González, J., S. Andrés, C. A. Rodríguez, và M. R. Alvir. 2002. In situ evaluation of the protein value of soybean meal and processed full fat soybeans for ruminants. *Animal Research* 51: 455-464.

- Grainger, C. và cs. 2009. Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 89: 241-251.
- Grainger, C. và cs. 2007. Methane emissions from dairy cows measured using the sulfur hexafluoride (SF₆) tracer and chamber techniques. *Journal of dairy science* 90: 2755-2766.
- Grainger, C., R. Williams, T. Clarke, A.-D. Wright, và R. Eckard. 2010. Supplementation with whole cottonseed causes long-term reduction of methane emissions from lactating dairy cows offered a forage and cereal grain diet. *Journal of Dairy Science* 93: 2612-2619.
- Gupta, P., K. Samant, và A. Sahu. 2012. Isolation of cellulose-degrading bacteria and determination of their cellulolytic potential. *International journal of microbiology* 2012.
- Hagerman, A. E., C. T. Robbins, Y. Weerasuriya, T. C. Wilson, và C. McArthur. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives* 45: 57-62.
- Hariadi, B. T., và B. Santoso. 2010. Evaluation of tropical plants containing tannin on in vitro methanogenesis and fermentation parameters using rumen fluid. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 456-461.
- Hervás, G., M. C. Álvarez del Pino, F. J. Giráldez, Á. R. Mantecón, và P. Frutos. 2001. Effect of two types of tannin, in the presence or absence of PEG, on in vitro rumen fermentation in goats.
- Hess, H.-D. và cs. 2003. Supplementation of a tropical grass diet with forage legumes and *Sapindus saponaria* fruits: effects on in vitro ruminal nitrogen turnover and methanogenesis. *Australian Journal of Agricultural Research* 54: 703-713.
- Horigome, T., R. Kumar, và K. Okamoto. 1988. Effects of condensed tannins prepared from leaves of fodder plants on digestive enzymes in vitro and in the intestine of rats. *British journal of nutrition* 60: 275-285.
- Hu, W., J. Liu, Y. Wu, Y. Guo, và J. Ye. 2006. Effects of tea saponins on in vitro ruminal fermentation and growth performance in growing Boer goat. *Archives of Animal Nutrition* 60: 89-97.
- Huang, X. và cs. 2010. Molecular weight and protein binding affinity of *Leucaena* condensed tannins and their effects on in vitro fermentation parameters. *Animal Feed Science and Technology* 159: 81-87.
- Hulshof, R. và cs. 2012. Dietary nitrate supplementation reduces methane emission in beef cattle fed sugarcane-based diets. *Journal of animal science* 90: 2317-2323.

- IPCC. 1996. Climate Change 1995: The Science of Climate Change. In: J. T. Houghton, Meira Filho, L.G., CMLander, Harris, N., Kattenberg, A. and Maskell, K. (ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Washington D.C., United States of America.
- Jadhav, R. và cs. 2018. Effect of tea (*Camellia sinensis*) seed saponins on in vitro rumen fermentation, methane production and true digestibility at different forage to concentrate ratios. *Journal of applied animal research* 46: 118-124.
- Jayanegara, A., F. Leiber, và M. Kreuzer. 2012. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 96: 365-375.
- Jentsch, W. và cs. 2007. Methane production in cattle calculated by the nutrient composition of the diet. *Archives of animal nutrition* 61: 10-19.
- Johnson, K. A., và D. E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal science* 73: 2483-2492.
- Khang, D. N., và H. Wiktorsson. 2006. Performance of growing heifers fed urea treated fresh rice straw supplemented with fresh, ensiled or pelleted cassava foliage. *Livestock Science* 102: 130-139.
- Kirchgeßner, M., W. Windlich, và H. L. Müller. 1994. Methane Release from Dairy Cows and Pigs', in (ed.), , . In: J. F. Aguilera (ed.) *Energy Metabolism of Farm Animals*, p 399-402. European Assoc. of Anim. Prod. , 76, CSIC Publishing Service, Madrid, Spain.
- Knapp, J. R., G. Laur, P. A. Vadas, W. P. Weiss, và J. M. Tricarico. 2014. Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of Dairy Science* 97: 3231-3261.
- Knight, T. và cs. 2011. Chloroform decreases rumen methanogenesis and methanogen populations without altering rumen function in cattle. *Animal Feed Science and Technology* 166: 101-112.
- Kondo, M., Y. Hirano, K. Kita, A. Jayanegara, và H. o. Yokota. 2018. Nutritive evaluation of spent green and black tea leaf silages by in vitro gas production characteristics, ruminal degradability and post-ruminal digestibility assessed with inhibitory activity of their tannins. *Animal Science Journal* 89: 1656-1662.
- Kondo, M., K. Kita, và H.-o. Yokota. 2004a. Feeding value to goats of whole-crop oat ensiled with green tea waste. *Animal feed science and technology* 113: 71-81.

- Kondo, M., K. Kita, và H.-o. Yokota. 2007. Ensiled or oven-dried green tea by-product as protein feedstuffs: Effects of tannin on nutritive value in goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 20: 880-886.
- Kondo, M., K. Kita, và H. o. Yokota. 2004b. Effects of tea leaf waste of green tea, oolong tea, and black tea addition on sudangrass silage quality and in vitro gas production. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 721-727.
- Kristensen, T., L. Mogensen, M. T. Knudsen, và J. E. Hermansen. 2011. Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emissions from commercial dairy farms in a life cycle approach. *Livestock Science* 140: 136-148.
- Kumar, R., và J. P. F. D'Mello. 1995. Anti-nutritional factors in forage legumes. In: J. P. F. D'Mello và C. Devendra (eds.) *Tropical legumes in animal nutrition*. CAB International.
- Leng, R. A. 2008. The potential of feeding nitrate to reduce enteric methane production in ruminants A Report to the Department of Climate Change, Commonwealth Government of Australia, Canberra.
- Lovett, D. K. và cs. 2005. Manipulating enteric methane emissions and animal performance of late-lactation dairy cows through concentrate supplementation at pasture. *J. Dairy Sci.* 88: 2836-2842.
- Madsen, J., B. S. Bjerg, T. Hvelplund, M. R. Weisbjerg, và P. Lund. 2010. Methane and carbon dioxide ratio in excreted air for quantification of the methane production from ruminants. *Livestock Science* 129: 223-227.
- Makkar, H. H. P., M. M. Blümmel, và K. K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *British Journal of Nutrition* 73: 897-913.
- Makkar, H. P. S. 2003a. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research* 49: 241-256.
- Makkar, H. P. S. 2003b. Quantification of tannins in tree and shrub foliage: a laboratory manual. Springer Science & Business Media.
- Mao, H.-L., J.-K. Wang, Y.-Y. Zhou, và J.-X. Liu. 2010. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. *Livestock Science* 129: 56-62.
- Martin, C., J. Rouel, J. Jouany, M. Doreau, và Y. Chilliard. 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *Journal of Animal Science* 86: 2642-2650.
- McLeod, M. 1974. Plant tannins-their role in forage quality. In: *Nutr Abstr Rev.* p 803-815.

- McMahon, L. và cs. 2000. A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Canadian Journal of Plant Science* 80: 469-485.
- McNabb, W. C., G. C. Waghorn, J. S. Peters, và T. N. Barry. 1996. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein in the rumen and the sites of Rubisco digestion. *British Journal of Nutrition* 76: 535-549.
- Menke, K. H., và H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid *Animal Research and Development* 28: 7-55.
- Mills, J. và cs. 2003. Alternative approaches to predicting methane emissions from dairy cows. *Journal of Animal Science* 81: 3141-3150.
- Mitsumori, M. và cs. 2012. Responses in digestion, rumen fermentation and microbial populations to inhibition of methane formation by a halogenated methane analogue. *British Journal of Nutrition* 108: 482-491.
- Moate, P. và cs. 2018. Adaptation responses in milk fat yield and methane emissions of dairy cows when wheat was included in their diet for 16 weeks. *Journal of Dairy Science* 101: 7117-7132.
- Moate, P. J. và cs. 2011. Influence of cold-pressed canola, brewers grains and hominy meal as dietary supplements suitable for reducing enteric methane emissions from lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 166: 254-264.
- Moss, A. R., J.-P. Jouany, và J. Newbold. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. In: *Annales de zootechnie*. p 231-253.
- Mueller-Harvey, I. 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 2010-2037.
- Naumann, H. D., L. O. Tedeschi, W. E. Zeller, và N. F. Huntley. 2017. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46: 929-949.
- Nielsen, N. và cs. 2013. A prediction equation for enteric methane emission from dairy cows for use in NorFor. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* 63: 126-130.
- Njidda, A., và A. Nasiru. 2010. In vitro gas production and dry matter digestibility of tannin-containing forages of semi-arid region of north-eastern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 9: 60-66.
- Nolan, J. V., R. Hegarty, J. Hegarty, I. Godwin, và R. Woodgate. 2010. Effects of dietary nitrate on fermentation, methane production and digesta kinetics in sheep. *Animal Production Science* 50: 801-806.

- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academies Press, Washington, DC.
- O'Mara, F. P., K. A. Beauchemin, M. Kreuzer, và T. A. McAllister. 2008. Reduction of greenhouse gas emissions of ruminants through nutritional strategies. Proc. Livestock and Global Climate Change. Hammamet, Tunisia, May: 40-43.
- Orskov, E., F. d. Hovell, và F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5: 195-213.
- Ørskov, E., và I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science 92: 499-503.
- Patra, A., D. Kamra, và N. Agarwal. 2006. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. Animal Feed Science and Technology 128: 276-291.
- Patra, A. K., và J. Saxena. 2009. Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. Antonie van Leeuwenhoek 96: 363-375.
- Patra, A. K., và J. Saxena. 2010. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. Phytochemistry 71: 1198-1222.
- Pellikaan, W. và cs. 2011. A novel method to determine simultaneously methane production during in vitro gas production using fully automated equipment. Animal Feed Science and Technology 168: 196-205.
- Puchala, R. và cs. 2012. Effects of different fresh-cut forages and their hays on feed intake, digestibility, heat production, and ruminal methane emission by Boer× Spanish goats. Journal of animal science 90: 2754-2762.
- Rabiee, A. và cs. 2012. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. Journal of dairy science 95: 3225-3247.
- Ramdani, D. 2014. Evaluation of tea and spent tea leaves as additives for their use in ruminant diets. PhD, Newcastle University.
- Ramdani, D., A. S. Chaudhry, và C. J. Seal. 2013. Chemical composition, plant secondary metabolites, and minerals of green and black teas and the effect of different tea-to-water ratios during their extraction on the composition of their spent leaves as potential additives for ruminants. Journal of agricultural and food chemistry 61: 4961-4967.
- Remling, N. 2017. Influence of fumaric acid on ruminal parameters and organ weights of growing bulls fed with grass or maize silage. Influence of fumaric acid supplementation on animal health, acid-base balance, ruminal

- fermentation and energy benefit of growing bulls and fistulated dairy cows: 85.
- Robbins, C. T., S. Mole, A. E. Hagerman, và T. A. Hanley. 1987. Role of Tannins in Defending Plants Against Ruminants: Reduction in Dry Matter Digestion? *Ecology* 68: 1606-1615.
- Russell, J. B., J. O'Connor, D. Fox, P. Van Soest, và C. Sniffen. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of animal science* 70: 3551-3561.
- Sallam, S., M. Nasser, A. El-Waziry, I. C. d. S. Bueno, và A. L. Abdalla. 2007. Use of an in vitro rumen gas production technique to evaluate some ruminant feedstuffs. *J. Appl. Sci. Res* 3: 34-41.
- Sansoucy, R., G. Aarts, và T. Preston. 1988. Molasses-urea blocks as a multivitamin supplement for ruminants. Sugarcane as Feed, Proc. of an FAO Experts consultation held in Santo Domingo, Dominican Republic: 7-11.
- Santoso, B., E. Saragih, và B. T. Hariadi. 2013. Effect of water extract of plants containing tannin on in vitro methanogenesis and fermentation characteristics of the grass *Pennisetum purpureophoides*. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture* 38: 47-54.
- Singh, B., H. Makkar, và S. Negi. 1989. Rate and extent of digestion and potentially digestible dry matter and cell wall of various tree leaves. *Journal of Dairy Science* 72: 3233-3239.
- Smith, A. H. A. H., E. E. Zoetendal, và R. I. R. I. Mackie. 2005. Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effects of dietary tannins. *Microbial ecology* 50: 197-205.
- Sophea, I., và T. Preston. 2011. Effect of different levels of supplementary potassium nitrate replacing urea on growth rates and methane production in goats fed rice straw, mimosa foliage and water spinach. *Livestock Research for Rural Development* 23.
- Tài liệu tiếng nước ngoài. aa.
- Tavendale, M. H. và cs. 2005. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Animal Feed Science and Technology* 123: 403-419.
- Tedeschi, L. O., D. G. Fox, và T. P. Tytlutki. 2003. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of environmental quality* 32: 1591-1602.
- Terrill, T. và cs. 1992. Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing sulla (*Hedysarum coronarium*) and perennial pasture. *The Journal of Agricultural Science* 119: 265-273.

- Thang, C., I. Ledin, và J. Bertilsson. 2010. Effect of feeding cassava and/or *Stylosanthes* foliage on the performance of crossbred growing cattle. *Tropical animal health and production* 42: 1-11.
- Thang, C. M., M. V. Sanh, và H. Wiktorsson. 2008. Effects of Supplementation of Mixed Cassava (*Manihot esculenta*) and Legume (*Phaseolus calcaratus*) Fodder on the Rumen Degradability and Performance of Growing Cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 21: 66-74.
- Tran Hiep và cs. 2010. “Global” and “local” predictions of dairy diet nutritional quality using near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of dairy science* 93: 4961-4975.
- U.S. EPA. 2008. Memorandum of understanding [online]. http://www.epa.gov/comptox/articles/comptox_mou.html Accessed Date Accessed.| doi:DOI|
- Ungerfeld, E., R. Kohn, R. Wallace, và C. Newbold. 2007. A meta-analysis of fumarate effects on methane production in ruminal batch cultures. *Journal of animal science* 85: 2556-2563.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, và B. A. Lewis. 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implication in dairy cattle: methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal. *J. Dairy Sci.* 74.
- Van Zijderveld, S. và cs. 2010. Nitrate and sulfate: Effective alternative hydrogen sinks for mitigation of ruminal methane production in sheep. *Journal of Dairy Science* 93: 5856-5866.
- Van Zijderveld, S. và cs. 2011. Persistency of methane mitigation by dietary nitrate supplementation in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94: 4028-4038.
- Waghorn, G. 1990. Beneficial effects of low concentrations of condensed tannins in forages fed to ruminants. P137 in DE Akin, LG Ljungdahl, JR Wilson, and PJ Harris.(ed.) *Microbial and Plant Opportunities to Improve Lignocellulose Utilization by Ruminants*. Elsevier Sci. Publ., New York, NY.
- Waghorn, G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology* 147: 116-139.
- Waghorn, G., M. Tavendale, và D. Woodfield. 2002. Methanogenesis from forages fed to sheep. In: *PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE-NEW ZEALAND GRASSLAND ASSOCIATION*. p 167-172.
- Waghorn, G. C., J. D. Reed, và L. R. Ndlovu. 1999. Condensed tannins and herbivore nutrition. p 153-166.
- Wang, C., S. Wang, và H. Zhou. 2009. Influences of flavomycin, ropadiar, and saponin on nutrient digestibility, rumen fermentation, and methane emission from sheep. *Animal Feed Science and Technology* 148: 157-166.

- Wang, Y. và cs. 2012. Influence of shade on flavonoid biosynthesis in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Scientia horticulturae* 141: 7-16.
- Woodward, S. 2004. Condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduce methane emissions from dairy cows. In: PROCEEDINGS-NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION. p 160-164.
- Woodward, S. 2006. Supplementing dairy cows with oils to improve performance and reduce methane-does it work? In: Proceedings-New Zealand Society of Animal Production. p 176.
- Yan, T., R. E. Agnew, F. J. Gordon, và M. G. Porter. 2000. Prediction of methane energy output in dairy and beef cattle offered grass silage-based diets. *Livestock Production Science* 64: 253-263.
- Yan, T., C. Mayne, và M. Porter. 2006. Effects of dietary and animal factors on methane production in dairy cows offered grass silage-based diets. In: International Congress Series. p 123-126.
- Yogianto, Y., A. Sudarman, E. Wina, và A. Jayanegara. 2014. Supplementation effects of tannin and saponin extracts to diets with different forage to concentrate ratio on in vitro rumen fermentation and methanogenesis. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture* 39: 144-151.

TUYỂN TẬP CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Lê Tuấn An, Chu Mạnh Thắng, Phạm Kim Cương và Trần Hiệp (2020). Đánh giá nguồn phụ phẩm chế biến chè làm thức ăn bổ sung trong chăn nuôi bò. Tạp chí Khoa học Công nghệ chăn nuôi, 109 (3):60-73.

Lê Tuấn An, Chu Mạnh Thắng, Lê Đình Phùng, Trần Hiệp (2020). Ảnh hưởng của bổ sung phụ phẩm chế biến chè xanh đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của khẩu phần trong môi trường dạ cỏ. Tạp chí Khoa học kỹ thuật chăn nuôi, 256 (4):26-34.

Lê Tuấn An, Chu Mạnh Thắng và Trần Hiệp (2020). Ảnh hưởng của các mức bổ sung tanin từ phụ phẩm chế biến chè đến tỷ lệ tiêu hóa *in vivo*, tăng khối lượng và phát thải khí mê-tan từ dạ cỏ bò thịt nuôi vỗ béo. Tạp chí Khoa học Công nghệ chăn nuôi, Số 114 (8):64-76.