

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN CHĂN NUÔI

TẠ VĂN CÀN

**XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG CỦA MỘT SỐ
LOẠI THỨC ĂN VÀ MỨC ĂN THÍCH HỢP CHO TRÂU
GIAI ĐOẠN SINH TRƯỞNG**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

HÀ NỘI, NĂM 2022

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN CHĂN NUÔI

TẠ VĂN CÀN

**XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG CỦA MỘT SỐ
LOẠI THỨC ĂN VÀ MỨC ĂN THÍCH HỢP CHO TRÂU
GIAI ĐOẠN SINH TRƯỞNG**

NGÀNH: DINH DƯỠNG VÀ THỨC ĂN CHĂN NUÔI

MÃ SỐ: 9.62.01.07

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. TS. NGUYỄN VĂN ĐẠI**
- 2. TS. CHU MẠNH THẮNG**

HÀ NỘI, NĂM 2022

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 đến nay. Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Các thông tin trích dẫn trong luận án này đều được chỉ rõ nguồn gốc.

Tác giả của luận án

Tạ Văn Cần

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận án này, ngoài sự nỗ lực của bản thân, tôi luôn nhận được sự giúp đỡ quý báu, chỉ bảo tận tình của hai thầy hướng dẫn TS. Nguyễn Văn Đại và TS. Chu Mạnh Thắng trong suốt quá trình thực hiện đề tài. Đặc biệt có GS-TS Vũ Chí Cương - Nhà khoa học, chuyên gia về dinh dưỡng gia súc, nguyên là thầy hướng dẫn giai đoạn đầu, đã định hướng và giúp đỡ tôi xây dựng đề cương và phương pháp nghiên cứu. Nhân dịp hoàn thành luận án, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn và tri ân sâu sắc đối với các thầy hướng dẫn.

Tôi xin trân trọng cảm ơn các tập thể và cá nhân: Ban Giám đốc Viện Chăn nuôi; Phòng Khoa học, Đào tạo và Hợp tác Quốc tế; các cán bộ trong Bộ môn Dinh dưỡng và Thức ăn chăn nuôi; Phòng Phân tích thức ăn và Sản phẩm chăn nuôi; các Phòng, Bộ môn có liên quan thuộc Viện Chăn nuôi; Tập thể lãnh đạo, các thầy, cô giáo thuộc Viện Khoa học sự sống và Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Nông lâm Thái Nguyên đã giúp đỡ về mọi mặt và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi hoàn thành luận án.

Nhân dịp này, tôi xin chân thành cảm ơn tập thể Ban Giám đốc và các Phòng, Trạm nghiên cứu thuộc Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Chăn nuôi Miền núi đã quan tâm, giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi được học tập và thực hiện đề tài nghiên cứu trên đàn gia súc tại Trung tâm.

Xin cảm ơn bạn bè, đồng nghiệp, người thân, gia đình đã giúp đỡ, động viên tôi trong suốt quá trình thực hiện đề tài và hoàn thành luận án./.

Nghiên cứu sinh

Tạ Văn Cần

MỤC LỤC

Lời cam đoan	i
Lời cảm ơn.....	ii
Mục lục	iii
Danh mục các chữ viết tắt trong luận án	vii
Danh mục các bảng biểu.....	ix
Danh mục hình ảnh, đồ thị.....	xii
MỞ ĐẦU	1
1. Đặt vấn đề.....	1
2. Mục tiêu của đề tài	2
3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án.....	3
4. Những đóng góp mới của luận án.....	4
Chương 1: TỔNG QUAN TÀI LIỆU	5
1.1. Cơ sở khoa học của vấn đề nghiên cứu.....	5
1.1.1. Thức ăn cho gia súc nhai lại.....	5
1.1.2. Một số loại thức ăn nuôi trâu	7
1.1.3. Đặc điểm tiêu hóa dạ cỏ của gia súc nhai lại	12
1.1.4. Một số phương pháp nghiên cứu xác định tỷ lệ tiêu hoá, giá trị dinh dưỡng thức ăn cho đại gia súc.....	16
1.1.5. Chăn nuôi trâu ở Việt Nam và vai trò của con trâu trong sản xuất nông nghiệp và đời sống xã hội	28
1.1.6. Ảnh hưởng của dinh dưỡng đến sinh trưởng của trâu	29
1.1.7. Vai trò của năng lượng trao đổi và protein đối với sinh trưởng gia súc nhai lại.....	32
1.2. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước	34
1.2.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước	34
1.2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước.....	38

Chương 2: ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	45
2.1. Đối tượng, thời gian và địa điểm nghiên cứu	45
2.1.1. Đối tượng nghiên cứu.....	45
2.1.2. Địa điểm nghiên cứu	45
2.1.3. Thời gian nghiên cứu	45
2.2. Nội dung nghiên cứu.....	46
2.2.1. Xác định thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn nuôi trâu	46
2.2.2. Xác định tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá <i>in vitro</i> gas production	46
2.2.3. Xác định tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng thức ăn, giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i>	46
2.2.4. Xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi được xác định bằng phương pháp <i>in vitro</i> gas production với phương pháp <i>in vivo</i>	46
2.3.5. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 7 - 18 tháng tuổi.....	46
2.3. Phương pháp nghiên cứu.....	46
2.3.1. Xác định thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn nuôi trâu	46
2.3.2. Xác định tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá <i>in vitro</i> gas production	47
2.3.3. Xác định tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng của thức ăn và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i>	51
2.3.4. Xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi được xác định bằng phương pháp <i>in vitro</i> gas production với phương pháp <i>in vivo</i>	55

2.3.5. Xác định mức ăn thích hợp cho nuôi trâu sinh trưởng giai đoạn 7-18 tháng tuổi.....	56
2.4. Phương pháp xử lý số liệu.....	61
2.4.1. Phương pháp xử lý số liệu phần thí nghiệm xác định thành phần các chất dinh dưỡng, tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i>	61
2.4.2. Phương pháp xử lý số liệu phần thí nghiệm xác định mức ăn thích hợp cho trâu sinh trưởng giai đoạn từ 7-18 tháng tuổi.....	62
Chương 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	63
3.1. Kết quả xác định thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn nuôi trâu.....	63
3.1.1. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn thô xanh.....	63
3.1.2. Nhóm thức ăn thô khô.....	67
3.1.3. Nhóm thức ăn tinh.....	69
3.2. Kết quả xác định tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá <i>in vitro</i> gas production	70
3.2.1. Lượng khí tích lũy khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn nuôi trâu tại các thời điểm khác nhau	70
3.2.2. Đặc điểm sinh khí khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn nuôi trâu tại các thời điểm khác nhau	74
3.2.3. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn (SCFA) của một số loại thức ăn nuôi trâu	76
3.3. Kết quả xác định tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng, giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i>	82
3.3.1. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> của một số loại thức ăn thô xanh.....	83
3.3.2. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> của một số loại thức ăn thô khô	89

3.3.3. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> của một số loại thức ăn tinh	93
3.4. Kết quả xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn nuôi trâu	97
3.4.1. Kết quả xây dựng phương trình tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của một số loại thức ăn nuôi trâu	97
3.4.2. Kết quả xây dựng phương trình tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của một số loại thức ăn nuôi trâu	103
3.5. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 7-18 tháng tuổi.....	109
3.5.1. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi.....	109
3.5.2. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 13-18 tháng tuổi	117
KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	129
TÀI LIỆU THAM KHẢO	131
PHỤ LỤC	149

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT TRONG LUẬN ÁN

AXBBH	A xít béo bay hơi
ADF	Xơ không tan trong môi trường Acid (Acid Detergent Fiber)
ARC	Hội đồng Nghiên cứu nông nghiệp Anh (Agriculture Research Council)
Ash	Khoáng tổng số (Ash).
BW	Khối lượng cơ thể (body weight)
CH ₄	Khí mê tan
CF	Xơ thô (Crude Fiber)
CP	Protein thô (Crude Protein)
CPI	Protein thô ăn vào
cs.	Cộng sự
DD	Dung dịch
DE	Năng lượng tiêu hoá (Digestible Energy)
DM	Chất khô (Dry Matter)
DMI	Vật chất khô ăn vào (Dry Matter Intake)
EE	Mỡ thô (Ether Extract)
G ₂₄	Thể tích khí sinh ra ở thời điểm 24 giờ sau ủ (ml/200 mg DM)
GTNL	Giá trị năng lượng
HH	Hỗn hợp
INRA	Viện nghiên cứu nông nghiệp quốc gia (Pháp)
KP	Khẩu phần
KL	Khối lượng
KLCT	Khối lượng cơ thể
ME	Năng lượng trao đổi (Metabolizable Energy)
MEI	Năng lượng trao đổi ăn vào
Mean	Giá trị trung bình
NDF	Xơ không tan trong môi trường trung tính (Neutral Detergent Fiber)

NIRS	Quang phổ hấp phụ cận hồng ngoại (Near Infrared Reflectance Spectroscopy)
NRC	Hội đồng nghiên cứu Quốc gia Mỹ (National Research Council)
NTĐC	Nghiệm thức đối chứng
NT1	Nghiệm thức 1
NT2	Nghiệm thức 2
OM	Chất hữu cơ (Organic Matter)
OMD	Chất hữu cơ tiêu hóa (Organic Matter Digestibility)
P	Xác suất (Probability)
R	Hệ số tương quan
R ²	Hệ số xác định (Coefficient of Determination or Determinant)
SCFA	Axit béo mạch ngắn (Short Chain Fatty Acids)
SE	Sai số chuẩn (Standard Error)
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
TLTH	Tỷ lệ tiêu hoá
TKL	Tăng khối lượng
TN	Thí nghiệm
TĂ	Thức ăn

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm tiêu hoá <i>in vitro</i> gas production.....	47
Bảng 2.2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm tiêu hoá <i>in vivo</i>	51
Bảng 2.3. Sơ đồ bố trí thí nghiệm	57
Bảng 2.4. Tỷ lệ phối trộn TMR và dinh dưỡng của khẩu phần thức ăn cho trâu thí nghiệm	58
Bảng 3.1. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn thô xanh	64
Bảng 3.2. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn thô khô	67
Bảng 3.3. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn tinh.....	69
Bảng 3.4a. Lượng khí tích lũy khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn thô xanh tại các thời điểm khác nhau	71
Bảng 3.4b. Lượng khí tích lũy khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn thô khô tại các thời điểm khác nhau	72
Bảng 3.4c. Lượng khí tích lũy khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn tinh tại các thời điểm khác nhau.....	73
Bảng 3.5a. Đặc điểm sinh khí khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn thô xanh.....	74
Bảng 3.5b. Đặc điểm sinh khí khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn thô khô	75
Bảng 3.5c. Đặc điểm sinh khí khi lên men <i>in vitro</i> gas production của một số loại thức ăn tinh	76
Bảng 3.6a. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn của nhóm thức ăn thô xanh	77
Bảng 3.6b. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn của nhóm thức ăn thô khô.....	79
Bảng 3.6c. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn của nhóm thức ăn tinh.....	81

Bảng 3.7a. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> vật chất khô, protein thô và mỡ thô của 5 loại thức ăn thô xanh	83
Bảng 3.7b. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> xơ thô, NDF và ADF của 5 loại thức ăn thô xanh	84
Bảng 3.8. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí mêtan thải ra của 5 loại thức ăn thô xanh	86
Bảng 3.9a. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> vật chất khô, protein thô và mỡ thô của 3 loại thức ăn thô khô	89
Bảng 3.9b. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> xơ thô, NDF và ADF của 3 loại thức ăn thô khô	90
Bảng 3.10. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí mêtan thải ra của 3 loại thức ăn thô khô	91
Bảng 3.11a. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> vật chất khô, protein thô và mỡ thô của 3 loại thức ăn tinh	93
Bảng 3.11b. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> xơ thô, NDF và ADF của 3 loại thức ăn tinh	94
Bảng 3.12. Tỷ lệ tiêu hóa <i>in vivo</i> chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí mêtan thải ra của 3 loại thức ăn tinh	95
Bảng 3.13. Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hóa <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i> của 5 loại thức ăn thô xanh	97
Bảng 3.14. Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hóa <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i> của 3 loại thức ăn thô khô	99
Bảng 3.15. Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hóa <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i> của 3 loại thức ăn tinh	101
Bảng 3.16. Giá trị năng lượng trao đổi tính theo các phương trình có sẵn dựa trên tiêu hóa <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i> của 5 loại thức ăn thô xanh	103
Bảng 3.17. Giá trị năng lượng trao đổi tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hóa <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i> của 3 loại thức ăn thô khô	105

Bảng 3.18. Giá trị năng lượng trao đổi tính theo các phương trình có sẵn dựa trên tiêu hoá <i>in vitro</i> và <i>in vivo</i> của 3 loại thức ăn tinh.....	107
Bảng 3.19. Lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu giai đoạn 7-12 tháng tuổi.....	109
Bảng 3.20. Tăng khối lượng của trâu thí nghiệm 7 - 12 tháng tuổi.....	112
Bảng 3.21. Tiêu tốn thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng của trâu thí nghiệm giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi.....	114
Bảng 3.22. Chi phí thức ăn nuôi trâu ở giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi.....	116
Bảng 3.23. Lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi.....	118
Bảng 3.24. Tăng khối lượng của trâu giai đoạn 13 -18 tháng tuổi	122
Bảng 3.25. Tiêu tốn thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng của trâu thí nghiệm giai đoạn 13 -18 tháng tuổi.....	125

DANH MỤC HÌNH ẢNH, ĐỒ THỊ

Đồ thị 3.1. Tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của 5 loại thức ăn thô xanh.....	98
Đồ thị 3.2. Tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của 3 loại thức ăn thô khô.....	100
Đồ thị 3.3. Tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của 3 loại thức ăn tinh	102
Đồ thị 3.4. Tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của 5 loại thức ăn thô xanh.....	104
Đồ thị 3.5. Tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của 3 loại thức ăn thô khô.....	106
Đồ thị 3.6. Tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp tiêu hoá <i>in vivo</i> và <i>in vitro</i> của 3 loại thức ăn tinh	108

MỞ ĐẦU

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chăn nuôi trâu trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng đã có từ lâu đời và đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế của nhiều nước Châu Á, Viễn Đông và Trung cận Đông. Con trâu là con vật gắn bó mật thiết với người nông dân, có ý nghĩa lớn trong sản xuất nông nghiệp, nhất là ở những nơi trồng lúa nước. Ross Cokrill (1982) đã nhận xét: “...Con trâu là một con vật có tiềm năng vượt bậc, xét về mặt năng suất, ở những vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới thì có thể không thua kém và thậm chí trội hơn cả các loài gia súc khác. Ở nhiều vùng trên thế giới, nơi mà tình trạng thiếu các nguồn protein đặc biệt là protein động vật, gay gắt nhất, thì trâu tồn tại với số lượng lớn nhất.”.

Điều kiện sinh thái nhiệt đới nóng ẩm và nghề trồng lúa nước là cơ sở để hình thành và phát triển quần thể trâu nước ta. Quần thể trâu Việt Nam chiếm 1,41% và đứng thứ 8 trên thế giới (Nguyễn Văn Đức, 2021). Theo số liệu của Tổng cục thống kê, năm 2020 tổng số trâu khoảng 2,33 triệu con, tính bình quân hằng năm từ 2016 - 2020 giảm 1,48%. Mặc dù đàn trâu cả nước giảm, nhưng tổng lượng thịt trâu hơi của cả nước vẫn tăng (năm 2020 là 96,73 nghìn tấn, tăng so với năm 2016 là 11,7%). Sản lượng thịt trâu hơi xuất chuồng tăng bình quân từ 2016 đến 2020 là 2,34%/năm, tăng cao nhất là vùng trung du miền núi phía bắc (5,01%/năm). (Nguồn TCTK, tháng 4/2021).

Cản trở lớn nhất để tăng năng suất gia súc nhai lại ở các nước đang phát triển là thiếu thức ăn cả về số lượng và chất lượng. Để đáp ứng được nhu cầu ngày càng tăng về các sản phẩm chăn nuôi, việc sử dụng và khai thác hợp lý nguồn thức ăn gia súc truyền thống là những thức ăn các gia súc khác và con người không ăn được là cực kỳ quan trọng có ý nghĩa sống còn với chăn nuôi gia súc nhai lại nói chung, chăn nuôi trâu nói riêng (Markar, 2004).

Kết quả nghiên cứu của một số tác giả trước đây cho thấy: Khẩu phần ăn của trâu, bò không cân đối, hoặc thiếu hoặc thừa năng lượng và protein (Paul Pozy, 2002. Đinh Văn Cải và cs, 2005). Lý do chủ yếu của khẩu phần mất cân đối là do chúng ta chưa có đầy đủ số liệu về tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* (xác định trên gia súc) và do đó chưa tính toán được chính xác giá trị dinh dưỡng của từng loại thức ăn cũng như khẩu phần.

Để làm được việc này, trước hết cần biết được thành phần hóa học và sau đó là giá trị dinh dưỡng của thức ăn. Trên cơ sở thành phần hóa học, giá trị dinh dưỡng của thức ăn chúng ta mới có thể nuôi dưỡng gia súc nhai lại đúng cách, tức là thoả mãn các nhu cầu về dinh dưỡng (năng lượng, protein, khoáng .v.v...) của chúng để chúng sống, sản xuất (tăng trọng, cho thịt, sữa...) và thải ra ngoài môi trường ít chất thải nhất (đặc biệt là các chất thải có nitơ, photpho) và các loại khí nhà kính (Paquay, 2000).

Ở Việt Nam, hiện chưa áp dụng hệ thống nhất quán nào để tính toán nhu cầu dinh dưỡng cho trâu, tuy nhiên có thể dựa vào khuyến cáo từ các nước, như ARC của Anh (1980); INRA của Pháp (1989) và Kearl của Mỹ (1982). Đặc biệt nhu cầu dinh dưỡng theo Kearl (1982) thích hợp cho trâu ở Việt Nam nên có thể sử dụng trước khi chúng ta có được một hệ thống dinh dưỡng hoàn chỉnh của nước ta. Để khắc phục tình hình phải đi mượn số liệu của nước ngoài về nhu cầu dinh dưỡng, tỷ lệ tiêu hoá và quan trọng hơn là tạo ra một cơ sở dữ liệu về thành phần hoá học, giá trị dinh dưỡng của một số loại thức ăn phổ biến cho trâu tại Việt Nam nhằm góp phần nâng cao hơn nữa năng suất trong chăn nuôi trâu thịt, tạo cơ sở dữ liệu cho việc sử dụng lâu dài trong sản xuất, chúng tôi tiến hành đề tài: ***“Xác định giá trị dinh dưỡng của một số loại thức ăn và mức ăn thích hợp cho trâu giai đoạn sinh trưởng”***.

2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

2.1. Mục tiêu tổng quát

Xác định thành phần hóa học, tỷ lệ tiêu hóa một số chất dinh dưỡng cơ bản của một số loại thức ăn nuôi trâu ở Việt Nam bằng phương pháp tiêu

hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* gas production. Đồng thời xác định được mức ăn thích hợp cho trâu giai đoạn sinh trưởng 7-18 tháng tuổi.

2.2. Mục tiêu cụ thể

- Xác định được thành phần hoá học của một số loại thức ăn phổ biến nuôi trâu.
- Xác định được tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vitro* gas production.
- Xác định được tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vivo*.
- Xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi giữa 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* gas production.
- Xác định mức ăn thích hợp cho trâu sinh trưởng ở giai đoạn 7-18 tháng tuổi.

3. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN

3.1. Ý nghĩa khoa học

Kết quả luận án đã góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu về thành phần hóa học, tỷ lệ tiêu hóa của các chất dinh dưỡng (vật chất khô, protein, chất béo, xơ thô, NDF, ADF, khoáng và chất hữu cơ), của một số loại thức ăn nuôi trâu.

Xác định được tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD) và giá trị năng lượng trao đổi (ME) bằng phương pháp tiêu hoá *in vitro* và tiêu hóa *in vivo* của một số loại thức ăn nuôi trâu ở Việt Nam từ thành phần hóa học và hàm lượng các chất dinh dưỡng tiêu hóa của chúng.

Xây dựng được phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi giữa 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* gas production.

Xác định được mức ăn thích hợp nuôi trâu sinh trưởng ở giai đoạn 7-18 tháng tuổi.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả của luận án là tài liệu tham khảo có giá trị trong công tác nghiên cứu khoa học và giảng dạy cho các nhà nghiên cứu, giảng viên, sinh viên đại học, thạc sỹ, tiến sỹ chuyên ngành chăn nuôi ở các Trường Đại học, Viện Nghiên cứu. Đồng thời, kết quả nghiên cứu này cũng được áp dụng cho các doanh nghiệp, chủ trang trại, người chăn nuôi trong xây dựng mức ăn thích hợp cho trâu sinh trưởng giai đoạn 7 -18 tháng tuổi.

4. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Luận án đã xác định được thành phần giá trị dinh dưỡng và tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của 11 loại nguyên liệu thức ăn nuôi trâu (bao gồm: 5 loại thức ăn thô xanh, 3 loại thức ăn thô khô và 3 loại thức ăn tinh) dựa vào tiêu hoá *in vitro* gas production và tiêu hoá *in vivo*.

Luận án đã xây dựng được 3 phương trình hồi quy tuyến tính ước tính tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và 3 phương trình hồi quy tuyến tính ước tính giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu giữa 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* gas production với hệ số tương quan chặt chẽ.

Luận án đã xác định được mức ăn thích hợp, sử dụng một số nguyên liệu sẵn có để nuôi trâu sinh trưởng ở giai đoạn 7 -18 tháng tuổi ở Việt Nam.

Chương 1

TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. Cơ sở khoa học của vấn đề nghiên cứu

1.1.1. Thức ăn cho gia súc nhai lại

1.1.1.1. Khái niệm về thức ăn gia súc nhai lại

Thức ăn cho gia súc nhai lại là những sản phẩm có nguồn gốc thực vật, động vật và khoáng vật, những sản phẩm này cung cấp chất dinh dưỡng cho con vật, các chất dinh dưỡng đó phải phù hợp với đặc tính sinh lý, với cấu tạo bộ máy tiêu hóa giúp con vật có thể ăn uống, tiêu hóa và hấp thu được nhằm sinh sống bình thường trong một thời gian.

Khái niệm thức ăn cho gia súc nhai lại thay đổi tùy thuộc vào từng giai đoạn phát triển kinh tế xã hội. Thời kỳ chăn nuôi du mục, cỏ xanh trên bãi chăn là nguồn thức ăn duy nhất. Khi ngành trồng trọt phát triển, thức ăn bao gồm cả các sản phẩm phụ của cây trồng. Địa vị của ngành chăn nuôi được nâng cao, người ta gieo trồng cây thức ăn cho gia súc nhai lại, sử dụng các nguồn nguyên liệu trong các ngành công nghiệp, đẩy mạnh các biện pháp bảo quản, chế biến, phối hợp thức ăn, áp dụng các thành tựu mới nhất trong dinh dưỡng học gia súc, sử dụng thức ăn có hiệu quả nhất nâng cao năng suất ngành chăn nuôi.

Theo Pond và cs. (1995) đã đưa ra khái niệm về chất dinh dưỡng như sau: Chất dinh dưỡng là một nguyên tố hay một hợp chất hóa học mà có thể giữ được sự sinh trưởng, sinh sản, cho sữa một cách bình thường hoặc duy trì sự sống nói chung. Theo đó, thức ăn được định nghĩa là: một vật liệu có thể ăn được nhằm cung cấp chất dinh dưỡng hay tất cả những gì mà con gia súc ăn vào hoặc có thể ăn vào được mà có tác động tích cực đối với quá trình trao đổi chất thì gọi là thức ăn gia súc.

1.1.1.2. Phân loại thức ăn gia súc nhai lại

Để sử dụng hiệu quả thức ăn và có biện pháp chế biến bảo quản thích hợp cần thiết phải phân loại thức ăn.

Có nhiều cách phân loại thức ăn khác nhau, căn cứ vào nguồn gốc, đặc tính dinh dưỡng, tính chất thức ăn...

Phân loại thức ăn là đưa các thức ăn vào từng nhóm, trong nhóm đó có các thức ăn có các đặc tính, giá trị dinh dưỡng tương tự nhau và có thể sử dụng cùng một mục đích (Dryden, 2010). Các thức ăn có cùng nguồn gốc thường có giá trị dinh dưỡng không khác nhau quá nhiều và vì thế cách mà chúng ảnh hưởng đến năng suất gia súc cũng khá tương đồng.

Hiện nay, có một số cách phân loại thức ăn cho gia súc, tuy nhiên hệ thống phân loại của Harris và cs. (1980) được sử dụng nhiều hơn. Ngoài ra cũng có những hệ thống khác được đề nghị nhưng chưa thống nhất nên chưa được công bố (Dryden, 2010).

Theo hệ thống phân loại của Harris và cs. (1980) đối với thức ăn cho gia súc nhai lại được phân thành 8 (tám) nhóm như sau:

1. Cỏ khô, thức ăn thô, cỏ trồng và cây thức ăn: Nhóm này lại được chia thành cỏ khô, rom, thức ăn thô, cỏ trồng và cây thức ăn, thức ăn thô họ đậu có hay không có hạt và Cỏ khô, rom, thức ăn thô, cỏ trồng và cây thức ăn thô không phải họ đậu có hay không có hạt. Đặc điểm của nhóm này là: Xơ thô (Crude fiber - CF) > 18%, chất khô (DM - Dry mater), tương đương với 22 - 25% xơ không tan trong môi trường a xít (ADF - Acid Detergent Fiber).

2. Cỏ trên đồng cỏ và thức ăn thô trên đồng (standing hay), không xử lý, chế biến; đặc điểm của nhóm này tương tự nhóm 1.

3. Thức ăn ủ chua: gồm cỏ hòa thảo và họ đậu ủ, cây ngô ủ.

4. Thức ăn năng lượng: Đặc điểm nhóm này có xơ thô (Crude fiber - CF) < 18%; Protein thô (Crude protein - CP) < 20%. Nhóm này được chia thành: ngũ cốc, phụ phẩm chế biến ngũ cốc, củ, quả, hạt.

5. Thức ăn bổ sung protein: là nhóm thức ăn với đặc điểm: CP>20%; CF<18%. Nhóm này được chia thành 2 nhóm chính: (i) có nguồn gốc từ thực vật và (ii) có nguồn gốc từ động vật.

6. Thức ăn bổ sung khoáng (premix khoáng, bột đá, bột vỏ sò, ốc...)
7. Thức ăn bổ sung vitamin (premix vitamin, rau muống, bí đỏ, cà rốt..)
8. Các chất bổ sung khác.

1.1.2. Một số loại thức ăn nuôi trâu

1.1.2.1. Thức ăn thô xanh

Thực tế cho thấy nguồn thức ăn chính cho trâu trước đây và cho đến hiện nay vẫn là nguồn thức ăn thô xanh.

Cây thức ăn xanh là những cây cỏ hòa thảo, cây đậu thân thảo hay thân gỗ mà nó có thể được sử dụng làm thức ăn gia súc. Những cây này cũng có thể được sử dụng vào việc quản lý tốt hơn nguồn tài nguyên như bảo vệ đất chống xói mòn, làm tăng độ màu mỡ của đất và hạn chế cỏ dại.

Thức ăn thô xanh là nguồn thức ăn cho trâu rẻ nhất. Việc quản lý thức ăn thô xanh cho trâu nhằm đảm bảo chất lượng và số lượng thức ăn cho trâu, đặc biệt thức ăn cho vụ đông. Chất lượng thức ăn thô xanh phụ thuộc vào giống cỏ, chất đất, điều kiện khí hậu và phân bón cho cỏ, cũng như cách chăm sóc chúng. Cần cung cấp thức ăn xanh có chất lượng tốt cho trâu, tránh cho trâu ăn thức ăn có lẫn cỏ dại, cỏ bị mốc hoặc mốc, cỏ lẫn các tạp chất khác như túi ni long, các vật sắc nhọn... sẽ gây nguy hiểm cho trâu. Ngoài việc chăm sóc cỏ ăn đúng kỹ thuật, thì cần phải thu hoạch cỏ đúng lứa, thường các giống cỏ thu từ lứa thứ 2 từ 40-45 ngày- để đảm bảo chất lượng cỏ. Tác giả Pipat và cs. (2014) công bố: Cỏ VA06 thu hoạch ở thời điểm 45 ngày có protein thô 10,3%; vật chất khô 15 – 16%; ADF 44,1%; NDF 66,8%; Ash 14,5%.

Hàng ngày trâu trưởng thành cần ăn khối lượng thức ăn (cỏ) vào khoảng 9-10% khối lượng cơ thể, ngoài ra cần ăn thêm thức ăn tinh. Trong cơ cấu giá thành chăn nuôi, thức ăn có vai trò quyết định, chiếm từ 70-80%. Khi chăn nuôi ở hộ nông dân, thường nguồn thức ăn là nguồn cỏ tự nhiên tận dụng. Tuy nhiên, hiện nay đất đai đã được sử dụng tối đa cho các mục đích khác nhau như trồng lúa và hoa màu, trồng rau, làm khu công nghiệp....nên

diện tích đất có cỏ tự nhiên còn rất ít. Hiện còn một số nơi như bờ đê, bờ các ruộng lúa và hoa màu, khu đồi núi trồng cây lâm nghiệp...nhưng nguồn này cũng trở nên ngày càng bị thu hẹp, mặt khác cỏ tự nhiên thu lượm được từ những khu trồng lúa, hoa màu dễ bị nhiễm một số chất hóa học (thuốc trừ sâu) gây nguy hiểm cho trâu (trâu rất mẫn cảm).Phạm Văn Quyên và cs. (2021) cho biết: Cỏ *P. Hamill* và cỏ VA06 trồng tại Trà Vinh có hàm lượng vật chất khô; protein thô; xơ thô lần lượt là: 21,50; 12,10; 34,23% và 15,92; 8,90; 29,62%.

Trồng cây thức ăn chăn nuôi trâu: Đây là giải pháp chủ động cung cấp nguồn thức ăn cho gia súc, đảm bảo đủ số lượng và chất lượng, dải đều các vụ trong năm. Các giống cây thức ăn thông thường là các giống có năng suất cao, phẩm chất tốt, phù hợp với điều kiện sinh thái của từng vùng và theo nhu cầu của từng loại gia súc, chịu thâm canh cao.

Nguồn thức ăn thô xanh có thể sử dụng từ 2 nguồn:

**Nguồn thức ăn sẵn có ở địa phương.*

Là những giống đã sinh trưởng và phát triển từ lâu ở địa phương, do vậy nó có tính thích nghi cao với điều kiện khí hậu, đất đai, quen với gia súc của vùng. Các giống cỏ này đều dễ trồng và có khả năng nhân ra diện rộng nhanh, chỉ cần tác động thêm các biện pháp kỹ thuật là có thể cho một lượng thức ăn xanh cao.

Đây là nguồn cung cấp thức ăn xanh cho gia súc rất tốt, một số giống mang nhiều đặc tính quý, nên chúng ta cần duy trì và khai thác như cây đậu mè, cỏ hoa trắng, cây cỏ vùng.....

Thân lá ngô cũng là nguồn cung cấp thức ăn thô xanh quan trọng cho trâu bạch, đặc biệt trong vụ đông. Thân, lá ngô có thể tận dụng trong hoặc sau khi thu bắp, và cũng có thể trồng ngô dày để cung cấp thức ăn cho trâu.

**Giống cây thức ăn nhập nội.*

Là những giống nhập từ các nước khác trên thế giới, qua quá trình nghiên cứu khảo nghiệm thích nghi, đánh giá tại Việt Nam chọn lọc ra một số giống phù hợp, đưa vào sản xuất.

Trong những năm qua cùng với các chương trình khoa học kỹ thuật phát triển chăn nuôi, hợp tác với các tổ chức quốc tế. Chúng ta đã nhập nhiều giống cỏ nhiệt đới, bao gồm giống cỏ hoà thảo và cỏ họ đậu từ Australia, Cu Ba, Thái Lan, Newzealand...trồng ở nhiều vùng sinh thái khác nhau và đã đạt được kết quả nhất định.

Trong đó có một số giống cỏ chính có thể trồng ở khu vực trung du và miền núi và phù hợp tạo nguồn thức ăn cho trâu bạch trong vụ đông.

* **Cỏ Voi. (*Pennisetum purpureum*)** là cỏ lâu năm có thể chịu được khô hạn, giai đoạn sinh trưởng chính trong mùa hè khi nhiệt độ và ẩm độ cao. Sinh trưởng chậm trong mùa đông và mẫn cảm với sương muối. Nhiệt độ thích hợp nhất cho sinh trưởng từ 25 – 40⁰C. Nhiệt độ thấp nhất cho sự sinh trưởng khoảng 15⁰C. Cỏ voi có thể sinh trưởng ở những vùng cao tới 2000m so với mực nước biển. Thích hợp nhất với đất giàu dinh dưỡng có tầng canh tác sâu, pH = 6 – 7, đất không bùn, úng. Thích hợp trong những vùng có lượng mưa khoảng 1500 mm/năm. Cỏ voi có năng suất rất lớn, từ 150 – 300 tấn/ha/năm. Có thể lên tới 500 tấn/ha/năm. Cỏ voi dùng làm thức ăn tươi hay ủ cho năng suất cao. Sau khi trồng 3 tháng có thể cắt lứa đầu, sau đó 40 – 45 ngày thì cắt lứa tiếp theo. Cắt lần đầu cắt sát mặt đất cho cây sinh trưởng và đẻ nhánh nhiều, không trồi lên mặt đất. Nếu sử dụng tốt cho năng suất cao trong 10 năm liền. Có thể trồng xen với các cây họ đậu.

Lyimo và cs. (2016) cho biết, hàm lượng protein thô có trong cỏ Voi là 10,1%.

* **Cỏ *Panicummaximum hamil* (P. hamil)**:Cỏ P.Hamill có nguồn gốc từ các nước châu Phi nhiệt đới và phân bố rộng rãi ở các nước nhiệt đới, cận nhiệt đới. Lần đầu tiên cỏ Ghinê được đưa vào Bắc bộ năm 1900 và được trồng ở Hải Kiến. Trước đó năm 1875 đã được đưa vào trồng ở Nam bộ. (Thủ Dầu Một) cùng cỏ lông Para. Cỏ P.Hamill được coi là một trong những loài cỏ tốt nhất Việt Nam, thân cao tới 2 - 3m, không có thân bò, chỉ phân nhánh

và tạo thành bụi. Bẹ lá mọc quanh gốc có màu tím, cả bẹ và lá có lông nhỏ và trắng nhất là ở bẹ lá. Những lá phía trên ngắn và có bẹ lá dài nên không che nắng cho những lá dưới, lá có khả năng xoay theo chiều nắng. Tỷ lệ lá/thân là 5/7, cụm hoa hình chùy đặc trưng của *Panicum*, hạt hoa dẹt, cũng có lông nhỏ và mịn. Bộ rễ có nhiều nhánh, phát triển rất mạnh, thích hợp ở nhiệt độ 25-37°C và ẩm độ 80%. Cỏ thường phân bố trong khoảng 16,3-28,7 độ Vĩ độ Bắc Nam. Độ cao có thể đến 2500m so với mực nước biển. Lượng mưa bình quân là 1000 mm/năm. Cỏ không có khả năng sinh trưởng ở vùng đất nước hay bị ngập lụt. Cỏ cũng không thực sự chịu hạn nhiều. Cỏ có thể thích ứng với nhiều loại đất nhưng cho năng suất cao khi đất nhiều mùn và dinh dưỡng. Cỏ thích nghi với những việc trồng trên những vùng đất dốc nên nhiều nơi sử dụng chúng để trồng trên các đường đồng mức hay trồng để bảo vệ đất chống xói mòn. Nguyễn Thị Thủy và cs. (2018) cho biết: Cỏ *P. Hamill* có hàm lượng vật chất khô dao động từ 20,1- 20,6%; protein thô 10,4 - 10,9%; xơ thô 32,1- 33,0% và khoáng tổng số 1,80 - 2,01%.

1.1.2.2. Thức ăn thô khô

Thức ăn thô khô bao gồm cỏ khô, rơm, thân cây ngô già, cây lạc, thân đậu đỗ và các phụ phẩm nông nghiệp khác. Loại thức ăn này thường có hàm lượng xơ cao (20 - 35% tính trong chất khô) và tương đối nghèo chất dinh dưỡng. Nhưng ở nước ta bình quân đất nông nghiệp tính trên một đầu người rất thấp (0,1ha/người), bãi chăn thả ít; phần lớn bãi chăn lại là đồi núi trọc có độ dốc cao, đất xấu và khô cằn. Do đó ở nhiều vùng, thức ăn thô và phụ phẩm nông nghiệp trở thành thức ăn chính của trâu bò nhất là trong mùa khô và vụ đông. Tuy nhiên các chất dinh dưỡng trong phụ phẩm nông nghiệp không đủ đáp ứng nhu cầu của gia súc, cho nên cần bổ sung thêm một phần cỏ xanh hoặc các loại thức ăn khác.

Rơm: Hàng năm ước tính ở nước ta có khoảng 20 triệu tấn rơm (1 lúa: 1 rơm). Rơm có hàm lượng xơ cao (320-350 g/kg CK) nghèo protein (20-

30g/kg). Chất xơ của rơm khó tiêu hoá vì bị lignin hoá. Nếu được kiềm hoá bằng urê, amoniac hay xút sẽ làm tăng tỷ lệ tiêu hoá và giá trị dinh dưỡng. Tuy giá trị dinh dưỡng của rơm thấp nhưng lại là nguồn thức ăn rẻ tiền và nông dân có tập quán sử dụng từ lâu đời.

Nguyễn Bình Trường và cs. (2019), khi tiến hành nghiên cứu khảo sát hàm lượng NDF trong khẩu phần ăn của bò thịt tại tỉnh An Giang cho biết: thành phần dinh dưỡng có trong rơm khô là rất thấp với các giá trị DM, CP, CF, NDF, ADF, và OM lần lượt là: 89,1, 5,26; 31,7; 47,4; 67,7 và 88,1%; Cù Thị Thiên Thu và cs. (2020) phân tích thành phần hoá học của rơm khô cho biết: DM, CP, EE, CF và Ash tương ứng 88,40; 4,59; 1,70; 35,10 và 13,80%.

Cây ngô sau khi thu bắp: Là nguồn thức ăn thô quan trọng cho trâu bò ở nhiều vùng. Giá trị dinh dưỡng của chúng phụ thuộc vào giống ngô và thời vụ thu hoạch. Trong 1 kg thân cây ngô có 600 - 700 g chất khô, 60 - 70 g protein, 280 - 300 g xơ. Tỷ lệ sử dụng và giá trị dinh dưỡng của thân cây ngô sẽ được nâng lên nếu được chế biến bằng urê hoặc amoniac.

Cỏ khô: Có giá trị dinh dưỡng cao hơn so với các loại phụ phẩm nông nghiệp khác. Chất lượng của chúng phụ thuộc vào giống cỏ, điều kiện thời tiết lúc phơi khô (nếu gặp mưa chất dinh dưỡng sẽ kém). Cũng như điều kiện bảo quản. Cỏ khô được phơi kiệt, cho đến lúc hàm lượng nước chỉ còn 15 - 17%. Khi độ ẩm trong cỏ khô còn trên 18%, các vi sinh vật và nấm mốc dễ phát triển làm giảm giá trị dinh dưỡng của cỏ khô trong quá trình bảo quản. Cỏ tươi non được phơi khô nhanh có giá trị dinh dưỡng cao hơn cỏ già quá lứa. Cỏ khô là cây họ đậu có hàm lượng protein và khoáng đa lượng, vì lượng cao hơn cỏ khô là cây cỏ hoà thảo. Khương Văn Nam và cs. (2018) cho biết: Cỏ *Decumbens* khô có hàm lượng DM là 90,12%; CP là 9,56%; CF là 31,04%; NDF là 68,22%; ADF là 36,38%; Ash là 8,54% và cỏ *Ruzi* khô có hàm lượng DM là 89,15%; CP là 10,65%; CF là 30,55%; NDF là 68,95%; ADF là 36,51%; Ash là 8,92%.

1.1.2.3. Thức ăn tinh

Thức ăn tinh được cung cấp chủ yếu từ các loại hạt ngũ cốc như thóc, ngô, sắn, đậu tương....Thức ăn tinh ít xơ nhưng chứa nhiều năng lượng.

Chất lượng thức ăn tinh cần được kiểm soát chặt chẽ, tránh cho ăn thức ăn ôi, mốc, lẫn tạp chất. Hạt ngũ cốc có thể nghiền vỡ, hoặc ăn nguyên hạt (thóc), không nên nghiền thức ăn quá mịn có thể gây ra những vấn đề về đường hô hấp hoặc gây tiêu chảy. Thóc là loại thức ăn tinh khá thích hợp cho ngựa vì chúng có hàm lượng xơ, protein cao hơn ngô và là nguồn thức ăn sắn có ở mọi gia đình, dễ mua hơn ngô. Ngô cung cấp nguồn năng lượng lớn hơn các loại hạt khác, giúp ngựa tăng trọng nhanh. Hầu như các loại hạt ngũ cốc đều có hàm lượng photpho cao, nhưng hàm lượng canxi thấp. Nguyễn Ngọc Kiên và cs. (2018) phân tích thành phần dinh dưỡng của bột ngô cho biết: DM, CP, EE, CF và Ash tương ứng 84,60; 11,57; 6,02; 2,60 và 2,83%.

1.1.2.4. Thức ăn bổ sung

Nhìn chung đối với ngựa ít khi bổ sung khoáng, vitamin vì hầu như chúng đã được cung cấp đủ bởi khẩu phần ăn bình thường. Thức ăn bổ sung thêm cho ngựa thường chỉ là protein (đậu tương, bột cá...) và photpho, canxi, đặc biệt là muối.

1.1.2.5. Thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh

Thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh là loại thức ăn đã được phối hợp đầy đủ chất dinh dưỡng cho nhu cầu của con vật. Thông thường đối với ngựa, thức ăn hỗn hợp được phối trộn giữa thức ăn tinh (như các loại hạt ngũ cốc) và bột cỏ họ hòa thảo và bột đậu. Khi sử dụng thức ăn hỗn hợp, ngựa không cần cho ăn thêm thức ăn thô xanh. Tuy nhiên, hiện nay trên thị trường chủ yếu là thức ăn hỗn hợp cho bò sữa, không có thức ăn hỗn hợp riêng cho ngựa mà phải đặt hàng trước, nhưng giá thành cao.

1.1.3. Đặc điểm tiêu hóa dạ cỏ của gia súc nhai lại

1.1.3.1. Cấu tạo của dạ dày của gia súc nhai lại

Hệ tiêu hóa của loài gia súc nhai lại được đặc trưng bởi hệ dạ dày gồm 4 túi: 3 túi trước là dạ cỏ, dạ tổ ong, dạ lá sách và túi thứ 4 sau cùng là dạ múi khế.

Dạ cỏ là túi lớn nhất, chiếm hầu hết nửa trái xoang bụng, từ cơ hoành đến xoang chậu. Dạ cỏ chiếm tới 85- 92% dung tích dạ dày, 75% dung tích đường tiêu hóa, có tác dụng tích trữ, nhào trộn và lên men phân giải thức ăn. Thức ăn sau khi được nuốt xuống dạ cỏ, phần lớn được lên men bởi hệ vi sinh vật cộng sinh nơi đây. Chất chứa trung bình trong dạ cỏ có khoảng 850-930gam nước/kg nhưng tồn tại ở hai tầng: tầng lỏng ở phía dưới chứa nhiều tiểu phần thức ăn mịn, lơ lửng trong đó và tầng trên khô hơn chứa nhiều thức ăn kích thước lớn. Ngoài chức năng lên men, dạ cỏ còn có vai trò hấp thu. Các axit béo bay hơi (AXBBH) sinh ra từ quá trình lên men vi sinh vật được hấp thu qua vách dạ cỏ (cũng như dạ tổ ong và dạ lá sách) vào máu và trở thành nguồn năng lượng cho vật chủ. Sinh khối vi sinh vật cùng với những tiểu phần thức ăn có kích thước bé ($<1\text{mm}$) sẽ đi xuống dạ múi khế và ruột để được tiêu hóa tiếp bởi men của đường tiêu hóa.

Dạ tổ ong là phần kéo dài của dạ cỏ có niêm mạc được cấu tạo trông giống như tổ ong và có chức năng chính là đẩy các thức ăn rắn và các thức ăn chưa được nghiền nhỏ trở lại dạ cỏ, đồng thời đẩy các thức ăn dạng nước vào dạ lá sách. Dạ tổ ong cũng giúp cho việc đẩy các miếng thức ăn ợ qua thực quản lên miệng để nhai lại.

Dạ lá sách có niêm mạc gấp nếp nhiều lần (tăng diện tích tiếp xúc), có nhiệm vụ chính là nghiền nát các tiểu phần thức ăn, hấp thu nước cùng các ion Na^+ , K^+ ..., hấp thu các axit béo bay hơi trong dưỡng chất đi qua.

Dạ múi khế có hệ thống tuyến phát triển mạnh và có chức năng tương tự như dạ dày của gia súc dạ dày đơn, tức là tiêu hóa thức ăn bằng dịch vị (chứa HCl và men pepsin).

1.1.3.2. Hệ vi sinh vật dạ cỏ

Chất chứa dạ cỏ là một hỗn hợp gồm thức ăn ăn vào, vi sinh vật dạ cỏ, các sản phẩm trao đổi trung gian, nước bọt và các chất chế tiết vào qua vách dạ cỏ. Đây là một hệ sinh thái rất phức hợp trong đó liên tục có sự tương tác

giữa thức ăn, hệ vi sinh vật và vật chủ. Dạ cỏ có môi trường thuận lợi cho vi sinh vật (VSV) yếm khí sống và phát triển. Đáp lại, VSV dạ cỏ đóng góp vai trò rất quan trọng vào quá trình tiêu hoá thức ăn của vật chủ, đặc biệt là nhờ chúng có các enzyme phân giải liên kết β -glucosid của xơ trong vách tế bào thực vật của thức ăn và có khả năng tổng hợp đại phân tử protein từ ammonia (NH_3).

Hệ vi sinh vật cộng sinh trong dạ cỏ và dạ tổ ong rất phức tạp và được gọi chung là vi sinh vật dạ cỏ. Hệ *vi sinh vật* dạ cỏ gồm có ba nhóm chính là vi khuẩn (*Bacteria*), động vật nguyên sinh(*protozoa*) và nấm(*Fungi*); ngoài ra còn có *mycoplasma*, các loại virus và các thể thực khuẩn. *Mycoplasma*, virus và thể thực khuẩn không đóng vai trò quan trọng trong tiêu hóa thức ăn. Quần thể vi sinh vật dạ cỏ có sự biến đổi theo thời gian và phụ thuộc vào tính chất của khẩu phần thức ăn. Hệ vi sinh vật dạ cỏ đều là sinh vật yếm khí và sống chủ yếu bằng năng lượng sinh ra từ quá trình lên men các chất dinh dưỡng.

- *Vi khuẩn (bacteria)*

Vi khuẩn xuất hiện trong dạ cỏ loài nhai lại trong lứa tuổi còn non, mặc dù chúng được nuôi tách biệt hoặc cùng với mẹ chúng. Thông thường vi khuẩn chiếm số lượng lớn nhất trong VSV dạ cỏ và là tác nhân chính trong quá trình tiêu hóa xơ. Tổng số vi khuẩn dạ cỏ thường vào khoảng 10^9 - 10^{10} tế bào/g chất chứa dạ cỏ. Trong dạ cỏ vi khuẩn ở thể tự do chiếm khoảng 25-30%, còn lại bám vào thức ăn, biểu mô và *protozoa*.

- *Protozoa* xuất hiện trong dạ cỏ khi gia súc bắt đầu ăn thức ăn thực vật thô. Sau khi đẻ và trong thời gian bú sữa, dạ dày trước không có *protozoa*. *Protozoa* không thích ứng với môi trường bên ngoài và bị chết rất nhanh. Trong dạ cỏ *protozoa* có số lượng vào khoảng 10^5 - 10^6 tế bào/g chất chứa dạ cỏ, ít hơn vi khuẩn nhưng kích thước lớn hơn nên có thể tương đương về sinh khối. Có hơn 100 loài *protozoa* đã được xác định. Mỗi loài gia súc có số loài *protozoa* khá đặc thù.

Protozoa trong dạ cỏ là các loại *ciliate* thuộc hai họ khác nhau gồm họ *Isotrichidae* có cơ thể rộng được phủ các tiêm mao, họ kia là *Ophryoscolecidae* gồm nhiều loại khác nhau về kích thước, hình thái và diện mạo.

Protozoa có một số tác dụng sau:

- + Tiêu hóa tinh bột và đường.
- + Xé rách màng tế bào thực vật.
- + Tích lũy *polysaccarid*.
- + Bảo tồn mạch nối đôi các axit béo không no.
- + *Protozoa* không tổng hợp được vitamin mà sử dụng vitamin từ thức ăn hay do vi khuẩn tạo nên làm giảm rất nhiều vitamin của vật chủ.

- *Nấm (Fungi)*

Chức năng của nấm trong dạ cỏ là :

+ Mọc chồi phá vỡ cấu trúc thành tế bào thực vật, làm giảm độ bền chặt của cấu trúc này, góp phần phá vỡ các mảnh thức ăn trong quá trình nhai lại, sự phá vỡ này tạo điều kiện cho *Bacteria* bám vào cấu trúc tế bào và tiếp tục phân giải xơ.

+ Mặt khác, bản thân nấm cũng tiết ra các loại men phân giải *gluxit*. Phức hợp men tiêu hóa xơ của nấm dễ dàng hòa tan hơn của men vi khuẩn. Chính vì thế nấm có khả năng tấn công các tiểu phần thức ăn cứng hơn và lên men chúng với tốc độ nhanh hơn so với vi khuẩn.

Như vậy, sự có mặt của nấm làm tăng tốc độ tiêu hóa xơ. Điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với việc tiêu hóa thức ăn thô xơ bị *lignin* hóa.

1.1.3.3. Tiêu hóa thức ăn

- *Phân giải gluxit*

Quá trình phân giải các *gluxit* phức tạp tạo ra các đường đơn. Những phân tử này là sản phẩm trung gian và được lên men tiếp theo bởi vi sinh vật dạ cỏ. Quá trình này sinh ra năng lượng dưới dạng ATP và các AXBBH

cho vật chủ. Đó là các *axit acetic, propionic và butyric* theo một tỷ lệ tương đối khoảng 70:20:8 cùng với một lượng nhỏ *izobutyric, izovaleric và valeric* (Nguyễn Xuân Trạch, 2003).

- *Phân giải protein*

Khoảng 40-60% protein thức ăn đầu tiên được lên men phân giải trong dạ cỏ thành các *peptit*, sau đó thành các axit amin và được giải phóng vào môi trường dạ cỏ (Leng và Nolan, 1984). Trong môi trường dạ cỏ hầu hết các *axit amin* được khử trong các tế bào vi sinh vật thành các α - *xetoaxit, amoniac, AXBBH* mạch ngắn, CO_2 (Preston và Leng, 1987). Một sản phẩm của quá trình này sau đó được vi sinh vật sử dụng để tổng hợp thành các phân hữu cơ khác, gồm *protein* và các axit *nucleic*. Đây chính là nguồn nguyên liệu chính cho quá trình tổng hợp lên đại phân tử *protein* của sinh khối vi sinh vật, lượng sinh khối vi sinh vật này lại cung cấp *protein* cho vật chủ.

- *Phân giải lipid*

Lipit trong thức ăn khi vào môi trường dạ cỏ thường có dạng *trixylglyxerol* và *glactolipit*, chúng bị thủy phân bởi *lipaza* của vi sinh vật. *Glyxerol* và *galactoza* được lên men ngay thành các AXBBH. Các AXBBH giải phóng ra được trung hòa ở pH dạ cỏ chủ yếu dưới dạng muối *canxi* có độ hòa tan thấp và bám vào bề mặt vi khuẩn và các tiểu phần thức ăn. Chính vì thế tỷ lệ mỡ quá cao trong khẩu phần thường làm giảm khả năng tiêu hóa xơ ở dạ cỏ. Tuy nhiên khả năng tiêu hóa mỡ của vi sinh vật dạ cỏ rất hạn chế, cho nên khẩu phần nhiều mỡ sẽ làm giảm tiêu hóa xơ và thu nhận thức ăn. Đối với các thức ăn phụ phẩm xơ hàm lượng mỡ trong đó rất thấp nên dinh dưỡng của gia súc nhai lại ít chịu ảnh hưởng của tiêu hóa mỡ trong dạ cỏ (Nguyễn Xuân Trạch, 2003).

1.1.4. Một số phương pháp nghiên cứu xác định tỷ lệ tiêu hoá, giá trị dinh dưỡng thức ăn cho đại gia súc

Xác định tỷ lệ tiêu hoá để đánh giá giá trị dinh dưỡng của thức ăn hay còn gọi là phương pháp thử mức tiêu hoá. Phương pháp này được sử dụng để

xác định, tính toán phần có khả năng tiêu hoá được của thức ăn trong cơ thể gia súc kết hợp với phương pháp phân tích thức ăn (phân tích thành phần dinh dưỡng), hai phương pháp này xác định giá trị dinh dưỡng của thức ăn khá chính xác. Các thí nghiệm tiêu hóa và dinh dưỡng nhằm 3 mục tiêu:

1. Xem xét ảnh hưởng của dinh dưỡng đến năng suất của gia súc.
2. Xác định lượng thức ăn ăn vào của các loại thức ăn và khẩu phần khác nhau.
3. Xác định thành phần dinh dưỡng được gia súc ăn vào, tỷ lệ tiêu hóa và giá trị năng lượng của thức ăn và khẩu phần.

Tùy thuộc vào mục đích mà kiểu thiết kế thí nghiệm và loại số liệu cần thu thập khác nhau. Ví dụ: Các thiết kế thí nghiệm kiểu khối ngẫu nhiên hoàn toàn (CRBD- Completely randomized block design) và ngẫu nhiên hoàn toàn (CRD - Completely randomized design), thường được dùng cho mục tiêu 1 và 2. Riêng thiết kế thí nghiệm kiểu ô vuông la tinh đơn hoặc kép (single latin square và double latin square) lại được dùng cho các thí nghiệm ở mục tiêu 3

Có hai phương pháp cơ bản để xác định tỷ lệ tiêu hoá là: (i) xác định tỷ lệ tiêu hoá trực tiếp trên cơ thể con vật (*in vivo*) và (ii) xác định tỷ lệ tiêu hoá gián tiếp trong phòng thí nghiệm (*in vitro*).

Xác định tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* hay còn gọi là phương pháp thu thập tổng số (total collection). Theo phương pháp này, lượng thức ăn ăn vào, còn thừa, phân và nước tiểu của từng cá thể gia súc được thu thập, cân và ghi chép hàng ngày trong thời gian thí nghiệm 7-10 ngày để tính tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng. Phương pháp này chính xác nhất, nhưng giá thành cao, tốn nhiều thời gian, cần khối lượng lớn thức ăn nhưng lại chỉ xác định được một số lượng hạn chế các loại thức ăn (Cochran và Galyean, 1994; Burns và cs., 1994).

Xác định tỷ lệ tiêu hoá gián tiếp trong phòng thí nghiệm (*in vitro*) được sử dụng để ước tính mức độ phân giải và tiêu hóa thức ăn rất quan trọng trong dinh dưỡng gia súc nhai lại. Phương pháp này cần phải đạt các yêu cầu: khả năng lặp

lại, chính xác so với các kết quả *in vivo* (Markar, 2004). Tỷ lệ tiêu hóa và giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho gia súc nhai lại hiện được xác định bằng nhiều phương pháp phòng thí nghiệm khác nhau như:

- 1) Phương pháp của Tilley và Terry (1963);
- 2) Phương pháp *in vitro* gas production của Đại học Hoheinheim (Đức) (Menke và Steingass, 1988);
- 3) Phương pháp *insitu* hay nylonbags (Mehrez và Orskov, 1977);
- 4) Phương pháp dùng enzyme pepsine và cellulase;
- 5) Phương pháp quang phổ hấp phụ cận hồng ngoại (NIRS - Near Infrared Reflectance Spectroscopy).

Các phương pháp gián tiếp 1–3 và phương pháp 5 hợp lý và hữu dụng hơn các phương pháp hóa học (dùng hóa chất) vì ở các phương pháp 1–3 vi sinh vật và enzyme dùng trong các phương pháp này miễn cảm hơn với các yếu tố có ảnh hưởng đến tỷ lệ và tốc độ tiêu hóa thức ăn (Van Soest, 1994). Riêng phương pháp 5 là phương pháp không dùng hóa chất và không gây ô nhiễm môi trường.

Phần dưới đây sẽ tập trung thảo luận kỹ về hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* gas production.

1.1.4.1. Phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hoá trực tiếp trên cơ thể con vật (*in vivo*) hay còn gọi là phương pháp thu thập tổng số (*Total collection*)

Phương pháp này được tiến hành gồm 2 giai đoạn: giai đoạn chuẩn bị (hay giai đoạn thích nghi) và giai đoạn thí nghiệm (hay giai đoạn thu phân). Theo phương pháp này cần chọn những gia súc khỏe mạnh, có sức sản xuất đại diện chung cho đàn, để đưa vào thí nghiệm. Theo phương pháp này lượng thức ăn ăn vào, thức ăn còn thừa, phân và nước tiểu thải ra của từng cá thể gia súc được thu thập, cân và ghi chép hàng ngày trong thời gian thí nghiệm 7 - 10 ngày (Cochran và Galyean, 1994, Burns và cs., 1994).

Giai đoạn chuẩn bị: Cần phải có thời gian nhất định để con vật bài tiết hết thức ăn cũ trong đường tiêu hóa, làm quen với thức ăn thí nghiệm và có điều kiện để quan sát trạng thái của con vật. Thời gian chuẩn bị của mỗi loài gia súc khác nhau thì khác nhau: Trâu, bò, dê, cừu từ 10 - 15 ngày.

Trong giai đoạn chuẩn bị, gia súc được nuôi khẩu phần thí nghiệm với lượng ăn tự do và sau đó xác định lượng ăn vào tối đa. Nước uống được cung cấp đầy đủ. Thông thường gia súc sử dụng vòi uống nước tự động, nếu không thì tỷ lệ nước với thức ăn cung cấp được áp dụng là 2- 4:1. Tỷ lệ nước cao trong mùa khô.

Giai đoạn thí nghiệm: đối với đại gia súc thường kéo dài 5-10 ngày. Thời gian có thể ngắn hoặc dài hơn phụ thuộc loại thức ăn như đã đề cập ở trên. Trong giai đoạn này, gia súc được nuôi khẩu phần thí nghiệm, thông thường lượng ăn hàng ngày thấp hơn lượng ăn tối đa của giai đoạn chuẩn bị (nuôi ở mức duy trì). Phân được thu hàng ngày và cân để xác định khối lượng, sau đó lấy khoảng 10% đem bảo quản ở nhiệt độ 4°C để lấy mẫu phân tích sau này. Mẫu phân được lấy khoảng 10% của tổng lượng mẫu phân và nước tiểu của cả giai đoạn thí nghiệm, trộn đều và lấy mẫu đem sấy ở nhiệt độ 60°C bảo quản và phân tích thành phần dinh dưỡng về sau.

Trước khi làm thí nghiệm tiêu hóa, người ta xác định GE của thức ăn bằng phương pháp đo nhiệt lượng trên thiết bị bomb calorimeter. Để xác định DE, ngoài thức ăn, phân cũng được thu thập và đốt bằng bomb calorimeter.

Để xác định ME, ngoài thức ăn, phân, nước tiểu cũng được thu thập và đốt bằng bomb calorimeter. Bên cạnh đó, tổng lượng khí mêtan phát thải từ dạ cỏ cũng phải đo và tính năng lượng từ khí mêtan.

Phương pháp này xác định chính xác tỷ lệ tiêu hóa của thức ăn nhưng giá thành cao, tốn nhiều thời gian, cần khối lượng lớn thức ăn và do đó chỉ xác định được số lượng hạn chế các loại thức ăn.

1.1.4.2. Phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hóa gián tiếp trên môi trường dạ cỏ nhân tạo bằng phương pháp tiêu hóa *in vitro* gas production

a. Giới thiệu chung về phương pháp

Xác định tỷ lệ tiêu hóa trên môi trường dạ cỏ nhân tạo hay còn gọi là phương pháp tiêu hóa *in vitro*, phương pháp này thường được áp dụng để tính toán khả năng tiêu hóa của thức ăn thô xanh, thức ăn giàu xơ.

Giá trị dinh dưỡng của thức ăn được xác định không chỉ bằng thành phần hóa học mà còn bằng cả tốc độ và tỷ lệ tiêu hóa của chúng. Thí nghiệm tiêu hóa *in vivo* là một phương pháp quan trọng trong việc xác định giá trị dinh dưỡng của thức ăn gia súc nhai lại. Tuy nhiên, đây là phương pháp đắt tiền và tốn nhiều thời gian để thực hiện. Không phải lúc nào cũng có thể đánh giá giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn trong thí nghiệm nuôi dưỡng. Vì lý do trên đã có một số nghiên cứu với mục đích tìm ra phương pháp chẩn đoán nhanh và đơn giản, đó là phương pháp tiêu hóa *in vitro* để có thể xác định nhanh một số lượng lớn các nguyên liệu thức ăn thô, thức ăn tinh... đồng thời chẩn đoán tỷ lệ tiêu hóa và giá trị năng lượng. Menke và cs. (1979) đã phát triển kỹ thuật sinh khí (*in vitro* gas production) để đánh giá giá trị dinh dưỡng các loại thức ăn. Kỹ thuật này phát hiện được các sai khác nhỏ trong một số loại thức ăn và cho phép lấy mẫu lặp lại thường xuyên hơn so với các phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* (De Peters và cs., 2003). Lượng khí sinh ra khi lên men thức ăn có thể dùng để đo gián tiếp khả năng tiêu hóa chất khô. Lượng khí sinh ra khi ủ 200 mg chất khô mẫu thức ăn tại thời điểm 24 giờ cùng với protein thô và khoáng tổng số có thể xác định được giá trị năng lượng và tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (Menke và cs., 1979). Lượng khí sinh ra còn liên quan tới việc sản sinh các axit béo bay hơi sau đó lên men chúng, vì thế việc lên men các chất lớn hơn lượng khí sinh ra (Blummel và Orskov, 1993). Kỹ thuật sinh khí còn là kỹ thuật tin cậy trong xác định giá trị dinh dưỡng và so sánh các loại cỏ.

Nguyên lý của phương pháp là khi lên men yếm khí thức ăn trong dạ cỏ bởi vi sinh vật sẽ tạo ra axit béo mạch ngắn (SCFA), CO_2 , CH_4 và một lượng nhỏ hydro, axit béo mạch ngắn trong cả hai điều kiện *in vivo* và *in vitro* sẽ phản ứng với đệm bicarbonate (NaHCO_3) để giải phóng thêm CO_2 (Markar, 2004). Như vậy, quá trình sinh khí xảy ra đồng thời, song hành với quá trình phân giải xơ. Lượng khí sinh ra khi ủ thức ăn với dịch dạ cỏ trong điều kiện *in vitro* vì thế có quan hệ chặt chẽ với tỷ lệ tiêu hoá và giá trị năng lượng của thức ăn (Menke và cs., 1979; Menke và Steingass, 1988). Vì những nguyên nhân kể trên, đo lượng khí sinh ra không những có thể sử dụng để xác định tốc độ và tỷ lệ tiêu hoá mà còn có thể dùng để xác định tương tác giữa các thành phần thức ăn trong khẩu phần (Prasard và cs., 1994).

Để xác định động thái sinh khí *in vitro* gas production của thức ăn tiến hành ủ một lượng mẫu thức ăn nhất định hoặc một mẫu nhất định của khẩu phần (thường 200 - 300 mg tùy loại thức ăn) trong các xylanh chuyên dụng (xylanh thủy tinh có dung tích 100ml) với hỗn hợp dung dịch đệm và dịch dạ cỏ ở 39°C (trong tủ ấm hoặc bồn nước ấm 39°C) khoảng 96 giờ tùy từng loại thức ăn. Căn cứ vào lượng khí sinh ra sau các thời điểm ủ mẫu khác nhau (3 giờ, 6 giờ, 12 giờ, 24 giờ, 48 giờ, 72 giờ, 96 giờ) để xác định khả năng tiêu hóa của các loại thức ăn trong dạ cỏ. Bằng cách kết hợp với thành phần hóa học của các thức ăn nghiên cứu có thể ước tính tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (g/kg DM) và giá trị năng lượng trao đổi (MJ/kg DM) của thức ăn đó.

b. Ưu, nhược điểm của phương pháp in vitro gas production

* Ưu điểm:

Phương pháp này hiện đang được sử dụng rộng rãi để đánh giá giá trị dinh dưỡng của thức ăn. Gần đây, ngày càng có nhiều quan tâm đến sử dụng có hiệu quả các khẩu phần nhiều thức ăn thô đã dẫn đến việc tăng sử dụng phương pháp này do các ưu việt của nó trong nghiên cứu động thái lên men (Markar, 2004).

Phương pháp *in vitro* gas production cung cấp các số liệu hữu ích của cả phần hòa tan và không hòa tan của thức ăn nên cho phép nghiên cứu động thái lên men của các loại thức ăn trong dạ cỏ (Markar, 2004). Phương pháp cũng khá thích hợp cho việc ước tính, xác định tỷ lệ tiêu hoá cũng như giá trị năng lượng của thức ăn so với các phương pháp khác (Markar, 2004). Gần đây, phương pháp này còn được sử dụng cho nghiên cứu giảm thiểu phát thải khí nhà kính CO_2 và CH_4 từ dạ cỏ gia súc nhai lại (Fievez và cs., 2005). Phương pháp này hiệu quả hơn *in sacco* trong đánh giá ảnh hưởng của tanin và các yếu tố kháng dinh dưỡng khác (Markar, 2004). Thêm vào đó *in vitro* gas production có thể giám sát được tương tác giữa chất dinh dưỡng và chất kháng dinh dưỡng và ngược lại. Phương pháp này có lợi thế hơn so với các phương pháp *in vitro* truyền thống khác khi nghiên cứu tiêu hoá carbohydrat vì lượng khí sinh ra là do lên men cả phần chất nền hoà tan và không hoà tan. Tương quan giữa lượng khí sinh ra và hàm lượng NDF khá chặt ($R^2 = 0,99$), còn tương quan giữa lượng khí sinh ra với chất khô mất đi theo phương pháp *in sacco* cũng rất cao ($R^2 = 0,90$) (Prasard và cs., 1994) chứng tỏ phương pháp này có thể thay thế cho các phương pháp *in vitro* khác trong việc đánh giá nhanh giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho loài nhai lại. Phương pháp còn cho phép xác định tổng a xít béo mạch ngắn và sinh khối vi sinh vật được tạo ra từ quá trình tiêu hoá thức ăn (Markar, 2004).

Phương pháp *in vitro* gas production dễ làm, nhanh, làm được nhiều mẫu cùng một lúc, không yêu cầu nhiều gia súc (hai gia súc mỗ lỗ dò là đủ) (Markar, 2004). Phương pháp này khá phù hợp với các nước đang phát triển vì không đòi hỏi nhiều lao động, trang thiết bị và khá rẻ tiền. Đặc biệt, khi kết hợp với phương pháp *in vivo* có thể mang lại kết quả cao hơn trong việc dự đoán giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho gia súc nhai lại.

* Nhược điểm:

Phương pháp *in vitro* gas production không đánh giá được ảnh hưởng của các phương pháp chế biến đến giá trị dinh dưỡng của thức ăn (Krishnamoorthy và cs., 1995).

c. Một số yếu tố ảnh hưởng đến kết quả sinh khí trong các thí nghiệm in vitro gas production

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến kết quả của phương pháp *in vitro* gas production đã được Rymer và cs. (2005) tổng kết. Các yếu tố này gồm: khối lượng, kích thước mẫu và chuẩn bị mẫu, dịch dạ cỏ, thành phần dung dịch đệm, sử dụng mẫu trắng (Blank), thiết bị, dụng cụ sử dụng trong thí nghiệm.

Theo Theodorou và cs.(1994) tăng khối lượng mẫu (chất nền) sẽ làm thể tích khí tăng lên, nhưng tốc độ sinh khí không bị ảnh hưởng. Khối lượng phù hợp với các thức ăn dễ lên men nên là 200mg, với các thức ăn lên men chậm khối lượng nên là 300mg để đảm bảo rằng lượng khí sinh ra khi ủ mẫu không lớn hơn 100ml (Menke và Steingass, 1988).

Kích thước mẫu có ảnh hưởng đến tốc độ sinh khí trong thời gian ủ. Các mẫu được nghiền nhỏ có khả năng lên men nhanh hơn các mẫu không được nghiền (Menke và Steingass, 1988). Menke và Steingass (1988) giải thích rằng: nghiền nhỏ mẫu đã làm tăng diện tích tiếp xúc bề mặt của các mảnh thức ăn với vi sinh vật trong môi trường ủ, độ nghiền nhỏ của hạt thức ăn thí nghiệm tốt nhất là không lớn hơn 1 mm.

Menke và Steingass (1988) thấy lượng khí sinh ra trong cả hai trường hợp mẫu được làm lạnh - khô và sấy khô bằng tủ sấy ở 60⁰C trong 48 giờ là như nhau. Cone và Van Gender (1998) cũng chỉ ra rằng làm lạnh - khô mẫu và sấy mẫu bằng lò sấy không làm thay đổi lượng khí sinh ra trong quá trình ủ. Tuy nhiên, khi ủ mẫu cỏ tươi thì lượng khí sinh ra khác so với các mẫu đã được làm khô. Theo Sanderson và cs. (1997)tốc độ lên men của mẫu ủ trong điều kiện *in vitro* chính xác hơn so với các mẫu chưa qua xử lý. Lowman và

cs. (2002) giải thích rằng ở các mẫu được sấy khô vi sinh vật có thể tấn công sớm và mãnh liệt hơn so với các mẫu tươi. Vì vậy, quá trình lên men phân giải diễn ra nhanh hơn.

Nồng độ của dịch ủ cao làm tăng thể tích khí sinh ra khi ủ cùng một khối lượng mẫu với thời gian ủ như nhau. Theo Rymer và cs. (2005), tốc độ sinh khí trong thí nghiệm *in vitro* có mối quan hệ với nồng độ dịch dạ cỏ trong dung dịch ủ. Thời gian lấy dịch dạ cỏ cũng có ảnh hưởng đến kết quả sinh khí trong các thí nghiệm sinh khí *in vitro*. Nên lấy dịch dạ cỏ trước khi cho gia súc ăn sáng (Menke và Steingass, 1988). Cone và cs. (1996) chỉ ra rằng, tốc độ lên men của thức ăn tăng dần khi dịch dạ cỏ được lấy sau khi cho gia súc ăn sáng mặc dù tổng lượng khí sinh ra không thay đổi, không thấy có sự khác nhau về hoạt động của vi sinh vật trong dịch dạ cỏ khi lấy dịch cách nhau 72 giờ.

Thức ăn cũng có ảnh hưởng đáng kể đến thành phần và thể tích khí sinh ra. Khi mẫu ủ là rơm non thì lượng khí sinh ra cao hơn so với mẫu ủ là hạt ngũ cốc. Menke và Steingass (1988), thấy rằng khẩu phần ăn của bò lấy dịch dạ cỏ ảnh hưởng đáng kể đến thành phần và thể tích khí sinh ra. Calabro và cs. (2005) thấy có ảnh hưởng của loài lấy dịch đến thành phần và thể tích khí sinh ra.

Mertens và cs. (1998) cho rằng trộn dịch dạ cỏ được làm lạnh với dung dịch đệm làm giảm thời gian phân huỷ chất hữu cơ tức là tăng tốc độ sinh khí. Menke và Steingass (1988) đưa ra các yêu cầu trong chuẩn bị mẫu dịch ủ như sau: dịch ủ phải luôn được giữ trong bình nước ấm 39⁰C và được sục khí CO₂ để đảm bảo yếm khí, dung dịch ủ được pha chế theo tỷ lệ giữa dung dịch đệm 2 và dung dịch dạ cỏ là 2/1.

Việc sử dụng mẫu trắng - mẫu chỉ có dịch dạ cỏ trong quá trình thí nghiệm sinh khí *in vitro* (thường là 3 mẫu) chỉ chứa 30 ml dung dịch ủ trong xylanh không chứa mẫu là rất quan trọng. Đo đạc, tính toán lượng khí sinh ra từ các xylanh này để có thể hiệu chỉnh lượng khí sinh ra từ các mẫu thức ăn

đem ủ một cách chính xác hơn. Cone và Van Gender (1998) chỉ ra rằng tốc độ khí sinh ra từ các mẫu trắng không giống như các mẫu ủ thức ăn thí nghiệm.

Rymer và cs. (2005) so sánh ba loại thiết bị được sử dụng trong các thí nghiệm sinh khí *in vitro* và thấy rằng có sự sai khác về lượng khí sinh ra khi dùng các thiết bị khác nhau. Như vậy, khi sử dụng các dụng cụ khác nhau phải lưu ý để hiệu chỉnh cho phù hợp trong việc tính toán kết quả sinh khí của các mẫu thức ăn thí nghiệm.

d. Các ứng dụng của phương pháp tiêu hoá in vitro gas production

** Xác định tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi:*

Khí sinh ra khi ủ 200mg chất khô thức ăn sau 24^h ủ cùng với thành phần hóa học của thức ăn đó được dùng để dự đoán tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD) của tiêu hoá *in vivo* và giá trị năng lượng trao đổi (ME) của thức ăn, khẩu phần ăn (Markar, 2004). Các công thức của Menke và cs.(1979); Menke và Steingass, (1988) thường được sử dụng:

** Đối với thức ăn thô xanh:*

$$\text{OMD (\%)} = 33,71 + 0,7464 \times G_{24}$$

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 2,20 + 0,1357 \times G_{24} + 0,0057 \times \text{CP} + 0,0002859 \times \text{EE}$$

** Đối với thức ăn thô khô:*

$$\text{OMD (\%)} = 17,04 + 1,1086 \times G_{24}$$

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 2,20 + 0,136 \times G_{24} + 0,057 \times \text{CP};$$

** Đối với thức ăn tinh (Ngũ cốc và phụ phẩm):*

$$\text{OMD (\%)} = 24,59 + 0,7984 \times G_{24} + 0,0496 \times \text{CP}$$

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 2,2 + 0,136 \times G_{24} + 0,057 \times \text{CP}$$

Trong đó:

ME là năng lượng trao đổi (MJ/kg DM)

OMD là tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (%)

CP là protein thô (%)

EE là mỡ thô (%)

G₂₄ là ml khí sinh ra sau khi ủ 200mg vật chất khô của mẫu sau 24 giờ ủ.

Sở dĩ có nhiều nghiên cứu gần đây sử dụng phương pháp này để xác định tỷ lệ tiêu hóa và giá trị năng lượng của thức ăn là vì, rất nhiều công trình nghiên cứu cho thấy, lượng khí sinh ra khi ủ thức ăn và khẩu phần ăn với dịch dạ cỏ trong điều kiện tiêu hoá *in vitro* có tương quan với tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD) của tiêu hoá *in vivo* và giá trị năng lượng trao đổi (ME) của tiêu hoá *in vivo* của thức ăn và khẩu phần ăn (Menke và cs., 1979; Menke và Steingass, 1988; Njiadda và Nasiru, 2010).

Tuy nhiên, lượng khí sinh ra khi ủ thức ăn và khẩu phần ăn với dịch dạ cỏ trong điều kiện tiêu hoá *in vitro* có tương quan với tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của tiêu hoá *in vivo* và giá trị năng lượng trao đổi trong tiêu hoá *in vivo* của thức ăn và khẩu phần ăn chưa đủ lớn để chỉ dùng lượng khí sinh ra ước tính tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vivo* và ME *in vivo* (Menke và cs., 1979; Menke và Steingass, 1988; De Boever và cs., 1986; Njiadda và Nasiru, 2010). Các tác giả trên cho rằng, để ước tính tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vivo* và giá trị năng lượng trao đổi *in vivo* chính xác, ngoài lượng khí sinh ra cần đưa thêm thành phần hóa học của thức ăn và khẩu phần ăn.

* *Xác định tổng axit béo mạch ngắn (Short Chain Fatty Acids - SCFA):*

Lượng khí tạo ra khi ủ các loại lá cây bụi có chứa tannin (Getachew và cs., 2000a) khi có mặt hoặc không có mặt của polyethylene glycol trong dịch dạ cỏ có chứa chất đệm có tương quan chặt với lượng SCFA theo mô hình như sau:

$$\text{CO}_2 \text{ do lên men} = A/2 + P/4 + 1,5B$$

Ở đây: A, P và B là số moles acetate, propionate và butyrate.

$$\text{CH}_4 \text{ do lên men} = (A + 2B) - \text{CO}_2$$

Ở đây: A và B là số moles acetate và butyrate; CO₂ là số moles CO₂ tính được từ phương trình trên.

Nếu giả sử rằng một SCFA giải phóng một mole CO₂ từ hệ đệm thì:

$$\text{Lượng khí sinh ra} = \text{mmol khí} \times \text{hệ số sinh khí (R)} \times T.$$

Ở đây: R là tỷ lệ giữa lượng khí sinh ra tính bằng mol ở nhiệt độ (Kelvin bằng không, K), có nghĩa là ($22,41\text{lít}/273 = 0,082$), T = Nhiệt độ khi ủ thức ăn (Kelvin): $273 + 39^{\circ}\text{C} = 312\text{ K}$.

Tổng lượng khí sinh ra (ml) tính từ lượng SCFA được tạo ra = $(\text{BG} + \text{FG}) \times \text{CF}$. Ở đây: BG = Lượng khí sinh ra (ml) từ hệ đệm SCFA, FG = khí sinh ra do lên men (ml) ($\text{CO}_2 + \text{CH}_4$), CF = hệ số hiệu chỉnh cho độ cao và áp suất = 0,953 đối với kỹ thuật gas production của Hohenheim ở độ cao 400m so với mực nước biển (lượng khí được tạo ra từ 1 mmol khí ở 39°C sẽ là: $1 \times 0,082 \times 312 \times 0,953 = 24,4\text{ ml}$).

Lượng khí tạo ra trong điều kiện tiêu hoá *in vitro* sau 24 h ủ các loại lá cây bụi có chứa tanin khi có hoặc không có polyethylene glycol (PEG) cũng có tương quan chặt với lượng khí tính được từ SCFA (Markar, 2004). Quan hệ giữa SCFA tạo ra (mmol) và lượng khí tạo ra trong điều kiện tiêu hoá *in vitro* sau 24 h ủ các loại lá cây bụi có chứa tanin có hàm lượng protein thô dao động lớn (5,4-27 %), hàm lượng hợp chất phenolic (1,8-25,3 % và 0,2-21,4 % tổng phenols và tổng tannins tính bằng đương lượng axit tannic) là:

Khi không có PEG (Getachew và cs., 2000a):

$$\text{SCFA} = 0,0239 \times G_{24} - 0,0601; R^2 = 0,953; n = 39; P < 0,001 \text{ (I)}$$

Khi có PEG (Getachew và cs., 2000a):

$$\text{SCFA} = 0,0207 \times G_{24} + 0,0207; R^2 = 0,925; n = 37; P < 0,001 \text{ (II)}$$

Như vậy, lượng SCFA có thể ước tính được từ các phương trình trên. Lượng SCFA là một chỉ thị về lượng năng lượng sẵn có gia súc có thể sử dụng (Markar, 2004).

Vì SCFA rất quan trọng để tìm hiểu quan hệ giữa thành phần của thức ăn và các chỉ tiêu sản xuất cũng như năng lượng thuần nên chỉ tiêu này ngày càng quan trọng và được sử dụng nhiều ở các nước đang phát triển (Njiadda và Nasiru, 2010) vì tại các nước đang phát triển có ít các phòng thí nghiệm được trang bị các thiết bị hiện đại để đo SCFA (Markar, 2004).

Tóm lại: Phương pháp tiêu hoá *in vitro* gas production là phương pháp được sử dụng khá rộng rãi trong nghiên cứu dinh dưỡng gia súc nhai lại. Việc áp dụng chúng trong điều kiện Việt Nam chắc chắn sẽ mang lại những lợi ích tích cực trong điều kiện chúng ta khi không có nhiều kinh phí cho nghiên cứu, trang thiết bị cũng không nhiều và không đồng bộ.

1.1.5. Chăn nuôi trâu ở Việt Nam và vai trò của con trâu trong sản xuất nông nghiệp và đời sống xã hội

Việt Nam là nước nông nghiệp với hơn 70% dân số sống ở nông thôn, đời sống của nông dân phụ thuộc vào sản xuất nông nghiệp. Con trâu có vai trò rất lớn trong sản xuất nông nghiệp và đời sống.

Ngày nay, với quá trình công nghiệp hoá, hiện đại hoá nông nghiệp và nông thôn, nhà nước đã đầu tư rất lớn vào cơ khí hoá nông nghiệp nhưng thực tiễn ở khu vực miền núi còn gặp nhiều khó khăn do đặc thù sản xuất nông nghiệp của nước ta vẫn còn mang tính chất sản xuất nhỏ, địa hình phức tạp, độ dốc lớn, ruộng bậc thang khó cải tạo thành đồng mầu lớn. Hơn nữa, ở khu vực này cơ sở vật chất kỹ thuật còn nghèo nàn, lạc hậu, người dân không có vốn đầu tư lớn cho sản xuất nông nghiệp, cho nên con trâu vẫn là nguồn sức kéo chính, hiệu quả và rẻ tiền. Trong xu thế phát triển của đất nước hiện nay, nhu cầu về thực phẩm tăng lên không ngừng. Do vậy, nuôi trâu không chỉ để cung cấp sức kéo, nguồn phân bón hữu cơ cho trồng trọt, mà còn để khai thác thực phẩm (thịt) nhằm cải thiện dinh dưỡng cho con người. Đồng thời, con trâu còn có vai trò quan trọng trong nét văn hóa Việt Nam.

Trâu là gia súc dễ nuôi có khả năng chịu đựng kham khổ, chống đỡ tốt bệnh tật. Trâu không cạnh tranh lương thực với con người, thức ăn chủ yếu của chúng là cỏ và các phụ phẩm cây trồng. Chính vì vậy, việc đánh giá tổng quan về chăn nuôi trâu, nghiên cứu về dinh dưỡng và đề xuất các biện pháp phát triển chăn nuôi là rất cần thiết nhằm thực hiện hiệu quả nhiệm vụ tái cơ cấu ngành, trong đó tái cơ cấu ngành chăn nuôi có vị trí quan trọng.

Đàn trâu của nước ta tập trung chủ yếu ở miền Bắc và Bắc Trung bộ. Các tỉnh có số lượng đàn trâu nhiều nhất trên cả nước tập trung ở khu vực Miền núi và trung du, Bắc Trung Bộ, (Hà Giang, Tuyên Quang, Lạng Sơn, Sơn La, Nghệ An, Thanh Hóa,...). Vùng Miền núi và trung du có số lượng trâu nhiều nhất chiếm 55,47%, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền trung chiếm 32,95%. (Nguồn TCTK, tháng 4/2021).

Trong những năm qua vì những lý do khác nhau số lượng trâu trong phạm vi cả nước có xu hướng giảm nhẹ: Theo số liệu của Tổng cục thống kê năm 2020, tính bình quân hằng năm từ 2016 - 2020 giảm 1,48%. Trong đó, năm 2017 so với 2016 giảm 1,11%, năm 2018 so với 2017 giảm 2,67%, năm 2019 so với 2018 giảm 1,53%. Năm 2020 so với năm 2019 giảm 2,31%. (trích dẫn Nguyễn Văn Đại, 2021). Cụ thể: đàn trâu ở các vùng từ 2016 - 2020: Đồng bằng Sông Hồng giảm 0,48%; Miền núi và Trung du giảm 1,71%; Bắc trung bộ và Duyên hải Miền Trung giảm 1,16%; Tây Nguyên tăng 0,07%; Đông Nam Bộ giảm 5,67% và Đồng bằng sông Cửu Long giảm 2,84% năm.

Mặc dù đàn trâu cả nước giảm, nhưng tổng lượng thịt trâu hơi của cả nước vẫn tăng (năm 2020 là 96,73 nghìn tấn, tăng so với năm 2016 là 11,7%). Sản lượng thịt trâu hơi xuất chuồng tăng bình quân từ 2016 đến 2020 là 2,34%/năm. Tăng cao nhất là vùng Trung du miền núi phía bắc (5,01%/năm). (Nguồn TCTK, tháng 4/2021). Sở dĩ sản lượng thịt tăng là vì những năm gần đây, con trâu đã được nhà nước quan tâm đầu tư phát triển chăn nuôi trâu theo hướng thịt, hàng hoá, đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng tiên bộ khoa học kỹ thuật về con trâu, do đó tầm vóc đàn trâu được cải thiện, một số nghiên cứu tạo trâu lai hướng thịt, nghiên cứu vỗ béo... đã nâng cao được sản lượng thịt trâu xuất chuồng hằng năm ở Việt Nam.

1.1.6. Ảnh hưởng của dinh dưỡng đến sinh trưởng của trâu

Chất dinh dưỡng đóng vai trò quan trọng trong chăn nuôi và ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất vật nuôi và chi phí sản xuất, vì vậy

ảnh hưởng đến giá thành sản phẩm. Chất dinh dưỡng có trong thức ăn là thành phần chính để trực tiếp tạo nên sản phẩm và ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng sản phẩm vật nuôi. Thông thường, thức ăn chiếm 65-70% chi phí cho sản phẩm chăn nuôi và là chi phí khó tránh khỏi lợi ích kinh tế của ngành (Lã Văn Kính, 2003).

Dinh dưỡng của thức ăn ảnh hưởng đến tất cả các giai đoạn sinh trưởng của gia súc nói chung và ở trâu nói riêng, từ sự phát triển của bào thai đến quá trình sinh trưởng của nghé và trâu. Trong giai đoạn bào thai, việc cung cấp đủ thức ăn có giá trị dinh dưỡng, cân đối axit amin và khoáng là điều kiện cần thiết. Theo Agabayli (1977) trong điều kiện không đủ thức ăn cho trâu cái giai đoạn chửa, bào thai sẽ không đạt tiêu chuẩn: tháng thứ hai, thai phát triển bằng 72%, tháng thứ 3 - 4 là 11% - 88%, tháng 5 - 6 là 2% - 63% và tháng thứ 7-10 là 4% - 65% so với khối lượng bình thường. Trong điều kiện nuôi dưỡng không đầy đủ, thai và các cơ quan bên trong bị suy giảm nhiều, nhất là vào thời kỳ đầu. Lúc thai 3-4 tháng tuổi, da, tim, phổi, dạ dày... sinh trưởng chậm lại. Hơn nữa, trong điều kiện thiếu thức ăn, bộ xương thai phát triển kém bình thường: khối lượng xương lúc 3-4 tháng tuổi kém tiêu chuẩn 36-81%, tháng 5-6 kém 32-36% dẫn đến kích thước của các chiều đo cũng thấp hơn tiêu chuẩn rất nhiều. Điều này ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của nghé sau này. Ngược lại, nếu được nuôi dưỡng tốt, xương phát triển tốt có thể vượt tiêu chuẩn 20-30%.

Ở Trinidad, nghé 6 - 12 tháng tuổi được nuôi dưỡng trên đồng cỏ trong mùa khô, bổ sung thêm bã mía, rỉ mật, tốc độ tăng trưởng trung bình là 0,92 kg/ngày, trong lúc đó, nuôi trên đồng cỏ xấu, không có bổ sung gì thì tốc độ tăng trưởng là 0,49 kg/ngày. Rỉ mật đường được coi là thức ăn bổ sung có giá trị.

Nguyễn Đức Thạc và Nguyễn Văn Vực (1985) cho biết thức ăn quyết định tốc độ sinh trưởng của nghé, ngoài yếu tố giống. Nghé cùng đàn, lúc sơ

sinh đạt 28 - 30 kg, nếu nuôi dưỡng tốt 1 năm tuổi có thể đạt 200 - 220 kg, ngược lại nuôi dưỡng kém chỉ đạt 150 kg. Trong quá trình phát triển, năm đầu tiên quan trọng nhất vì giai đoạn này có tốc độ sinh trưởng cao. Nếu ghé thiếu sữa, sau cai sữa thiếu cỏ, khối lượng sẽ thấp, các chiều phát triển không tương xứng, ghé còi cọc. Tốc độ tăng khối lượng càng cao ở những năm sau, do vậy cần nuôi dưỡng ghé tốt ở giai đoạn này, đặc biệt là mùa khô thiếu cỏ. Những thí nghiệm ở Iraq đã so sánh hệ số tăng trưởng và tỷ lệ chuyển hoá thức ăn của trâu đực và bò đực. Những trâu và bò ở độ tuổi 12 - 15 tháng tuổi vào thí nghiệm, được nuôi dưỡng bằng thức ăn xanh, cỏ alfalfa, rơm lúa mỳ và thức ăn tinh trong 126 ngày cho kết quả: trâu đực có mức tăng khối lượng 1,16 kg/ngày, bò đực 0,89 kg/ngày; trâu tiêu tốn 4,32 kg các chất dinh dưỡng tiêu hoá cho 1 kg tăng khối lượng, trong lúc đó ở bò là 4,6 kg. Trong những thí nghiệm nuôi dưỡng ở Ai Cập, trâu 18 tháng tuổi có khối lượng trung bình 359 kg, trong khi đó ở bò chỉ đạt 263 kg. Trâu Pakistan được nuôi dưỡng chăm sóc trong điều kiện tốt có mức tăng khối lượng trung bình là 0,86 kg/ngày. Trong một điều tra khác, người ta đã thí nghiệm trên những trâu đực với những loại thức ăn địa phương trong thời kỳ 70 ngày có mức tăng khối lượng trung bình là 1,04 kg/ngày.

Thí nghiệm của Smith và cs. (1993) cho biết, trâu Địa Trung Hải được vỗ béo bằng cỏ, cám lúa mỳ và các chất khoáng bổ sung trong 140 ngày với khối lượng bình quân bắt đầu thí nghiệm là 213 kg, kết thúc là 333 kg đạt mức tăng khối lượng 0,875 kg.

Theo Nguyễn Văn Thường (2000) nuôi vỗ béo trâu bằng cách bổ sung thêm 5-7 kg thức ăn xanh tại chuồng, 0,5 kg bột sắn, 0,5 kg cám/con/ngày (ngoài thức ăn trâu thu nhận được khi chăn thả ngoài đồng), trâu nuôi 21-24 tháng tuổi đạt 266,70 - 288,92 kg, với tỷ lệ thịt xẻ 46,22%, tỷ lệ thịt tinh là 37,22%, tăng 2% so với trâu chỉ ăn thức ăn thô xanh ngoài bãi chăn thả.

Qua những công bố trên, có thể khẳng định rằng: Ngoài yếu tố giống, thức ăn là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình sinh trưởng, phát triển của trâu ở các giai đoạn tuổi.

1.1.7. Vai trò của năng lượng trao đổi và protein đối với sinh trưởng gia súc nhai lại

Năng lượng trao đổi (ME) là năng lượng tiêu hoá đã trừ đi phần năng lượng của thức ăn mất mát trong phân, nước tiểu và khí mê-tan. Giá trị năng lượng trao đổi chính là phần năng lượng gia súc sử dụng để duy trì các hoạt động chức năng và sản xuất của cơ thể. Toàn bộ phần năng lượng trao đổi còn lại sau khi thoả mãn các nhu cầu duy trì là để cho các nhu cầu sản xuất (tăng trọng, nuôi thai, tiết sữa...). Hệ số năng lượng trao đổi và GE được gọi là q , giá trị $q = ME/GE$ (ARC, 1980). Thông thường hệ số này của khẩu phần hoặc thức ăn chất lượng kém là thấp ($q < 0,4$), trong khi với thức ăn và khẩu phần chất lượng tốt là cao ($q > 0,7$).

Thường tương quan giữa giá trị DE và ME của thức ăn hay khẩu phần là khá cao với tỷ lệ ME/DE giao động từ 0,81 đến 0,86. Vì thế ME của thức ăn cho gia súc nhai lại thường được tính bằng công thức $ME = 0,82DE$. Các bảng dinh dưỡng của NRC thường sử dụng công thức này (Kearl, 1982; NRC, 2001). Tuy nhiên, đây chỉ là một ước tính tương đối vì ME/DE biến đổi rất lớn, bị ảnh hưởng bởi bản chất của khẩu phần và thức ăn, mức dinh dưỡng (NRC, 2001). Đối với hầu hết cỏ và hỗn hợp cỏ cũng như thức ăn hạt tỷ lệ ME/DE trung bình là 0,8 nhưng biến động rất lớn (ARC, 1980). Tỷ lệ này phụ thuộc vào lượng thức ăn ăn vào, tuổi gia súc và loại thức ăn. Các nhà nghiên cứu đồng ý rằng phép đo ME dễ lặp lại và ME mô tả tốt nhất giá trị năng lượng của thức ăn, đặc biệt ăn ở mức duy trì. ME rất ít khi được xác định trực tiếp vì có rất ít phòng thí nghiệm có đủ phương tiện, máy móc (buồng hô hấp) cũng như tài chính để thu phân nước tiểu, khí và phân tích chúng (Van Soest, 1994).

Ở gia súc nhai lại, nhiệt lượng từ khí sinh ra trong quá trình lên men ở dạ cỏ chủ yếu là mêtan. Lượng nhiệt trong khí mêtan thải ra có mối tương quan chặt chẽ với lượng thức ăn ăn vào. Ở mức ăn duy trì, lượng nhiệt khí mêtan sản sinh ra chiếm khoảng 7-9% giá trị GE của thức ăn ăn vào (khoảng 11-13% giá trị năng lượng tiêu hóa) (Mc Donald và cs., 2002) và ở mức ăn vào cao hơn, lượng nhiệt khí mêtan giảm xuống còn 6-7% giá trị GE của thức ăn ăn vào. Với các loại thức ăn lên men như bã bia, lượng nhiệt khí mêtan rất thấp (khoảng 3% giá trị GE ăn vào). Theo Mc Donald và cs. (2002), khi không thể đo trực tiếp được lượng khí mêtan sản sinh ra, chúng ta có thể ước tính bằng khoảng 8% của giá trị GE ăn vào.

Tiêu hóa protein trong thức ăn của vật nuôi nhai lại khác hẳn với vật nuôi dạ dày đơn. Tiêu hóa và hấp thu N thức ăn xảy ra phần lớn ở dạ cỏ. Ở đó, protein và hợp chất N-phi protein thức ăn dưới tác động phân giải của enzyme do vi sinh vật tiết ra. Tại đây, chúng được phân giải thành các axit amin và N-NH_3 , và N-NH_3 được hấp thu. Lượng protein còn lại không bị tiêu hóa ở dạ cỏ được đưa xuống dạ múi khế và ruột non. Một số protein trong thức ăn không bị phân giải bởi enzyme vi sinh vật dạ cỏ chuyển về dạ múi khế gọi là (by-pass) protein thoát qua. Các protein khác nhau bị phân giải ở dạ cỏ ở mức độ khác nhau. Tất nhiên, ở đây protein cũng được phân giải một phần thành các sản phẩm như peptide và các axit amin (Lê Đức Ngoan và cs. 2014).

Như vậy, để tính lượng protein cần cung cấp cho vật nuôi nhai lại không thể chỉ căn cứ vào lượng protein thô trong khẩu phần, cũng không thể căn cứ vào protein tiêu hóa theo phương pháp tính toán thông thường mà phải căn cứ vào protein tiêu hóa ở ruột non.

Lượng protein ở ruột non được cung cấp từ hai nguồn: (i) Từ protein trong thức ăn không được phân giải ở dạ cỏ; và (ii) từ protein vi sinh vật được tạo ra ở dạ cỏ.

Trong khi protein không bị phân giải ở dạ cỏ tùy thuộc vào protein cung cấp trong thức ăn thì lượng protein vi sinh vật lại phụ thuộc vào nồng độ NH_3 trong dịch dạ cỏ và lượng chất hữu cơ (năng lượng) dễ bị lên men trong khẩu phần. Nhiều kết quả nghiên cứu đã khẳng định: nồng độ NH_3 từ 5-8 mg/100ml dịch dạ cỏ là điều kiện tối ưu để cung cấp nitơ cho sự phát triển của vi sinh vật dạ cỏ.

1.2. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

1.2.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước

Kỹ thuật sinh khí *in vitro* gas production được Menke và cs. (1979) cải tiến từ các nghiên cứu trước đó về khả năng sinh khí khi lên men tiêu hoá thức ăn nghiên cứu trong môi trường dạ cỏ nhân tạo khi đánh giá hoạt động của vi sinh vật dạ cỏ để ước tính tỷ lệ tiêu hoá và giá trị năng lượng của các thức ăn thường dùng cho gia súc nhai lại. Sau đó Menke và Steingass (1986-1988) đã tiến hành những nghiên cứu sâu hơn và đưa ra quy trình tiến hành thí nghiệm sinh khí *in vitro* gas production một cách đầy đủ hơn. Đồng thời từ các nghiên cứu này rút ra các phương trình để chẩn đoán tỷ lệ tiêu hoá và giá trị năng lượng của các loại thức ăn dựa vào kết quả sinh khí khi ủ các mẫu thức ăn thí nghiệm trong điều kiện *in vitro* và thành phần dinh dưỡng của chúng. Trong đó kết quả sinh khí ở thời điểm 24 giờ sau ủ, là một thông số quan trọng kết hợp với các giá trị protein thô (CP), xơ thô (CF), mỡ thô (CL), khoáng tổng số (CA) của mẫu thức ăn phân tích để ước tính tỷ lệ tiêu hoá và giá trị năng lượng của các mẫu thức ăn thí nghiệm.

Phương pháp tiêu hoá *in vitro* gas production cho phép đánh giá giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn khá nhanh và không tốn kém, do đó nó được áp dụng khá rộng rãi để nghiên cứu, xác định giá trị sử dụng của các loại thức ăn, nhất là đối với các thức ăn thô, thức ăn nhiều xơ cho gia súc. Đồng thời nghiên cứu xác định giá trị dinh dưỡng của một số phụ phẩm mùa màng ở các nước nhiệt đới thông qua chất hữu cơ tiêu hoá *in vitro* (ODM) và giá trị năng

lượng trao đổi (ME) của thức ăn sử dụng phương pháp đánh giá lượng khí sinh ra của Hohenheim. Thí nghiệm được tiến hành với 5 loại thức ăn là vỏ cây sồi, lõi ngô, vỏ sắn, vỏ chuối xanh và vỏ các loại cam, quýt và sử dụng kỹ thuật sinh khí như một công cụ để dự đoán giá trị năng lượng của các cây thức ăn cho gia súc nhai lại. Getachew, Robinson và cs., (2004) nghiên cứu mối quan hệ giữa thành phần dinh dưỡng vật chất hữu cơ tiêu hoá và lượng khí sinh ra từ một số loại thức ăn cho gia súc nhai lại. Thí nghiệm tiến hành với 38 mẫu ủ của 12 loại thức ăn để tìm ra mối quan hệ giữa tỷ lệ tiêu hoá thực chất hữu cơ trong điều kiện *in vitro* và lượng khí sinh ra.

Xác định tỷ lệ tiêu hoá các loại thức ăn trực tiếp trên gia súc (*in vivo*) đóng vai trò quan trọng trong việc ước tính giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho loài nhai lại. Công việc này đã được tiến hành rất lâu ở hầu hết các nước trên thế giới có ngành chăn nuôi gia súc nhai lại phát triển.

Ở các nước phát triển: Mỹ, Canada, Úc và các nước Châu Âu, Nhật Bản hiện nay đều đã có bảng giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho gia súc nhai lại và bảng nhu cầu dinh dưỡng của gia súc nhai lại. Giá trị dinh dưỡng của các thức ăn cho loài nhai lại trong các bảng này phần lớn dựa trên tỷ lệ tiêu hoá vật chất khô, xơ thô, protein thô... của các loại thức ăn xác định trực tiếp trên gia súc *in vivo* (chủ yếu là trên cừu), phần còn lại dựa trên tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* ước tính từ tỷ lệ tiêu hoá *in vitro*, ước tính từ thành phần dinh dưỡng, lượng khí sinh ra, tỷ lệ phân giải in sacco v.v (Feed into milk, 2004 (UK); Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, 1999 (Nhật Bản); Andrieu và cs. 1989 (Pháp); NRC, 2001(Hoa Kỳ); Nutrient Requirement for Australian Livestock, 1999 (Úc); Rostock Feed Evaluation System, 2003 (Đức). Sở dĩ có thể tính giá trị dinh dưỡng của các thức ăn cho loài nhai lại dựa trên tỷ lệ tiêu hoá vật chất khô, xơ thô, protein thô... của các loại thức ăn xác định trực tiếp trên cừu là vì: mặc dù tiêu hoá thức ăn có vài điểm khác biệt giữa cừu và bò, khác biệt này là rất nhỏ và chấp nhận được. Hơn nữa, tiến

hành thí nghiệm tiêu hoá trên bò khó khăn và tốn kém hơn rất nhiều (De Boever và cs., 1986)

Tại các nước đang phát triển, có nhiều lý do, đặc biệt là tài chính, cho nên các nghiên cứu tiêu hoá *in vivo* còn chưa nhiều. Để xác định giá trị dinh dưỡng của hầu hết các loại thức ăn, người ta thường phải sử dụng tài liệu tiêu hoá từ các nước phát triển. Ở một vài khu vực nhờ có nguồn kinh phí tài trợ, tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* của các loại thức ăn đã được xác định khá đầy đủ. Khu vực vùng biển Caribê và Trung Mỹ là một ví dụ. Tại các nước Guana thuộc Pháp, West Indies thuộc Pháp, Dominica, Cu Ba, các tác giả Xande và cs (1989 a,b); Aumont và cs. (1995) đã tiến hành nghiên cứu công phu tỷ lệ tiêu hoá của 1313 loại thức ăn trên cừu và đã tính toán giá trị dinh dưỡng của chúng theo hệ thống của Pháp.

Ở các nước khu vực Châu Á, các nghiên cứu về thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho gia súc nhai lại chưa nhiều, chưa được hệ thống, tỷ lệ tiêu hoá thức ăn chủ yếu có được từ các nghiên cứu gián tiếp, các nghiên cứu trực tiếp *in vivo* không nhiều và chủ yếu là trên các phụ phẩm nông nghiệp. Tiêu hóa là một tham số xác định số lượng chất dinh dưỡng có thể được sử dụng trong cơ thể vật nuôi và được hấp thu qua đường tiêu hóa để hỗ trợ cho việc duy trì, sản xuất và sinh sản của vật nuôi (Mayulu et al., 2019). Có thể kể đến các công trình nghiên cứu của Wanapat (1985) nghiên cứu về rơm ở Thái Lan. Gần đây, ở Thái Lan, với sự giúp đỡ của JIRCAS (Nhật Bản) đã công bố thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của 113 loại thức ăn dùng cho gia súc nhai lại bao gồm 101 loại thức ăn và 12 loại khoáng chất (Nutrient Requirement of Beef Cattle in Indochinese Penninsula, 2010).

Hamdi Mayulu và cs. (2020) cho biết: Nghiên cứu quá trình tiêu ở trâu thấy rằng tỷ lệ tiêu hóa các chất hữu cơ thấp là do các hoạt động của vi sinh vật dạ cỏ, hàm lượng dinh dưỡng trong thức ăn (nhiều chất xơ) và kích cơ

thức ăn quá nhỏ sẽ làm giảm tốc độ thức ăn thoát qua dạ cỏ và có tác động làm giảm cơ hội để vi khuẩn dạ cỏ phân hủy thức ăn thức ăn dạng hạt.

Xu và cs. (2017) nghiên cứu tập tính lựa chọn thức ăn của trâu tuân theo một chế độ ăn uống hàng ngày có hệ thống từ chuồng đến bãi chăn, đi qua nhiều loại thực vật (cỏ, cây bụi và cây trồng), đã ảnh hưởng đến việc lựa chọn của chúng để làm thức ăn. Những tập tính và hành vi của trâu rất quan trọng đối với việc duy trì thảm thực vật và cải thiện dinh dưỡng của chúng và lựa chọn loại thức ăn không ăn.

Wanapat và cs. (1991) quan sát thấy: Trâu đằm lầy chăn thả trên bãi cỏ ruzi 7giờ/ngày được chia làm 3 nhóm: Không bổ sung thức ăn (1), bổ sung thức ăn tinh hỗn hợp với 0,5% khối lượng cơ thể (2) và bổ sung bột hạt bông với 0,2% khối lượng cơ thể (3). Trâu thí nghiệm cho tăng khối lượng tương ứng là 483; 594 và 515 g/con/ngày giữa các nhóm 1, 2 và 3. Hosmani và Srivastava (1988) công bố khi cho trâu ăn khẩu phần có đậu tương tăng khối lượng từ 404 g/con/ngày lên 470 g/con/ngày. Wanapat (2003) cũng cho rằng bổ sung lá sắn cho các khẩu phần có hàm lượng xơ cao, hàm lượng dinh dưỡng thấp đã làm tăng tỷ lệ protein và năng lượng trong khẩu phần do đó làm tăng khả năng sinh trưởng của vật nuôi, giảm chi phí trong chăn nuôi.

Trâu có vị trí quan trọng đối với đời sống con người tại các vùng nhiệt đới với thời tiết nóng ẩm. Giống trâu sông là nguồn sữa, thịt và cày kéo phục vụ cho con người và có ảnh hưởng quan trọng đến kinh tế khu vực nông thôn (Zhang và cs. 2020; Iamartino và cs. 2017; Mokhber và cs. 2018).

Andrea Tamburrano và cs. (2019) khi nghiên cứu chất lượng thịt trâu và thịt bò cho biết thịt trâu có tỷ lệ mỡ thấp hơn thịt bò (1,6% và 5,3 %), tỷ lệ Cholesterol thấp hơn đáng kể (41,3 mg/100 g so với 60-90 mg/100g), vì vậy thịt trâu có thể thay thế tốt cho thịt bò.

Khả năng sản xuất và sản phẩm từ gia súc nhai lại trong tương lai sẽ nhiều hơn và cạnh tranh so với các loài gia súc khác, đồng thời hướng tới có

tính bền vững và tiết kiệm trong hệ thống sản xuất chăn nuôi. Sự tương tác giữa gen, thức ăn và quản lý vỗ béo xác định năng suất chăn nuôi, bao gồm năng suất sinh sản. Thức ăn chiếm tỷ lệ lớn trong giá thành sản xuất. Giá nguyên liệu thức ăn cao sẽ làm tăng giá thành sản xuất, vì vậy cần phải lưu ý để làm sao nâng cao được hiệu quả chăn nuôi (Goes và cs., 2019).

1.2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Trước năm 2000, tại Việt Nam, cũng đã có nhiều nghiên cứu của các tác giả về thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho gia súc, gia cầm Việt Nam. Các nghiên cứu này đã được công bố trong “Sổ tay thành phần dinh dưỡng thức ăn gia súc Việt Nam” (Nguyễn Văn Thương và cs., 1992) và cuốn “Thành phần và giá trị dinh dưỡng thức ăn gia súc gia cầm Việt Nam” (Viện Chăn nuôi, 2001).

Từ năm 2001 đến 2004, đã có một số tác giả nghiên cứu thành phần hóa học, giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho gia súc nhai lại (Paul Pozy và cs., 2001, 2002; Vũ Chí Cương và cs., 2004a; Nguyễn Xuân Bả và cs., 2004; Vũ Chí Cương và cs., 2004b). Năm 2002, từ các kết quả nghiên cứu hợp tác với Đại học công giáo Louvain Bỉ, thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho loài nhai lại đã được tập hợp lại trong cuốn sách: Nuôi dưỡng bò ở miền Bắc Việt Nam (Paul Pozy và cs., 2002). Từ đó đến nay, các nghiên cứu về thành phần hóa học, giá trị dinh dưỡng của thức ăn cho gia súc nhai lại vẫn được tiếp tục.

Kỹ thuật sinh khí *in vitro* gas production để ước tính tỷ lệ tiêu hoá và giá trị năng lượng của thức ăn tỏ ra khá phù hợp đối với các nước nghèo và các nước đang phát triển. Vì chỉ đòi hỏi trang thiết bị đơn giản, giá thành không cao và có độ chính xác cao. Ở Việt Nam, từ năm 1997, Brenda Keir, Nguyen Van Lai (Đại học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh) kết hợp với Preston và Orskov đã bắt đầu nghiên cứu sử dụng phương pháp *in vitro* gas production kết hợp với phương pháp *in sacco* để đánh giá giá trị dinh dưỡng

của một số loại cây thức ăn nhiệt đới dùng cho gia súc nhai lại. Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng 20 loại cây thức ăn khác nhau và 3 loại phụ phẩm nông nghiệp (rơm khô; bã mía; và thân, lá cây chuối) thường được dùng cho chăn nuôi gia súc nhai lại ở vùng nhiệt đới. Tính toán lượng vật chất khô bị mất đi từ thí nghiệm *in sacco* và lượng khí sinh ra trong thí nghiệm *in vitro* gas production để đánh giá giá trị dinh dưỡng của các cây thức ăn này. Giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn được đánh giá bằng cả hai cách *in sacco* và *in vitro* gas production là tương tự nhau khi thức ăn được ủ trong 24 giờ hoặc 48 giờ. Ngoại trừ các mẫu ủ là bã mía (ép thủ công từ cây mía, loại được khoảng 2/3 nước trong đó) cho lượng khí sinh ra cao hơn nhưng có tỷ lệ tiêu hoá *in sacco* thấp hơn so với các mẫu là lá sắn, cỏ *Gliricidia* và *I. teysamii*. Vũ Chí Cương và cs. (2004d) tiến hành các nghiên cứu ước tính tỷ lệ tiêu hoá và giá trị năng lượng của 20 loại thức ăn dùng cho gia súc nhai lại gồm các nhóm thức ăn thô xanh (cỏ tự nhiên, cỏ Voi 60 ngày tuổi, cỏ ghine), nhóm thức ăn thô khô (rơm khô, cỏ khô Alfalfa, cỏ khô pangola), nhóm thức ăn tinh (Bột ngô tẻ đỏ, cám gạo, bột sắn), nhóm thức ăn hỗn hợp (cám C40, cám BS18), nhóm thức ăn giàu protein (hạt bông, bã bia, cám đậm đặc GYO 68) và một số loại thức ăn khác. Nghiên cứu tiến hành với hai thí nghiệm *in vivo* trên cừu và *in vitro* gas production tại Viện Chăn nuôi. Tỷ lệ tiêu hoá (TLTH) và giá trị năng lượng (GTNL) của các loại thức ăn nghiên cứu được ước tính dựa vào các phương trình ước tính tỷ lệ tiêu hoá và giá trị năng lượng của Menke và Steingass (1988). Các kết quả ước tính sau đó được so sánh với các kết quả từ thí nghiệm *in vivo* trên cừu, xác định tương quan giữa các giá trị này để xây dựng các phương trình hồi qui chẩn đoán tỷ lệ tiêu hoá và giá trị dinh dưỡng cho các nhóm thức ăn nghiên cứu kết hợp với lượng khí sinh ra ở thời điểm 24 giờ sau ủ (G24) và thành phần dinh dưỡng của chúng. Tác giả đưa ra một số phương trình ước tính TLTH vật chất hữu cơ (ODM) và GTNL trao đổi (ME) của các nhóm thức ăn thô, thức ăn thô khô, thức ăn xanh, thức ăn xanh nhiều nước và nhóm các thức ăn tinh có độ tin cậy cao.

Đinh Văn Cải và Phùng Thị Lâm Dung (2005) đã phân tích và đánh giá giá trị dinh dưỡng của 334 mẫu của gần 70 loại thức ăn cho trâu, bò khu vực miền Đông Nam Bộ. Kết quả trung bình từ gần 40 loại thức ăn trong nhóm thức ăn xanh nhiều xơ cho thấy: TDN = 59,8%; ME = 9,05 MJ/kg DM và qm = 0,51. Trung bình của 20 loại thức ăn tinh giàu năng lượng có: TDN = 77,6%; ME = 11,3 MJ/kg DM và qm = 0,62. Trung bình của 5 loại thức ăn tinh giàu protein có: TDN = 77,6%; ME = 11,74 MJ/kg DM và qm = 0,59. Tuy nhiên, kết quả của các nghiên cứu này cũng gặp phải các hạn chế như các nghiên cứu trước đây đó là các giá trị GE, DE, ME, TDN đều ước tính từ các công thức sẵn có của nước ngoài.

Đinh Văn Mười (2012) đã nghiên cứu thành phần hóa học, tỷ lệ tiêu hóa *in vivo*, giá trị năng lượng, protein của một số loại thức ăn thô xanh, thô khô, phụ phẩm trồng trọt, thức ăn ủ chua, thức ăn năng lượng, thức ăn bổ sung protein cho gia súc nhai lại và xác định phương trình hồi quy ước tính tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD), năng lượng trao đổi (ME) của thức ăn cho gia súc nhai lại từ số liệu lượng khí sinh ra sau 24 giờ và thành phần hóa học. Tác giả đã công bố thành phần hóa học, tỷ lệ tiêu hóa *in vivo*, giá trị năng lượng và protein của cỏ Voi tái sinh mùa hè và mùa thu; 13 loại thức ăn thô xanh, thô khô, phụ phẩm trồng trọt và 3 loại thức ăn ủ chua; 7 loại thức ăn giàu năng lượng và của 14 loại thức ăn giàu protein.

Nguyễn Đức Chuyên (2015) đã công bố 12 phương trình hồi quy ước tính giá trị năng lượng trao đổi của các thức ăn cho bò thịt từ thành phần hóa học và các giá trị năng lượng khác.

Vũ Chí Cương và cs. (2016b) công bố 5 phương trình hồi quy ước tính tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD, %) của thức ăn cho gia súc nhai lại từ số liệu về lượng khí sinh ra sau 24 giờ (G24) và thành phần hóa học.

Đối với thức ăn thô xanh:

$$\text{OMD} = 25,3 - 0,271 \times G_{24} + 1,10 \times \text{CP} - 1,72 \times \text{EE} + 3,02 \times \text{Ash}; R^2 = 0,90$$

Đối với thức ăn thô khô:

$$\text{OMD} = 84,1 + 0,232 \times G_{24} + 0,208 \times \text{CP} - 4,25 \times \text{EE} - 0,813 \times \text{ADF}; R^2 = 0,836$$

Đối với thức ăn ủ chua:

$$\text{OMD} = 112 + 0,0102 \times G_{24} - 1,02 \times \text{DM} + 0,947 \times \text{CF} - 1,63 \times \text{ADF};$$

$$R^2 = 0,931$$

Đối với thức ăn tinh:

$$\text{OMD} = 115 - 0,755 \times G_{24} + 1,56 \times \text{EE} - 3,37 \times \text{Ash} - 1,11 \times \text{ADF};$$

$$R^2 = 0,893$$

Đối với thức ăn hỗn hợp:

$$\text{OMD} = -91,9 + 0,203 \times G_{24} + 1,84 \times \text{DM} - 0,54 \times \text{EE} + 2,53 \times \text{CF} - 2,58 \times \text{ADF}$$

$$R^2 = 0,904$$

Trong đó: G_{24} là số liệu lượng khí gas sinh ra ở thời điểm 24^h (ml)

DM là vật chất khô (%)

CP là thành phần protein thô (%)

EE là thành phần mỡ thô (%)

Ash là thành phần khoáng tổng số (%)

ADF là thành phần xơ thô không tan trong môi trường axit (%)

R^2 là hệ số xác định

Vũ Chí Cương và cs. (2016a) công bố 6 phương trình hồi quy ước tính năng lượng trao đổi (ME, MJ/kg DM) của thức ăn cho gia súc nhai lại từ số liệu về lượng khí sinh ra sau 24 giờ (G_{24}) và thành phần hóa học.

Đối với thức ăn thô xanh:

$$\text{ME} = 3,78 - 0,0614 \times G_{24} + 0,168 \times \text{CP} + 0,789 \times \text{EE} + 0,227 \times \text{Ash};$$

$$R^2 = 0,819$$

Đối với thức ăn thô khô:

$$\text{ME} = 12,1 + 0,0574 \times G_{24} - 0,589 \times \text{EE} - 0,125 \times \text{ADF};$$

$$R^2 = 0,896$$

Đối với thức ăn ủ chua:

$$ME = 15,8 - 0,0087 \times G_{24} - 0,133 \times DM + 0,158 \times CF - 0,263 \times ADF;$$

$$R^2 = 0,989$$

Đối với thức ăn tinh:

$$ME = -18,1 - 0,0206 \times G_{24} + 0,358 \times DM + 0,359 \times CF - 0,531 \times ADF;$$

$$R^2 = 0,964$$

Đối với thức ăn hỗn hợp:

$$ME = -22,3 + 0,0102 \times G_{24} + 0,392 \times DM - 0,131 \times Ash - 0,0717 \times NDF;$$

$$R^2 = 0,943$$

Đối với thức ăn giàu đạm:

$$ME = 5,16 - 0,0851 \times G_{24} + 0,0171 \times CP + 0,142 \times EE + 0,0466 \times NDF - 0,045 \times ADF;$$

$$R^2 = 0,830$$

Trong đó: G_{24} là số liệu lượng khí gas sinh ra ở thời điểm 24 h

DM là vật chất khô

CP là thành phần protein thô

EE là thành phần mỡ thô

Ash là thành phần khoáng tổng số

ADF là thành phần xơ thô không tan trong môi trường axit

R^2 là hệ số xác định

Đã từ lâu có nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu về thức ăn, dinh dưỡng, khẩu phần dinh dưỡng và đánh giá sinh trưởng của trâu như: Nguyễn Đức Thạc và Nguyễn Văn Vực (1985) cho biết thức ăn quyết định tốc độ sinh trưởng của nghé, ngoài yếu tố giống. Nghé cùng đàn, lúc sơ sinh đạt 28-30 kg, nếu nuôi dưỡng tốt 1 năm tuổi có thể đạt 200- 220 kg, ngược lại nuôi dưỡng kém chỉ đạt 150 kg.

Nghiên cứu về sinh trưởng của trâu và bổ sung dinh dưỡng trong khẩu phần nuôi trâu, tác giả Mai Văn Sánh (1996) cho biết nuôi nghé lai 6-12 tháng tuổi với khẩu phần có tỷ lệ thức ăn tinh 15%, nghé cho tăng khối lượng 407,6

g/ngày, 30% thức ăn tinh là 575,4 g/ngày.

Đào Lan Nhi và cs. (2003) đã nghiên cứu bổ sung bột sắn và lá sắn chế biến trong khẩu phần vỗ béo trâu tơ thì mức tiêu tốn vật chất khô (DM) dao động trong khoảng 10,6-19,2 kg DM/1 kg tăng khối lượng. Tiêu tốn NLTĐ/kg tăng khối lượng của trâu giai đoạn 7-18 tháng tuổi ở NT1, NT2, NT3 lần lượt là: 109,09; 120,69 và 104,36 MJ/kg tăng khối lượng. Theo Ranjhan và Mudgal (1978) (trích dẫn theo Nguyễn Xuân Trạch và cs., 2005) cho biết trâu có khối lượng 100- 500 kg cần 10-15,5 Kcal ME/g tăng khối lượng tương đương 0,04-0,06 MJ/g tăng khối lượng, trong đó mức 10 Kcal ME/g tăng khối lượng áp dụng cho trâu có khối lượng 100-250 kg, khi khối lượng tăng lên thêm 50 kg thì nhu cầu tăng thêm 1 Kcal/g tăng khối lượng.

Nguyễn Đức Chuyên và cs. (2004) thí nghiệm bổ sung thức ăn cho nghé vào ban đêm, ngoài thức ăn nghé thu nhận được khi chăn thả tự do ngoài bãi chăn, sau 6 tháng đã khẳng định: Tăng khối lượng của lô thí nghiệm cao hơn 10-12 % so với lô đối chứng (không được bổ sung thức ăn vào ban đêm), chi phí cho 1 kg tăng khối lượng lô thí nghiệm thấp hơn so với lô đối chứng 8,11 %.

Theo Mai Văn Sánh và cs. (2008) khi cho trâu ở các nhóm ăn lượng thức ăn tinh như nhau gồm 1 kg bột sắn, 1 kg bột lá sắn và 0,5 kg rỉ mật, cỏ voi được thay thế bằng rơm có xử lý urea trong khẩu phần theo các mức 0, 25%, 50% và 75 %. Trâu cho tăng khối lượng từ 488 g đến 544 g/con/ngày. Không có sự sai khác về tăng khối lượng của trâu giữa 2 khẩu phần thay thế 0 và 25% cỏ voi bằng rơm ủ urea nhưng có sự sai khác giữa khẩu phần thay thế 0 và 25% so với khẩu phần thay thế 50% và 75% (533 g và 544 g so với 500 g và 488 g/ngày). Tiêu tốn ME/kg tăng khối lượng của trâu là: 81,99 MJ - 91,82 MJ/kg tăng khối lượng.

Theo Nguyễn Công Định và cs. (2007) khi sử dụng cám gạo, bột sắn, bột lá sắn và rỉ mật vỗ béo trâu tơ thì giá trị năng lượng trao đổi (ME) thu nhận được hàng ngày dao động từ 35,88 MJ/ngày - 51,63 MJ/ngày.

Lê Đình Khả và cs. (2018) đã nghiên cứu nhu cầu ME cho tăng trọng của bò lai nuôi thịt tại Việt Nam là 27,49 MJ ME/kg tăng khối lượng và cho biết quan hệ giữa tăng trọng (ADG, kg/ngày) và tổng năng lượng trao đổi ăn vào (MEI, MJ) hàng ngày có quan hệ kiểu tuyến tính bậc nhất, đáng tin cậy về thống kê có dạng:

$$\text{ADG (kg/ngày)} = -0,4066 + 0,02232 \times \text{MEI (MJ/ngày)}$$

$$(\text{R}^2=0,723; \text{P}<0,01).$$

Nguyễn Công Định và cs. (2021) nghiên cứu ảnh hưởng của các mức bổ sung thức ăn tinh đến khả năng tăng khối lượng của trâu Bảo Yên nuôi thương phẩm giai đoạn 13 -18 tháng tuổi cho biết tiêu tốn vật chất khô (DM)/kg tăng khối lượng từ 11,43 kg - 12,85 kg. Tiêu tốn năng lượng trao đổi/ kg tăng KL là 112,53 - 124,64 MJ. Tiêu tốn protein/kg tăng khối lượng từ 1,56 - 1,64 kg.

Chương 2

ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, thời gian và địa điểm nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Sử dụng 11 loại thức ăn nuôi trâu được chia thành 3 nhóm sau:

+ Nhóm thức ăn thô xanh: Cỏ VA06, cỏ Voi thu cắt lúc 40 - 45 ngày tuổi lúa tái sinh, cỏ *Panicum maximum hamill* (viết tắt *P. Hamill*); cỏ *Brachiaria Decumbens* (viết tắt là *Decumbens*); cỏ *Brachiaria Ruziziensis* (viết tắt là *Ruzi*), thu cắt lúc 35 - 40 ngày tuổi lúa tái sinh.

+ Nhóm thức ăn thô khô: Rơm khô, cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* khô.

+ Nhóm thức ăn tinh: Bột ngô, thóc nghiền và cám gạo.

Sử dụng 02 trâu đực nội, độ tuổi 30 tháng, khối lượng trung bình 280 kg, để lấy dịch dạ cỏ làm thí nghiệm tiêu hoá sinh khí *in vitro* gas production.

Sử dụng 4 trâu đực nội, độ tuổi bình quân 30 tháng tuổi, khối lượng trung bình 280 kg, nuôi trong cũi cá thể để thực hiện thí nghiệm tiêu hoá *in vivo*.

Sử dụng 12 trâu nội sinh trưởng (6 trâu đực và 6 trâu cái) để làm thí nghiệm xác định mức ăn thích hợp. Tuổi bắt đầu thí nghiệm là 7 tháng tuổi (khối lượng trong khoảng 80 - 90 kg), kết thúc thí nghiệm lúc 18 tháng tuổi,

2.1.2. Địa điểm nghiên cứu

- Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Chăn nuôi Miền núi - Viện Chăn nuôi - xã Bình Sơn, thành phố Sông Công, tỉnh Thái Nguyên.

- Phòng phân tích thức ăn và các sản phẩm chăn nuôi, Viện Chăn nuôi.

- Viện Khoa học sự sống, Trường Đại học Nông lâm Thái Nguyên.

2.1.3. Thời gian nghiên cứu

Từ tháng 1 năm 2016 đến tháng 5 năm 2019

2.2. Nội dung nghiên cứu

2.2.1. Xác định thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn nuôi trâu

2.2.2. Xác định tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá in vitro gas production

2.2.3. Xác định tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng thức ăn, giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá in vivo

2.2.4. Xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi được xác định bằng phương pháp in vitro gas production với phương pháp in vivo

2.3.5. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 7 - 18 tháng tuổi

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Xác định thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn nuôi trâu

- Phương pháp lấy mẫu theo TCVN 4325-2007.
- Vật chất khô của mẫu được xác định theo TCVN 4326 -2007.
- Protein thô được xác định theo tiêu TCVN 4328 -2007.
- Mỡ thô xác định theo TCVN 4331-2007 .
- Xơ thô được xác định theo TCVN 4329 -2007.
- NDF và ADF: xác định theo AOAC 973.18.01
- Khoáng tổng số được xác định theo TCVN 4327 -2007.
- Mẫu cỏ, thức ăn thô khô, thức ăn tinh được lấy tại Thái Nguyên.
- Mẫu cỏ, thức ăn thô khô được lấy từ 2 vụ: Đông - Xuân và Hè –Thu
- Số lượng mẫu phân tích cho mỗi đợt thí nghiệm, mỗi mùa vụ và mỗi

loại thức ăn là: 03 mẫu

- Thời gian và địa điểm phân tích mẫu: Năm 2016 -2017. Phòng phân tích thức ăn và sản phẩm chăn nuôi - Viện Chăn nuôi

- Mẫu thức ăn sau khi phân tích được dùng để làm thí nghiệm tiêu hoá *in vitro* gas production và thí nghiệm tiêu hoá *in vivo*.

2.3.2. Xác định tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vitro* gas production

2.3.2.1. Thí nghiệm sinh khí *in vitro* gas production

*** Sơ đồ bố trí thí nghiệm được tóm tắt ở bảng 2.1:**

Bảng 2.1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm tiêu hoá *in vitro* gas production

TT	Ký hiệu loại thức ăn	Loại thức ăn thí nghiệm	Số lần lặp lại
1	TA1	Cỏ VA06	3
2	TA2	Cỏ <i>P. Hamill</i>	3
3	TA3	Cỏ <i>Decumbens</i>	3
4	TA4	Cỏ <i>Ruzi</i>	3
5	TA5	Cỏ Voi	3
6	TA6	Rơm khô	3
7	TA7	Cỏ <i>Ruzi</i> khô	3
8	TA8	Cỏ <i>Decumbens</i> khô	3
9	TA9	Bột ngô	3
10	TA10	Thóc nghiền	3
11	TA11	Cám gạo	3
12	Blank	Không có mẫu thức ăn	3
		Tổng số xi lanh	36

Phương pháp thí nghiệm tiêu hoá sinh khí *in vitro* gas production được tiến hành theo quy trình của Menke và Steingass (1988) gồm các bước như sau: chuẩn bị mẫu thức ăn ủ, xi lanh, tủ âm...và dịch dạ cỏ trâu, dung dịch đệm và pha chế dịch ủ (chi tiết xem thêm Phụ lục I).

*** Khẩu phần dinh dưỡng của trâu nuôi lấy dịch dạ cỏ**

Khẩu phần ăn cho trâu thí nghiệm được xác định dựa trên nhu cầu dinh dưỡng duy trì của Kearn (1982):

+ Vật chất khô (DM) được tính toán như sau:

$$DM = 1,9 \times W/100$$

Trong đó:

DM là nhu cầu vật chất khô ăn vào cho duy trì (kg).

W là khối lượng gia súc (kg).

+ Protein thô: 130,8 g/100 kg W

+ Năng lượng trao đổi: 3,14 Mcal/100kg W

+ Tỷ lệ thức ăn thô xanh (70%); thức ăn tinh (30%)

*** Dịch dạ cỏ**

Dịch dạ cỏ được lấy trực tiếp qua đường miệng bằng ống thông thực quản và máy hút chân không. Sau đó được lọc bỏ những hạt thức ăn lớn bằng vải xô và lưu ở bình tam giác, luôn được giữ trong bình nước ấm 38-39°C (water bath), liên tục sục khí CO₂ và khuấy đều cho đến khi đã chuẩn bị xong xilanh. pH khoảng: 7-7,3.

*** Các bước tiến hành thí nghiệm**

Tiến hành theo phương pháp của Menke và Steingass (1988). Các mẫu thức ăn sau khi được sấy khô, nghiền nhỏ đến 1 mm và được cân cho vào mỗi xi lanh với khối lượng mẫu là 200±5 mg, sau đó đặt vào tủ ấm ở 39°C trước khi được trộn với hỗn hợp dịch dạ cỏ và dung dịch đệm. Dịch dạ cỏ trâu được lấy vào buổi sáng trước khi cho ăn và bảo quản trong phích bảo ôn trước khi lọc bỏ các mảnh thức ăn và trộn với dung dịch đệm. Dung dịch đệm được chuẩn bị từ ngày hôm trước để sáng hôm sau đặt vào bể nước ấm 39°C trước khi pha chế với dịch dạ cỏ. Sau khi đã chuẩn bị xong hỗn hợp dung dịch ủ, cho dung dịch ủ vào xi lanh mẫu (ở mức 30 ml/xi lanh) và nhẹ nhàng đặt xi lanh vào giá đỡ. Xi lanh sẽ được đưa vào tủ ấm có quạt đối lưu đảm bảo nhiệt

độ $39 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, ủ liên tục 96 giờ. Sau 30 phút kể từ khi ủ, lắc nhẹ xi lanh và sau đó cứ 1 giờ lắc một lần trong suốt 10 giờ ủ đầu tiên. Ghi chép chỉ số “ml” trên xi lanh ở các thời điểm 0, 3, 6, 12, 24, 48 và 96 giờ sau khi bắt đầu ủ. Trường hợp kiểm tra nếu thấy lượng khí vượt quá 60ml, nhẹ nhàng cho thoát khí ra (xả khí) và đưa piston về vị trí ban đầu ở thời điểm 0 giờ. Sự giải thoát khí này nhằm giải phóng lượng khí sinh ra trong xi lanh khi tăng quá cao trong quá trình ủ mẫu. Khi tiến hành thí nghiệm *in vitro* gas production cần thiết phải sử dụng “mẫu trắng” để đối chứng với các xi lanh ủ mẫu thức ăn hay còn gọi là các blank thường chỉ chứa 30 ml dung dịch ủ trong các xi lanh để tính lượng khí mà vi sinh vật sinh ra từ các chất hữu cơ còn sót lại trong dịch dạ cỏ và khí sinh ra gián tiếp từ môi trường đệm. Kết quả sinh khí từ các blank được sử dụng để hiệu chỉnh khi tính toán kết quả sinh khí thực của các mẫu thức ăn thí nghiệm.

***Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp xác định**

-Tốc độ và đặc điểm sinh khí lên men in vitro

Tổng lượng khí sản sinh của thức ăn ở các thời điểm 0; 3; 6; 12; 24; 48 và 96 giờ sau khi ủ được ghi chép cho từng xi lanh. Lượng khí tích lũy trong quá trình lên men *in vitro* được tính như sau:

Khí tích lũy (ml) = Lượng khí sinh ra tại thời điểm t (ml) – Giá trị trung bình lượng khí sinh ra tại thời điểm t (ml) của các xi lanh không có mẫu TĂ (blank).

- *Động thái sinh khí được tính bằng phần mềm NEWAY của Chen, (1995) để ước tính độ phân giải dạ cỏ và đặc điểm sinh khí, theo phương trình phi tuyến tính của McDonald (1981):*

$$Y = a + b [1 - e^{-c(t-L)}]$$

đối với các loại thức ăn chậm phân giải;

Trong đó: Y là thể tích khí sinh ra ở thời điểm t (ml); a là lượng khí sinh ra từ các chất dễ hoà tan thường ở ngay tại thời điểm ban đầu khi ủ mẫu (ml); b là lượng khí sinh ra từ các chất khó hoà tan trong suốt quá trình ủ (ml); a + b là

tổng lượng khí sinh ra của khẩu phần đem ủ hay tiềm năng sinh khí của khẩu phần thức ăn đó (ml); c là tốc độ sinh khí (%/giờ); t là thời gian ủ mẫu khẩu phần thức ăn thí nghiệm (giờ) và L là thời gian từ lúc ủ đến lúc bắt đầu sản sinh khí.

2.3.2.2. Phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi

Căn cứ lượng khí sinh ra khi ủ 200mg chất khô thức ăn sau 24^h ủ và thành phần hóa học của thức ăn nghiên cứu được dùng để ước tính tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ *in vitro* và giá trị năng lượng trao đổi của thức ăn. Các công thức sử dụng ước tính của Menke và Steingass, (1988) như sau:

* Đối với thức ăn thô xanh:

$$\text{OMD (\%)} = 33,71 + 0,7464 \times G_{24}$$

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 2,20 + 0,1357 \times G_{24} + 0,0057 \times \text{CP} + 0,0002859 \times \text{EE}$$

* Đối với thức ăn thô khô:

$$\text{OMD (\%)} = 17,04 + 1,1086 \times G_{24}$$

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 2,20 + 0,136 \times G_{24} + 0,057 \times \text{CP};$$

* Đối với thức ăn tinh (Ngũ cốc và phụ phẩm):

$$\text{OMD (\%)} = 24,59 + 0,7984 \times G_{24} + 0,0496 \times \text{CP}$$

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 2,2 + 0,136 \times G_{24} + 0,057 \times \text{CP}$$

Trong đó:

ME là năng lượng trao đổi (MJ/kg DM)

OMD là tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (%)

CP là protein thô (%)

EE là mỡ thô (%)

G₂₄ là ml khí sinh ra sau khi ủ 200mg DM của mẫu sau 24 giờ ủ

2.3.2.3. Xác định tổng axit béo mạch ngắn (Short Chain Fatty Acids- SCFA)

Tính theo công thức của Getachew và cs., 2000a:

$$\text{SCFA} = 0,0239 \times G_{24} - 0,0601$$

2.3.3. Xác định tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng của thức ăn và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vivo*

2.3.3.1. Bố trí thí nghiệm

Tổng số 4 trâu đực nội, tuổi trung bình 30 tháng tuổi, khối lượng trung bình 280 kg, được nuôi riêng mỗi con một cũi chuồng riêng biệt để theo dõi cá thể. Khẩu phần ăn ở mức duy trì theo tiêu chuẩn Kearnl, (1982).

Sơ đồ bố trí thí nghiệm được thể hiện ở bảng 2.2.

Bảng 2.2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm tiêu hoá *in vivo*

Chỉ tiêu	Trâu thí nghiệm 1 (T01)	Trâu thí nghiệm 2 (T02)	Trâu thí nghiệm 3 (T03)	Trâu thí nghiệm 4 (T04)
Thời gian nuôi chuẩn bị (ngày)	10	10	10	10
Thời gian nuôi thí nghiệm (ngày)	5	5	5	5
Thức ăn thí nghiệm*	Cỏ VA06	Cỏ VA06	Cỏ VA06	Cỏ VA06

Ghi chú: * Các loại thức ăn: Cỏ *Decumbens*; Cỏ *P.Hamill*; Cỏ Ruzi; Cỏ Voi, Rơm khô; cỏ Ruzi khô; Cỏ *Decumbens* khô; Bột ngô; Cám gạo; Thóc nghiền được bố trí thí nghiệm tương tự.

Thời gian làm thí nghiệm là 15 ngày cho mỗi loại thức ăn (trong đó 10 ngày nuôi thích nghi và 5 ngày tiến hành thí nghiệm). Tất cả trâu được tẩy ký sinh trùng đường tiêu hoá, sát lá gan trước khi bắt đầu thí nghiệm. Thí nghiệm được bố trí 11 đợt (01 loại thức ăn/đợt).

Khẩu phần ăn :

Khẩu phần ăn của trâu thí nghiệm được xác định dựa trên nhu cầu vật chất khô duy trì của Kearnl (1982) theo công thức:

$$DM = 1,9 \times W/100$$

Trong đó:

DM là nhu cầu vật chất khô ăn vào cho duy trì (kg).

W là khối lượng gia súc (kg).

Khẩu phần sẽ điều chỉnh trước các đợt thí nghiệm và được bố trí như sau:

- + Khẩu phần cơ sở: Cỏ VA06
- + Khẩu phần thí nghiệm = Khẩu phần cơ sở + Thức ăn thí nghiệm
- + Protein thô: 130,8 gr/100 kg W
- + Năng lượng trao đổi: 3,14 Mcal/100kg W.

Quản lý gia súc thí nghiệm: Tất cả trâu thí nghiệm được nuôi nhốt riêng mỗi con một cũi sắt, có máng uống, máng ăn riêng và cung cấp thức ăn nước uống hàng ngày tại máng ăn, máng uống.

2.3.3.2. Phương pháp xác định tỷ lệ tiêu hoá thức ăn

-Thức ăn thí nghiệm

+ Nhóm thức ăn thô xanh gồm: Cỏ VA06, cỏ Voi, cỏ *P.Hamill*, cỏ *Decumbens* và cỏ *Ruzi*.

+ Nhóm thức ăn thô khô gồm: Cỏ *Ruzi* khô, rơm khô và cỏ *Decumbens* khô.

+ Nhóm thức ăn tinh gồm: Bột ngô, thóc nghiền và cám gạo.

- Phương pháp tiến hành

Trâu được nuôi nhốt cá thể trên cũi và được cho ăn ở mức duy trì trong thời gian chuẩn bị 10 ngày. Thông thường, các thức ăn thô khi cho ăn tự do vẫn chỉ đủ cho nhu cầu duy trì của trâu. Trong thời gian nuôi chuẩn bị, lượng thức ăn ăn vào ghi chép cụ thể từng ngày, từng loại thức ăn, giá trị trung bình thức ăn ăn vào trong thời kỳ nuôi chuẩn bị chính là lượng thức ăn cho ăn giai đoạn thí nghiệm, thu phân và nước tiểu liên tục trong 5 ngày tiếp theo.

Xác định lượng thức ăn thừa vào sáng hôm sau, trước bữa ăn đầu tiên. Thức ăn thừa được ghi chép cho từng loại riêng lẻ và cho mỗi cá thể.

Trong thời gian thu mẫu toàn bộ lượng phân gia súc bài tiết ra được thu nhặt hàng ngày, xác định khối lượng rồi lấy mẫu (10% tổng lượng phân) để trong tủ lạnh sâu (-18°C).

Đến ngày thứ 4 của giai đoạn thu mẫu, toàn bộ mẫu đã lưu trong tủ lạnh sâu được lấy ra để giải đông. Sang ngày thứ 5 của giai đoạn này, các mẫu phân của cùng 1 cá thể thu được trong thời gian 5 ngày được trộn đều với nhau và lấy 2 mẫu đại diện (5 - 10% tổng khối lượng mẫu) đem đi xác định hàm lượng chất khô (DM) và các thành phần hóa học: protein thô (CP), mỡ thô (EE), xơ thô (CF), NDF, ADF, khoáng ... Thức ăn cho ăn và thức ăn thừa cũng được cân, lấy mẫu hàng ngày và bảo quản trong tủ lạnh.

Tổng lượng nước tiểu bài tiết hàng ngày được hứng vào xô nhựa đặt dưới cũi nuôi trâu thí nghiệm (có bổ sung 250 ml dung dịch H_2SO_4 5N 10%), cân xác định khối lượng và lấy mẫu hàng ngày (5% tổng lượng thu được của ngày) lưu tủ lạnh sâu ($-18^{\circ}C$). Đến ngày cuối cùng của giai đoạn thu mẫu, toàn bộ các mẫu nước tiểu thu được trong 5 ngày của mỗi cá thể sẽ được trộn đều lại với nhau rồi lấy 1 mẫu đại diện (10ml/1lít) cho mỗi cá thể đem phân tích hàm lượng nitơ tổng số.

Thức ăn thí nghiệm ăn vào, thức ăn thừa, phân và nước tiểu được xác định năng lượng thô (GE) bằng phương pháp đo nhiệt lượng trên thiết bị bomb calorimeter (AOAC, 1995). Để từ đó xác định được giá trị năng trao đổi (ME).

- *Các chỉ tiêu theo dõi*

+ *Phân tích thành phần hóa học của thức ăn thừa, nước tiểu và phân (Phương pháp phân tích các chỉ tiêu như ở thí nghiệm 1)*

+ *Khối lượng trâu và lượng TĂ ăn vào, TĂ thừa, phân và nước tiểu thải ra.*

Khối lượng trâu được cân bằng cân điện tử Rudweight của Australia trước và sau mỗi đợt thí nghiệm với 01 loại thức ăn.

Khối lượng thức ăn ăn vào, thức ăn thừa, phân và nước tiểu được cân bằng cân đồng hồ Nhơn Hòa (loại 5kg sai số 0,01-0,03 kg, loại 30kg sai số 0,05-0,150 kg và loại 100kg sai số 0,1 -0,3 kg).

+ *Xác định tỷ lệ tiêu hoá của thức ăn nào đó được tính từ lượng thức ăn ăn vào, thức ăn còn thừa và vật chất khô của thức ăn.*

Tỷ lệ tiêu hóa (TLTH) của một chất dinh dưỡng A nào đó trong thức ăn được tính theo công thức:

- Đối với nhóm thức ăn thô xanh (5 loại cỏ mỗi đợt cho ăn 100%):

TLTH của chất A (%) = $[(\text{Lượng chất A ăn vào từ thức ăn} - \text{Lượng chất A của thức ăn thừa} - \text{Lượng chất A thải ra trong phân, nước tiêu}) / \text{Lượng chất A ăn vào từ thức ăn}] \times 100$.

- Đối với nhóm thức ăn thô khô và thức ăn tinh.

Vì thức ăn thô khô và thức ăn tinh không thể cho ăn 100 % trong khẩu phần của trâu nên tỷ lệ tiêu hóa của hai nhóm này được xác định bằng phương pháp hiệu số. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của thức ăn hai nhóm này được xác định trên trâu đầm lầy (n = 4 con cho một loại thức ăn đã biết tỷ lệ tiêu hóa và cho mỗi loại thức ăn nghiên cứu trong nhóm thí nghiệm coi như 4 lần lặp lại). Loại thức ăn thô xanhphối hợp ở đây là cỏ VA06 đã xác định được tỷ lệ tiêu hoá từ trước.

+ Xác định tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của 3 loại thức ăn thô khô trong khẩu phần được bố trí với tỷ lệ 50% cỏ VA06và 50% thức ăn thô khô; tính vật chất khô theo tiêu chuẩn của Kearn, (1982).

- Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của chất A (%) = $[\text{Lượng chất A ăn vào từ thức ăn (50\% cỏ VA06 + 50\% thức ăn thô khô)} - \text{Lượng chất A thức ăn thừa (50\% cỏ VA06 + 50\% thức ăn thô khô)} - \text{Lượng chất A trong phân, nước tiêu thải ra (50\%cỏ VA06 +50\% thức ăn thô khô)}] / [\text{Lượng chất A ăn vào từ thức ăn (50\% cỏ VA06 + 50\% thức ăn thô khô)}] \times 100$.

Xác định tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của 3 loại thức ăn tinh trong khẩu phần được bố trí với tỷ lệ 70% cỏ VA06và 30% thức ăn tinh tính vật chất khô theo tiêu chuẩn của Kearn, (1982).

- Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của chất A (%) = [Lượng chất A ăn vào từ thức ăn (70% cỏ VA06 + 30% thức ăn tinh) – Lượng chất A của thức ăn thừa (70% cỏ VA06 + 30% thức ăn tinh) – Lượng chất A trong phân, nước tiểu thải ra (70% cỏ VA06 + 30% thức ăn tinh)] / [Lượng chất A ăn vào từ thức ăn (70% cỏ VA06 + 30% thức ăn tinh)] x 100.

+ Xác định lượng khí Methane (CH₄) thải ra theo phương trình của (Yan và cs., 2003):

$$\text{Methane (L/ngày)} = 0,34 * \text{BW(kg)} + 19,7 * \text{DMI (kg/d)} + 12$$

Trong đó: DMI là chất khô thức ăn ăn vào; BW: khối lượng cơ thể

+ *Xác định giá trị năng lượng trao đổi (ME, MJ/kg DM) được tính trực tiếp dựa vào năng lượng thô (GE) đối với cả 3 nhóm thức ăn*

$$\text{ME} = \text{GE của thức ăn} - \text{GE của phân} - \text{GE của nước tiểu} - \text{GE khí mêtan}$$

- Năng lượng thô (GE) của thức ăn, phân, nước tiểu được xác định bằng phương pháp đo nhiệt lượng trên thiết bị Bomb calorimeter IKA C2000 do Đức sản xuất.

- GE_{CH₄} (Năng lượng thải ra trong CH₄, Mj/ngày) = kg CH₄ x GE của 1 kg CH₄. Năng lượng của một kg khí CH₄ là 58,41 Mj và 1 lít khí CH₄ = 0,717 g CH₄ (CRC Handbook of Chemistry and Physics, 2010).

2.3.4. Xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi được xác định bằng phương pháp in vitro gas production với phương pháp in vivo

Bộ số liệu về thí nghiệm tiêu hoá *in vitro* gas production lúc 24^h của 11 loại thức ăn gồm có: Nhóm thức ăn thô xanh 05 loại; nhóm thức ăn thô khô 03 loại và nhóm thức ăn tinh: 03 loại.

Để xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính giữa tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD) và giá trị năng lượng trao đổi (ME) của các loại thức ăn thí

nghiệm từ các số liệu về lượng khí sinh ra sau 24^h ủ thức ăn với thành phần dinh dưỡng trong điều kiện OMD, ME ước tính từ tiêu hoá *in vitro* gas production của nội dung 1, và tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi thu được ở tiêu hoá *in vivo* của nội dung 2, được thực hiện để so sánh tương quan như sau:

Sử dụng phương trình có sẵn của Menke và Steingass (1988), Trường Đại học Hohenheim (Đức) để tính tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi, sau đó so với giá trị thực thu được từ thí nghiệm tiêu hoá *in vivo* để xác định tương quan hồi quy giữa hai phương pháp (*Các phương trình ước tính được lấy từ thí nghiệm ở nội dung 1 đối với cả 3 nhóm thức ăn*)

Sử dụng thuật toán hồi quy (regression) để xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính, đa chiều bậc một để ước tính tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của thức ăn dựa vào thể tích khí sinh ra ở thời điểm 24^h trong thí nghiệm *in vitro* gas production và thành phần dinh dưỡng của thức ăn so với tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi ở thí nghiệm tiêu hoá *in vivo*. Phương trình hồi quy đa chiều bậc một sẽ có dạng như sau:

$$y = ax + b$$

Trong đó: y là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ hoặc giá trị năng lượng trao đổi của tiêu hoá *in vivo*;

x là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ hoặc giá trị năng lượng trao đổi của tiêu hoá *in vitro*;

a là hệ số hồi quy; b là hệ số tự do.

2.3.5. Xác định mức ăn thích hợp cho nuôi trâu sinh trưởng giai đoạn 7-18 tháng tuổi

**Thiết kế thí nghiệm:* Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp phân lô so sánh. Sơ đồ bố trí thí nghiệm ở bảng 2.3.

Bảng 2.3. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

Diễn giải	Nghiệm thức		
	NTĐC	NT1	NT2
Số trâu (con)	4	4	4
Tuổi trâu bắt đầu thí nghiệm (tháng)	7	7	7
Khối lượng (kg)	88,8	87,7	88,5
Nuôi chuẩn bị (ngày)	15	15	15
Nuôi thí nghiệm (tháng)	12	12	12
Mức ăn theo tiêu chuẩn Kearnl, 1982	100%	105%	110%

Tổng số 12 trâu có khối lượng tương đương nhau, được phân lô vào 3 nghiệm thức một cách ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức 4 con (2 đực và 2 cái), các nghiệm thức đồng đều nhau về tuổi, khối lượng và tính biệt.

Áp dụng tiêu chuẩn ăn dùng cho trâu sinh trưởng của Kearnl (1982). Nhu cầu vật chất khô (DM), protein thô (CP), năng lượng trao đổi (ME) cho cả 3 nghiệm thức với các mức: nghiệm thức đối chứng (NTĐC) = 100%; nghiệm thức 1 (NT1) = 105%; nghiệm thức 2 (NT2) = 110% so với tiêu chuẩn của Kearnl (1982) cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 7 -18 tháng tuổi.

Trâu thí nghiệm được nuôi riêng mỗi con một ô chuồng để theo dõi cá thể, do vậy mỗi trâu được coi là một lần lặp lại (4 lần lặp lại).

Tất cả trâu được tẩy ký sinh trùng đường tiêu hoá, sát lá gan trước khi bắt đầu thí nghiệm.

** Các chỉ tiêu theo dõi*

Thí nghiệm tiến hành trong 12 tháng (7-18 tháng tuổi), các chỉ tiêu theo dõi sẽ chia làm hai giai đoạn: giai đoạn 1 là 7-12 tháng tuổi và giai đoạn 2 là 13-18 tháng tuổi.

+ Ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần đến lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu ở giai đoạn 7-12 và 13-18 tháng tuổi.

+ Ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần ăn đến thay đổi khối lượng trâu ở giai đoạn 7-12 và 13-18 tháng tuổi.

- Sinh trưởng tích lũy (kg); Sinh trưởng tuyệt đối (gr/con/ngày)

+ Hiệu quả sử dụng TĂ của trâu ở giai đoạn 7-12 và 13-18 tháng tuổi.

▪ Tiêu tốn DM; ME; CP /kg tăng KL

+ Chi phí thức ăn nuôi trâu ở giai đoạn 7-12 và 13-18 tháng tuổi.

**Thành phần và giá trị dinh dưỡng của khẩu phần (KP) thức ăn dùng trong thí nghiệm được trình bày tại bảng 2.4 và 2.5.*

Bảng 2.4. Tỷ lệ phối trộn TMR và dinh dưỡng của khẩu phần thức ăn cho trâu thí nghiệm (tính theo VCK)

Nguyên liệu	Giai đoạn 7 -12 tháng tuổi	Giai đoạn 13 -18 tháng tuổi
Cỏ VA06 tươi (%)	25	30
Cỏ Ruzi tươi(%)	12	25
Cỏ Decumben tươi(%)	13	15
Bột ngô (%)	25	22
Cám gạo (%)	17	5
Khô đậu tương(%)	8	3
Dầu thực vật (kg)	0,13	0,02
Dinh dưỡng khẩu phần		
DM (%)	52,9	39,6
ME (MJ/kg DM)	13,0	10,0
Protein thô (g/kg DM)	135,1	112,3

Bảng 2.5. Khẩu phần thức ăn cho trâu thí nghiệm (tính theo VCK)
(Mức dinh dưỡng 100% so với tiêu chuẩn Kearn,1982)

Nguyên liệu	ĐVT	GD 7-9 tháng	GD 10-12 tháng	GD 13 -15 tháng	GD 16-18 tháng
Khối lượng thức ăn thô xanh	Kg	8	14	19	24
Cỏ VA06	Kg	5	8	10	12
Cỏ Ruzi	Kg	1	3	5	7
Cỏ Decumbens	Kg	2	3	4	5
Khối lượng thức ăn tinh		1,60	1,80	1,8	1,6
Bột ngô	Kg	0,8	1,1	1,2	1,3
Khô đậu tương	Kg	0,25	0,2	0,1	0
Cám gạo	Kg	0,55	0,50	0,5	0,3
Dầu thực vật	Kg	0,24	0,10	0,03	0,02
Tổng lượng thức ăn và Dinh dưỡng khẩu phần ăn		9,6	15,8	20,8	25,6
DM	Kg	2,83	4,13	5,11	5,91
ME	Mcal	8,94	10,35	11,57	12,86
Protein thô	g	377	488	558	600

Ghi chú: Bổ sung khoáng (sử dụng tăng đá liếm treo tại chuồng), mức tăng khối lượng 500g/con/ngày. Các mức ăn 105%; 110% được lấy khối lượng khẩu phần thức ăn từ khẩu phần TMR 100% cộng thêm 5 -10% cho các giai đoạn thí nghiệm.

Phương pháp nuôi dưỡng là sử dụng thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh (TMR) cho gia súc thí nghiệm. Thí nghiệm tiến hành trong 12 tháng, được

chia làm 4 giai đoạn: giai đoạn 7-9 tháng tuổi, giai đoạn 10-12 tháng tuổi, giai đoạn 13 -15 tháng tuổi và giai đoạn 16-18 tháng tuổi. Nhu cầu cho mỗi giai đoạn khác nhau về tỷ lệ tinh thô và hàm lượng dinh dưỡng, nên giai đoạn 7-9 và 10-12 tháng tuổi bố trí khẩu phần với tỷ lệ 50% tinh và 50% thô; giai đoạn 13 - 15 và 16 -18 tháng bố trí khẩu phần 30% tinh và 70% thô.

**Quản lý gia súc thí nghiệm:* Tất cả trâu thí nghiệm được nuôi nhốt riêng mỗi con một ngăn chuồng, có máng uống, máng ăn riêng và cung cấp thức ăn, nước uống hàng ngày tại máng ăn và máng uống.

Bắt đầu thí nghiệm và cứ sau mỗi 30 ngày thí nghiệm, khối lượng trâu được xác định lại và khẩu phần ăn sẽ được tính lại theo khối lượng trâu tại thời điểm đó, tăng lượng VCK phù hợp với khối lượng cơ thể gia súc theo tiêu chuẩn Kearn, 1982.

** Phương pháp theo dõi các chỉ tiêu*

+ Thành phần dinh dưỡng của thức ăn thí nghiệm

- Thành phần giá trị dinh dưỡng của từng loại nguyên liệu trong khẩu phần ăn được xác định từ kết quả của các thí nghiệm trước (Chi tiết được thể hiện tại phụ lục 2)

+ Ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần ăn đến lượng thức ăn thu nhận của trâu giai đoạn 7-12 và 13-18 tháng tuổi.

- Thức ăn ăn vào và thức ăn còn thừa được cân hàng ngày để xác định lượng thức ăn ăn vào. Lượng thức ăn thu nhận được tính như sau:

- Vật chất khô ăn vào (%) = (Thức ăn cho ăn × % chất khô) - (Thức ăn còn thừa × % chất khô).

- Các chất dinh dưỡng ăn vào như (ME; Protein) được tính tương tự như tính vật chất khô.

+ Ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần thức ăn đến thay đổi khối lượng của trâu ở giai đoạn 7-12 và 13-18 tháng tuổi:

- Sinh trưởng tích lũy: trâu được định kỳ cân khối lượng 30 ngày một lần. Sử dụng cân điện tử Rud Weight-1200 của Úc có độ chính xác 99,5%.

Trâu được cân vào buổi sáng của 3 ngày liên tục trước khi cho ăn, uống để lấy khối lượng trung bình.

- Sinh trưởng tuyệt đối (g/con/ngày) của trâu thí nghiệm được tính theo phương pháp thường qui trong nghiên cứu chăn nuôi.

+ Hiệu quả sử dụng TĂ của trâu ở giai đoạn 7-12 và 13-18 tháng tuổi.

- Tiêu tốn DM (kg/kg tăng khối lượng) = Tổng khối lượng DM thức ăn ăn vào/ tổng số kg tăng khối lượng của trâu.

- Tiêu tốn ME (MJ/kg tăng khối lượng) = Tổng khối lượng ME thức ăn ăn vào/ tổng số kg tăng khối lượng trâu.

- Tiêu tốn CP (g/kg tăng khối lượng) = Tổng khối lượng Protein thức ăn ăn vào/ tổng số kg tăng khối lượng trâu.

+ Chi phí thức ăn/1 kg tăng khối lượng được xác định như sau

Được tính theo công thức sau: $C = \frac{T}{P}$

Trong đó: C là chi phí thức ăn/kg tăng khối lượng (đồng)

T là tổng số tiền thức ăn cả giai đoạn thí nghiệm

P là khối lượng tăng cả giai đoạn

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

2.4.1. Phương pháp xử lý số liệu phần thí nghiệm xác định thành phần các chất dinh dưỡng, tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vitro* và *in vivo*

Số liệu nghiên cứu được xử lý sơ bộ bằng phần mềm Microsoft Office Excel, sau đó được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) bằng phần mềm minitab 17: Dung lượng mẫu (n), số trung bình (Mean), sai số của số trung bình (SE). So sánh giá trị trung bình theo cặp bằng phép so sánh Tukey với mức $P = 0,05$.

Xác định tương quan hồi quy tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ (OMD) và giá trị năng lượng trao đổi (ME) ước tính từ các số liệu khí sinh ra sau 24 giờ ủ của thí nghiệm tiêu hoá *in vitro* gas production được tính từ phương trình sẵn

có của Menke và Steingas (1988) với tiêu hoá *in vivo* được sử dụng phương trình hồi quy bậc một theo dạng:

$$y = ax + b$$

Trong đó: y là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ hoặc giá trị năng lượng trao đổi của tiêu hoá *in vivo*.

x là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ hoặc giá trị năng lượng trao đổi của tiêu hoá *in vitro*.

a là hệ số hồi quy; b là hệ số tự do.

2.4.2. Phương pháp xử lý số liệu phần thí nghiệm xác định mức cần thích hợp cho trâu sinh trưởng giai đoạn từ 7-18 tháng tuổi

Số liệu nghiên cứu được xử lý sơ bộ bằng phần mềm Microsoft Office Excel, sau đó được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) bằng phần mềm Minitab 17.

Các tham số thống kê bao gồm: dung lượng mẫu (n), số trung bình (Mean), sai số của số trung bình (SE). So sánh giá trị trung bình theo cặp bằng phép so sánh Tukey với mức $P = 0,05$.

Chương 3

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định thành phần dinh dưỡng của một số loại thức ăn nuôi trâu

Thành phần dinh dưỡng của thức ăn là cơ sở dữ liệu đầu tiên để thiết lập khẩu phần ăn tối ưu cho gia súc. Xác định đúng, chính xác thành phần dinh dưỡng của các loại nguyên liệu thức ăn cho gia súc là điều kiện tiên đề để xác định và tối ưu hoá khẩu phần, hạ giá thành sản phẩm. Số liệu đa dạng về chủng loại thức ăn và số lượng mẫu phân tích càng làm cho cơ sở dữ liệu về thành phần dinh dưỡng thêm chính xác và có độ tin cậy cao. Mặt khác, sự tiến bộ về mặt di truyền trong ngành trồng trọt đã tạo ra các giống mới có giá trị dinh dưỡng ngày càng được cải thiện do đó đòi hỏi dữ liệu thành phần dinh dưỡng của thức ăn phải luôn được cập nhật mới.

3.1.1. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn thô xanh

Để đánh giá được hàm lượng dinh dưỡng của một số loại thức ăn thô xanh nuôi trâu, nghiên cứu này đã tiến hành phân tích để xác định thành phần dinh dưỡng của 5 loại cỏ thuộc nhóm thức ăn thô xanh. Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng được thể hiện ở bảng 3.1.

Nhìn chung, các loại thức ăn thô xanh khác nhau trong nghiên cứu này đều có hàm lượng xơ thô (CF) cao, dao động từ 26,17 - 30,83%, cao nhất là cỏ *Decumbens* (30,83%), thấp nhất là cỏ *P. Hamill* (26,17%). Cỏ VA06, cỏ Voi và cỏ *Ruzi* có hàm lượng xơ thô lần lượt là: 27,76; 27,50; và 28,75%.

Kết quả xác định hàm lượng vật chất khô (DM) của 5 loại thức ăn thô xanh cho thấy: Cỏ *Ruzi* có tỷ lệ vật chất khô cao nhất (22,58%). Hàm lượng vật chất khô của cỏ *Decumbens*; cỏ *P. Hamill* và cỏ Voi lần lượt là: 21,63; 21,54 và 18,32%, thấp nhất là cỏ VA06 (15,52%).

Bảng 3.1. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn thô xanh

Loại thức ăn	DM	Thành phần dinh dưỡng (%DM)						OM
	(%)	CP	EE	CF	NDF	ADF	Ash	(%)
Cỏ VA06	15,52	9,35	1,34	27,76	62,38	26,05	8,72	91,28
Cỏ Voi	18,32	7,99	1,46	27,50	67,60	31,27	10,75	89,25
Cỏ P. Hamill	21,54	9,72	1,09	26,17	67,65	27,93	8,86	91,14
Cỏ Decumbens	21,63	10,96	1,52	30,83	60,75	31,28	8,59	91,41
Cỏ Ruzi	22,58	12,14	1,95	28,75	58,91	33,93	8,85	91,15

Ghi chú: DM: Vật chất khô, CP: Protein thô, EE: Mỡ thô, CF: Xơ thô, NDF: Xơ trung tính, ADF: Xơ acid, Ash: Khoáng tổng số, OM: Chất hữu cơ.

Trần Văn Thăng và cs. (2018) phân tích hàm lượng dinh dưỡng của cỏ VA06 cho biết: Hàm lượng vật chất khô là 17,89%; protein thô là 4,76%. Theo kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng ở nghiên cứu này, hàm lượng vật chất khô thấp hơn (15,52%) và protein thô cao hơn (9,35%) so với kết quả phân tích của tác giả.

Hàm lượng Protein thô (CP) có trong cỏ Ruzi cao nhất là 12,14%, tiếp đến là cỏ Decumbens (10,96%), cỏ P. Hamill (9,72%), cỏ VA06 (9,35%) và thấp nhất là cỏ Voi (7,99%).

Theo Nguyễn Thị Thủy và cs. (2018) cho biết: Cỏ P. Hamill có hàm lượng vật chất khô dao động từ 20,1- 20,6%; protein thô 10,4 - 10,9%; xơ thô 32,1- 33,0% và khoáng tổng số 1,80 - 2,01%. Kết quả phân tích trong nghiên cứu này về vật chất khô và hàm lượng protein thô tương đương, hàm lượng xơ thô thấp hơn và hàm lượng khoáng tổng số cao hơn so với của tác giả.

Nguyễn Xuân Cự và cs. (2019) phân tích thành phần dinh dưỡng của cỏ VA06 thu cắt tái sinh ở 45 ngày tuổi cho kết quả: Vật chất khô là 15,54%, protein thô là 11,31%. Kết quả phân tích cỏ VA06 cùng độ tuổi của nghiên cứu này tương đương về hàm lượng vật chất khô, nhưng hàm lượng protein thô thấp hơn kết quả nghiên cứu của tác giả là 1,96%.

Phạm Văn Quyến và cs. (2021) cho biết: Cỏ *P. Hamill* và cỏ VA06 trồng tại Trà Vinh có hàm lượng vật chất khô; protein thô; xơ thô lần lượt là: 21,50; 12,10; 34,23% và 15,92; 8,90; 29,62%. Kết quả phân tích Cỏ *P. Hamill* và cỏ VA06 trồng tại Thái Nguyên tương đương với kết quả trên.

Hàm lượng mỡ thô (EE) có trong nhóm thức ăn thô xanh rất thấp dao động từ 1,09 % - 1,95%. Trong đó cỏ *Ruzi* có hàm lượng mỡ thô cao nhất (1,95%), tiếp cỏ *Decumbens* (1,52%), cỏ Voi (1,46 %), cỏ VA06 (1,34%) và thấp nhất là cỏ *P. Hamill* chỉ có 1,09%.

Kết quả nghiên cứu của Pipat và cs. (2014) công bố: Cỏ VA06 thu hoạch ở thời điểm 45 ngày có protein thô 10,3%; vật chất khô 15 - 16%; ADF 44,1%; NDF 66,8%; Ash 14,5%. Kết quả nghiên cứu về các chỉ tiêu nêu trên của cỏ VA06 tương đương với kết quả công bố của tác giả.

Hàm lượng xơ không tan trong môi trường trung tính (NDF) là yếu tố có ảnh hưởng đến tiêu hóa. Hàm lượng NDF của nhóm thức ăn thô xanh trong nghiên cứu này dao động từ 58,91- 67,65%. Thấp nhất ở cỏ *Ruzi* là 58,91%, cao nhất ở cỏ *P. Hamill* là 67,65%; cỏ Voi là 67,60%; cỏ VA06 62,38% và cỏ *Decumbens* là 60,75%. Theo Meissner và cs. (1991), khi NDF trong cỏ nhiệt đới cao hơn 60% thì chất khô ăn vào bắt đầu giảm. Như vậy, trừ cỏ *Ruzi*, 04 loại cỏ thuộc nhóm thức ăn thô xanh còn lại trong nghiên cứu này đều cao hơn 60% nên khi sử dụng cần phối hợp với các loại thức ăn khác để tăng lượng chất khô ăn vào.

Tác giả Nguyễn Bình Trường và cs. (2019) tiến hành khảo sát hàm lượng NDF trong khẩu phần ăn của bò thịt tại tỉnh An Giang cũng cho biết thành phần dinh dưỡng của cỏ Voi có tỷ lệ DM, CP, CF, NDF, ADF và OM lần lượt là: 13,4; 9,17; 33,7, 64,3; 41,1 và 89,1%. Kết quả phân tích các chất dinh dưỡng có trong cỏ Voi của nghiên cứu này cũng tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Hàm lượng xơ không tan trong môi trường axit (ADF) của nhóm thức ăn thô xanh có biến động không lớn, dao động từ 26,05 đến 33,93%. Cao nhất là cỏ *Ruzi* (33,93%), thấp nhất là cỏ VA06 (26,05%). Ở cỏ *Decumbens*, cỏ Voi và cỏ *P. Hamill*, hàm lượng ADF lần lượt là 31,28; 31,27 và 27,93%.

Hàm lượng khoáng tổng số (Ash) trong 5 loại cỏ thuộc nhóm thức ăn thô xanh biến động từ 8,59 đến 10,75%, thấp nhất là cỏ *Decumbens* (8,59%), cao nhất là cỏ Voi (10,75%). Cỏ *P. Hamill*, cỏ *Ruzi* và cỏ VA06 có hàm lượng khoáng tổng số lần lượt là 8,86; 8,85 và 8,72%.

Tỷ lệ chất hữu cơ (OM) của nhóm thức ăn thô xanh khá cao biến động từ 89,25- 91,41%, thấp nhất là cỏ Voi (89,25%) và cao nhất là cỏ *Decumbens* (91,41%). Cỏ *P. Hamill*, cỏ *Ruzi* và cỏ VA06 có tỷ lệ chất hữu cơ lần lượt là 91,14; 91,15 và 91,28%.

Theo kết quả phân tích của tác giả Đinh Văn Mười (2012), cỏ Voi thu cắt ở 45 ngày tuổi có hàm lượng DM; CP; EE; CF; NDF và ADF tương ứng là: 12,61; 10,66; 1,50; 38,28; 72,94 và 43,87%. So với kết quả trên hàm lượng DM và EE của cỏ Voi trong nghiên cứu này cao hơn, các thành phần còn lại CP; CF; NDF và ADF thấp hơn.

Kết quả về thành phần dinh dưỡng của cỏ Voi trong nghiên cứu này nằm trong khoảng dao động của một số kết quả nghiên cứu khác. Ví dụ: Hàm lượng CP là 7,99%; NDF là 67,60% và ADF là 31,27% nằm trong khoảng dao động của một số nghiên cứu trước đây cho biết: Hàm lượng CP: 7,2-13,8%, NDF: 61,6 - 78,4% và ADF: 32,6- 54,0% (Paul Pozy và cs., 2002; Smith và cs., 1993).

Tác giả Lại Quốc Khánh và cs. (2019) cũng tiến hành phân tích thành phần hoá học của cỏ Voi cho thấy: Hàm lượng CP là 7,70%, NDF là 62,40%. Kết quả phân tích thành phần hoá học cỏ Voi của nghiên cứu này có CP là 7,99% và NDF là 67,60% tương đương với nghiên cứu của tác giả.

Kết quả về thành phần các chất dinh dưỡng của 5 loại thức ăn thuộc nhóm thức ăn thô xanh trong nghiên cứu này có thành phần cao hơn, hoặc

thấp hơn so với một số tác giả nghiên cứu trong và ngoài nước với cùng loại thức ăn. Có thể do vị trí địa lý, khí hậu và điều kiện thổ nhưỡng của từng nơi trồng khác nhau sẽ có kết quả thành phần các chất dinh dưỡng trong các loại cỏ khác nhau, nhưng vẫn nằm trong tiềm năng di truyền của mỗi giống cỏ.

3.1.2. Nhóm thức ăn thô khô

Nghiên cứu này đã phân tích thành phần các chất dinh dưỡng của 03 loại thức ăn thô khô trong đó có: 02 loại cỏ khô và 01 phụ phẩm nông nghiệp là rơm khô. Kết quả về hàm lượng các chất dinh dưỡng (DM, CP, EE, CF, NDF, ADF, Ash và OM) được trình bày ở bảng 3.2.

Bảng 3.2. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn thô khô

Loại thức ăn	DM (%)	Thành phần dinh dưỡng (%DM)						OM (%)
		CP	EE	CF	NDF	ADF	Ash	
<i>Ruzi</i> khô	87,94	10,77	2,55	30,95	66,41	38,20	11,86	88,14
<i>Decumbens</i> khô	86,75	9,91	2,45	31,67	67,25	36,71	12,18	87,82
Rơm khô	91,25	5,15	2,22	32,56	65,15	39,29	12,56	87,44

Ghi chú: DM: Vật chất khô, CP: Protein thô, EE: Mỡ thô, CF: Xơ thô, NDF: Xơ trung tính, ADF: Xơ acid, Ash: Khoáng tổng số, OM: Chất hữu cơ.

Tỷ lệ vật chất khô có trong nhóm thức ăn thô khô dao động từ 86,75-91,25%. Tỷ lệ vật chất khô của cỏ *Decumbens* khô là 86,75%; cỏ *Ruzi* khô là 87,94% và rơm khô là 91,25%.

Hàm lượng CP: Ở rơm khô rất thấp chiếm 5,15%, cỏ *Decumbens* khô 9,91% và cỏ *Ruzi* khô 10,77%. Hàm lượng CF, NDF và ADF của 3 loại thức ăn thô khô tương ứng dao động từ 30,95 - 32,56%; 65,15- 67,25% và 36,71 - 39,29%.

Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng của 3 loại thức ăn thô khô trong nghiên cứu này nằm trong khoảng dao động trong một số nghiên cứu khác. Ví dụ: Rơm khô trong nghiên cứu của nghiên cứu này có NDF là 65,15%; ADF là 39,29%; Ash là 12,56%, có thành phần thấp hơn và gần tương đương so với

khoảng dao động trong một số nghiên cứu như: hàm lượng NDF dao động trong khoảng từ 72,13-77,50%; ADF dao động từ 47,48-53,20% và Ash dao động từ 7,81-17,75% (Nutrient Requirement of Beef Cattle in Indochinese Peninsula, 2010; Paul Pozy và cs., 2002; Nguyen Thi Hong Nhan và cs., 2008).

Nguyễn Đức Chuyên (2015) cho biết: Cỏ *Ruzi* khô có DM là 85,92%; CP là 3,23%; EE là 0,60%; CF là 42,09%; NDF là 75,16%; ADF là 45,10% và Ash là 4,96%. Kết quả phân tích của nghiên cứu này có DM tương đương, hàm lượng CP; EE và Ash cao hơn và thành phần CF; NDF và ADF thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Lê Đình Khả và cs. (2018) khi làm thí nghiệm xác định nhu cầu năng lượng trao đổi cho duy trì (ME_m) của bò lai nuôi thịt tại Việt Nam cho biết: hàm lượng DM, CP, EE, CF, Ash và OM của rơm khô lần lượt 90,60; 6,40; 1,16; 29,40; 12,76 và 77,84%. Kết quả phân tích của nghiên cứu này tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Hàm lượng chất hữu cơ của cả 03 loại thức ăn thô khô khá cao: Rơm khô là 87,44%, tiếp đến là cỏ *Ruzi* khô là 88,14% và cỏ *Decumbens* khô là 87,82%.

Khương Văn Nam và cs. (2018) cho biết: Cỏ *Decumbens* khô có hàm lượng DM là 90,12%; CP là 9,56%; CF là 31,04%; NDF là 68,22%; ADF là 36,38%; Ash là 8,54% và cỏ *Ruzi* khô có hàm lượng DM là 89,15%; CP là 10,65%; CF là 30,55%; NDF là 68,95%; ADF là 36,51%; Ash là 8,92%. Đa số các chỉ tiêu về thành phần dinh dưỡng trong nghiên cứu của nghiên cứu này tương đương với kết quả của tác giả nêu trên, duy nhất có hàm lượng khoáng tổng số của nghiên cứu này cao hơn.

Nguyễn Bình Trường và cs. (2019), khi tiến hành nghiên cứu khảo sát hàm lượng NDF trong khẩu phần ăn của bò thịt tại tỉnh An Giang cho biết: thành phần dinh dưỡng có trong rơm khô là rất thấp với các giá trị DM, CP, CF, NDF, ADF, và OM lần lượt là: 89,1, 5,26; 31,7; 47,4; 67,7 và 88,1%;

Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng có trong rơm khô của nghiên cứu này tương đương với của tác giả.

Cù Thị Thiên Thu và cs. (2020) phân tích thành phần hoá học của rơm khô cho biết: DM, CP, EE, CF và Ash tương ứng 88,40; 4,59; 1,70; 35,10 và 13,80%. Kết quả của nghiên cứu này có một số chỉ tiêu cao hơn và tương đương so với của tác giả.

3.1.3. Nhóm thức ăn tinh

Kết quả ở bảng 3.3 cho thấy: Thành phần dinh dưỡng của 3 loại thức ăn tinh sử dụng trong nghiên cứu này, có sự khác biệt khá lớn.

Bảng 3.3. Thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn tinh

Loại thức ăn	DM (%)	Thành phần dinh dưỡng (% DM)						OM (%)
		CP	EE	CF	NDF	ADF	Ash	
Bột ngô	86,57	6,70	2,86	2,80	23,97	6,33	2,48	97,52
Thóc nghiền	84,62	9,06	4,68	12,57	28,24	18,31	11,82	88,18
Cám gạo	87,85	15,41	7,15	10,82	26,18	10,90	5,47	94,53

Ghi chú: DM: Vật chất khô, CP: Protein thô, EE: Mỡ thô, CF: Xơ thô, NDF: Xơ trung tính, ADF: Xơ acid, Ash: Khoáng tổng số, OM: Chất hữu cơ

Phạm vi biến động về hàm lượng DM, CP, EE, EF, NDF, ADF và Ash tương ứng là: 84,62 - 87,85%; 6,70 - 15,41%; 2,86 - 7,15%; 2,80 - 12,57%; 23,97 - 28,24%; 6,33 - 18,31% và 2,48 - 11,82%.

Hàm lượng DM, CP và EE có trong Cám gạo cao nhất tương ứng là: 87,85; 15,41 và 7,15%. Hàm lượng CF, NDF, ADF và Ash có trong thóc nghiền cao nhất tương ứng: 12,57; 28,24; 18,31 và 11,82%. Trong bột ngô các thành phần: DM, CP, EE, CF, NDF, ADF và Ash tương ứng là: 86,57; 6,70; 2,86; 2,80; 23,97; 6,33 và 2,48%.

Nguyễn Ngọc Kiên và cs. (2018) phân tích thành phần dinh dưỡng của bột ngô cho biết: DM, CP, EE, CF và Ash tương ứng 84,60; 11,57; 6,02; 2,60

và 2,83%. Kết quả phân tích của nghiên cứu này có hàm lượng CP và EE thấp hơn, các thành phần khác tương đương.

Cù Thị Thiên Thu và cs. (2020) phân tích thành phần dinh dưỡng của bột ngô cho biết: DM, CP, EE, CF và Ash tương ứng là 84,60; 9,86; 6,16; 2,88 và 2,94%. Kết quả của nghiên cứu này hoàn toàn tương đương với kết quả phân tích của tác giả.

Tỷ lệ chất hữu cơ (OM) có trong nhóm thức ăn tinh dao động từ 88,18 - 97,52%. Tỷ lệ OM của bột ngô là 97,52%, thấp nhất là thóc nghiền (88,18%) và cám gạo là 94,53%.

Kết quả về thành phần dinh dưỡng của nhóm thức ăn tinh trong nghiên cứu này nằm trong khoảng dao động kết quả của một số nghiên cứu khác. Kết quả nghiên cứu của một số tác giả cho thấy: Bột ngô có hàm lượng CP: 7,66-11,8%; Ash: 1,63-2,27%; NDF: 10,0-21,51%; ADF: 2,4-6,2% (Paul Pozy và cs., 2002; Đinh Văn Mười, 2012; Nguyễn Đức Chuyên, 2015). Trong nghiên cứu này, bột ngô có hàm lượng CP: 6,70%; Ash: 1,48%; NDF: 23,97%; ADF: 6,33%; tương đương với kết quả các tác giả nêu trên.

3.2. Kết quả xác định tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vitro* gas production

3.2.1. Lượng khí tích lũy khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn nuôi trâu tại các thời điểm khác nhau

Đối với mỗi loại thức ăn được tiến hành thí nghiệm với ba lần lặp lại (tức là mỗi một mẫu thức ăn sẽ được thí nghiệm trên ba xi lanh đặt ở các vị trí khác nhau trong cùng một giá đỡ), kết quả sinh khí (khí sinh ra, tích lũy) được tính trung bình ở các thời điểm khác nhau. Kết quả theo dõi lượng khí sinh ra trong điều kiện *in vitro* gas production của một số loại thức ăn nuôi trâu được trình bày ở bảng 3.4a; 3.4b và 3.4c.

Bảng 3.4a. Lượng khí tích lũy khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn thô xanh tại các thời điểm khác nhau (ml)

Loại thức ăn		Thời gian ủ thức ăn (giờ)					
		3	6	12	24	48	96
Cỏ VA06	Mean	2,31	5,12	12,90	30,64	36,59	41,40
	SE	0,66	1,07	2,02	1,63	1,58	3,35
Cỏ Voi	Mean	2,00	5,50	12,33	28,00	35,50	40,17
	SE	0,60	1,17	1,15	0,33	1,45	2,52
Cỏ <i>P. Hamill</i>	Mean	1,83	5,51	12,49	28,85	37,17	47,50
	SE	0,17	0,53	0,97	1,31	0,69	0,76
Cỏ <i>Decumbens</i>	Mean	2,39	6,15	13,80	27,91	41,02	49,33
	SE	0,21	0,85	1,67	0,96	0,95	0,76
Cỏ <i>Ruzi</i>	Mean	2,32	5,64	13,93	28,03	42,95	51,25
	SE	0,16	0,68	0,27	0,91	0,49	1,29

Kết quả ở bảng 3.4a, 3.4b và 3.4c cho thấy: Lượng khí sinh ra tăng dần theo thời gian ủ mẫu trong cả ba nhóm thức ăn thô xanh, thô khô và thức ăn tinh. Các loại thức ăn khác nhau có lượng khí sinh ra cũng khác nhau. Lượng khí sinh ra tăng mạnh từ thời điểm sau 3 - 24 giờ ủ, sau đó tăng chậm dần từ thời điểm sau 24- 96giờ. Tổng lượng khí sinh ra sau 96 giờ ủ mẫu dao động từ 33,89- 51,50ml.

Kết quả lên men 5 loại thức ăn thuộc nhóm thức ăn thô xanh sau 96giờ ủ được thể hiện ở bảng 3.4a cho thấy: Tổng lượng khí tích lũy đến thời điểm 96giờ sau khi ủ mẫu dao động từ 40,17- 51,25ml. Trong 24 giờ đầu sau mỗi giờ ủ mẫu lượng khí sinh ra trung bình ở cỏ VA06 tăng cao nhất (1,28ml/giờ), cỏ *Decumbens* tăng thấp nhất (1,16 ml/giờ), còn các loại thức ăn thô xanh còn lại: cỏ Voi tăng 1,17 ml/giờ, cỏ *Ruzi* tăng 1,17 ml/giờ và cỏ *P. Hamill* tăng 1,20 ml/giờ. Tính đến 96 giờ, sau mỗi giờ ủ mẫu lượng khí sinh ra trung bình

dao động từ 0,42- 0,53ml/giờ, thấp nhất là cỏ Voi(0,42 ml/giờ) và cao nhất là cỏ *Ruzi*(0,53ml/giờ).

Kết quả về lượng khí tích lũy khi lên men *in vitro* của một số loại thức ăn thô khô, được thể hiện ở bảng 3.4b.

Bảng 3.4b. Lượng khí tích lũy khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn thô khô tại các thời điểm khác nhau (ml)

Loại thức ăn		Thời gian ủ mẫu thức ăn (giờ)					
		3	6	12	24	48	96
<i>Ruzi</i> khô	Mean	1,73	4,01	9,37	26,59	33,95	39,29
	SE	0,15	0,76	0,45	0,43	0,20	0,90
<i>Decumbens</i> khô	Mean	1,67	3,84	8,68	27,04	34,06	39,90
	SE	0,33	0,60	0,32	0,69	0,64	1,16
Rơm khô	Mean	1,34	3,33	6,01	22,87	28,55	33,89
	SE	0,33	0,66	0,56	0,62	0,65	0,43

Số liệu ở bảng 3.4b cho thấy: Tổng lượng khí tích lũy sinh ra đến thời điểm 24 giờ của 3 mẫu thức ăn thô khô dao động từ 22,87 - 27,04 ml, bình quân dao động từ 0,95- 1,13 ml/giờ.

Lượng khí sinh ra tích lũy cao nhất là cỏ *Decumbens* khô (1,13ml/giờ), tiếp đến là cỏ *Ruzi* khô (1,11ml/giờ) và thấp nhất là rơm khô (0,95ml/giờ). Từ thời điểm 24-96 giờ lượng khí sinh ra tăng chậm hơn, ở cỏ *Ruzi* khô tăng bình quân là 0,41ml/giờ, rơm khô tăng 0,35ml/giờ và cỏ *Decumbens* khô tăng 0,42 ml/giờ.

Điều này phù hợp với kết luận của Makkar và cs. (1995), đối với rơm khô, lượng khí tích lũy sinh ra từ sau thời điểm 24 giờ đến 96 giờ bình quân 0,38ml/giờ.

Kết quả theo dõi lượng khí tích lũy khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn tinh được trình bày ở bảng 3.4c.

Lượng khí tích lũy sinh ra trong 96 giờ ủ bình quân dao động từ 0,48 - 0,54 ml/giờ. Trong đó, thóc nghiền có lượng khí sinh ra tích lũy tăng thấp nhất

(0,48 ml/giờ), bột ngô có lượng khí tích lũy tăng cao nhất (0,54 ml/giờ) và cám gạo có lượng khí tích lũy là 0,52 ml/giờ.

Bảng 3.4c. Lượng khí tích lũy khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn tinh tại các thời điểm khác nhau (ml)

Loại thức ăn		Thời gian ủ thức ăn (giờ)					
		3	6	12	24	48	96
Bột ngô	Mean	4,67	5,67	21,67	49,17	51,17	51,50
	SE	0,33	1,20	0,34	0,46	0,47	0,47
Thóc nghiền	Mean	4,17	7,00	20,17	40,67	46,50	46,50
	SE	1,20	1,33	2,42	0,33	1,20	1,20
Cám gạo	Mean	5,00	7,67	17,67	47,83	49,67	50,33
	SE	0,58	0,88	0,33	1,53	1,48	1,44

Tính đến thời điểm 24 giờ sau khi ủ mẫu, lượng khí tích lũy cao nhất ở bột ngô (2,05 ml/giờ), tiếp đến là cám gạo (1,99 ml/giờ) và thấp nhất là thóc nghiền (1,69 ml/giờ). Ở cả 3 loại thức ăn tinh sau 24 giờ lượng khí sinh ra đều tăng chậm và sau 48 giờ lượng khí sinh ra thường không tăng như những loại thức ăn khác.

Trong nghiên cứu này kết quả về lượng khí tích lũy của tất cả các mẫu thức ăn nuôi trâu đến thời điểm 24 giờ ủ và 48 giờ ủ thường thấp hơn so với các nghiên cứu trước đây của Getachew và cs . (2004) và của Menke và cs . (1979). Sự sai khác này có thể do sự khác biệt trong thành phần hóa học của mẫu. Mặt khác, vùng khí hậu cũng ảnh hưởng đến thành phần dinh dưỡng của cây thức ăn và qua đó ảnh hưởng đến sự biến động của lượng khí sinh ra trong điều kiện tiêu hoá *in vitro*. Các nghiên cứu của các tác giả trên đều thực hiện trên các loại thức ăn ở vùng ôn đới, nơi có cường độ chiếu sáng không cao. Ngược lại, các mẫu thức ăn trong nghiên cứu này được thu thập tại vùng nhiệt đới vào mùa hè, mùa hè thu có cường độ chiếu sáng cao. Do đó, các mẫu này thường có hàm lượng các chất kháng dinh dưỡng như tannin,

saponin cao hơn. Điều cốt lõi của tốc độ sinh khí khi lên men *in vitro* là thời gian ủ được tính toán trên cơ sở lấy giá trị lượng khí sinh ra trừ đi lượng khí sinh ra ở thời điểm trước đó và giá trị này có thể cho ta những gợi ý sơ bộ về tỷ lệ tiêu hóa khác nhau của thức ăn.

3.2.2. Đặc điểm sinh khí khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn nuôi trâu tại các thời điểm khác nhau

Tiềm năng và tốc độ sinh khí khi lên men 05 loại thức ăn thô xanh; 03 loại thức ăn thô khô và 03 loại thức ăn tinh tại các thời điểm khác nhau như lượng khí ban đầu, lượng khí sinh ra trong thời gian ủ, tiềm năng sinh khí và tốc độ sinh khí được thể hiện ở bảng 3.5a; 3.5b và 3.5c.

Bảng 3.5a. Đặc điểm sinh khí khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn thô xanh

Loại thức ăn		Lượng khí ban đầu (ml) (A)	Lượng khí sinh ra trong khi lên men (ml) (B)	Tiềm năng sinh khí (ml) (A+B)	Tốc độ sinh khí (% giờ)
Cỏ VA06	Mean	2,33	48,00	50,33	0,04
	SE	0,67	0,29	0,93	0,01
Cỏ Voi	Mean	2,00	46,30	48,30	0,03
	SE	0,50	0,75	1,08	0,00
Cỏ P. Hamill	Mean	1,83	51,37	53,20	0,03
	SE	0,17	1,37	1,45	0,00
Cỏ <i>Decumbens</i>	Mean	2,40	50,70	53,10	0,03
	SE	0,21	0,15	0,31	0,00
Cỏ <i>Ruzi</i>	Mean	2,33	49,73	52,07	0,04
	SE	0,17	1,19	1,02	0,00

Kết quả được ở các bảng cho thấy: Lượng khí sinh ra ban đầu của nhóm thức ăn thô xanh biến động từ 1,83 - 2,40 ml, lượng khí sinh ra ban đầu của nhóm thức ăn thô khô biến động từ 1,33 - 1,83 ml và nhóm thức ăn tinh từ 4,17 - 5,00 ml. Lượng khí sinh ra trong khi lên men của thức ăn thô xanh biến động từ 46,30

- 51,37 ml, nhóm thức ăn thô khô biến động từ 37,20 - 43,03 ml và nhóm thức ăn tinh từ 49,27 - 51,67 ml.

Kết quả ở bảng 3.5a cho thấy: Ở nhóm thức ăn thô xanh, 3 loại cỏ thân bụi *P. Hamill*, *Decumbens* và *Ruzicó* tiềm năng sinh khí tương đương nhau và đều đạt trên 50 ml (biến động từ 52,07-53,20 ml), cỏ Voi và cỏ VA06 có tiềm năng sinh khí ở mức thấp hơn đạt 48,30 ml và 50,33 ml.

Lại Quốc Khánh và cs (2019) cho biết: Cỏ Voi khi lên men bằng dịch dạ cỏ của bò có tiềm năng sinh khí là 40,1ml. Kết quả thí nghiệm của nghiên cứu này sử dụng dịch dạ cỏ của trâu lên men cỏ Voi có tiềm năng sinh khí là 48,30ml. Kết quả này cao hơn so với kết quả của tác giả. Điều đó chứng tỏ khả năng lên men cỏ Voi trong dịch dạ cỏ của bò thấp hơn khi lên men trong dịch dạ cỏ của trâu.

Tốc độ sinh khí của nhóm thức ăn thô xanh đối với cỏ VA06 và cỏ *Ruzi* (0,04%/giờ) và cỏ *P. Hamill*, cỏ *Decumbens* và cỏ Voi (0,03%/giờ).

Bảng 3.5b. Đặc điểm sinh khí khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn thô khô

Loại thức ăn		Lượng khí ban đầu (ml) (A)	Lượng khí sinh ra trong khi lên men (ml) (B)	Tiềm năng sinh khí (ml) (A+B)	Tốc độ sinh khí (%/giờ)
<i>Ruzi</i> khô	Mean	1,83	41,27	43,10	0,03
	SE	0,17	1,73	1,86	0,00
<i>Decumbens</i> khô	Mean	1,67	43,03	44,70	0,03
	SE	0,33	0,83	0,67	0,00
Rơm khô	Mean	1,33	37,20	38,53	0,02
	SE	0,33	0,75	0,42	0,00

Kết quả ở bảng 3.5b cho thấy: Nhóm thức ăn thô khô có lượng khí sinh ra biến động từ 37,20 - 43,03 ml, tiềm năng sinh khí từ 38,53 - 44,70 ml và tốc độ sinh khí từ 0,02-0,04 %/giờ.

Bảng 3.5c. Đặc điểm sinh khí khi lên men *in vitro* gas production của một số loại thức ăn tinh

Loại thức ăn		Lượng khí ban đầu (ml) (A)	Lượng khí sinh ra trong khi lên men (ml) (B)	Tiềm năng sinh khí (ml) (A+B)	Tốc độ sinh khí (% giờ)
Bột ngô	Mean	4,67	51,40	56,07	0,06
	SE	0,33	1,68	1,78	0,00
Thóc nghiền	Mean	4,17	49,27	53,43	0,12
	SE	1,09	0,97	1,68	0,02
Cám gạo	Mean	5,00	51,67	56,67	0,12
	SE	0,58	1,27	1,51	0,02

Kết quả ở bảng 3.5c cho thấy: Nhóm thức ăn tinh có tiềm năng sinh khí biến động khá lớn, từ 53,43 - 56,67 ml, tốc độ sinh khí từ 0,06 - 0,12 %/giờ. Tiềm năng sinh khí cao nhất là cám gạo (56,67 ml), tiếp đến là bột ngô (51,73 ml), thấp nhất là thóc nghiền (46,37 ml). Tốc độ sinh khí cao nhất là cám gạo và thóc nghiền (0,12 %/giờ), thấp nhất là bột ngô (0,06 %/giờ).

Những kết quả nêu trên cho thấy: Các loại thức ăn có hàm lượng xơ cao (cỏ *Decumbens*, cỏ *Ruziphoi* khô, rơm khô) có tiềm năng sinh khí thấp, tốc độ sinh khí chậm. Các loại thức ăn có chứa hàm lượng xơ thấp (thóc nghiền, bột ngô, cám gạo) có tiềm năng sinh khí cao và tốc độ sinh khí tăng nhanh.

3.2.3. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn (SCFA) của một số loại thức ăn nuôi trâu

Trên cơ sở lượng khí tích lũy sinh ra trong thời gian ủ mẫu ở thời điểm 24 giờ (G_{24}), tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ (OMD), giá trị năng lượng trao đổi (ME) của một số loại thức ăn nuôi trâu dựa trên phương trình ước tính của tác giả Menke và Steingass (1988) và xác định tổng axit béo mạch ngắn (SCFA)

theo phương trình ước tính của tác giả Getachew và cs. (2000a). Kết quả được trình bày tại bảng 3.6a; 3.6b và 3.6c.

Bảng 3.6a. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn của nhóm thức ăn thô xanh

Loại thức ăn	OMD		ME		SCFA	
	(%)		(MJ/kg DM)		(mmol)	
	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Cỏ VA06	56,58	1,22	6,89 ^a	0,22	0,67	0,04
Cỏ Voi	54,61	0,37	6,05 ^b	0,05	0,61	0,01
Cỏ <i>P. Hamill</i>	55,24	0,98	6,67 ^{ab}	0,18	0,63	0,03
Cỏ <i>Decumbens</i>	54,54	0,72	6,61 ^{ab}	0,13	0,61	0,02
Cỏ <i>Ruzi</i>	54,63	0,68	6,70 ^{ab}	0,12	0,61	0,02

Các giá trị trung bình trong cùng một cột có chỉ số trên mang các chữ cái a, b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả ở bảng 3.6a cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ trung bình của 5 loại cỏ dao động từ 54,54 - 56,58%. Kết quả tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa 05 loại cỏ VA06, cỏ Voi, cỏ *P. Hamill*; cỏ *Decumbens* và cỏ *Ruzi* không có sai khác rõ rệt ($P > 0,05$).

Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ có xu hướng cao nhất ở cỏ VA06 (56,58%) và thấp nhất là cỏ *Decumbens* (54,54%). Cỏ *P. Hamill*, cỏ *Ruzi* và cỏ Voi có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ tương ứng: 55,24; 54,63 và 54,61%.

Kết quả của nghiên cứu này tương đương với các kết quả của Kariuki và cs (2001), Bayble và cs. (2007). Các tác giả cho biết tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của cỏ nhiệt đới thường nhỏ hơn 70%, chỉ đạt trên 70% trong trường hợp cỏ non và thường giảm 0,2- 0,4 %/ngày sau 28 ngày.

Không có nhiều kết quả nghiên cứu về tỷ lệ tiêu hóa các chất hữu cơ ở nước ngoài để có thể so sánh, vì tỷ lệ tiêu hóa hiện nay đang được xác định

bằng nhiều phương pháp khác nhau, đặc biệt là các phương pháp *in vitro*. Tuy vậy, kết quả về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của thức ăn thô xanh trong nghiên cứu này nằm trong khoảng dao động tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của thức ăn thô xanh trong một số nghiên cứu khác. Ví dụ: Kết quả nghiên cứu của nghiên cứu này cho thấy: Cỏ *P.Hamill* có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ: 55,24%. Theo Viện Chăn nuôi (2001), cỏ *P.Hamill* có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ biến động 41,2-73,0%.

Kết quả ở bảng 3.6a cho thấy: Trong 5 loại cỏ tươi, giá trị năng lượng trao đổi cao nhất ở cỏ VA06 (6,89MJ/kgDM), thấp nhất ở cỏ Voi (6,05MJ/kgDM), cỏ *Ruzi* (6,70MJ/kgDM), cỏ *P. Hamill* (6,67MJ/kgDM) và cỏ *Decumbens* là 6,61 MJ/kgDM. Sự chênh lệch về giá trị năng lượng trao đổi giữa cỏ Voi với cỏ VA06 có sự sai khác rõ rệt ($P < 0,05$). Giá trị năng lượng trao đổi của 03 loại cỏ (cỏ *P.Hamill*, cỏ *Ruzi* và cỏ *Decumbens*) so với cỏ Voi và cỏ VA06 không có sự sai khác ($P > 0,05$).

Kết quả nghiên cứu này thu được so với kết quả ở một số nghiên cứu khác trên cùng loại thức ăn, nhưng khác đối tượng con gia súc. Ví dụ: Theo kết quả nghiên cứu của Viện Chăn nuôi (2001); Pau Pozy và cs. (2001); Đinh Văn Mười (2012); Nguyễn Đức Chuyên (2015), cỏ Voi có giá trị năng lượng trao đổi dao động trong khoảng từ 6,02- 9,62 MJ/kgDM. Kết quả nghiên cứu ME cỏ Voi ở nghiên cứu này là 6,05 MJ/kgDM nằm trong khoảng giá trị năng lượng trao đổi trong nghiên cứu của các tác giả nêu trên công bố.

Tác giả Lại Quốc Khánh và cs. (2019) cho biết: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của cỏ Voi bằng dịch dạ cỏ bò là 32,5%. Trong kết quả nghiên cứu của nghiên cứu này tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của cỏ Voi bằng dịch dạ cỏ trâu cao hơn rất nhiều (54,61%).

Số liệu ở bảng 3.6a cho thấy: Tổng SCFA thoát ra khi lên men thức ăn bằng dịch dạ cỏ của trâu với 05 loại thức ăn thô xanh dao động từ 0,61 -

0,67mmol. Chỉ số này cao nhất ở cỏ VA06 (0,67 mmol), ở cỏ *P. Hamill* là 0,63 mmol, ở cỏ *Decumbens*; cỏ Voi; cỏ *Ruzi* là 0,61 mmol. Tổng số SCFA giữa 5 loại cỏ không có sự sai khác rõ rệt ($P>0,05$).

Kết quả cho thấy: Lượng khí tích lũy trong điều kiện tiêu hoá *in vitro* của cỏ VA06 sau 24 giờ ủ cao nhất (30,64 ml), với tổng SCFA cao nhất (0,67 mmol). Cỏ Voi có lượng khí tích lũy thấp nhất (28,00 ml) và tổng SCFA cũng thấp nhất (0,61 mmol). Kết quả so sánh SCFA cho thấy: Giữa 5 loại cỏ không có sự sai khác rõ rệt ($P>0,05$). Do đó, giữa lượng khí tích lũy của các loại thức ăn không có polyethylene glycol (PEG) có tương quan chặt chẽ với lượng khí tính được từ tổng SCFA (Markar, 2004).

Bảng 3.6b. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn của nhóm thức ăn thô khô

Loại thức ăn	OMD		ME		SCFA	
	(%)		(MJ/kg DM)		(mmol)	
	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Cỏ <i>Ruzi</i> khô	46,52 ^a	0,48	6,43 ^a	0,06	0,58 ^a	0,01
Cỏ <i>Decumbens</i> khô	47,02 ^a	0,77	6,44 ^a	0,09	0,59 ^a	0,02
Rom khô	42,40 ^b	0,68	5,60 ^b	0,08	0,49 ^b	0,01

Các giá trị trung bình trong cùng một cột có chỉ số trên mang các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Kết quả ở bảng 3.6b cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 3 loại thức ăn thô khô dao động từ 42,40 - 47,02%, giá trị năng lượng trao đổi từ 5,60-6,44MJ/kgDM. Trong đó, rom khô có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ thấp nhất (42,40%) và giá trị năng lượng trao đổi thấp nhất (5,60MJ/kgDM). Cỏ *Decumbens* khô có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ là 47,02% và giá trị ME là 6,44MJ/kgDM và tương đương với cỏ *Ruzi* khô (tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ đạt 46,52% và giá trị năng lượng trao đổi là 6,43MJ/kgDM). Không tìm thấy sự sai

khác giữa tỷ lệ tiêu hóa OMD và giá trị ME giữa cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* khô. Tổng SCFA của nhóm thức ăn thô khô dao động từ 0,49-0,59mmol. Rơm khô có tổng SCFA thấp nhất (0,49 mmol), cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* khô có SCFA cao hơn (0,58 và 0,59 mmol). Không tìm thấy sự sai khác giữa tổng SCFA của cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* khô.

Khi so sánh kết quả nghiên cứu này, tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của thức ăn thô khô thấp hơn so với thức ăn thô xanh cùng loại. Cụ thể: Cỏ *Ruzi* có tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ ở dạng thô xanh đạt 54,63%, dạng thô khô đạt 46,52%, cỏ *Decumbens* ở dạng thô xanh đạt 54,54%, dạng thô khô đạt 47,02%. Giá trị năng lượng trao đổi ở cỏ *Ruzi* dạng thô xanh (6,70MJ/kgDM) cao hơn so với dạng thô khô (6,43MJ/kgDM). Giá trị năng lượng trao đổi ở cỏ *Decumbens* dạng thô xanh (6,61 MJ/kgDM) cao hơn so với dạng thô khô (6,44 MJ/kgDM). Có thể cỏ dạng thô khô trong quá trình phơi nắng hàm lượng chất dinh dưỡng có trong cỏ giảm, do đó tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng của cỏ dạng khô giảm hơn so với dạng tươi.

Kết quả nghiên cứu của Đinh Văn Mười (2012) và Nguyễn Đức Chuyên (2015) cho thấy: Cỏ *Ruzi* khô có giá trị năng lượng trao đổi là 6,84 - 7,06 MJ/kg DM. Paul Pozy và cs. (2002) cho biết: Cỏ khô tự nhiên có giá trị năng lượng trao đổi là 7,83 -8,79 MJ/KgDM. Trong nghiên cứu này, cỏ *Ruzi* khô có giá trị năng lượng trao đổi là 6,43MJ/KgDM, thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của các tác giả đã công bố.

Theo tác giả Nguyễn Văn Thu và cs. (2017) cho biết: Sự tiêu hoá vật chất hữu cơ (OMD) *in vitro* của rơm khô sau 24 giờ ủ đạt 41,9%, kết quả ở nghiên cứu này tương đương với tác giả (42,40%).

Tác giả Nguyễn Ngọc Kiên và cs. (2018) cho biết: Năng lượng trao đổi của rơm khô là 6,90MJ/kgDM, kết quả nghiên cứu này thấp hơn so với tác giả công bố (5,60 MJ/KgDM).

Khuong Văn Nam và cs. (2018) nghiên cứu tiêu hoá *in vitro* bằng dịch dạ cỏ của bò đối với cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* khô thấy rằng: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ tương ứng: 48,71 và 48,45%, giá trị năng lượng trao đổi tương ứng: 7,12 và 7,01MJ/kgDM. Theo kết quả nghiên cứu này, tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ (46,52 và 47,02%) và giá trị năng lượng trao đổi (6,43 và 6,44MJ/kgDM), thấp hơn so với tác giả.

Tác giả Nguyễn Bình Trường và cs. (2019) cho biết giá trị năng lượng trao đổi của rom khô là 7,86 MJ/kgDM, cao hơn so với kết quả nghiên cứu này (5,60 MJ/kg DM).

Bùi Việt Phong và cs. (2018) công bố: Tỷ lệ tiêu hoá *in vitro* chất hữu cơ (OM) của cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* khô trên bò Lai Sind ở miền Bắc lần lượt là 44,23 - 48,71% và 45,69 - 48,45%; giá trị năng lượng trao đổi là 6,51- 7,12 MJ/kg DM và 6,46 - 7,01 MJ/kg DM; tổng SCFA là 0,55 -0,70 mmol/200g DM và 0,60 - 0,69 mmol/200g DM. Kết quả trong nghiên cứu này trên đối tượng trâu có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ là 46,52 và 47,02%; giá trị năng lượng trao đổi là 6,43 và 6,44MJ/kgDM; tổng SCFA là 0,58 -0,59 mmol/200g DM tương đương so với kết quả công bố của tác giả.

Bảng 3.6c. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và tổng axit béo mạch ngắn của nhóm thức ăn tinh

Loại thức ăn	OMD		ME		SCFA	
	(%)		(MJ/kgDM)		(mmol)	
	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Bột ngô	64,18 ^a	0,37	9,27 ^a	0,06	1,12 ^a	0,01
Thóc nghiền	57,51 ^b	0,27	8,25 ^b	0,05	0,91 ^b	0,01
Cám gạo	63,54 ^a	1,22	9,58 ^a	0,21	1,08 ^a	0,04

Các giá trị trung bình trong cùng một cột có chỉ số trên mang các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả thu được ở bảng 3.6c cho thấy: Nhóm thức ăn tinh có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ dao động khá lớn từ 57,51-64,18%. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ củabột ngô (64,18%) vàcám gạo(63,54%) không có sự sai khác rõ rệt, tuy nhiên đều cao hontỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ củathóc nghiền (57,51%). Giá trị năng lượng trao đổi dao động từ 8,25 -9,58 MJ/kgDM. Trong đó,cám gạo có giá trị năng lượng trao đổi là 9,58 MJ/kgDM và tương đươngbột ngô (9,27 MJ/kgDM), tuy nhiên đềucao hơn giá trị ME củathóc nghiền (8,25 MJ/kgDM). Tổng SCFA ở nhóm thức ăn tinh dao động từ 0,91 - 1,12 mmol. Tổng SCFA giữa cám gạo và thóc nghiền không có sự sai khác rõ rệt và đều cao hơn thóc nghiền (0,91 mmol).

Đinh Văn Mười (2012) tính toán tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi dựa trên số liệu thể tích khí sinh ra ở thời điểm 24 giờ sau ủ theo các phương trình của Menke và cs. (1979), thức ăn tiêu hoá trong dịch dạ cỏ của bò cho kết quả: Bột ngô có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ từ 60,97 - 63,61%; cám gạo từ 51,08 - 59,68%. Giá trị năng lượng trao đổi của bột ngô dao động từ 9,28 - 11,31 MJ/kg DM, của cám gạo dao động từ 9,32 - 13,50 MJ/kg DM. Kết quả ở nghiên cứu này về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của bột ngô tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả công bố.

3.3. Kết quả xác định tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng, giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vivo*

Đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của các loại thức ăn thô xanh, thô khô, phế phụ phẩm nông nghiệp, thức ăn ủ chua, thức ăn giàu năng lượng, thức ăn giàu đạm được công bố ở Việt Nam từ trước đến nay, trong đó điển hình nhất là các công trình nghiên cứu của Đinh Văn Mười (2012); Nguyễn Đức Chuyên (2015); Vũ Chí Cương (2016a, 2016b). Tuy nhiên, các công trình nghiên cứu về tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* này đều được thực hiện trên đối tượng là bò hoặc cừu. Từ trước đến nay ở Việt Nam chưa

có một công trình nghiên cứu nào về vấn đề này trên đối tượng là trâu được công bố. Nghiên cứu đã tiến hành thí nghiệm tiêu hoá *in vivo* trên 4 trâu đực nội Việt Nam, thời gian thí nghiệm là 5 ngày với 11 loại thức ăn.

3.3.1. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của một số loại thức ăn thô xanh

Kết quả về tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* các chất dinh dưỡng của một số loại thức ăn thô xanh nuôi trâu được ghi trong bảng 3.7a và 3.7b:

Bảng 3.7a. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* vật chất khô, protein thô và mỡ thô của 5 loại thức ăn thô xanh (% , n=4)

Loại thức ăn	DM		CP		EE	
	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Cỏ VA06	66,19 ^a	1,36	66,99 ^b	1,30	59,51 ^c	1,66
Cỏ Voi	59,03 ^b	1,50	50,75 ^c	1,84	57,53 ^c	1,53
Cỏ <i>P. Hamill</i>	63,63 ^{ab}	1,47	74,08 ^a	0,89	60,69 ^c	1,54
Cỏ <i>Decumbens</i>	62,92 ^{ab}	1,40	70,85 ^{ab}	1,06	68,40 ^b	1,17
Cỏ <i>Ruzi</i>	61,38 ^{ab}	1,15	74,61 ^a	0,74	75,44 ^a	0,65

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả ở bảng 3.7a cho thấy: Tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô của 5 loại cỏ thuộc nhóm thức ăn thô xanh khá cao, biến động từ 59,03 - 66,19%, xu hướng cao nhất là cỏ VA06 (66,19%) tiếp đến là cỏ *P. Hamill* (63,63%), cỏ *Decumbens* (62,92), cỏ *Ruzi* (61,38%) và thấp nhất là cỏ Voi (59,03%). Mặc dù vậy, chỉ tìm thấy sự sai khác về tỷ lệ tiêu hoá vật chất khô giữa cỏ Voi với cỏ VA06 có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Giữa cỏ Voi với 3 loại cỏ còn lại không có sự sai khác rõ rệt ($P > 0,05$).

Tỷ lệ tiêu hóa protein thô (CP) của các loại cỏ biến động từ 50,75- 74,61%. Trong đó, 3 loại cỏ thân bụi là cỏ *P. Hamill*, cỏ *Decumbens*, cỏ *Ruzi* có tỷ lệ tiêu hoá protein thô dao động 70,85 - 74,61%, không có sự sai khác

có ý nghĩa thống kê ($P>0,05$). Cỏ VA06 có tỷ lệ tiêu hoá CP là 69,99% và thấp nhất là cỏ Voi (50,75%). Sự sai khác về tỷ lệ tiêu hoá CP giữa cỏ VA06 và cỏ Voi so với 3 loại cỏ còn lại có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$).

Theo kết quả nghiên cứu của Đinh Văn Mười (2012), tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* protein thô của cỏ Brizantha, cỏ tự nhiên, cỏ Paspalum và cỏ Ghine Hamill trên cừu lần lượt là 32,4; 53,6; 42,3 và 59,1%. Kết quả về tỷ lệ tiêu hóa CP trong nghiên cứu này cao hơn rất nhiều so với của tác giả. Điều này cho thấy trâu tiêu hóa protein thô trong thức ăn thô xanh tốt hơn so với cừu.

Tỷ lệ tiêu hóa mỡ thô (EE) của 5 loại cỏ dùng trong nghiên cứu cũng khá cao. Cỏ Ruzi có tỷ lệ tiêu hóa EE cao nhất (75,44%), tiếp đến là cỏ *Decumbens* (68,40%), 3 loại cỏ còn lại là cỏ *P. Hamill*, cỏ VA06 và cỏ Voi có tỷ lệ tiêu hoá mỡ thô lần lượt là 60,69; 59,51 và 57,53 %, tỷ lệ tiêu hoá EE giữa 3 loại cỏ này không có sự sai khác ($P>0,05$). Sự chênh lệch về tỷ lệ tiêu hoá EE giữa 2 loại cỏ Ruzi và cỏ *Decumbens* với 3 loại cỏ còn lại (cỏ VA06; cỏ *P. Hamill* và cỏ Voi) có sự sai khác rõ rệt ($P<0,05$).

Bảng 3.7b. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* xơ thô, NDF và ADF của 5 loại thức ăn thô xanh (% , n=4)

Loại thức ăn	CF		NDF		ADF	
	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Cỏ VA06	63,90 ^a	1,83	64,57 ^a	1,42	53,89	1,90
Cỏ Voi	55,36 ^b	2,06	58,27 ^b	1,50	51,22	1,77
Cỏ <i>P. Hamill</i>	62,77 ^{ab}	1,85	64,80 ^a	1,41	56,57	1,76
Cỏ <i>Decumbens</i>	63,10 ^a	1,95	62,76 ^{ab}	1,65	56,66	1,36
Cỏ Ruzi	61,95 ^{ab}	0,57	66,44 ^a	0,99	56,71	1,27

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Kết quả ở bảng 3.7b cho thấy: Cả 05 loại cỏ trong thí nghiệm đều có tỷ lệ tiêu hoá CF; NDF và ADF dưới 70%. Trong đó cỏ VA06 có tỷ lệ tiêu hóa CF cao nhất (63,90%). Tỷ lệ tiêu hoá NDF và ADF cao nhất là cỏ *Ruzi* (66,44 và 56,71%). Cỏ Voi có tỷ lệ tiêu hóa CF; NDF và ADF thấp nhất tương ứng: 55,36; 58,27 và 51,22%.

Kết quả nghiên cứu của Đinh Văn Mười (2012) cho biết: Tỷ lệ tiêu hóa CF, NDF và ADF của cỏ Voi thường và cỏ Ghine (*P.hamill*) biến động lần lượt từ 54,4 - 63,5%; 50,0 - 61,3%; và 54,2 - 62,5%. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ tiêu hóa CF, NDF và ADF của một số loại thức ăn thô xanh nuôi trâu cũng cho kết quả tương đương với kết quả của tác giả.

Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Đức Chuyên (2015) công bố: Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* CF, NDF và ADF của cỏ Voi lúc 45 ngày tuổi lứa tái sinh đổi trên bò thịt dao động từ 61,1 - 66,2%. Tỷ lệ tiêu hóa CF, NDF và ADF của cỏ Voi cắt 45 ngày tuổi lứa tái sinh trong nghiên cứu này trên trâu dao động (51,22 - 66,44%) tương đương với kết quả của tác giả.

Các tác giả Nguyen Van Thu and Nguyen Thi Kim Dong (2018), đã thí nghiệm tiêu hóa *in vivo* trên trâu có khối lượng trung bình 420 kg cho biết: cỏ Voi có tỷ lệ tiêu hóa VCK; NDF và ADF lần lượt là: 66,6; 69,4 và 65,6%. Kết quả nghiên cứu về các chỉ tiêu nêu trên tương đương với kết quả của tác giả.

Theo tác giả Rafiuddin và cs., (2018), khi cho trâu cái Nili Ravi trưởng thành ăn khẩu phần ăn 60% thô xanh và 40% thức ăn tinh, tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô là 64,49%, NDF là 53,07%, protein thô là 72,9%. Khi tăng giảm tỷ lệ thức ăn thô xuống 40% và 20% thì tỷ lệ tiêu hóa các chất cũng giảm tương ứng: Vật chất khô là 60,81% và 62,07%; NDF là 50,93% và 51,78%; protein thô là 70,7% và 70,89%. Kết quả nghiên cứu này tương đương với tác giả.

Kết quả ở bảng 3.8 cho thấy: Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ *in vivo* của 5 loại thức ăn thô xanh dưới 70%, biến động từ 59,41 - 67,08%. Trong đó tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của cỏ VA06 cao nhất (67,08%); tiếp đến là cỏ *P.*

Hamill(64,36%); cỏ *Decumbens* (63,77%); cỏ *Ruzi* (60,81%). Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ thấp nhất là cỏ Voi (59,41%). Sự chênh lệch về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của cỏ Voi so với cỏ VA06 có sự sai khác rõ rệt ($P<0,05$). Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa cỏ Voi với 3 loại cỏ (cỏ *Ruzi*; cỏ *P. Hamill* và cỏ *Decumbens*) không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P>0,05$).

Bảng 3.8. Tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí mêtan thải ra của 5 loại thức ăn thô xanh (n=4)

Loại thức ăn	OMD (%)		ME (MJ/Kg DM)		CH4 (lít/con/ngày)	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ VA06	67,08 ^a	1,28	8,44	0,26	125,68	8,03
Cỏ Voi	59,41 ^b	1,48	7,76	0,18	126,31	7,79
Cỏ <i>P. Hamill</i>	64,36 ^{ab}	1,44	8,12	0,15	122,37	8,06
Cỏ <i>Decumbens</i>	63,77 ^{ab}	1,36	7,93	0,11	120,44	7,70
Cỏ <i>Ruzi</i>	62,68 ^{ab}	1,11	8,08	0,15	129,49	7,08

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái a,b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Kết quả này cũng phù hợp với các kết quả nghiên cứu ở vùng nhiệt đới khác. Theo Bayble và cs. (2007); Kariuki và cs. (2001) và Aumont và cs. (1995), tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của cỏ nhiệt đới thường nhỏ hơn 70%, chỉ đạt trên 70% trong trường hợp cỏ non và thường giảm 0,2- 0,4% ngày sau 28 ngày.

Tác giả Đinh Văn Mười (2012) nghiên cứu tiêu hoá *in vivo* của một số loại thức ăn trên cừu cho thấy: Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của cỏ *Brizantha*, cỏ tự nhiên, cỏ *Paspalum* và cỏ *P. Hamill* biến động từ 48,3 - 63,6%. Theo kết quả nghiên cứu này, tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của một số loại thức ăn thô xanh dao động 59,41 - 67,08% cao hơn so với kết quả nghiên cứu của tác giả. Điều này cho thấy, khả năng tiêu hoá chất hữu cơ của trâu cao hơn so với cừu đối với nhóm thức ăn thô xanh.

Nguyễn Đức Chuyên (2015) cũng đưa ra kết quả: Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* chất hữu cơ của cỏ Voi trên bò thịt đạt 65,1%; bò sữa là 66,4% và cừu là 59,7%. Kết quả nghiên cứu này trên trâu gần tương đương so với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Trần Văn Thắng và cs. (2016) cho biết: Cỏ VA06 có tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ *in vivo* trên bò là 63,77%, kết quả nghiên cứu này trên trâu (67,08%) cao hơn 3,82% so với kết quả của tác giả khi thí nghiệm cùng loại cỏ. Điều này cho thấy trâu tiêu hoá chất hữu cơ tốt hơn so với bò khi sử dụng cùng 1 loại thức ăn.

Kết quả về tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của một số loại thức ăn thô xanh nuôi trâu là cơ sở khoa học quan trọng để lập khẩu phần ăn cho trâu có đầy đủ nhu cầu dinh dưỡng đối với từng giai đoạn sản xuất của con vật.

Giá trị năng lượng trao đổi (ME) của thức ăn thô xanh là một chỉ tiêu quan trọng để chúng ta xây dựng khẩu phần ăn cho gia súc nhai lại. Kết quả xác định giá trị năng lượng trao đổi khi tiến hành thí nghiệm tiêu hoá *in vivo* được thể hiện ở bảng 3.8.

Giá trị ME của 5 loại thức ăn thô xanh dao động từ 7,76 đến 8,44 MJ/kg DM. Giá trị ME cao nhất ở cỏ VA06 (8,44 MJ/kg DM), thấp nhất ở cỏ Voi (7,76 MJ/kg DM). Cỏ *P. Hamill* có giá trị ME là 8,12 MJ/kg DM. Cỏ *Ruzi* và cỏ *Decumbens* có giá trị ME là 8,08 và 7,93 MJ/kg DM. Sự chênh lệch về giá trị năng lượng trao đổi giữa 5 loại cỏ (cỏ VA06, cỏ Voi, cỏ *P. Hamill*, cỏ *Decumbens* và cỏ *Ruzi*) không có sự sai khác rõ rệt ($P > 0,05$).

Trong nghiên cứu này, cỏ *P. Hamill* có giá trị năng lượng trao đổi là 8,12 MJ/kg DM. Kết quả này cũng tương đương kết quả của một số tác giả khác. Cỏ *P. Hamill* thường có giá trị ME biến động từ 7,32- 9,26 MJ/kg DM (Nutrient Requirements of beef cattle in Indochinese Peninsula, 2010; Viện Chăn nuôi, 2001; Paul Polzy và cs., 2002).

Kết quả nghiên cứu của Đinh Văn Mười (2012) cho biết: Giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn thô xanh như cỏ Brizantha, cỏ tự nhiên, cỏ Paspalum và cỏ Ghi-nê (*P. Hamill*), cỏ Voi khi thí nghiệm trên đối tượng bò thịt và cừu dao động từ 6,52-9,69MJ/kg DM. Kết quả nghiên cứu này về giá trị năng lượng trao đổi đối với 5 loại ăn thô xanh thí nghiệm trên trâu dao động trong khoảng từ 7,76 - 8,44 MJ/kg DM, tương đương so với kết quả nghiên cứu một số loại cỏ tác giả đã công bố.

Nguyễn Đức Chuyên (2015) cho biết: Giá trị ME tiêu hoá *in vivo* của cỏ Voi lúc 45 ngày tuổi tái sinh trên bò thịt là 7,28 MJ/kgDM. Giá trị năng lượng trao đổi trong nghiên cứu này trên đối tượng trâu cao hơn (7,76 MJ/kg DM) so với của tác giả.

Theo kết quả nghiên cứu của Trần Văn Thắng và cs., (2016) cỏ VA06 trồng ở khu vực Thái Nguyên thử nghiệm trên bò thịt có giá trị ME là 8,47 MJ/kg DM, tương đương so với giá trị ME trong nghiên cứu này trên đối tượng trâu (8,44 MJ/kg DM).

Phùng Thế Hải (2018) cho biết: Cỏ Ghine tươi (*P. Hamill*) có giá trị năng lượng trao đổi là 9,08 MJ/kgDM, cao hơn so với cỏ *P. Hamill* trong nghiên cứu này (8,12 MJ/kgDM).

Trần Hiệp và cs. (2019) cho biết: Giá trị năng lượng trao đổi của cỏ Voi là 1896 kcal (tương đương 7,93 MJ/kgDM), kết quả của nghiên cứu này, cỏ Voi có giá trị ME (7,76 MJ/kgDM) tương đương với kết quả trên.

Qua các kết quả nghiên cứu cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* các chất dinh dưỡng, chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của một số loại thức ăn thô xanh trên trâu, một số thành phần dinh dưỡng có tỷ lệ tiêu hoá cao hơn so với một số đối tượng gia súc khác (cừu, bò).

Tính toán lượng khí CH₄ khi sử dụng 5 loại cỏ cho thấy có sự chênh lệch đáng kể giữa các loại cỏ, dao động từ 120,28 đến 128,29 lít/con/ngày. Lượng khí CH₄ thải ra cao nhất khi sử dụng cỏ *Ruzi* (128,29 lít/con/ngày), thấp nhất là

cỏ *Decumbens* (120,28 lít/con/ngày). Khi sử dụng cỏ VA06, cỏ Voi và cỏ *P. Hamill*, hàm lượng CH₄ thải ra tương ứng 125,68; 126,31 và 122,37 lít/con/ngày. Hàm lượng khí CH₄ thải ra giữa 5 loại cỏ khô có sự sai khác rõ rệt ($P>0,05$). Điều này cho thấy, trong chăn nuôi trâu cần cân đối khẩu phần ăn để giảm thiểu khí thải CH₄ ra môi trường, sẽ hạn chế hiện tượng phát thải hiệu ứng nhà kính.

3.3.2. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của một số loại thức ăn thô khô

Kết quả xác định tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của 3 loại thức ăn thô khô nuôi trâu bằng phương pháp tiêu hoá *in vivo* được trình bày ở bảng 3.9a và 3.9b.

Bảng 3.9a. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* vật chất khô, protein thô và mỡ thô của 3 loại thức ăn thô khô (% DM)

Loại thức ăn	DM		CP		EE	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ <i>Ruzi</i> khô	56,70 ^a	2,91	67,57 ^a	2,08	50,81 ^b	2,80
Cỏ <i>Decumbens</i> khô	57,88 ^a	0,31	66,64 ^{ab}	0,41	57,76 ^a	0,20
Rơm khô	44,69 ^b	1,83	61,62 ^b	1,06	43,32 ^c	0,96

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Kết quả ở bảng 3.9a và 3.9b cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá DM dao động từ 44,69 - 57,88%; CP (61,62 - 67,57%); EE (43,32 - 57,76%); CF (46,26 - 52,74%); NDF (54,16 - 60,21%) và ADF (38,16 - 47,54%).

Trong 3 loại thức ăn thô khô, cỏ *Decumbens* khô có tỷ lệ tiêu hóa DM; EE và CF cao nhất tương ứng: 57,88; 57,76 và 52,74%. Cỏ *Ruzi* có tỷ lệ tiêu hoá CP; NDF và ADF cao nhất lần lượt là: 67,57; 60,21 và 47,54%.

Tỷ lệ tiêu hóa DM; CP; EE; CF; NDF và ADF ở rơm khô thấp nhất tương ứng: 44,69; 61,62; 43,32; 46,26; 54,16 và 38,16%.

Sự sai khác về tỷ lệ tiêu hoá các thành phần dinh dưỡng (DM; CP; CE và ADF) giữa rơm khô với 2 loại cỏ khô (*Ruzi* khô và *Decumbens* khô) có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Giữa 2 loại cỏ khô (cỏ *Ruzi* và cỏ *Decumbens*) không có sai khác rõ rệt ($P > 0,05$).

Bảng 3.9b. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* xơ thô, NDF và ADF của 3 loại thức ăn thô khô (% DM)

Loại thức ăn	CF		NDF		ADF	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ <i>Ruzi</i> khô	51,92	3,29	60,21	2,73	47,54 ^a	3,39
Cỏ <i>Decumbens</i> khô	52,74	0,23	60,07	0,31	46,35 ^{ab}	0,20
Rơm khô	46,26	1,85	54,16	1,29	38,16 ^b	1,98

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái a,b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Tỷ lệ tiêu hoá CF, NDF giữa 3 loại thức ăn thô khô trong nghiên cứu này không có sự sai khác rõ rệt ($P > 0,05$).

Tác giả Đinh Văn Mười (2012) nghiên cứu tiêu hóa *in vivo* của cỏ *Ruzi* khô trên bò thịt cho biết: Tỷ lệ tiêu hóa CP, CF, NDF và ADF lần lượt là: 24,8; 56,9; 53,1 và 55,7%. Kết quả trong nghiên cứu này cho tỷ lệ tiêu hoá CP cao hơn, tỷ lệ tiêu hoá các thành phần còn lại CF, NDF và ADF tương đương so với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Kết quả của tác giả Nguyễn Đức Chuyên (2015) cho biết: Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của cỏ *Ruzi* khô đối với: DM, CP, EE, CF, NDF và ADF trên bò thịt lần lượt là 44,5; 16,4; 40,7; 55,8, 49,6 và 55,7%. Kết quả nghiên cứu này trên trâu có các chỉ tiêu tương ứng là 56,70; 67,57; 50,81; 64,96; 60,21 và 47,54%. Như vậy, đa số các chỉ tiêu trong nghiên cứu này có kết quả cao hơn và tương đương so với kết quả của tác giả.

Theo Nguyen Van Thu and Nguyen Thi Kim Dong (2018) đã thí nghiệm tiêu hóa *in vivo* trên trâu có khối lượng trung bình 420 kg cho biết: Tỷ lệ tiêu

hóa VCK, NDF và ADF của rom khô lần lượt là: 51,1; 57,1 và 48,6%. Kết quả trong nghiên cứu này về các chỉ tiêu nêu trên tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả.

So với tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* cùng loại cỏ ở dạng tươi, tỷ lệ tiêu hoá các thành phần dinh dưỡng dạng khô thấp hơn đáng kể. Cụ thể: Tỷ lệ tiêu hoá DM; CP; EE; CF; NDF và ADF của cỏ *Decumbens* tươi lần lượt là: 62,92; 70,85; 68,40; 63,10; 62,76 và 56,66%. Cỏ *Ruzi*: 61,38; 74,61; 75,44; 61,95; 66,44 và 56,71%. Ở dạng khô tương ứng ở cỏ *Decumbens* là: 57,88; 66,64; 57,76; 52,74; 60,07 và 46,63%. Cỏ *Ruzi* là 56,70; 67,57; 50,81; 64,96; 60,21 và 47,54%.

Kết quả nghiên cứu về tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* các chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí CH₄ thải ra khi cho ăn 3 loại thức ăn thô khô được thể hiện ở bảng 3.10:

Kết quả ở bảng 3.10 cho thấy: Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của cả 3 loại thức ăn thô khô khá cao. Cụ thể: Cỏ *Ruzi* khô có tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ cao nhất (61,39%), tiếp đến là cỏ *Decumbens* khô (60,33%) và rom khô thấp nhất (52,41%). Chênh lệch về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa rom khô với cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* có sự sai khác rõ rệt ($P < 0,05$). Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa cỏ *Decumbens* khô với cỏ *Ruzi* khô không có sai khác rõ rệt ($P > 0,05$).

Bảng 3.10. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí mêtan thải ra của 3 loại thức ăn thô khô

Loại thức ăn	OMD		ME		CH ₄	
	(%)		(MJ/kgDM)		(lít/con/ngày)	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ <i>Ruzi</i> khô	61,39 ^a	2,70	7,85 ^a	0,08	137,49	8,04
Cỏ <i>Decumbens</i> khô	60,33 ^a	0,64	7,87 ^a	0,12	132,29	7,23
Rom khô	52,41 ^b	1,37	7,28 ^b	0,20	132,92	7,66

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái a, b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Đinh Văn Mười (2012) nghiên cứu tiêu hóa *in vivo* của cỏ *Ruzi* khô trên bò thịt cho biết: Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ là 50,4%. Kết quả nghiên cứu này trên trâu cao hơn nhiều (61,39%) so với kết quả của tác giả.

Tác giả Nguyễn Đức Chuyên (2015) cũng đưa ra kết quả nghiên cứu trên đối tượng bò thịt, tỷ lệ tiêu hóa OM *in vivo* của cỏ *Ruzi* khô là 46,1% và giá trị năng lượng trao đổi là 6,84 MJ/kg DM, thấp hơn nhiều so với kết quả trong nghiên cứu này (61,39% và 7,85 MJ/kg DM). Điều đó cho thấy, trâu có khả năng tiêu hoá thức ăn thô khô tốt hơn bò trên cùng loại thức ăn.

Giá trị năng lượng trao đổi của 3 loại thức ăn thô khô không có sự biến động lớn dao động từ 7,28- 7,87 MJ/Kg DM. Cỏ *Decumbens* có giá trị năng lượng trao đổi cao nhất (7,87 MJ/kg DM), tiếp đến là cỏ *Ruzi* là 7,85 MJ/kg DM và thấp nhất là rơm khô (7,28 MJ/kg DM). Sự sai khác về giá trị năng lượng trao đổi giữa rơm khô với cỏ *Ruzi* khô và cỏ *Decumbens* khô có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Theo tác giả Đinh Văn Mười (2012) nghiên cứu tiêu hóa *in vivo* trên bò thịt, giá trị năng lượng trao đổi của cỏ *Ruzi* khô là 7,06 MJ/kg DM. Kết quả nghiên cứu trên trâu, cỏ *Ruzi* có giá trị năng lượng trao đổi cao hơn (7,85 MJ/kg DM).

Lê Đình Khả và cs. (2018) nghiên cứu trên đối tượng bò lai nuôi thịt, cho biết: Giá trị năng lượng trao đổi của rơm khô là 6,31 MJ/kg DM. Kết quả nghiên cứu này trên trâu cao hơn nhiều (7,28 MJ/kg DM).

Khuong Văn Nam và cs. (2018) cho biết: Tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* chất hữu cơ của 2 loại cỏ khô (cỏ *Decumbens* khô và cỏ *Ruzi* khô) trên bò, là 48,45 và 48,71% và giá trị năng lượng trao đổi là 7,01 và 7,12 MJ/kg DM. Kết quả nghiên cứu về các chỉ tiêu này trên trâu cao hơn so với kết quả của tác giả (60,33 - 61,39% và 7,87 - 7,85 MJ/kg DM).

Nguyễn Bình Trường và cs. (2019) cho biết: Giá trị năng lượng trao đổi của rơm khô trong khẩu phần nuôi bò thịt tại An Giang là 1877 Kcal,

tương đương 7,68 MJ/kg DM, cao hơn so với kết quả nghiên cứu này (7,28 MJ/kg DM).

Tính lượng khí thải CH₄ khi sử dụng 3 loại thức ăn thô khô cho thấy không có sự sai khác đáng kể, dao động từ 132,29 đến 137,49 lít/con/ngày. Khi sử dụng cỏ *Ruzi* khô, hàm lượng khí thải CH₄ cao nhất (137,49 lít/con/ngày), thấp nhất là cỏ *Decumbens* khô (132,29 lít/con/ngày đêm) và rơm khô có lượng CH₄ thải ra là 132,92 lít/con/ngày đêm. Kết quả là khi sử dụng cùng một loại cỏ, hàm lượng khí CH₄ thải ra ở thức ăn khô tương đương hoặc chênh lệch so với thức ăn tươi không đáng kể. Cụ thể: Khi sử dụng cỏ *Ruzi* tươi, lượng khí CH₄ thải ra là 129,49 lít/con/ngày so với cỏ *Ruzi* khô 137,49 lít/con/ngày, cỏ *Decumbens* tươi có lượng khí CH₄ thải ra là 120,44 lít/con/ngày, cỏ *Decumbens* khô là 132,29 lít/con/ngày.

3.3.3. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của một số loại thức ăn tinh

Nghiên cứu tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* của 3 loại thức ăn tinh gồm: Bột ngô, thóc nghiền và cám gạo, kết quả nghiên cứu được thể hiện ở bảng 3.11a, 3.11b và 3.12.

Bảng 3.11a. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* vật chất khô, protein thô và mỡ thô của 3 loại thức ăn tinh (%DM, n=4)

Loại thức ăn	DM		CP		EE	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Bột ngô	73,07 ^a	0,62	64,18 ^c	0,92	30,79 ^c	1,01
Thóc nghiền	68,65 ^b	0,80	68,97 ^b	0,74	69,61 ^a	0,67
Cám gạo	74,99 ^a	1,22	83,46 ^a	0,55	35,07 ^b	1,02

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả ở bảng 3.11a cho thấy: Tỷ lệ tiêu hóa DM của 3 loại thức ăn tinh dao động từ 68,65 - 74,99%. Cám gạo có tỷ lệ tiêu hoá DM cao nhất (74,99%), tiếp đến là bột ngô (73,07%), thấp nhất là thóc nghiền (68,65%),.

Sự chênh lệch về tỷ lệ tiêu hoá DM giữa thóc nghiền với bột ngô và cám gạo có sự sai khác rõ rệt ($P<0,05$).

Tỷ lệ tiêu hóa CP ở cám gạo cao hơn so với thóc nghiền và bột ngô với tỷ lệ tương ứng: 83,46; 68,97 và 64,18%. Sự chênh lệch về tỷ lệ tiêu hoá CP giữa 3 loại thức ăn tinh có sự sai rõ rệt ($P<0,05$).

Tỷ lệ tiêu hoá EE ở thóc nghiền cao nhất (69,61%), tiếp đến là cám gạo (35,07%) và thấp nhất ở bột ngô là 30,79%. Tỷ lệ tiêu hoá EE của 3 loại thức ăn tinh có sự sai khác rõ rệt ($P<0,05$).

Kết quả ở bảng 3.11b cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá xơ thô (CF) của 3 loại thức ăn tinh dao động từ 49,96 - 66,51%, NDF từ 75,56 - 82,13% và ADF từ 45,98 - 61,44%. Tỷ lệ tiêu hoá CF cao nhất ở cám gạo (66,51%). Tỷ lệ tiêu hoá NDF cao nhất là bột ngô (82,13%) và tỷ lệ tiêu hoá ADF cao nhất ở thóc nghiền (61,44%). Tỷ lệ tiêu hoá CF và ADF thấp nhất ở bột ngô tương ứng là: 49,96% và 45,98%, tỷ lệ tiêu hoá NDF thấp nhất ở cám gạo 75,56%. Tỷ lệ tiêu hoá CF, ADF có sự sai khác rõ rệt giữa bột ngô so với cám gạo và thóc nghiền ($P<0,05$). Tỷ lệ tiêu hoá NDF ở cả 3 loại thức ăn tinh không có sự sai khác rõ rệt ($P>0,05$).

Bảng 3.11b. Tỷ lệ tiêu hóa in vivo xơ thô, NDF và ADF của 3 loại thức ăn tinh (% DM, n=4)

Loại thức ăn	CF		NDF		ADF	
	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Bột ngô	49,96 ^b	4,55	82,13	1,18	45,98 ^b	2,06
Thóc nghiền	66,03 ^a	1,63	75,94	1,61	61,44 ^a	1,31
Cám gạo	66,51 ^a	3,36	75,56	3,01	56,21 ^{ab}	4,28

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Các kết quả nêu trên cho thấy: Trâu có khả năng tiêu hóa dinh dưỡng trong thức ăn tinh ở mức khá tốt. Tỷ lệ tiêu hoá các thành phần dinh dưỡng chủ yếu đều đạt từ 45 - 82%. Do đó, cần chú ý bổ sung thức ăn tinh trong khẩu phần nuôi trâu để đảm bảo nhu cầu dinh dưỡng của trâu chăn nuôi có hiệu quả.

Nguyễn Đức Chuyên (2015) nghiên cứu tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* bột ngô trên bò thịt cho biết: Các chỉ tiêu DM, CP, EE, CF, NDF và ADF tương ứng là 75,9; 78,7; 56,9; 75,7; 76,4 và 63,7%. Kết quả nghiên cứu này trên trâu đa phần tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Kết quả về tỷ lệ tiêu hoá *in vivo* chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí thải của 3 loại thức ăn tinh được trình bày ở bảng 3.12:

Kết quả ở bảng 3.12 cho thấy: Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của 3 loại thức ăn tinh khá cao, dao động từ 73,26 - 80,05%; Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ ở cám gạo (80,05%) và bột ngô (79,94%) không có sự sai khác rõ rệt. Tuy nhiên tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ ở thóc nghiền (73,26%) thấp hơn rõ rệt so với ở bột ngô và cám gạo ($P < 0,05$).

Bảng 3.12. Tỷ lệ tiêu hóa *in vivo* chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi và lượng khí mêtan thải ra của 3 loại thức ăn tinh (n=4)

Loại thức ăn	OMD		ME		CH4	
	(%)		(MJ/kgDM)		(lít/con/ngày)	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Bột ngô	79,94 ^a	0,38	11,63 ^a	0,10	143,61	7,73
Thóc nghiền	73,26 ^b	0,65	9,19 ^b	0,26	147,16	7,83
Cám gạo	80,05 ^a	1,58	11,03 ^a	0,21	152,40	7,46

Theo cột dọc, các số trung bình mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Giá trị năng lượng trao đổi (ME) của 3 loại thức ăn tinh trong nghiên cứu này dao động từ 9,19 - 11,63MJ/kg DM, cao nhất ở bột ngô (11,63 MJ/kg DM), thấp nhất ở thóc nghiền (9,19 MJ/Kg DM) và cám gạo có ME là 11,03MJ/kg DM. Sự chênh lệch về giá trị năng lượng trao đổi giữa thóc nghiền với bột ngô và cám gạo có sự sai khác rất rõ rệt ($P < 0,05$).

Kết quả nghiên cứu về khả năng tiêu hóa *in vivo* của thức ăn tinh của tác giả Đinh Văn Mười (2012), cho thấy: Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của bột ngô, cám gạo ở thí nghiệm trên bò thịt là 75,9 và 85,50%, giá trị năng lượng trao đổi tương ứng là 11,27 và 12,31 MJ/kg DM. Kết quả nghiên cứu này tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Nguyễn Đức Chuyên (2015) nghiên cứu tiêu hoá *in vivo* trên bò thịt cho thấy: Bột ngô có tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ là 78,7%, giá trị năng lượng trao đổi là 2946 Kcal (tương đương 12,33 MJ/kg DM). Kết quả nghiên cứu này trên trâu tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả (tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ là 79,94%; giá trị năng lượng trao đổi là 11,63MJ/kg DM)

Lê Đình Khả và cs. (2018) nghiên cứu trên bò lai nuôi thịt, giá trị năng lượng trao đổi của bột ngô là 11,0 MJ/kgDM. Kết quả nghiên cứu này trên trâu tương đương kết quả nghiên cứu của tác giả.

Tác giả Nguyễn Ngọc Kiên và cs. (2018) cho biết: Giá trị năng lượng trao đổi của bột ngô là 12,50 MJ/kg DM. Kết quả nghiên cứu này tương đương so với tác giả (11,63 MJ/Kg DM).

Lượng khí thải CH_4 khi sử dụng 3 loại thức ăn tinh không có sự khác biệt rõ rệt, dao động từ 143,61 - 152,40 lít/con/ngày, cao hơn so với thức ăn thô khô và thức ăn thô xanh. Trong đó, lượng khí thải CH_4 đạt cao nhất khi cho ăn cám gạo (152,40 lít/con/ngày) và thấp nhất là bột ngô (143,61 lít/con/ngày). Khi cho ăn thóc nghiền lượng khí thải CH_4 là 147,16lít/con/ngày.

Theo tác giả Nguyễn Văn Thu. (2020) cho biết khi bổ sung 0,15,30 và 45% bột ngô trong khẩu phần ăn cho bò thịt lai Sind thì lượng CH₄ thải ra từ 128 -143 lít/ngày, kết quả trong nghiên cứu này khi lượng khí CH₄ thải ra khi cho trâu ăn 30% bột ngô, tương đương với tác giả công bố ở mức 35% (143,61 lít).

3.4. Kết quả xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và *in vitro* gas production của một số loại thức ăn nuôi trâu

3.4.1. Kết quả xây dựng phương trình tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và *in vitro* của một số loại thức ăn nuôi trâu

3.4.1.1. Nhóm thức ăn thô xanh

Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ (OMD) của 5 loại thức ăn thô xanh ở thí nghiệm *in vitro* theo phương trình của Menke và Steingass (1988) dựa vào số liệu lượng sinh khí gas production sau 24 giờ ủ mẫu, thành phần dinh dưỡng của mẫu thức ăn và kết quả về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ ở thí nghiệm tiêu hoá *in vivo* trên cùng mẫu thức ăn. Kết quả được thể hiện ở bảng 3.13.

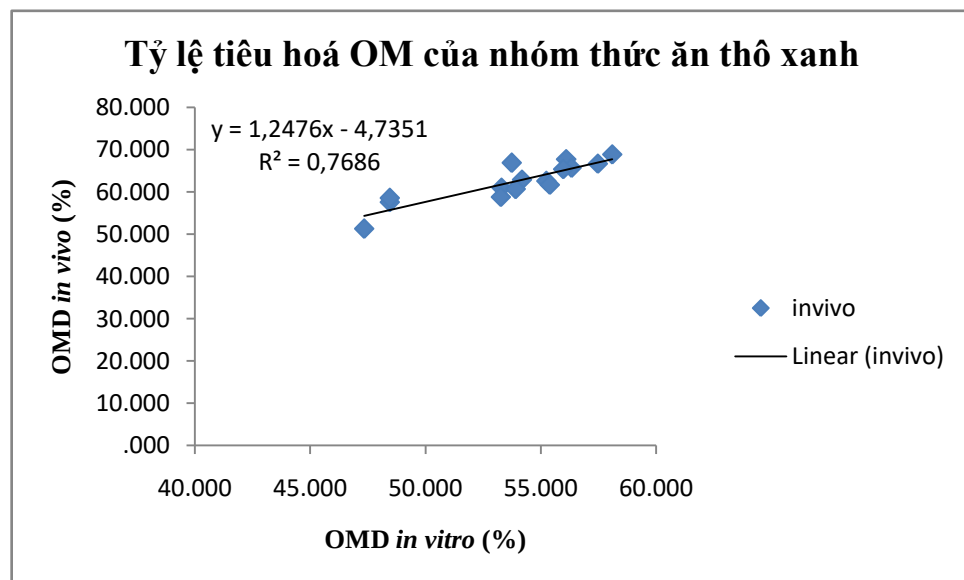
Bảng 3.13. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hoá *in vitro* và *in vivo* của 5 loại thức ăn thô xanh

Loại thức ăn	OMD <i>in vivo</i>		OMD <i>in vitro</i>	
	(%)		(%)	
	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ VA06	67,08 ^a	1,28	56,58 ^b	1,22
Cỏ Voi	59,41 ^a	1,48	54,61 ^b	0,37
Cỏ <i>P. Hamill</i>	64,36 ^a	1,44	55,24 ^b	0,98
Cỏ <i>Decumbens</i>	63,77 ^a	1,36	54,54 ^b	0,72
Cỏ <i>Ruzi</i>	62,68 ^a	1,11	54,63 ^b	0,68

Các giá trị trung bình trong cùng một hàng ngang mang các chữ cái a,b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả ở bảng 3.13 cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của tiêu hoá *in vivo* cao hơn so với tiêu hoá *in vitro* từ 4,90-10,50%; ở cỏ Voicó chênh lệch thấp nhất (4,80%), cao nhất là cỏ VA06 (10,50%). Cỏ *P. Hamill*, cỏ *Decumbens* và cỏ *Ruzicó* tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ chênh lệch giữa 2 phương pháp lần lượt là 9,12; 9,23 và 8,05 %.

Kết quả so sánh hai giá trị tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* của 5 loại thức ăn thô xanh cho thấy, có sự sai khác rõ rệt giữa 2 phương pháp ($P < 0,05$). Do đó, chúng tôi xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính giữa 2 giá trị này. Kết quả được biểu diễn ở đồ thị 3.1.



Đồ thị 3.1. Tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp *in vivo* và *in vitro* của 5 loại thức ăn thô xanh

Nhìn vào đồ thị 3.1 chúng ta thấy: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của năm loại thức ăn thô xanh giữa 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* có mối tương quan thuận và đồng biến.

Phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* như sau:

$$Y = 1,2476 X - 4,7351; R^2 = 0,7686; r = 0,88; P = 0,0001$$

Trong đó:

Y là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vivo*

X là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vitro* tính theo phương trình của Menke và Steingass. (1988).

R^2 là hệ số xác định; r là hệ số tương quan; p là xác suất

Quan hệ tương quan giữa 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 5 loại thức ăn thô xanh trong nghiên cứu này là rất chặt chẽ ($r = 0,88$) và có độ tin cậy rất cao 99,99% ($P = 0,0001$). Như vậy, với các loại thức ăn thô xanh, tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ có thể được tính theo công thức của Menke và Steingass (1988) khi tiến hành thí nghiệm tiêu hoá *in vitro*, nhưng sau đó phải hiệu chỉnh theo phương trình hồi qui nêu trên.

3.4.1.2. Nhóm thức ăn thô khô

Tỷ lệ tiêu hóa các chất hữu cơ (OMD) của 3 loại thức ăn thô khô theo 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* gas production trên trâu :

Kết quả tính toán theo 2 phương pháp được thể hiện ở bảng 3.14.

Bảng 3.14. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hoá *in vitro* và *in vivo* của 3 loại thức ăn thô khô

Loại thức ăn	OMD <i>in vivo</i> (%)		OMD <i>in vitro</i> (%)	
	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ <i>Ruzi</i> khô	61,39 ^a	2,70	46,52 ^b	0,48
Cỏ <i>Decumbens</i> khô	60,33 ^a	0,64	47,02 ^b	0,77
Rơm khô	52,41 ^a	1,37	42,40 ^b	0,68

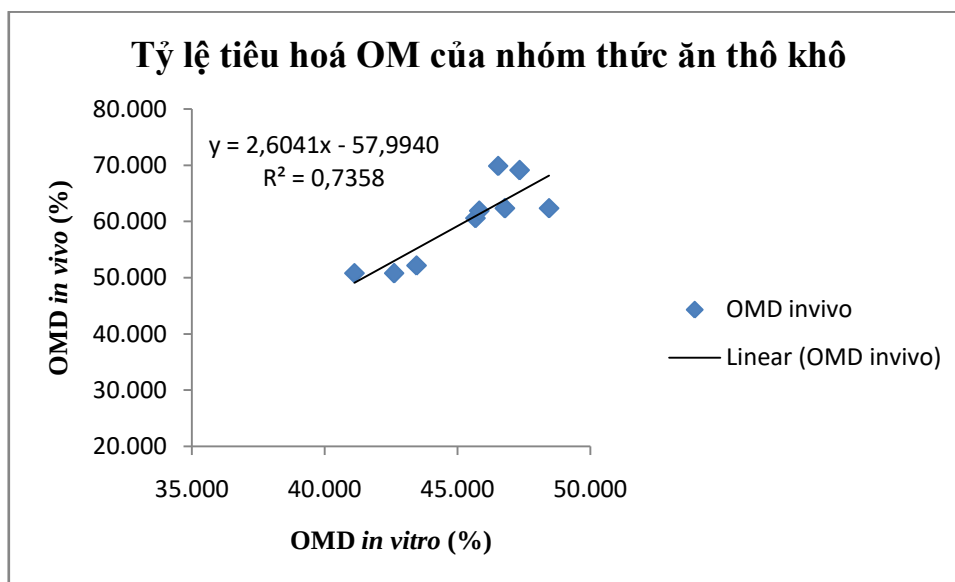
Các giá trị trung bình trong cùng một hàng ngang mang các chữ cái

a,b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 3 loại thức ăn thô khô được tính theo phương trình của Menke và Steingass (1988) thông qua tiêu

hoá *in vitro* gasproduction thấp hơn từ 10,01-14,87% so với tiêu hoá *in vivo*. Kết quả như vậy hoàn toàn phù hợp quy luật, tiêu hoá thức ăn *in vivo* trên gia súc sống cao hơn so với tiêu hoá *in vitro* trong phòng thí nghiệm. Sự chênh lệch về tỷ lệ tiêu hoá xác định theo 2 phương pháp thấp nhất là rom khô (10,01%); cao nhất là cỏ khô *Ruzi* (14,87%) và ở cỏ *Decumbens* khô (13,31%).

Kết quả so sánh tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* của 3 loại thức ăn thô khô cho thấy, có sự sai khác rõ rệt giữa 2 phương pháp ($P < 0,05$). Kết quả được biểu diễn ở đồ thị 3.2.



Đồ thị 3.2. Tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp *in vivo* và *in vitro* của 3 loại thức ăn thô khô

Qua đồ thị cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 3 loại thức ăn thô khô giữa 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* có mối tương quan thuận và đồng biến.

Phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* như sau:

$$Y = 2,6041X - 57,9940; R^2 = 0,7358; r = 0,86; P = 0,003$$

Trong đó: Y là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vivo*

X là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vitro* tính theo phương trình của Menke và Steingass., (1988).

R^2 là hệ số xác định; r là hệ số tương quan; p là xác suất

Quan hệ tương quan hồi quy giữa phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 3 loại thức ăn thô khô trong nghiên cứu này là rất chặt chẽ, với hệ số tương quan $r = 0,86$ và độ tin cậy đạt 99,7% ($P = 0,003$). Như vậy, với các loại thức ăn thô khô, tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ có thể được tính theo phương trình của Menke và Steingass (1988) nhưng sau đó phải hiệu chỉnh theo phương trình hồi quy nêu trên.

3.4.1.3. Nhóm thức ăn tinh

Đối với nhóm thức ăn tinh: Kết quả tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ qua thí nghiệm tiêu hoá *in vitro* tính theo phương trình của Menke và Steingass, (1988) và tiêu hoá *in vivo* được trình bày ở bảng 3.15.

Kết quả ghi trong bảng cho thấy: tỷ lệ tiêu hoá OM *in vitro* so với tiêu hoá *in vivo* thấp hơn từ 15,75-16,51%. Sự chênh lệch về chỉ tiêu này cao nhất ở cám gạo (16,51%), tiếp đến bột ngô là (15,76%) và thấp nhất ở thóc nghiền (15,75%).

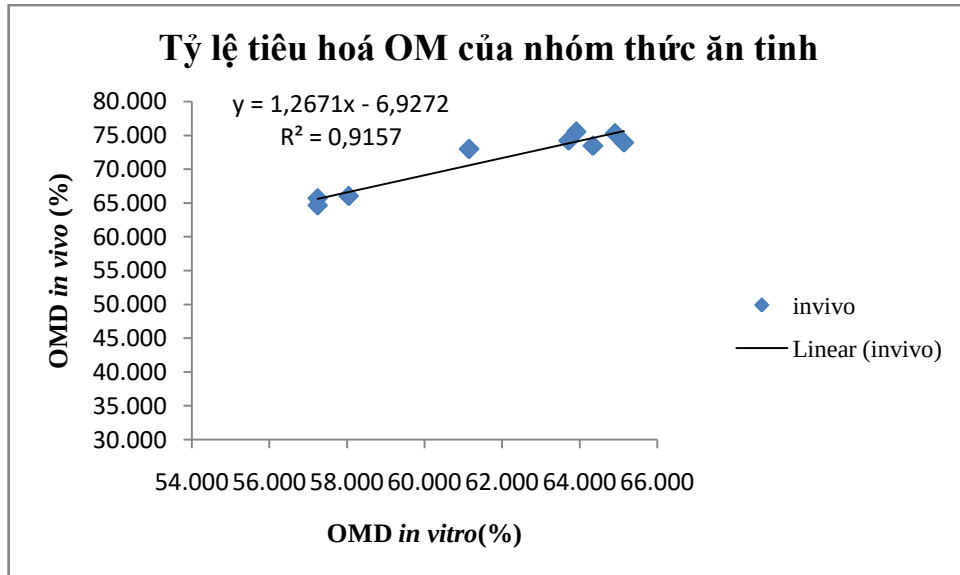
Bảng 3.15. Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hoá *in vitro* và *in vivo* của 3 loại thức ăn tinh

Loại thức ăn	OMD <i>in vi vo</i> (%)		OMD <i>in vitro</i> (%)	
	Mean	SE	Mean	SE
Bột ngô	79,94 ^a	0,38	64,18 ^b	0,37
Thóc nghiền	73,26 ^a	0,65	57,51 ^b	0,27
Cám gạo	80,05 ^a	1,58	63,54 ^b	1,22

Các giá trị trung bình trong cùng một hàng ngang mang các chữ cái

a,b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Mối tương quan về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của nhóm thức ăn tinh được thể hiện qua phương trình hồi quy tuyến tính giữa 2 giá trị này. Kết quả được biểu diễn ở đồ thị 3.3.



Đồ thị 3.3. Tương quan hồi quy về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ giữa hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và *in vitro* của 3 loại thức ăn tinh

Kết quả biểu diễn trên đồ thị cho thấy: Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 3 loại thức ăn tinh xác định bằng 2 phương pháp *in vivo* và *in vitro* có mối tương quan thuận và đồng biến.

Phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ giữa phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* như sau :

$$Y = 1,2671X - 6,9272; R^2 = 0,9157; r = 0,96; P = 0,0001$$

Trong đó:

Y là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vivo*

X là tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ *in vitro* tính theo phương trình của Menke và Steingass (1988).

R^2 là hệ số xác định; r là hệ số tương quan; p là xác suất

Quan hệ tương quan giữa phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 3 loại thức ăn tinh trong nghiên cứu này là rất chặt chẽ với hệ số tương quan $r = 0,96$ và có độ tin cậy rất cao đạt

99,99% ($P=0,0001$). Như vậy, tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ của 3 loại thức ăn tinh có thể được tính theo công thức của Menke và Steingass (1988), nhưng sau đó phải hiệu chỉnh theo phương trình tương quan hồi quy nêu trên.

3.4.2. Kết quả xây dựng phương trình tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và *in vitro* của một số loại thức ăn nuôi trâu

3.4.2.1. Nhóm thức ăn thô xanh

Kết quả thí nghiệm tiêu hoá *in vitro* với 5 loại thức ăn thô xanh cho thấy: Giá trị năng lượng trao đổi được tính qua phương trình của tác giả Menke và Steingass, (1988), dựa vào số liệu tiêu hoá *in vitro* dao động từ 6,05-6,89 MJ/kg DM, cao nhất là cỏ VA06 (6,89 MJ/kgDM), thấp nhất là cỏ Voi (6,05 MJ/kgDM); Cỏ Ruzi, cỏ *P. Hamill* và cỏ *Decumbens* có giá trị năng lượng trao đổi lần lượt là 6,70; 6,67 và 6,61 MJ/kgDM.

Bảng 3.16. Giá trị năng lượng trao đổi tính theo các phương trình có sẵn dựa trên tiêu hoá *in vitro* và *in vivo* của 5 loại thức ăn thô xanh (MJ/kgDM)

Loại thức ăn	ME <i>in vivo</i>		ME <i>in vitro</i>	
	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ VA06	8,44 ^a	0,26	6,89 ^b	0,22
Cỏ Voi	7,76 ^a	0,18	6,05 ^b	0,05
Cỏ <i>P. Hamill</i>	8,12 ^a	0,15	6,67 ^b	0,18
Cỏ <i>Decumbens</i>	7,93 ^a	0,11	6,61 ^b	0,13
Cỏ Ruzi	8,08 ^a	0,15	6,70 ^b	0,12

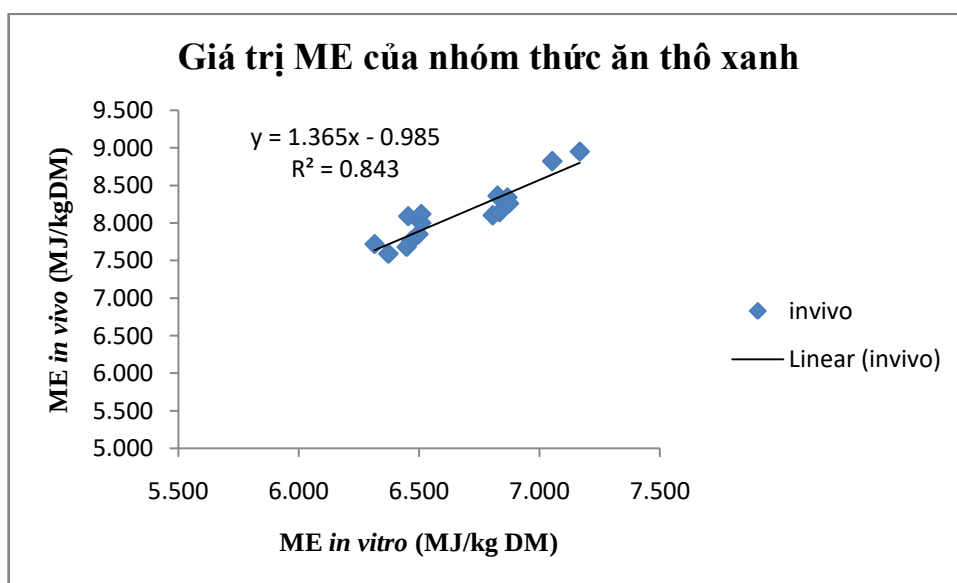
Các giá trị trung bình trong cùng một hàng ngang mang các chữ cái a,b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P<0,05$)

Kết quả cho thấy: Ở cả 5 loại thức ăn thô xanh trong thí nghiệm, giá trị năng lượng trao đổi tiêu hoá *in vivo* cao hơn từ 1,32 - 1,71 MJ/kgDM so với

giá trị năng lượng trao đổi ước tính qua thí nghiệm tiêu hoá *in vitro* của Menke steingass (1988).

Kết quả so sánh hai giá trị năng lượng trao đổi giữa tiêu hoá *in vivo* và *in vitro* của 5 loại thức ăn thô xanh cho thấy, có sự sai khác rõ rệt ($P < 0,05$). Do đó, có thể xây dựng phương trình tương quan hồi quy tuyến tính giữa hai giá trị này.

Kết quả được biểu diễn trên đồ thị 3.4.



Đồ thị 3.4. Tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp *in vivo* và *in vitro* của 5 loại thức ăn thô xanh

Kết quả phân tích tương quan hồi qui tuyến tính cho thấy, phương trình đáng tin cậy và có hệ số xác định cao, hệ số tương quan chặt chẽ.

Phương trình hồi quy tuyến tính về giá trị ME giữa 2 phương pháp *in vivo* và *in vitro* như sau:

$$Y = 1,3657 X - 0,9857; R^2 = 0,8436; r = 0,92; P = 0,0001$$

Trong đó:

Y là giá trị năng lượng trao đổi ước tính từ tiêu hoá *in vivo*

X là giá trị năng lượng trao đổi ước tính theo phương trình của Menke và Steingass (1988) từ tiêu hoá *in vitro*.

R^2 là hệ số xác định; r là hệ số tương quan; p là xác suất

Quan hệ tương quan về giá trị ME của thức ăn thô xanh giữa hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* là rất chặt chẽ với hệ số tương quan $r=0,92$ và độ tin cậy đạt 99,99% ($P = 0,0001$). Dựa vào phương trình trên chúng ta có thể tính toán, hiệu chỉnh giá trị năng lượng trao đổi của thức ăn thô xanh *in vivo* từ kết quả tiêu hóa *in vitro* trên trâu.

3.4.2.2. Nhóm thức ăn thô khô

Đối với nhóm thức ăn thô khô, chúng tôi cũng tiến hành tính toán giá trị năng lượng trao đổi theo 2 phương pháp *in vitro* và *in vivo* gas production dựa trên phương trình sẵn có của Menke và Steingass (1988). Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 3.17.

Kết quả ở bảng ở bảng 3.17 cho thấy: Giá trị năng lượng trao đổi cao nhất ở cỏ *Decumbens* khô (6,44 MJ/kgDM), tiếp đến là cỏ *Ruzi* khô (6,43MJ/kgDM) và thấp nhất là rơm khô (5,60 MJ/kgDM). Cả 3 loại thức ăn thô khô trong thí nghiệm tiêu hoá *in vivo* có giá trị năng lượng trao đổi cao hơn từ 1,42-1,68 MJ/kgDM so với giá trị ước tính qua thí nghiệm tiêu hoá *in vitro*.

Bảng 3.17. Giá trị năng lượng trao đổi tính theo các phương trình có sẵn của tiêu hoá *in vitro* và *in vivo* của 3 loại thức ăn thô khô (MJ/kgDM)

Loại thức ăn	ME <i>in vivo</i>		ME <i>in vitro</i>	
	Mean	SE	Mean	SE
Cỏ <i>Ruzi</i> khô	7,85 ^a	0,08	6,43 ^b	0,06
Cỏ <i>Decumbens</i> khô	7,87 ^a	0,12	6,44 ^b	0,09
Rơm khô	7,28 ^a	0,20	5,60 ^b	0,08

Các giá trị trung bình trong cùng một hàng ngang mang các chữ cái *a, b* khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả so sánh giá trị năng lượng trao đổi giữa tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* của ba loại thức ăn thô khô cho thấy có sự sai khác rõ

rệt($P < 0,05$). Do đó, có thể xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính giữa hai giá trị này.

Kết quả được biểu diễn ở đồ thị 3.5.

Đồ thị 3.5 cho thấy: Giá trị năng lượng trao đổi của nhóm thức ăn thô khô giữa hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro* có mối tương quan thuận và đồng biến.

Phương trình hồi quy tuyến tính về giá trị năng lượng trao đổi giữa phương pháp *in vivo* và *in vitro* như sau :

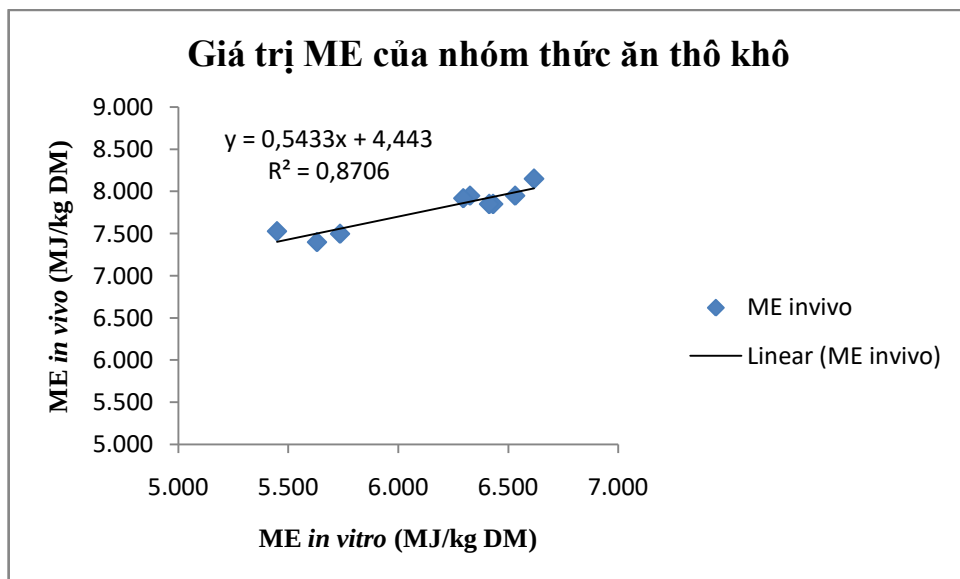
$$Y = 0,5433 X + 4,4430; R^2 = 0,8706; r = 0,93; P = 0,0001$$

Trong đó:

Y là giá trị năng lượng trao đổi ước tính từ tiêu hoá *in vivo*

X là giá trị năng lượng trao đổi ước tính theo phương trình của Menke và Steingass., (1988) từ tiêu hoá *in vitro*.

R^2 là hệ số xác định; r là hệ số tương quan; p là xác suất



Đồ thị 3.5. Tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp *in vivo* và *in vitro* của 3 loại thức ăn thô khô

Quan hệ tương quan giữa phương pháp *in vivo* và *in vitro* về giá trị năng lượng trao đổi của ba loại thức ăn thô khô trong nghiên cứu này là rất

chặt chẽ với hệ số tương quan $r = 0,93$ và độ tin cậy rất cao 99,99% ($P=0,0001$). Do vậy, có thể sử dụng phương trình này để ước tính và hiệu chỉnh giá trị năng lượng trao đổi tiêu hoá *in vivo* thông qua tiêu hoá *in vitro*.

3.4.2.3. Nhóm thức ăn tinh

Nhóm thức ăn tinh chúng tôi cũng tiến hành tính toán giá trị năng lượng trao đổi theo 2 phương pháp *in vitro* gas production dựa trên phương trình sẵn có của Menke và Steingass, (1988) và *in vivo*. Kết quả được trình bày ở bảng 3.18:

Giá trị năng lượng trao đổi của tiêu hoá *in vivo* cao nhất ở bột ngô (11,63 MJ/kg DM), tiếp đến là cám gạo (11,03 MJ/kg DM), thấp nhất là thóc nghiền (9,19 MJ/kg DM). Cả 3 loại thức ăn tinh trong thí nghiệm tiêu hoá *in vivo* có giá trị năng lượng trao đổi cao hơn từ 0,94- 2,36 MJ/kg DM so với giá trị năng lượng trao đổi ước tính qua thí nghiệm tiêu hoá *in vitro*.

Bảng 3.18. Giá trị năng lượng trao đổi tính theo các phương trình có sẵn dựa trên tiêu hoá *in vitro* và *in vivo* của 3 loại thức ăn tinh (MJ/kgDM)

Loại thức ăn	ME <i>in vivo</i>		ME <i>in vitro</i>	
	Mean	SE	Mean	SE
Bột ngô	11,63 ^a	0,10	9,27 ^b	0,06
Thóc nghiền	9,19 ^a	0,26	8,25 ^b	0,05
Cám gạo	11,03 ^a	0,21	9,58 ^b	0,21

Các giá trị trung bình trong cùng một hàng ngang mang các chữ cái

a, b khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả so sánh giá trị năng lượng trao đổi giữa tiêu hoá *in vivo* và *in vitro* của 3 loại thức ăn tinh cho thấy, có sự sai khác rõ rệt ($P < 0,05$). Do đó, có thể xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính giữa hai giá trị này.

Kết quả được biểu diễn trên đồ thị 3.6.

Kết quả phân tích tương quan hồi quy cho thấy: Giá trị ME được xác định bằng 2 phương pháp *in vivo* và *in vitro* có mối tương quan thuận và đồng biến phương trình đáng tin cậy và có hệ số xác định $R^2 = 0,8$. Phương trình hồi quy tuyến tính về giá trị ME của 3 loại thức ăn tinh giữa 2 phương pháp như sau:

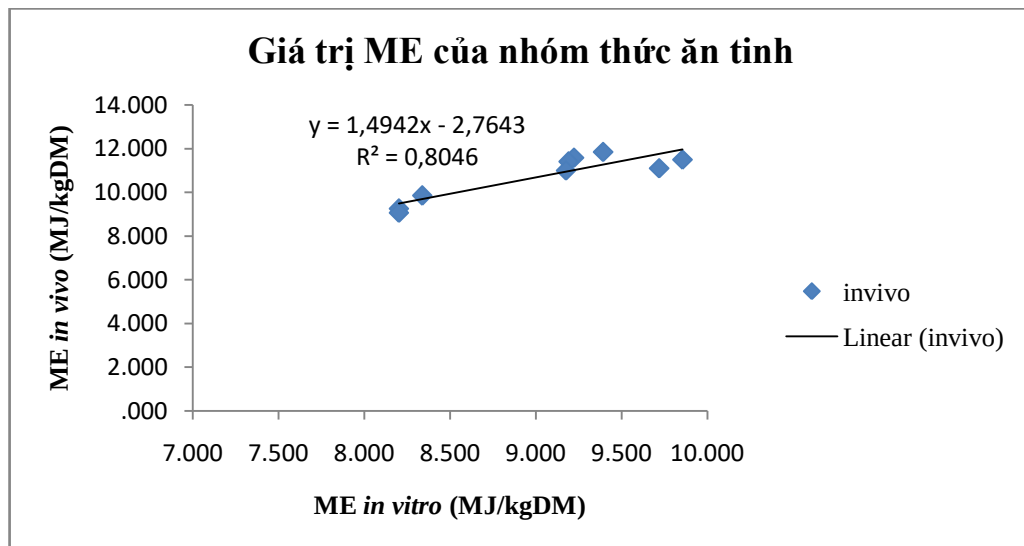
$$Y = 1,4942X - 2,7643; R^2 = 0,8046; r = 0,90; P = 0,001$$

Trong đó:

Y là giá trị năng lượng trao đổi ước tính từ tiêu hoá *in vivo*

X là giá trị năng lượng trao đổi ước tính theo phương trình của Menke và Steingass (1988) từ tiêu hoá *in vitro*.

R^2 là hệ số xác định; r là hệ số tương quan; p là xác suất



Đồ thị 3.6. Tương quan hồi quy về giá trị năng lượng trao đổi giữa hai phương pháp tiêu hoá *in vivo* và *in vitro* của 3 loại thức ăn tinh

Quan hệ tương quan giữa phương pháp *in vivo* và *in vitro* về giá trị năng lượng trao đổi của 3 loại thức ăn tinh trong nghiên cứu này là rất chặt chẽ, với hệ số tương quan $r = 0,90$ và có độ tin cậy cao 99,9% ($p=0,001$). Có thể sử dụng phương trình hồi quy nêu trên để tính toán, hiệu chỉnh giá trị năng lượng trao đổi của nhóm thức ăn tinh của tiêu hoá *in vivo* từ kết quả tiêu hoá *in vitro* trên trâu.

3.5. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 7-18 tháng tuổi

3.5.1. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 7 -12 tháng tuổi

3.5.1.1. Ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần đến lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu

Nghiên cứu lượng thức ăn thu nhận của gia súc có ý nghĩa quan trọng trong quá trình nuôi dưỡng hàng ngày của con vật, trên cơ sở đó có thể điều chỉnh tiêu chuẩn ăn và mức ăn trong khẩu phần ăn cho hợp lý nhằm đạt hiệu quả cao nhất. Kết quả đã tiến hành theo dõi lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu ở các giai đoạn tuổi 7 -12 tháng tuổi được thể hiện ở bảng 3.19.

**Bảng 3.19. Lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu
giai đoạn 7-12 tháng tuổi**

Chỉ tiêu	ĐVT	NTĐC		NT1		NT2	
		(100%)		(105%)		(110%)	
		<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Tổng DM	kg	3,29 ^b	0,28	3,43 ^{ab}	0,30	3,60 ^a	0,33
Tổng ME	MJ	38,1 ^b	1,51	39,7 ^{ab}	1,52	41,7 ^a	1,74
Tổng CP	g	408,3 ^b	25,8	425,8 ^{ab}	26,3	446,9 ^a	29,3
DM/100kg KLCT	kg	2,70	0,10	2,74	0,09	2,77	0,12
ME/100kg KLCT	MJ	31,9	1,56	32,5	1,92	33,2	2,01
CP/100kg KLCT	g	339,3	10,7	344,0	14,1	352,1	15,5

*Ghi chú: 100%; 105%; 110% là các mức ăn của khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982); Các số trung bình mang các chữ cái a,b,c khác nhau trong một hàng ngang thì có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Kết quả ở bảng 3.19 cho thấy: Ở giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi, tổng lượng vật chất khô thu nhận trung bình của trâu cao nhất ở NT2 (3,60 kg/ngày), tiếp

đến NT1 (3,43 kg/ngày) và thấp nhất là NTĐC (3,28 kg/ngày). Ở giai đoạn này lượng vật chất khô thu nhận của trâu ở NT1, NT2 cao hơn so với NTĐC dao động 0,14 - 0,31kg/ngày. Sự sai khác về chỉ tiêu này giữa NT2 với NTĐC có sự sai khác rõ rệt ($P < 0,05$).

Lượng thu nhận vật chất khô/100 kg KLCT của trâu giai đoạn 7-12 tháng tuổi dao động trong khoảng 2,70 - 2,77kg/100kg KLCT, cao nhất ở NT2 (2,77 kg/100kg KLCT), tiếp đến là NT1 (2,74 kg/100kg KLCT) và thấp nhất ở NTĐC (2,70 kg/100kg KLCT).

Kết quả trong nghiên cứu này tương đương với công bố của Đào Lan Nhi và cs. (1999) và (2002). Tác giả cho biết: Khi cho trâu ăn khẩu phần có bổ sung 23% bột lá keo dậu, lượng DM/100kg KLCT là 2,87 - 3,06 kg/100kg KLCT. Khi nghiên cứu ảnh hưởng của các mức ME khác nhau trong khẩu phần ăn tới lượng thức ăn thu nhận hàng ngày của trâu, tác giả cho biết, lượng DM thu nhận được hàng ngày của trâu là: 2,48; 2,88 và 3,16 kg/100kg KLCT tương ứng với các mức năng lượng trong thức ăn là: 80%; 100% và 120% so với tiêu chuẩn ăn của Kearn (1982).

Kết quả nghiên cứu này cao hơn so với công bố của Yuangklang và cs. (2001). Theo tác giả, khi cho trâu ăn các khẩu phần rơm xử lý 5% urê và lá sắn khô, lượng thức ăn thu nhận hàng ngày là 2,1 - 2,3 kg/100 kg KLCT. Khi cho ăn khẩu phần rơm chưa xử lý và cỏ khô ruzi là 1,3 - 1,6 kg/100kg KLCT.

Nguyễn Công Định (2012) công bố: Khi cho trâu ăn các khẩu phần có mức dinh dưỡng từ 100 - 120% so với tiêu chuẩn của Kearn (1982), thu nhận DM tương ứng 2,70 - 2,96 kg DM/100kg KLCT. Kết quả ở nghiên cứu này thu được là 2,70- 2,77kg/100kg KLCT, tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Tổng giá trị năng lượng trao đổi và giá trị năng lượng trao đổi tính trên 100kg khối lượng cơ thể thu nhận hàng ngày của trâu tăng dần theo các mức ăn trong khẩu phần. Ở giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi, các chỉ tiêu này luôn cao

nhất ở NT2 (41,7 và 33,2 MJ), tiếp đến là NT1 (39,7 và 32,5 MJ) và thấp nhất là NTĐC (38,1 MJ và 31,9 MJ). Tổng giá trị ME giữa NT2 với NTĐC có sự sai khác rõ rệt ($P < 0,05$).

Kết quả ở nghiên cứu này về tổng ME ở các mức ăn dao động từ 38,1–41,7 MJ, tương đương với kết quả của một số tác giả nghiên cứu trước đây. Tác giả Trịnh Văn Trung và cs. (2006) công bố: Tổng ME thu nhận /ngày của trâu ở giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi là 43,37 - 57,52 MJ/ngày. Mai Van Sanh và cs. (2006) cho biết: Khi nuôi trâu tơ, giá trị năng lượng trao đổi thu nhận hằng ngày là 44,19 - 44,81 MJ/ngày. Theo kết quả nghiên cứu của tác giả Nguyễn Công Định (2012), tổng ME thu nhận của trâu giai đoạn 7-12 tháng tuổi dao động từ 39,15 - 48,54 MJ/con/ngày.

Lượng CP thu nhận/ngày của trâu ở các nghiệm thức khác nhau dao động trong khoảng 408,3–446,9 g/ngày, thấp nhất ở NTĐC (408,3 g/ngày) và cao nhất ở NT2 (446,9 g/ngày). Sự chênh lệch về tổng lượng CP thu nhận giữa NT2 với NTĐC có sự sai khác có ý nghĩa ($P < 0,05$). Kết quả cho thấy lượng CP thu nhận phụ thuộc nhiều vào giá trị dinh dưỡng của khẩu phần, trong đó đáng quan tâm nhất là mật độ protein trong khẩu phần. Tuy nhiên, lượng CP/100 kg KLCT thu nhận hàng ngày giữa 3 NT không có sự sai khác rõ rệt ($P > 0,05$). Chỉ tiêu này cao nhất ở NT2 là 352,1 g/100kg KLCT tiếp đến là NT1 là 344,0g/100kg KLCT và thấp nhất là NTĐC là 339,3g/100kg KLCT.

3.5.1.2. Ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần đến tăng khối lượng của trâu giai đoạn 7 -12 tháng tuổi

Kết quả theo dõi tăng khối lượng của trâu thí nghiệm được nuôi dưỡng với 3 mức ăn khác nhau trong khẩu phần ăn được trình bày ở bảng 3.20.

Kết quả ở bảng 3.20 cho thấy: Khối lượng trung bình của trâu lúc bắt đầu thí nghiệm ở 3 nghiệm thức đồng đều nhau, dao động từ 87,7-88,9 kg.

Khối lượng của trâu ở các nghiệm thức tăng dần theo tháng tuổi. Lúc 12 tháng tuổi, khối lượng trung bình dao động từ 166,7-182,5 kg. Khối lượng

trâu cao nhất ở NT2 (182,5 kg), thấp nhất ở NTĐC (166,7kg). Sự sai khác về khối lượng trung bình của trâu lúc 12 tháng tuổi giữa NTĐC so với NT1 và NT2 là rất rõ rệt ($P < 0,05$), trong khi giữa NT1 và NT2 không có sự sai khác rõ rệt. Khối lượng tăng trung bình của trâu giai đoạn 7-12 tháng tuổi ở NT1 và NT2 lần lượt là 497,9 và 522,2 g/con/ngày; tính theo tháng là 14,9; 15,7 kg/con/tháng. So với trâu lô đối chứng, tỷ lệ tăng khối lượng trung bình hàng ngày của trâu giai đoạn 7-12 tháng tuổi ở NT1 và NT2 lần lượt 11,44 và 20,70%.

Tăng khối lượng trung bình/ngày của trâu giai đoạn 7-12 tháng tuổi cao nhất ở NT2 (522,2 g/ngày), tiếp đến là NT1 (497,9 g/ngày), thấp nhất là NTĐC (432,6 g/ngày). Sự sai khác về tăng khối lượng trung bình hàng ngày giữa NTĐC so với NT1 và NT2 có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) trong khi không có sai khác giữa NT1 và NT2.

Bảng 3.20. Tăng khối lượng của trâu thí nghiệm 7 - 12 tháng tuổi

Chỉ tiêu	ĐVT	Thí nghiệm thức					
		NTĐC		NT1		NT2	
		(100%)		(105%)		(110%)	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
KL.bắt đầu thí nghiệm	kg	88,9	2,59	87,7	2,29	88,5	2,65
KL 12 TT	kg	166,7 ^b	3,55	177,4 ^a	2,40	182,5 ^a	4,61
Tổng TKL	kg	77,9 ^b	2,03	89,6 ^a	1,98	94,0 ^a	2,35
TKLTB/ngày	g	432,6 ^b	11,3	497,9 ^a	11,0	522,2 ^a	13,1

**Ghi chú: 100%; 105%; 110% là các mức ăn trong khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982); Các số trung bình mang chữ cái a,b khác nhau trong một hàng ngang thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)*

Kết quả nghiên cứu ở thí nghiệm này cũng tương đương với kết quả của một số tác giả trước đây: Chantalakhana (2001) cho rằng: Tốc độ sinh

trưởng của trâu đầm lầy sau cai sữa biến động từ 0,34-0,75 kg/ngày, khi nuôi chúng với cỏ và một lượng nhỏ thức ăn tinh bổ sung. Theo Terzano và cs. (1995), khi nuôi trâu tơ với mức dinh dưỡng thấp và cao, trâu cho tăng khối lượng 530 và 678 g/ngày. Ragheb và cs. (1989) tiến hành nuôi vỗ béo 100 trâu tơ với khẩu phần có tỷ lệ protein/năng lượng là 1/5 và 1/8 công bố: Tăng khối lượng tương ứng 625 và 805 g/ngày.

Kết quả nghiên cứu về sinh trưởng ở nghiên cứu này cao hơn kết quả của một số tác giả. Nguyễn Đức Thạc (1983) cho biết: Nghé 7 đến 12 tháng tuổi có mức tăng khối lượng 358-483 g/ngày. Theo Trịnh Văn Trung và cs. (2006), khi nuôi nghé 7-12 tháng tuổi với các mức dinh dưỡng khác nhau, nghé cho tăng khối lượng 193-461 g/ngày. Kết quả của chúng tôi cao hơn là do trâu được nuôi ở các nghiệm thức với mức ăn trong khẩu phần cao hơn 5 - 10% so với tiêu chuẩn ăn Kearn (1982).

Theo kết quả công bố của tác giả Mai Văn Sánh (1996), nghé lai 6-12 tháng tuổi được nuôi bằng khẩu phần có tỷ lệ thức ăn tinh 15%, tăng khối lượng 407,6 g/ngày, 30% thức ăn tinh tăng 575,4 g/ngày. Kết quả trong thí nghiệm này ở NT1 và NT2 tương đương với kết quả của tác giả.

3.5.1.3. Tiêu tốn thức ăn nuôi trâu sinh trưởng giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi

Lượng thức ăn cần thiết để sản xuất 1 kg tăng khối lượng cơ thể phụ thuộc vào thức ăn trâu ăn được hàng ngày và mức tăng khối lượng tương ứng. Thức ăn có chất lượng tốt và khẩu phần ăn hợp lý sẽ tăng tính ngon miệng, tỷ lệ tiêu hóa thức ăn, từ đó sẽ làm cải thiện tốt khả năng tăng khối lượng của vật nuôi. Đặc biệt, năng lượng trao đổi, protein trong khẩu phần có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả sử dụng thức ăn. Khi sử dụng thức ăn có giá trị năng lượng trao đổi và protein cao, hiệu quả chuyển hoá thức ăn cao hơn, do đó tiêu tốn các chất dinh dưỡng cho 1 kg tăng khối lượng giảm.

Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần đến tiêu tốn thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng của trâu ở giai đoạn 7 -12 tháng tuổi được trình bày ở bảng 3.21.

Kết quả ở bảng 3.21 cho thấy: Tổng lượng DM; giá trị ME và CP tiêu thụ ở 3 NT tăng dần so với tiêu chuẩn của Kearn (1982). Tổng lượng DMI dao động từ 591,7–647,8 kg, tổng MEI từ 6860,4–7503,0 MJ và tổng CPI 73,5–80,4 kg. Cao nhất ở NT2 tổng DMI là 647,8 kg; tổng giá trị MEI là 7503,0 MJ và tổng CPI là 80,4 kg, tiếp đến là NT1 tổng DMI là 617,0 kg; tổng MEI là 7154,5 MJ và tổng CPI là 76,6 kg và thấp nhất ở NTĐC tổng DMI là 591,7 kg; tổng MEI là 6860,4 MJ và tổng CP là 73,5 kg.

Bảng 3.21. Tiêu tốn thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng của trâu thí nghiệm giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi

Chỉ tiêu	ĐVT	NTĐC		NT1		NT2	
		(100%)		(105%)		(110%)	
		<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
DMI	Kg	591,7	8,27	617,0	8,98	647,8	9,85
MEI	MJ	6860,4	45,4	7154,5	45,7	7503,0	52,2
CPI	Kg	73,5	0,77	76,6	0,79	80,4	0,88
TKL	Kg	77,8 ^b	2,03	89,6 ^a	1,98	94,0 ^a	2,35
DMI/kgTKL	Kg	7,68	0,87	7,03	0,79	7,07	0,90
MEI/kgTKL	MJ	88,8	4,95	81,1	5,54	81,4	6,63
CPI/kg TKL	g	953,3	74,1	871,2	77,8	875,4	90,1

*Ghi chú: 100%; 105%; 110% là các mức ăn trong khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982): DMI: Vật chất khô ăn vào; MEI: Năng lượng trao đổi ăn vào; CPI: Protein thô ăn vào; KLT: Khối lượng tăng. Các số trung bình mang các chữ cái a,b khác nhau trong một hàng ngang thì có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Tổng khối lượng tăng ở 3 NT dao động 77,9- 94,0 kg. Cao nhất ở NT2 (94,0kg), tiếp đến NT1 (89,6 kg) và thấp nhất ở NTĐC (77,9kg). Sự chênh lệch về tổng khối lượng tăng giữa NTĐC với NT1 và NT2 rất rõ rệt ($P < 0,05$).

Tiêu tốn vật chất khô cho 1 kg tăng khối lượng, ở NT1 thấp nhất (7,03kg DM/kg TKL), tiếp đến ở NT2 (7,07kg/kg TKL) và cao nhất ở NTĐC là 7,68kg/kg TKL, giữa 3 NT có sự chênh lệch về giá trị tuyệt đối, nhưng sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê.

Mức độ tiêu tốn giá trị năng lượng trao đổi cho 1kg tăng khối lượng ở 3 NT dao động từ 81,1–88,8 MJ/kg TKL. Mức tiêu tốn ME cao nhất ở NTĐC (88,8 MJ/kg TKL), tiếp đến ở NT2 (81,4 MJ/kg TKL) và thấp nhất ở NT1 (81,1 MJ/kg TKL).

Mức tiêu tốn protein cho 1 kg TKL dao động từ 871,2–953,3 g. Mức tiêu tốn thấp nhất ở NT1 (871,3g/kg TKL), cao nhất ở NTĐC (953,3g/kg TKL) và ở NT2 mức tiêu tốn protein là 875,4g/kg TKL.

Theo công bố của tác giả Nguyễn Công Định (2012), tổng mức tiêu thụ DM; ME và CP cho trâu giai đoạn ở giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi tương ứng: 594,9 - 694,4 kg; 7360,6 - 8592,7 MJ và 74,3 - 88,9 kg. Mức tiêu tốn DM; ME và CP cho 1 kg tăng khối lượng tương ứng 6,35 - 6,54 kg; 78,6 - 80,8 MJ và 0,79 - 0,82 kg. Kết quả ở nghiên cứu này về tổng lượng vật chất khô, giá trị năng lượng trao đổi và protein tiêu thụ và mức độ tiêu tốn cho 1 kg tăng khối lượng tương đương so với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Không Văn Đĩnh và Phí Như Liễu (1987) cho biết: Mức độ tiêu tốn CP của trâu là 850-1089 g/1kg tăng khối lượng. Theo Ragheb và cs. (1989), trâu tơ tiêu tốn 778 - 1543 g CP cho 1 kg tăng khối lượng. Kết quả nghiên cứu của Đào Lan Nhi (2002), trâu tơ sử dụng 1.010 đến 1.230 g CP cho 1 kg tăng khối lượng. Kết quả nghiên cứu về mức độ tiêu tốn protein ở nghiên cứu này là 0,87 - 0,95kg/kg TKL, tương đương so với kết quả nghiên cứu của các tác giả trên.

3.5.1.4. Chi phí nuôi trâu ở giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi trong khẩu phần có các mức ăn khác nhau

Để đánh giá hiệu quả nuôi trâu bằng khẩu phần ăn với 3 mức ăn khác nhau và xác định được mức ăn thích hợp, cho hiệu quả kinh tế cao nhất, chúng tôi đã tiến hành hạch toán sơ bộ chi phí thức ăn nuôi trâu nuôi sinh trưởng ở giai đoạn từ 7 -12 tháng tuổi ở 3 nghiệm thức thí nghiệm. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 3.22.

Kết quả ghi ở bảng cho thấy: Tổng chi phí thức ăn (thức ăn xanh và thức ăn tinh hỗn hợp trộn TMR) nuôi trâu giai đoạn từ 7 - 12 tháng tuổi ở 3 nghiệm thức dao động từ 4,03–5,05 triệu đồng/con. Chi phí thức ăn nuôi trâu cao nhất ở NT2, tiếp đến là NT1 và thấp nhất ở NTĐC (Các chi phí khác trong suốt thời gian nuôi dưỡng như: vaccin, thuốc thú y, điện nước, công nuôi dưỡng... đều được chi phí như nhau ở cả 3 NT).

Bảng 3.22. Chi phí thức ăn nuôi trâu ở giai đoạn 7 - 12 tháng tuổi

Chỉ tiêu	Đơn vị	NTĐC (100%)	NT1 (105%)	NT2 (110%)
Tổng thức ăn tinh/con	kg	688	716	767
Chi phí thức ăn tinh	đ	3.577.997	3.724.364	3.986.494
Tổng thức ăn xanh/con	kg	3191	3321	3555
Chi phí thức ăn thô xanh	đ	957.231	996.389	1.066.518
Tổng chi phí (tinh + xanh)	đ	4.535.228	4.720.753	5.053.012
Tổng TKL/con	kg	77,9	89,6	94,0
Chi phí thức ăn/1kg TKL	đ	58.218	52.687	53.755

**Ghi chú: 100%; 105%; 110% là các mức ăn của khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982). Các chi phí khác như: vaccin, thuốc thú y, điện nước, công nuôi dưỡng ... đều như nhau. Giá 1 kg thức ăn tinh hỗn hợp tự trộn là 5200đ; giá 1 kg thức ăn thô xanh là 300 đ.*

Giá thành chi phí thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng của trâu thấp nhất ở NT1 (52.687đ/kg), tiếp đến ở NT2 (53.755đ/kg) và cao nhất ở NTĐC (58.218đ/kg tăng khối lượng). Như vậy, khi sử dụng khẩu phần có mức ăn 105% so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982), chi phí thức ăn cho 1kg tăng khối lượng giảm 5.531đồng/kg tăng khối lượng so với mức ăn 100% tương đương 9,5%. Sử dụng mức ăn tăng 110%, chi phí thức ăn cho 1kg tăng khối lượng giảm 4.463 đồng/kg so với mức ăn 100% tương đương 7,7%.

Kết quả cho thấy ở mức ăn 105 -110% đã làm tăng khối lượng trâu rõ rệt từ 89,6–94,0 kg/con so với 77,9kg ở mức ăn 100%, sản phẩm thịt trâu hơi tăng 11,7– 16,1 kg. Như vậy sẽ làm giảm thời gian nuôi dưỡng và tăng thu nhập cho người nuôi trâu. Đồng thời, làm giảm giá thành của sản phẩm tăng lên như: Ở NT1 chi phí tăng hơn so với NTĐC là 185.525 đồng, khối lượng sản phẩm tăng là 11,7kg, vậy giá thành 1 kg sản phẩm tăng lên giảm 37.212 đồng. Ở NT2 chi phí tăng hơn so với NTĐC là 517.784 đồng, khối lượng sản phẩm tăng là 16,1kg, vậy giá thành 1 kg sản phẩm tăng lên giảm 32.160 đồng. Do vậy, khẩu phần có mức ăn thích hợp cho trâu sinh trưởng giai đoạn 7 -12 tháng tuổi là khẩu phần ăn có mức ăn cao hơn 105% so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982).

3.5.2. Xác định mức ăn thích hợp cho trâu nuôi sinh trưởng giai đoạn 13-18 tháng tuổi

3.5.2.1. Ảnh hưởng của các mức ăn trong khẩu phần ăn đến lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu

Kết quả theo dõi về ảnh hưởng của mức ăn đến lượng thức ăn thu nhận của trâu ở giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi được trình bày ở bảng 3.23.

Kết quả ở bảng cho thấy: Ở giai đoạn 13-18 tháng tuổi, các chỉ tiêu theo dõi như: Lượng DM thu nhận (kg/ngày); ME thu nhận (MJ/ngày) và CP thu nhận (g/ngày) của trâu ở các nghiệm thức tương ứng: 5,21 – 5,72 kg/ngày; 48,4 – 53,1 MJ/con/ngày; 547,3 – 600,7 g/ngày.

**Bảng 3.23. Lượng thức ăn thu nhận hằng ngày của trâu
giai đoạn 13-18 tháng tuổi**

Chỉ tiêu	ĐVT	NTĐC		NT1		NT2	
		(100%)		(105%)		(110%)	
		<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>	<i>Mean</i>	<i>SE</i>
Tổng DM	Kg	5,21 ^b	0,19	5,41 ^{ab}	0,18	5,72 ^a	0,19
Tổng ME	MJ	48,4 ^b	1,78	50,2 ^{ab}	1,30	53,1 ^a	1,33
Tổng CP	G	547,3 ^b	16,6	568,7 ^{ab}	11,3	600,7 ^a	10,9
DM/100kg KLCT	Kg	2,52	0,07	2,54	0,05	2,61	0,07
ME/100kg KLCT	MJ	23,4	0,15	23,6	0,65	24,3	0,79
CP/100kg KLCT	G	265,7	2,71	268,2	9,11	275,1	10,5

**Ghi chú: 100%; 105%; 110% là các mức ăn trong khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982); Các số trung bình mang các chữ cái a,b khác nhau trong một hàng ngang thì có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)*

Tổng lượng DM thu nhận ở 3 NT bình quân dao động 5,21 – 5,72 kg/con/ngày, cao nhất ở NT2 (5,72 kg/con/ngày), tiếp đến là ở NT1 (5,41 kg/con/ngày) và thấp nhất là NTĐC (5,21 kg/con/ngày). Sự sai khác về chỉ tiêu này giữa NT2 với NTĐC là rất rõ rệt ($P < 0,05$) trong khi giữa NT1 với NT2 và NTĐC không có sự sai khác.

Lượng thu nhận DM/100 kg KLCT dao động từ 2,52 -2,61kg/100kg KLCT, cao nhất ở NT2 (2,61 kg/100kg KLCT), tiếp đến là NT1 (2,54 kg/100kg KLCT) và thấp nhất ở NTĐC (2,52 kg/100kg KLCT). Sự chênh lệch lượng thức ăn thu nhận/100 kg KLCT giữa 3 nghiệm thức không có sự sai khác rõ rệt ($P > 0,05$).

Kết quả cho thấy: Trâu ở giai đoạn 13-18 tháng tuổi, tiêu thụ DM/100kg khối lượng cơ thể thấp hơn so với ở giai đoạn 7-12 tháng từ 0,16-0,20kg. Điều này hoàn toàn phù hợp với quy luật sinh trưởng và khả năng thu

nhận của gia súc nói chung và ở trâu nói riêng. Theo Nguyễn Xuân Trạch và cs. (2005), trong quá trình sinh trưởng khối lượng cơ thể của chúng tăng lên thì tỷ lệ phần trăm lượng DM thu nhận có xu hướng giảm xuống.

Kết quả nghiên cứu này tương đương với công bố của một số tác giả nghiên cứu trước đây: Tác giả Đào Lan Nhi và cs. (2003) cho biết: Khi bổ sung bột sắn và lá sắn chế biến trong khẩu phần vỗ béo trâu tơ 18 tháng tuổi, lượng DM ăn vào là 5,5 - 6,4 kg/ngày. Theo tác giả Trịnh Văn Trung và cs. (2006), khi nuôi trâu tơ ở giai đoạn 13 -18 tháng tuổi với các mức bổ sung bột sắn và bột lá sắn khác nhau cho lượng DM thu nhận là 4,20 - 5,46 kg/ngày; Tác giả Nguyễn Công Định và cs. (2007) cho biết: Khi sử dụng cám gạo, bột sắn, bột lá sắn và rỉ mật vỗ béo trâu tơ, lượng DM thu nhận dao động 4,30- 5,55 kg/ngày. Mai Văn Sánh và cs. (2008) cho biết khi nuôi trâu tơ 18 tháng tuổi với các mức sử dụng rơm ủ ure thay thế 25%, 50%, 75% cỏ xanh trong khẩu phần có bổ sung bột sắn và bột lá sắn, lượng DM ăn vào từ 4,57 đến 4,68 kg/ngày.

Tác giả Nguyễn Công Định (2012) cho biết: Tổng DM thu nhận của trâu giai đoạn 13-18 tháng tuổi khi cho ăn các khẩu phần có mức dinh dưỡng cao từ 100- 120% so với tiêu chuẩn của Kearn (1982) dao động từ 5,06 - 6,20kg/ngày. Theo kết quả nghiên cứu của tác giả Nguyễn Công Định và cs (2021), khi bổ sung các mức thức ăn tinh cho trâu Bảo Yên giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi, tổng lượng DM thu nhận từ 5,15 - 5,69 kg/con/ngày. Kết quả trong nghiên cứu này về tổng DM thu nhận tương đương với kết quả nghiên cứu của các tác giả công bố nêu trên.

Lượng DM thu nhận/100kg KLCT ở 3 NT dao động từ 2,52- 2,61kg/100kg KLCT. Kết quả này tương đương với kết quả nghiên cứu của một số tác giả đã nghiên cứu trước đây: Tác giả Đào Lan Nhi (2002), nghiên cứu bổ sung hỗn hợp bột sắn và bột lá sắn (theo tỷ lệ 1/1) cho trâu cho biết: Lượng DM thu nhận trung bình là 2,67 - 2,94 kg DM/100kg KLCT. Tác giả

Trịnh Văn Trung và cs. (2007) cho biết: Lượng DM thu nhận/100kg KLCT là 2,29 - 2,81 kg. Theo kết quả nghiên cứu của tác giả Nguyễn Công Định (2012) lượng DM thu nhận/100kg KLCT của trâu giai đoạn 13-18 tháng tuổi là 2,45 - 2,69 kg. Theo tác giả Nguyễn Công Định và cs. (2021) công bố: Lượng DM thu nhận là 2,49 - 2,61 kg DM/100kg KLCT, khi nghiên cứu trên trâu Bảo Yên cùng giai đoạn.

Tương tự, tổng lượng protein thô thu nhận ở các nghiệm thức: NT2, NT1 và NTĐC lần lượt là: 600,7; 568,7 và 547,3 g/ngày. Tổng lượng CP thu nhận ở NT2 cao nhất (600,7g/ngày), thấp nhất là NTĐC (547,3 g/ngày). Ở Sự sai khác về tổng lượng CP tiêu thụ giữa NT2 với NTĐC có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Kết quả ở nghiên cứu này về tổng CP tiêu thụ tương đương so với tác giả Trịnh Văn Trung và cs. (2007) khi bổ sung các mức bột lá sắn trong khẩu phần, tổng lượng CP thu nhận dao động 369,3 - 710,4g/ngày và tác giả Nguyễn Công Định và cs. (2021), công bố: Tổng lượng CP thu nhận hàng ngày của trâu biến động từ 446,19 - 573,56 g/ngày.

Lượng CP thu nhận/100kg KLCT hàng ngày của trâu ở giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi dao động từ 265,7 – 275,1g/100kg KLCT, cao nhất là ở NT2 (275,1g), tiếp đến là NT1 (268,2g) và thấp nhất là NTĐC (265,7g).

Kết quả trong nghiên cứu này tương đương so với kết quả tác giả Nguyễn Công Định (2021), công bố: Lượng CP thu nhận hàng ngày từ 215,84 - 262,73 g/100kg KLCT/ngày.

Khi nuôi trâu thí nghiệm với các mức ăn khác nhau cho thấy: Tổng giá trị năng lượng trao đổi thu nhận ở các nghiệm thức dao động trong khoảng 48,4 – 53,1MJ/con/ngày. Chỉ tiêu này tăng dần theo từng nghiệm thức, thấp nhất ở NTĐC (48,4MJ/ngày), tiếp đến là NT1 (50,2 MJ/ngày) và cao nhất ở NT2 (53,1 MJ/ngày). Sự sai khác về tổng giá trị ME giữa NT2 với NTĐC là

rất rõ rệt ($P < 0,05$). Kết quả nghiên cứu của tác giả Nguyễn Công Định (2012) cho biết: Tổng giá trị năng lượng trao đổi thu nhận của trâu ở giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi với mức dinh dưỡng cao dao động từ 50,27 - 60,67 MJ/ngày. Nguyễn Công Định và cs. (2021) nghiên cứu bổ sung các mức thức ăn tinh trong khẩu phần cho trâu Bảo Yên ở giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi cho biết: Tổng ME thu nhận hàng ngày dao động từ 49,94 - 56,04 MJ/ngày. Kết quả ở nghiên cứu này tương đương với kết quả của tác giả.

Kết quả nghiên cứu về thu nhận ME/100 kg KLCT hàng ngày của trâu ở 3 NT dao động từ 23,4– 24,3 MJ/100kg KLCT, thấp nhất ở NTĐC (23,4MJ/100kg KLCT), tiếp đến là NT1 (23,6 MJ/100kg KLCT) và cao nhất là ở NT2 (24,3 MJ/100kg KLCT).

Tác giả Nguyễn Công Định (2012) công bố: Giá trị năng lượng trao đổi thu nhận hàng ngày của trâu là từ 24,34 - 26,35 MJ/100kg KLCT, kết quả của nghiên cứu này về chỉ tiêu nêu trên tương đương với tác giả.

Nguyễn Công Định và cs. (2021) cho biết: Nuôi trâu Bảo Yên giai đoạn 13-18 tháng tuổi có bổ sung thức ăn tinh trong khẩu phần, lượng thu nhận ME/100kg KLCT là 24,16 - 25,67MJ. Kết quả của nghiên cứu này cũng tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Như vậy, việc tăng dần mức ăn khác nhau trong khẩu phần ăn của trâu thí nghiệm đã làm tăng tổng lượng thu nhận DM; ME và CP, tăng lượng thu nhận DM; ME và CP/100 kg KLCT theo từng nghiệm thức. Các chỉ tiêu nghiên cứu này thường thấp nhất ở NTĐC và cao nhất ở NT2.

3.5.2.2. Ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần ăn đến tăng khối lượng của trâu

Kết quả theo dõi tăng khối lượng của trâu thí nghiệm giai đoạn 13 -18 tháng tuổi được nuôi dưỡng với 3 mức ăn khác nhau trong khẩu phần ăn được trình bày ở bảng 3.24.

Bảng 3.24. Tăng khối lượng của trâu giai đoạn 13 -18 tháng tuổi

Chỉ tiêu	ĐVT	Nghiệm thức					
		NTĐC (100%)		NT1 (105%)		NT2 (110%)	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
KL 13 TT	kg	166,7 ^b	3,55	177,4 ^{ab}	2,40	182,5 ^a	4,61
KL 18 TT	kg	230,3 ^b	3,90	255,5 ^a	2,87	264,6 ^a	5,21
Tổng TKL	kg	63,5 ^b	0,61	78,1 ^a	0,52	82,1 ^a	3,24
TKLTB/con/ngày	g	352,8 ^b	3,40	434,0 ^a	2,86	456,3 ^a	18,0

**Ghi chú: 100%; 105%; 110% là các mức ăn trong khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearl (1982); Các số trung bình mang chữ cái a,b khác nhau trong một hàng ngang thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)*

Kết quả ở bảng cho thấy: Lúc 13 tháng tuổi, khối lượng trung bình giao động từ 166,75 - 182,50 kg (khối lượng trâu cao nhất ở NT2 là 182,50 kg và thấp nhất ở NTĐC là 166,75kg). Lúc kết thúc thí nghiệm 18 tháng tuổi, trâu ở NT2 có khối lượng tăng cao nhất đạt 264,63 kg, tiếp đến NT1 là 255,50 và thấp nhất ở NTĐC là 230,25 kg. Sự chênh lệch về khối lượng lúc kết thúc thí nghiệm (18 tháng tuổi) giữa NT2, NT1 với NTĐC là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Khối lượng trung bình của trâu lúc 18 tháng tuổi ở NT1 và NT2 cao hơn so với NTĐC lần lượt là 25,25 và 34,38 kg/con, tương đương 10,96 và 14,93%.

Ở giai đoạn 13-18 tháng tuổi, trâu có khối lượng tăng cao nhất ở NT2 (456,25g/ngày), thấp nhất ở NTĐC (352,78g/ngày) và ở NT1 là 434,03g/ngày. Sự sai khác giữa NTĐC so với NT1 và NT2 là rõ rệt ($P < 0,05$).

Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với nghiên cứu của Đào Lan Nhi (2003) khi nuôi vỗ béo trâu tơ 18 tháng tuổi trên khẩu phần cơ sở là rơm và cây ngô tươi chưa thu bắp. Khi trâu thí nghiệm được bổ sung hàng ngày 0,8; 1,6; 2,4 và 3,2 kg hỗn hợp bột sắn và bột lá sắn (theo tỷ lệ 1/1), khối lượng

tăng dần theo các mức bổ sung đạt từ 285 - 600 g/ngày. Trịnh Văn Trung và cs. (2006) nuôi trâu tơ với khẩu phần ăn ở các mức bổ sung bột sắn và bột lá sắn khác nhau cho kết quả tăng khối lượng đạt 342 - 578 g/ngày.

Theo Mai Văn Sánh và cs. (2008) khi trâu ở các nhóm thí nghiệm được ăn lượng thức ăn tinh như nhau gồm: 1 kg bột sắn, 1 kg bột lá sắn và 0,5 kg rỉ mật, cỏ voi được thay thế bằng rơm có xử lý ure trong khẩu phần theo các mức 0,25, 50 và 75%, tăng khối lượng từ 488 - 544g/con/ngày. Nguyễn Kiêm Chiến (2010), sử dụng khẩu phần ăn có bổ sung bột sắn, bột lá sắn vỗ béo trâu 18-24 tháng tuổi cho kết quả tăng khối lượng từ 513,9-527,8 g/ngày.

Phạm Văn Giới và cs. (2018) khi khảo sát đàn trâu nội tại huyện Thạch Thất, thành phố Hà Nội cho biết: Tăng khối lượng ở giai đoạn sơ sinh - 6 tháng tuổi đạt cao nhất là 404,20 g/con/ngày ở con cái và 467,60 g/con/ngày ở con đực. Tính chung cho cả giai đoạn từ sơ sinh - 24 tháng tuổi đạt 208,60g/con/ngày ở con cái và 239,50 g/con/ngày ở con đực. Kết quả nghiên cứu này về tốc độ sinh trưởng ở các NT1, NT2 và NTĐC cao hơn rõ rệt so với nghiên cứu của tác giả. Sở dĩ đàn trâu nuôi trong dân có tốc độ sinh trưởng thấp như vậy, có thể là do khẩu phần ăn thiếu hụt hoặc mất cân đối về dinh dưỡng khi nuôi tại nông hộ.

Nguyễn Công Định và cs. (2019) công bố: Nghé sinh ra từ bố mẹ to ở giai đoạn 12-24 tháng tuổi tốc độ sinh trưởng trung bình của nghé có bố, mẹ to đạt 317,75g/con/ngày, của nghé đại trà là 277,71 g/con/ngày. Kết quả ở nghiên cứu này về khả năng tăng khối lượng của trâu cao hơn so với cả nghé thí nghiệm và nghé đại trà cùng giai đoạn tuổi trong nghiên cứu của tác giả.

Tác giả Nguyễn Công Định và cs. (2021) nghiên cứu bổ sung thức ăn tinh vào khẩu phần nuôi trâu Bảo Yên ở giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi nuôi thương phẩm, cho kết quả tăng khối lượng đạt từ 400,67 - 498,44 g/con/ngày. Kết quả này tương đương với mức ăn trong khẩu phần ăn từ 105 - 110% so với tiêu chuẩn Kearnl, (1982) trong nghiên cứu này.

Có thể do truyền thống nuôi trâu của người dân là chăn thả tự do, thức ăn chủ yếu là cỏ tự nhiên và các phụ phẩm nông nghiệp giàu xơ, không đáp ứng đủ nhu cầu dinh dưỡng của trâu, do vậy trâu chậm lớn, tăng khối lượng thấp. Khi sử dụng khẩu phần thí nghiệm có mức dinh dưỡng cao hơn, đặc biệt ở các nghiệm thức thí nghiệm có mức năng lượng trao đổi, mức protein cao hơn so với tiêu chuẩn ăn của Kearn (1982), tăng khối lượng của trâu cao hơn rõ rệt.

3.5.2.3. Tiêu tốn thức ăn nuôi trâu giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi

Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của các mức ăn khác nhau trong khẩu phần ăn đến tiêu tốn thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng của trâu ở giai đoạn 13-18 tháng tuổi các nghiệm thức được trình bày ở bảng 3.25.

Kết quả ở bảng 3.25 cho thấy: Tổng lượng vật chất khô, năng lượng trao đổi và protein tiêu thụ của trâu tăng dần theo mức ăn khác nhau trong khẩu phần. Cao nhất ở NT2 với tổng lượng DMI là 1052,0 kg, tổng MEI là 9763,9 MJ và tổng CPI là 110,5 kg. Tiếp đến là NT1, tổng DMI là 995,6 kg, tổng MEI là 9241,0 MJ và tổng CPI là 104,6 kg. Thấp nhất ở NTĐC tổng DMI là 958,7 kg, tổng MEI là 8894,2 MJ và tổng CPI là 100,7 kg.

Các chỉ tiêu về tiêu tốn DMI, MEI và CPI/kg tăng khối lượng của trâu thấp nhất ở NT1 và cao nhất ở NTĐC. Điều này cho thấy, khi sử dụng khẩu phần có mức ăn trong khẩu phần cao hơn 105% so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng giai đoạn 13 -18 tháng tuổi của Kearn (1982), hiệu quả sử dụng thức ăn của trâu là cao hơn. Cụ thể: Mức tiêu tốn DMI/kg tăng khối lượng dao động từ 13,5 – 16,0 kg, mức tiêu tốn DMI thấp nhất ở NT1 (13,5 kg/kg TKL), tiêu tốn cao nhất ở NTĐC (16,0 kg/kg TKL).

Mức tiêu tốn ME/1kg tăng khối lượng ở 3 NT(NTĐC, NT1 và NT2) tương ứng là 148,5; 125,1 và 125,8 MJ. Giữa 3 NT có sự chênh lệch về giá trị tuyệt đối nhưng không sự sai khác có ý nghĩa thống kê. Tương tự, tiêu tốn

CP/1kg tăng khối lượng ở 3 NT (NTĐC, NT1 và NT2) tương ứng là: 1,67; 1,41 và 1,42 kg. Trong đó tiêu tốn CPI/kg TKL thấp nhất ở NT1.

Bảng 3.25. Tiêu tốn thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng của trâu thí nghiệm giai đoạn 13 -18 tháng tuổi

Chỉ tiêu	ĐVT	NTĐC		NT1		NT2	
		(100%)		(105%)		(110%)	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
DMI	Kg	958,7	5,71	995,6	5,55	1052,0	6,12
MEI	MJ	8894,2	52,4	9241,0	39,1	9763,9	43,5
CPI	Kg	100,7	0,48	104,6	0,34	110,5	0,37
TKL	Kg	63,5 ^b	0,61	78,1 ^a	0,52	82,3 ^a	2,34
DMI/kgTKL	Kg	16,0	2,16	13,5	1,78	13,6	1,58
MEI/kgTKL	MJ	148,5	18,2	125,1	15,5	125,8	13,6
CPI/kg TKL	Kg	1,67	0,19	1,41	0,16	1,42	0,14

*Ghi chú: 100%; 105%; 110% là các mức ăn trong khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearl (1982): DMI; vật chất khô ăn vào; MEI: Năng lượng trao đổi ăn vào; CPI: Protein thô ăn vào; TKL: Tăng khối lượng. Các số trung bình mang các chữ cái a,b khác nhau trong một hàng ngang thì có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Theo tác giả Mai Van Sanh và cs. (2006), khi nuôi bằng trâu sinh trưởng với khẩu phần có thay thế cỏ xanh bằng rơm ủ urea các mức từ 0-75% là 8,43-9,59 kgDM/1kg tăng khối lượng. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cao hơn so với công bố của tác giả.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi về tiêu tốn DM/1kg tăng KLCT tương đương với công bố của một số tác giả: Theo tác giả Đào Lan Nhi và cs. (2003), khi bổ sung bột sắn và lá sắn chế biến vào khẩu phần vỗ béo trâu tơ, mức tiêu tốn DM dao động trong khoảng 10,6 - 19,2 kg/kg tăng khối lượng. Ở kết quả nghiên cứu khác, tác giả Đào Lan Nhi (2002) cũng cho biết: Nuôi trâu

ở giai đoạn 18-20 tháng tuổi bằng khẩu phần với mức năng lượng trao đổi là 80; 100 và 120%, mức năng lượng được dựa theo tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearl (1982), tiêu tốn DM cho 1kg tăng khối lượng của trâu tương ứng là 13,21; 11,36 và 11,8kg.

Theo tác giả Wanapat và Wachirapakorn (1990), khi bổ sung thức ăn tinh vào khẩu phần ăn của trâu từ 18-24 tháng tuổi, tiêu tốn DM cho 1kg tăng khối lượng từ 10,5 đến 19,8kg. Kết quả trong nghiên cứu này nằm trong khoảng kết quả nghiên cứu của tác giả công bố.

Nguyễn Công Định (2012) cho biết: Tiêu tốn DM cho 1 kg tăng khối lượng của trâu ở giai đoạn 13-18 tháng tuổi là 10,89 - 10,96 kgDM, kết quả này cao hơn.

Ranjhan và Mudgal (1978) (trích dẫn theo Nguyễn Xuân Trạch và cs., 2005) cho biết: Trâu có khối lượng 100- 500 kg cần 10-15,5 Kcal ME tương đương 0,04-0,06 MJ/g tăng khối lượng, trong đó mức 10 Kcal ME/g tăng khối lượng áp dụng cho trâu có khối lượng 100 -250kg, khi khối lượng tăng lên thêm 50 kg thì nhu cầu tăng thêm 1Kcal/g tăng khối lượng.

Kết quả trong nghiên cứu này về mức tiêu tốn ME/kg tăng khối lượng cao hơn với kết quả nghiên cứu của một số tác giả nghiên cứu trước: Trịnh Văn Trung và cs. (2007) cho biết: Tiêu tốn ME/1kg tăng khối lượng của trâu dao động từ 99,6-127,1 MJ; Mai Van Sanh và cs. (2006) tiêu tốn ME/1kg tăng khối lượng của trâu là 81,99- 91,82 MJ. Kết quả của tác giả Nguyễn Kiêm Chiến (2010) là 84,88 - 97,80MJ/1kg tăng khối lượng.

Tác giả Đoàn Đức Vũ (2018) cho biết: Mức dinh dưỡng để vỗ béo bò hiệu quả nhất ở giai đoạn từ 18 tháng tuổi thì tiêu tốn cho 1 kg tăng khối lượng là 8,8 kg DM, 1282g CP và 21,3 Mcal ME (tương đương 89,17MJ). Trong nghiên cứu này, mức tiêu tốn các chỉ tiêu: DM, ME và CP cho 1kg tăng khối lượng của trâu ở giai đoạn 13 -18 tháng tuổi cao hơn so với của tác giả nghiên cứu trên bò lai vỗ béo.

Nguyễn Công Định (2012) cho biết: Mức tiêu tốn ME/1kg tăng khối lượng khi vỗ béo trâu ngố từ 13 -18 tháng tuổi dao động từ 118,2 - 136,8MJ. Kết quả của chúng tôi tương đương với của tác giả.

Theo Nguyễn Công Định (2021), để tăng 1 kg khối lượng của trâu ở giai đoạn 13 -18 tháng tuổi, tiêu tốn 11,43 - 12,85kg DM và 112,53 - 124,64 MJ. Kết quả trong nghiên cứu này về các chỉ tiêu này cao hơn so với kết quả nghiên cứu của tác giả.

Với kết quả trong nghiên cứu này cho thấy: mức tiêu tốn DMI, MEI và CPI/1 kg tăng khối lượng ở NT1 luôn thấp hơn NT2 và NTĐC tương ứng: 0,08–2,53 kg DMI; 0,71–23,4 MJ MEI và 7,91–263,8g CPI. Chúng tôi cho rằng với mức ăn tăng 105% trong khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn của Kearl (1982) thích hợp nuôi trâu giai đoạn 13 -18 tháng tuổi.

3.5.2.4. Chi phí nuôi trâu ở giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi trong khẩu phần có các mức ăn khác nhau

Để đánh giá hiệu quả nuôi trâu bằng khẩu phần ăn với 3 mức ăn khác nhau và xác định được mức ăn thích hợp, cho hiệu quả kinh tế cao nhất, chúng tôi đã tiến hành hạch toán sơ bộ chi phí thức ăn nuôi trâu nuôi sinh trưởng ở giai đoạn từ 13 -18 tháng tuổi ở 3 nghiệm thức thí nghiệm. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 3.26.

Kết quả ghi ở bảng cho thấy: Tổng chi phí thức ăn (thức ăn xanh và thức ăn tinh hỗn hợp) nuôi trâu giai đoạn từ 13 - 18 tháng tuổi ở 3 nghiệm thức dao động từ 4,9 triệu đồng đến 5,5 triệu đồng/con. Chi phí thức ăn nuôi trâu cao nhất ở NT2, tiếp đến là NT1 và thấp nhất ở NTĐC (Các chi phí khác trong suốt thời gian nuôi dưỡng như: vaccin, thuốc thú y, điện nước, công nuôi dưỡng... đều được chi phí như nhau ở cả 3 NT).

Bảng 3.26. Chi phí thức ăn nuôi trâu ở giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi

Chỉ tiêu	Đơn vị	NTĐC (100%)	NT1 (105%)	NT2 (110%)
Tổng thức ăn tinh/con	kg	667	693	749
Chi phí thức ăn tinh	đ	3.468.400	3.603.600	3.894.800
Tổng thức ăn xanh/con	kg	5007	5205	5625
Chi phí thức ăn thô xanh	đ	1.502.145	1.561.461	1.687.478
Tổng chi phí (tinh + xanh)	đ	4.970.545	5.165.061	5.582.278
Tổng TKL/con	kg	63,5	78,1	82,1
Chi phí thức ăn/1kg TKL	đ	78.276	66.133	67.993

**Ghi chú: 100%; 105%; 110% là mức ăn khác nhau của khẩu phần so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982). Các chi phí khác như: vaccin, thuốc thú y, điện nước, công nuôi dưỡng ... đều như nhau. Giá 1kg thức ăn tinh tổng hợp là 5200đ, giá 1kg thức ăn thô xanh là 300 đ.*

Giá thành chi phí thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng giai đoạn 13 -18 tháng tuổi của trâu thấp nhất ở NT1 (66.133đ/kg), tiếp đến ở NT2 (67.993đ/kg) và cao nhất ở NTĐC (78.276đ/kg). Như vậy, khi sử dụng khẩu phần có mức dinh dưỡng 105% so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982), chi phí thức ăn cho 1 kg tăng khối lượng giảm 1.860 đồng/kg tăng khối lượng so với mức dinh dưỡng 110% và 12.143đ/kg tăng khối lượng so với mức ăn 100%.

Kết quả cho thấy ở mức ăn 105 -110% trong khẩu phần so với tiêu chuẩn của Kearn (1982) cho trâu nuôi giai đoạn 13 -18 tháng tuổi đã làm tăng khối lượng trâu rõ rệt từ 78,1- 82,1 kg/con so với 63,5kg, tăng sản phẩm thịt trâu hơi 14,6-18,6kg. Như vậy sẽ làm giảm thời gian nuôi dưỡng và tăng thu nhập cho người nuôi trâu. Do đó, khẩu phần có mức ăn tăng 105% thích hợp nhất cho trâu sinh trưởng giai đoạn 13-18 tháng tuổi so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982).

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

1. Thành phần dinh dưỡng của 11 loại thức ăn phổ biến nuôi trâu gồm: 5 loại thức ăn thô xanh (cỏ VA06; cỏ Voi; cỏ *P. Hamill*; cỏ *Decumbens*; cỏ *Ruzi*), 3 loại thức ăn thô khô (cỏ *Ruzi* khô; cỏ *Decumbens* khô và rom khô) và 3 loại thức ăn tinh (bột ngô; thóc nghiền và cám gạo) đảm bảo đủ điều kiện để phối hợp khẩu phần ăn cho trâu ở Việt Nam.

2. Sử dụng phương pháp tiêu hóa *in vitro* gas production đã xác định được tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của nhóm thức ăn thô xanh lần lượt là 54,54 - 56,58% và 6,05 - 6,89 MJ/kg DM; của nhóm thức ăn thô khô là 42,40 - 47,02% và 5,60 - 6,44 MJ/kg DM và của nhóm thức ăn tinh là 57,51 - 64,18% và 8,25 - 9,58 MJ/kg DM.

3. Sử dụng phương pháp tiêu hóa *in vivo* đã xác định được tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của 11 loại thức ăn nuôi trâu, trong đó tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi của nhóm thức ăn thô xanh lần lượt là 59,41 - 67,08% và 7,76 - 8,44 MJ/kg DM, của nhóm thức ăn thô khô là 52,41 - 61,39% và 7,28 - 7,87 MJ/kg DM và của nhóm thức ăn tinh là 73,26 - 80,05% và 9,19 - 11,63 MJ/kg DM.

4. Xây dựng được 6 phương trình hồi quy tuyến tính về tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ và giá trị năng lượng trao đổi giữa 2 phương pháp tiêu hoá *in vivo* và tiêu hoá *in vitro*. Các phương trình đều có hệ số xác định cao và hệ số tương quan chặt chẽ, mức độ tin cậy (P) đạt từ 99,70 - 99,99%.

5. Sử dụng khẩu phần ăn có mức dinh dưỡng bằng 105-110% so với tiêu chuẩn ăn của Kearn (1982) để nuôi trâu sinh trưởng ở giai đoạn 7-18 tháng tuổi đã tăng khối lượng cơ thể (167,7 – 176,1kg) so với 141,4 (mức ăn 100%). Giá thành bình quân là 58.949 – 60.393 đồng/kg TKL, giảm so với mức ăn 100% là 6.833 – 8.277đ/kg tăng khối lượng (67.226đ/kg TKL). Giảm tiêu tốn

thức ăn, tăng hiệu quả kinh tế so với khẩu phần 100%, trong đó mức ăn 105% là thích hợp nhất.

4.2. Đề nghị

Sử dụng phương pháp tiêu hóa *in vitro* gas production để xác định lệ tiêu hóa chất hữu cơ và giá trị năng lượng.

Áp dụng khẩu phần ăn có mức ăn 105% so với tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng của Kearn (1982) vào thực tiễn sản xuất để nuôi trâu sinh trưởng ở giai đoạn 7-18 tháng tuổi.

Tiếp tục nghiên cứu tiêu hoá *in vivo* trên trâu, tiêu hóa *in vitro* gasproduction với dung lượng mẫu lớn hơn để tiếp tục nghiên cứu xây dựng các phương trình hồi qui tuyến tính giữa 2 phương pháp nhằm khẳng định kết quả chính xác làm căn cứ khuyến nghị áp dụng trong thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. Tài liệu Tiếng Việt

- Agabayli A.A . 1977. Nuôi trâu. Nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội, trang 38-54, 270-273,279.
- Nguyễn Xuân Bả, Lê Đức Ngoan, Vũ Chí Cương. 2004. Giá trị dinh dưỡng của lá râm bụt ỏ chua và ảnh hưởng của các mức bổ sung lá dâm bụt đến lượng ăn vào, tỷ lệ tiêu hoá, tích lũy nitơ ở cừu sinh trưởng. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn, tập 11, số 48, tr. 1513-1516.
- Đinh văn Cải và Phùng Thị Lâm Dung. 2005. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của một số loại thức ăn cho trâu bò khu vực miền Đông Nam Bộ. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, số 65, tập 15, tháng 8/2005, trang 28-30.
- Nguyễn Kiêm Chiến. 2010. Khảo sát nguồn phụ phẩm nông nghiệp và nghiên cứu khẩu phần vỗ béo trâu giai đoạn 18 - 24 tháng tuổi tại Vân Hoà, Ba Vì, Hà Nội, Luận văn Thạc sĩ Nông nghiệp, Hà Nội.
- Nguyễn Đức Chuyên. 2004. Đánh giá thực trạng và nghiên cứu một số biện pháp kỹ thuật nhằm nâng cao khả năng sinh trưởng của đàn trâu nuôi tại huyện Định Hoá, tỉnh Thái Nguyên. Luận văn thạc sỹ khoa học nông nghiệp.
- Nguyễn Đức Chuyên. 2015. Xác định giá trị năng lượng của một số loại thức ăn phổ biến cho bò. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Hà Nội.
- Vũ Chí Cương, Đặng Vũ Hoà, Nguyễn Thành Trung, Đoàn Thị Khang, Graeme Mc Crabb. 2004a. Nghiên cứu xác định thành phần hoá học và giá trị dinh dưỡng của rỉ mật. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn, số 1, tr. 45-48.
- Vũ Chí Cương, Anton Baynen, Nguyễn Xuân Hoà, Phạm Hùng Cường, Paulo Salgado, Lưu Thị Thi. 2004b. Thành phần hoá học, tỷ lệ tiêu hoá và giá trị dinh dưỡng của một số loại thức ăn chủ yếu dùng cho bò. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn, số 8, tr. 1115-1119.

- Vũ Chí Cường, Phạm Kim Cường, Phạm Hùng Cường, Lưu Thị Thi. 2004d. Kết quả ước tính tỷ lệ tiêu hoá, và giá trị năng lượng của một số loại thức ăn dùng cho bò từ lượng khí sinh ra khi lên men *in vitro* gas production và thành phần hoá học. Trang: 1256-1259. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn. Số: 9-2004.
- Vũ Chí Cường. 2014. Một số vấn đề mới về dinh dưỡng gia súc nhai lại. Sách khoa học. Nhà xuất bản Dân trí, Hà Nội, tr. 111-112.
- Vũ Chí Cường, Đinh Văn Mười, Phạm Kim Cường, Lưu Thị Thi, Cấn Thị Thanh Huyền và Nguyễn Viết Đôn. 2016a. Kết quả xây dựng phương trình hồi quy ước tính ME của thức ăn cho gia súc nhai lại từ các số liệu về lượng khí sinh ra sau 24 giờ và thành phần hóa học. Tạp chí Khoa học Công nghệ chăn nuôi, S. 60, tr. 14-27.
- Vũ Chí Cường, Đinh Văn Mười, Phạm Kim Cường, Lưu Thị Thi, Nguyễn Viết Đôn và Nguyễn Văn Hùng. 2016b. Phương trình hồi quy ước tính tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của thức ăn cho gia súc nhai lại từ các số liệu về lượng khí sinh ra sau 24 giờ và thành phần hóa học. Tạp chí Khoa học Công nghệ chăn nuôi, S. 62, tr. 39-54.
- Nguyễn Xuân Cự, Nguyễn Xuân Huân, Nguyễn Văn Đại, Nguyễn Đức Chuyên, Nguyễn Thị Lan, Vũ Đình Ngoan và Nguyễn Thị Quyên. 2019. Xác định thời gian thu cắt, phương pháp và thời gian bảo quản thích hợp đối với cỏ VA06 ủ chua. Tạp chí khoa học công nghệ chăn nuôi, số 95, tháng 1/2019, tr 43-51.
- Nguyễn Văn Đại. 2021. Tầm vóc trâu Việt Nam đang dần được cải thiện. Tạp chí Khoa học Kỹ Thuật Chăn nuôi. Số 262, tháng 1/2021, trang 90-95.
- Nguyễn Công Định, Mai Văn Sánh và Trịnh Văn Trung. 2007. Khả năng tăng trọng và cho thịt của trâu tơ nuôi vỗ béo bằng cám gạo, bột sắn, bột lá sắn và rỉ mật. Tạp chí Khoa học Công nghệ chăn nuôi, số 4, tr. 35 -42.

- Nguyễn Công Định. 2012. Ảnh hưởng của khối lượng bố, mẹ và nuôi thâm canh đến khối lượng, sinh trưởng và sản xuất thịt của trâu. Luận án tiến sĩ Nông nghiệp. Viện Chăn Nuôi. Hà Nội.
- Nguyễn Công Định, Ngô Thị Kim Cúc và Hoàng trung thông. 2019. Ảnh hưởng của khối lượng trâu bố, mẹ đến khả năng sinh trưởng của đàn nghé sinh ra tại tỉnh Thanh Hóa. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi - Số 102. Tháng 8/2019, trang 40-52
- Nguyễn Công Định, Đặng Vũ Hoà, Phạm Hải Ninh, Nguyễn Khắc Khánh, Phạm Đức Hồng, Nguyễn Quyết Thắng và Trần Trung Thông. 2021. Ảnh hưởng của các mức bổ sung thức ăn tinh đến khả năng tăng khối lượng của trâu Bảo Yên nuôi thương phẩm giai đoạn 13 -24 tháng tuổi. Tạp chí Khoa học công nghệ chăn nuôi. Số 119, tháng 1/2021, trang 45-56.
- Nguyễn Văn Đức. 2021. Mừng xuân Tân Sửu nói chuyện về con trâu Việt Nam. Tạp chí Khoa học Kỹ Thuật Chăn nuôi. Số 262, tháng 1/2021, trang 83-90
- Khổng Văn Đĩnh và Phí Như Liễu. 1987. Xác định nhu cầu dinh dưỡng của nghé Murrah bằng phương pháp hồi quy. Khoa học kỹ thuật nông nghiệp, số (297), Hà Nội. tr.125-130
- Phùng Thế Hải, Đào Văn Lập, Lê Bá Quế, Lương Anh Dũng, Phạm Vũ Tuân, Lê Thị Loan, Nguyễn Thị Thu Hòa, Phan Văn Hải, Phạm Văn Tuân và Phạm Kim Cương. 2019. Ảnh hưởng của các mức năng lượng trao đổi và protein thô khác nhau trong khẩu phần đến số lượng, chất lượng tinh dịch bò đực giống Brahman nuôi tại trạm nghiên cứu và sản xuất tinh đông lạnh Moncada. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi - Số 104. Tháng 10/2019, trang 49-58
- Trần Hiệp và Chu mạnh Thắng. 2019. Ảnh hưởng của các mức bổ sung dầu bông và tanin từ bột chè xanh đến lượng thu nhận, tỷ lệ tiêu hóa và phát thải khí mêtan của bò giai đoạn nuôi cạn sữa. Tạp chí khoa học công nghệ chăn nuôi. Số 105, tháng 11/2019, tr 48 - 57.

- Lại Quốc Khánh và Nguyễn Văn Thu. 2019. Ảnh hưởng của mức bổ sung bột bắp đến sinh khí nhà kính và tỷ lệ tiêu hoá ở *in vitro*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi - Số 101. Tháng 7/2019 trang 46-57.
- Lê Đình Khả. 2018. Xác định nhu cầu năng lượng cho duy trì và tăng trọng của bò lai nuôi thịt tại Việt Nam. Luận án tiến sỹ Nông nghiệp. Viện Chăn nuôi.
- Nguyễn Ngọc Kiên, Lê Việt Phương, Bùi Quang Tuấn và Nguyễn Thị Tuyết Lê. 2018. Nghiên cứu mức năng lượng và protein trong khẩu phần ăn hỗn hợp hoàn chỉnh (TMR) cho nhóm bò lai F1 (BBB x Lai Sind) giai đoạn 13 - 18 tháng tuổi. Tạp chí khoa học công nghệ chăn nuôi, số 85 tháng 3/2018 , tr 75-84.
- Lã Văn Kính. 2003. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn gia súc Việt Nam. Nhà XBNN TP Hồ Chí Minh. 123trang.
- Đình Văn Mười. 2012. Tỷ lệ tiêu hóa, giá trị dinh dưỡng và phương trình ước tính tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ, giá trị năng lượng trao đổi của thức ăn cho gia súc nhai lại, Luận án Tiến sỹ Nông nghiệp, Viện Chăn nuôi.
- Khuong văn Nam, Đặng Thuý Nhung, Nguyễn Xuân Cự, Nguyễn Văn Đại, Nguyễn Thị Lan, Bùi Việt Phong, Phạm Kim Cương, Nguyễn Thiện Trường Giang, Vũ Minh Tuấn và Tống Văn Giang. 2018. Xác định thời gian thu cắt để chế biến cỏ khô và thời gian bảo quản thích hợp đối với hai giống cỏ *Brachiaria ruziziensis* và *Bracharia Decumbens*. Tạp chí khoa học công nghệ chăn nuôi, số 88, tháng 6/2018 , tr 65-72.
- Lê Đức Ngoan. 2014. Giáo trình dinh dưỡng vật nuôi. Nhà xuất bản Đại học Huế, trang 124 -125.
- Đào Lan Nhi, Mai Văn Sánh, Tiến Hồng Phúc và Trịnh Văn Trung. 1999. Nghiên cứu ảnh hưởng của khẩu phần đến tỷ lệ tiêu hóa, cân bằng nitơ trên trâu 18 - 24 tháng tuổi và khả năng vỗ béo chúng từ nguồn thức ăn

- săn có, Tuyển tập báo cáo khoa học chăn nuôi thú y 1998-1999, Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn, Hà Nội 1999, tr.40-53.
- Đào Lan Nhi. 2002. Nghiên cứu nuôi vỗ béo trâu 18-24 tháng tuổi bằng nguồn thức ăn sẵn có nhằm tăng khả năng cho thịt. Luận án tiến sĩ Nông nghiệp, Viện Chăn Nuôi, Hà Nội.
- Đào Lan Nhi, Mai Văn Sánh, Tiến Hồng Phúc và Trịnh Văn Trung. 2003. Nghiên cứu bổ sung bột sắn và lá sắn chế biến trong khẩu phần cơ sở là cây ngô hoặc cỏ tự nhiên với rơm để vỗ béo trâu tơ. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn.
- Paul Pozy, Vũ Chí Cương, Armand Deswyen, Đặng Văn Quỳnh Châu, Denis Devos, Lê Văn Ban, Nguyễn Thị Tám, Đoàn Thị Khang, Nguyễn Thành Trung, Đinh Văn Tuyền. 2001. Giá trị dinh dưỡng của cỏ tự nhiên, cỏ voi, rơm làm thức ăn cho bò sữa tại các hộ gia đình vùng ngoại thành Hà Nội. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn, số 6, tr. 392-395.
- Paul Pozy, Dahareng D., Vu Chi Cuong. 2002. Nhu cầu dinh dưỡng của bò và giá trị dinh dưỡng của thức ăn. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
- Bùi Việt Phong, Nguyễn Thiện Trường Giang, Vũ Minh Tuấn, Khương Duy Nam, Phạm Kim Cương, Bùi Thị Hồng, Bùi Thị Thu Hiền, Hồ Thị Hiền, Đào Đức Kiên, Nguyễn Văn Đại, Nguyễn Thị Lan, Phí Như Liễu, Nguyễn Văn Tiến và Bùi Văn Linh. 2018. Xác định khả năng sử dụng của gia súc đối với cỏ hoà thảo khô đóng bánh ở các thời điểm bảo quản tại 3 miền Bắc, Trung, Nam. Kỷ yếu hội nghị khoa học và công nghệ chuyên ngành chăn nuôi, thú y giai đoạn 2013 -2018. Nhà xuất bản Thanh Niên - 2018, trang 192 -201.
- Phạm Văn Quyến, Kim Huỳnh Khiêm, Nguyễn Thị Thuỷ, Giang Vi Sal, Nguyễn Văn Tiến, Bùi Ngọc Hùng, Hoàng Thị Ngân và Huỳnh Văn Thảo. 2021. Khả năng sinh trưởng và phát triển giống cỏ Hamil và

- VA06 tại Trà Vinh. Tạp chí KHKT Chăn nuôi, số 265 - tháng 5 năm 2021. Trang 31-35.
- Ross Cockrill. 1982. Sinh học con trâu. NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội trang 28, 415,418.
- Mai Văn Sánh.1996. Khả năng sinh trưởng, sinh sản, cho sữa, thịt của trâu Murrah nuôi tại Sông Bé và kết quả lai tạo với trâu nội. Luận án PTS Nông nghiệp, tr. 125-131.
- Mai Văn Sánh. 2008. Sử dụng rơm ủ urê thay thế một phần cỏ xanh trong khẩu phần vỗ béo trâu tơ. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi, số 11, tháng4/2008.
- Tiêu chuẩn Việt Nam. 2007. TCVN 4326-2007, TCVN 4328-2007, TCVN 4321-2007, TCVN 4329-2007, TCVN 4327-2007
- Nguyễn Đức Thạc. 1983. Một số đặc điểm về sinh trưởng, cho thịt sữa của loại hình trâu to miền Bắc và khả năng cải tạo nó với trâu Murrah. Luận án PTS khoa họcNông nghiệp.
- NguyễnĐứcThạcvàNguyễnVănVực. 1985.Khả năngnuoitrâuMurrah ởViệtNam. Tuyển tập cáccôngtrìnhnghiêncứuchănnuôi, Viện Chăn Nuôi1969-1985, trang61-67.
- Nguyễn Văn Thường, Sumilin I. S., Nguyễn Nghi, Bùi Văn Chính, Đào Văn Huyền, Đặng Thị Tuân, Nguyễn Thanh Thủy, Bùi Thị Oanh, Nguyễn Ngọc Hà, Vũ Duy Giảng, Trần Quốc Việt. 1992.Sổ tay thành phần dinh dưỡng thức ăn gia súc Việt Nam năm 1992. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
- Nguyễn Văn Thường. 2000. Chúng ta suy nghĩ gì về con trâu. Chuyên san chăn nuôi gia súc ăn cỏ - Tạp chí khoa học kỹ thuật chăn nuôi, trang98-99.
- Nguyễn Xuân Trạch. 2003. Giáo trình sử dụng phụ phẩm nuôi gia súc nhai lại.Nxb Nông nghiệp, Hà Nội

- Nguyễn Xuân Trạch, Mai Thị Thom, Lê Văn Ban. 2005. Giáo trình chăn nuôi trâu bò. Trường Đại học nông nghiệp I - Hà Nội.
- Trần Văn Thắng, Nguyễn Hưng Quang, Mai Anh Khoa. 2016. Đánh giá năng suất, chất lượng và khả năng sử dụng một số giống cỏ trong chăn nuôi bò tại Sơn La. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi, Viện Chăn nuôi, số 62, tr. 88-100.
- Trần Văn Thắng, Nguyễn Hưng Quang, Trần Huê Viên và Bạch Cẩm Thị Xiêng. 2018. Ảnh Hưởng của bổ sung thức ăn ủ chua đến khả năng sinh trưởng của bò thịt. Tạp chí khoa học công nghệ chăn nuôi, số 85 tháng 3/2018, tr 65-74)
- Cù Thị Thiên Thu, Đặng Thái Hải và Bùi Quang Tuấn. 2020. Xây dựng công thức phối trộn khẩu phần hỗn hợp hoàn chỉnh (TMR) cho bò lai (đực BBB x cái Lai Sind) sinh trưởng giai đoạn 13 -18 tháng tuổi . Tạp chí KHKT Chăn nuôi, số 117 - tháng 11/2020. Trang 13-20.
- Nguyễn Văn Thu và Nguyễn Thị Kim Đông. 2017. Cải thiện sự tiêu hoá vật chất hữu cơ và sinh khí *in vitro* bằng bổ sung thân chuối, cỏ đậu lá lớn (*mucana pruriens*) và tấm gạo đối với chất nền là rơm và cỏ Lông Tây (*Brachiaria mutica*). Tạp chí KHCV Chăn nuôi, số 72 tháng 2 năm 2017. Trang 48-52.
- Nguyễn Văn Thu. 2020. Ảnh hưởng của bột ngô trong khẩu phần cỏ voi đến sự thải khí gây hiệu ứng nhà kính, tỷ lệ tiêu hoá và tích lũy đạm của bò thịt lai Sind. Tạp chí KHCV Chăn nuôi, số 117 tháng 11 năm 2020. Trang 35 -48.
- Nguyễn Thị Thủy, Phí Như Liễu và Nguyễn Văn Tiến. 2018. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng và mức phân bón đến năng suất, chất lượng cỏ *Panicum maximum* cv. Hamil. Tạp chí KHCV Chăn nuôi, số 88 tháng 6 năm 2018. Trang 37-46.
- Trịnh Văn Trung, Mai Văn Sán và Nguyễn Công Định. 2006. Ảnh hưởng của tỷ lệ tinh/thô trong khẩu phần đến tăng trọng và khả năng sử dụng thức ăn

của nghé 7 - 12 tháng tuổi. Báo cáo khoa học năm 2005 - phần nghiên cứu thức ăn và dinh dưỡng vật nuôi - Viện Chăn nuôi, tr. 1-7.

Trịnh Văn Trung, Mai Văn Sán và Nguyễn Công Định. 2007. Ảnh hưởng của các mức bổ sung bột lá sắn khác nhau trong khẩu phần đến lượng thức ăn thuần, tỷ lệ tiêu hoá và khả năng sinh trưởng của trâu từ 13-18 tháng tuổi. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi, Viện Chăn nuôi - Bộ Nông nghiệp và PTNN, số 9, tr. 26-33.

Nguyễn Bình Trường. 2019. Khảo sát hàm lượng xơ trung tính (Neutral Detergent Fiber - NDF) trong khẩu phần ăn của bò thịt tại tỉnh An Giang. Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi - Số 101. Tháng 7/2019 trang 57-68

Tổng cục thống kê. 2021. Số liệu thống kê đàn trâu năm 2020. Tháng 4/2021
Viện Chăn nuôi. 2001. Thành phần và giá trị dinh dưỡng thức ăn gia súc-gia cầm Việt Nam năm 2001. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

Đoàn Đức Vũ. 2018. Ảnh hưởng của mức năng lượng và protein trong khẩu phần đến hiệu quả vỗ béo bò thịt lai 3 máu. Tạp chí KH-CN Chăn nuôi. Số 93. Tháng 11/2018, trang 34-41.

II. Tiếng nước ngoài

Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat. 1999. Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle. Japan Livestock Industry Association, Tokyo, Japan, 1999.

Andrea Tamburrano, Barbara Tavazzi, Cinzia Anna Maria Callà, Angela Maria Amorini, Giacomo Lazzarino, Sara Vincenti, 2 Tiziana Zottola, Maria Concetta Campagna, Umberto Moscato, Patrizia Laurenti. 2019. Biochemical and nutritional characteristics of buffalo meat and potential implications on human health for a personalized nutrition. Italian Journal of Food Safety 2019; 8:831. P.174-179.

- Andrieu, J., Demarquilly, C and Sauvant, D., 1989. Tables of feeds used in France. In R. Jarrige, Ruminant Nutrition: Recommended allowances and feed tables, 1989, Pp: 213-294.
- ARC. Agricultural Research Council. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock, Technical Review, CAB, Farnham Royal
- Aumont, G., Caudron, I., Saminadin, G., Xande, A. 1995. Sources of variation in nutritive values of tropical forages from Caribbean. Anim. Feed. Sci. Technol. 51 (1), 1-13.
- Bayble, T., Solomon Melaku, N K Prasad. 2007. Effects of cutting dates on nutritive value of Napier (*Pennisetum purpureum*) grass planted sole and in association with Desmodium (*Desmodium intortum*) or Lablab (*Lablab purpureus*). Livestock Research For Rural Development 19 (1) 2007.
- Blummel M. and Orskov E.R. 1993. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Anim. Feed Sci. Technol., 40, pp.109-119.
- Brenda Keir, Nguyen Van Lai, T R Preston and E R Orskov. 1997. Nutritive value of leaves from tropical trees and shrubs: 1. *In vitro* gas production and *in sacco* rumen degradability. Livestock research for Rural Development, Vol:9, Number 4, 1997
- Burns J. C., Pond K. R. and Fisher D. S. 1994. Measurement of forage intake, In: (Ed: George C, Fahey, Jr) Forage Quality, Evaluation and Utilisation. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA, pp. 494-528.
- Calabro. S, Lopez. S, Piccolo. V, Dijkstra. J, Dhanoa. M.S and France. J. 2005. Comparative analysis of gas production profiles obtained with buffalo and sheep ruminal fluid as the source of inoculum. Anim. Feed Sci. Technol., 23:123 - 124.

- Chantalakhana C.. 2001. Water buffalo: Valuable asset of the poor but disappearing. Proceedings of the Regional Workshop on Water buffalo Development, Surin, Thailand. p. 155-186
- Cochran R. C. and Galyean M. L. 1994. Measurement of *in vivo* forage digestion by ruminants, In: (Ed: George C, Fahey, Jr) Forage Quality, Evaluation and Utilisation. American Society of Agronomy Inc, Madison, Wisconsin, USA, pp. 613-643.
- Cone. J.W, Vangelder A. H, Visscher G. J. W and Oudshoorn L. 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. Anim. Feed Sci. Technol. 61:113-128.
- Cone. J.W and Van Gelder. A.H. 1998. 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 (2000), pp. 25 - 26.
- De Boever J.L., Cottyn B.G., Buysse F.X., Wainman F.W. and Vanacker J.M. 1986. The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolisable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol., 14, pp. 203-214.
- De Peters E. J., Getachew G., Fadel J. G., Zinn R. A., Taylor S. J., Pareas J. W., Hinders R. G. and Aseltine M. S. 2003. *In vitro* gas production as a method to compare fermentation characteristics of steam-flaked corn. Anim. Feed Sci. Technol., 105, pp. 109-122,
- Dryden Mcl. G. 2010. Animal Nutrition Science. CABI, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Fievez V., Babayemi O.J., and Demeyer D. 2005. Estimation of direct and indirect gas production in syringes: A tool to estimate short chain fatty acid production that requires minimal laboratory facilities”, *Anim. Feed Sci. Technol.*, pp. 123-124, 197-210.
- Feed into Milk. 2004. A new applied feeding system for dairy cows, Editor: C, Thomas, Nottingham University Press, UK.
- Getachew, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2000a. Stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production in presence and absence of polyethylene glycol for tannin containing browses, EAAP Satellite Symposium, Gas production: fermentation kinetics for feed evaluation and to assess microbial activity, 18-19, August, Wageningen, The Netherlands. Pp: 132-134.
- Getachew, G, Robinson P.H, DePeters E.J. and Taylor S.J. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 111, no, 1-4, pp. 57-71.
- Goes, R. H. T., Silva, L. H. X., Diaz, T., Branco, A. F., Teodoro, A. L., & Ferreira, G. R.. 2019. Sunflower cake in diets for beef cattle: Digestibility, kinetics and *in vitro* ruminal fermentation parameters. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 41(1), 1–8. <https://doi.org/10.4025/actascian imsci.v41i1.39429>.
- Hamdi Mayulu, Suyadi, M. Christiyanto, Sunarso, T. P. Daru and Muh. I. Haris. 2020. *In vitro* digestibility and fermentation of ruminant feed based on *Neptunia plena* L. Benth and *Leersia hexandra* Swartz as local resources. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* (2020), 30(2): 148-157.

- Harris, L. E., Jager, F., Leche, T. F., Mayr, H., Neese, U. And Kearl, L. C. 1980. International Feed Discription, International Feed Names and Country Feed Names. INFIC. Pub. No. 5. International Feedstuffs Institute. Utah State University, Logan, Utah.
- Hosmani S. V., A. Srivastava. 1988. Utilization of nitrogen in buffalo calves fed formaldehyde treated soybeans. Indian Journal of Nutrition and Dietetics, Vol. 25. p. 234 –240
- Iamartino D, et al. 2017. Design and validation of a 90K SNP genotyping assay for the water buffalo (*Bubalus bubalis*). PloS One, 12:e0185220.
- INRA -Institut National de la Recherches Agronomique. 1989. Ruminant Nutrition: Recommended allowances and feed tables. R. Jarrige ed John Libby Eurotext, Paris, France.
- Kariuki, .N., S. Tamminga, C.K. Gachui, G. K. Gitau and J. M. K. Muia. 2001. Intake and rumen degradation in cattle fed napier grass (*Pennisetum purpureum*) supplemented with various levels of *Desmodium intortum* and *Ipomoea batatas* vines. South African Journal of Animal Science, p 134-140
- Kearl C. 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International feedstuffs Institute, UTAH, Agricultural Experiment Station, UTAN, State University, Logan December 1982. pp. 109-112.
- Krishnamoorthy, U., Soller H., Steigass H. and Menke K.H. 1995. Energy and protein evaluation of tropical feedstuffs for whole tract and ruminal digestion by chemical analysis and rumen inoculums studies in vitro. Anim. Feed Sci. Technol., 52, pp. 177-188.
- Mai Van Sanh, Trinh Van Trung and Nguyen Cong Dinh. 2006. Partial replacement of green grass by Urea treated rice straw in fattening

- buffalo ration. Final Workshop on improved utilization of agricultural by-products as animal feed in Vietnam and Laos. Vientiane. 6 -7 November 2006.
- Mayulu, H., Fauziah, N., Christiyanto, M., Sunarso, S., & Haris, M. I. . 2019. Digestibility value and fermentation level of local feed-based ration for sheep. *Animal Production*, 20(2), 95– 102. <https://doi.org/10.20884/1.jap.2018.20.2.706>
- Markar H.P.S. 2004. Recent advances in the in vitro gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources, In: *Assessing quality and safety of animal feeds. Animal Production and Health paper*, FAO/IAEA Division International Atomic Energy Agency Vienna, Austria, pp. 55-88.
- Mc Donald, Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D and Morgan, C. A. 2002. *Animal Nutrition*. Pearson, Prentice Hall, London.
- Mehrez A.Z. and Ørskov E.R.1977. A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 88, pp. 645-650.
- Meissner H.H., Zacharias P.J.K., Koster H.H., Nieuwoudt S.H. and Coetze R.J.1991. Effects of energy supplementation on intake and digestion on early and mid-season ryegrass and Panicum/Smuts finger hay, and on in sacco disappearance of various forage species. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 21, pp. 33.
- Menke K. H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D. and Schneider W. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, 92, pp. 217-222.

- Menke, K.H. and Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.*, 28, pp. 7-55.
- Mertens. R.D, Weimer. P.J and Waghorn.G.M. 1998. Inocula differences affect *in vitro* gas production kinetics, In. E.R. Deaville, E. Owen, A.T. Adesogen, C.Rymer, J.A. Huntington and T.L.J. Lawrence. *In vitro* Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants, BSAS, Edinburgh, UK (1998), pp. 95 - 98 BSAS Occ. Publ. No. 22. pp, 20-28.
- Mokhber M, et al. 2018. A genome-wide scan for signatures of selection in Azeri and Khuzestani buffalo breeds. *BMC Genomics*, 19:449.
- NRC. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th revised Edition ed.), National Academy Press, Washington, DC.
- Nutrient Requirement for Australian Livestock. 1999. Canberra, Australia.
- Nutrient Requirement of Beef Cattle in Indochinese Peninsula. 2010. The Working Group Committee of Thai Feeding Standard for Ruminants (WTSR), Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture, Thailand, Bangkok, Thailand.
- Nguyen Thi Hong Nhan, Nguyen Trong Ngu, T R Preston and R A Leng. 2008. Effects of drenching soybean oil and fish oil on intake, digestibility and performance of cattle fattening in the Mekong Delta, Vietnam. *Livestock research for Rural development* 20 (7) 2008.
- Njiadda, A.A. and Nasiru, A. 2010. *In vitro* gas production and dry matter digestibility of tannin-containing forages of semi-arid region of North-Eastern Nigeria. *Pak. J. Nutr.*, 9 (1): 60-66.
- Leng R.A. and Nolan J.V..1984. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 675, pp.1072

- Lowman. R.S, Theodorou. M.K and Cuddeford. D. 2002. The effect of sample processing on gas production profiles obtained using the pressure transducer technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 97, pp. 221 - 237.
- Paquay. R. 2000. Performances de croissance, de reproduction et de production. In : *Le mouton et la chèvre d'Afrique de l'Est.* par J. Mbayahaga, avec la collaboration de J-L Bister et R. Paquay. Presses universitaires de Namur, rempart de la Vierge, 8, 5000 Namur. ISBN n° 2-87037-319-8, dépôt légal D/2000/1881/18; 178 pp.
- Pipat Lounglawan, Wassana Luonglawan and Wisitiporn Suksomba. 2014. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier Grass (P.Purpureum x P.Americanum). *Apacbee procedia.* 8. pp 27-31.
- Pond K. R., Pond W. G., Church D. C. 1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding.* Fourth Edition, Wiley, New York, USA.
- Prasard C.S., Wood C.D., Sampath K.T. 1994. Use of in vitro gas production to evaluate rumen fermentation of untreated and urea-treated finger millet straw (*Eleusine coracana*) Supplemented with different levels of concentrate. *J. Food Sci. Agric.*, 65, pp. 457-464.
- Preston T. R. and Leng R. A. 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. *Penambul books, Armidale* pp 24-25.
- Rafiuddin, Jalees Ahmed Bhatti, Muhammad Qamer Shahid, Muhammad Saadullah¹, Hamid Mustafa¹, Mehtab Ahmad, Muhammad Akbar Nasar, Rehmanullah Khan and Asghar Khan. 2018. Effect of replacing maize fodder with maize silage on feed intake, digestibility and milk yield of early-lactation Nili Ravi buffaloes. *Pure Appl. Biol.*, 7(4): 1171-1176, December, 2018.

- Ragheb E. E., A. Z. Basiony, A. Y. El - Badawi. 1989. Fattening performance of buffalo calves fed two rations of different energy ratios ratios”, Proceedings of the third Egyptian British conference on animals, fish and poultry production, 7-10 Oct. Alexandria, Egypt. Vol. 2, pp. 563-570.
- Rostock Feed Evaluation System, Reference number of feed value and requirement on the base of net energy. 2003. Frankfurt, Germany
- Rymer. C, Huntington. J.A, Williams. B.A and Givens. D.I. 2005. In vitro cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. Anim. Feed Sci. Technol, 123 - 124, pp. 9 - 30.
- Sanderson. R, Lister. S.J, Sargeant. A and Dhanoa. M.S. 1997. Effect of particle size on in vitro fermentation of silages differing in dry matter content”, Proc. Br. Soc. Anim. Sci, pp. 197.
- Smith D.G., Anne Pearson. R and Campbell. 1993. Changes in food intake and ingestive behavior of draught cattle and buffalo associated with work. World conference on animal production Edmonton Canada. P.358
- Terzano G. M., V. L. Barile A. Borghese and S. Mongiorgi. 1995. Feeding levels effects on onset of puberty in buffalo heifers of Mediterranean breed. Atti-della- Societa-Italiana-delle- Science 47, Italy, pp. 1803- 1807.
- Nguyen Van Thu and Nguyen Thi Kim Dong. 2018. A response of in vitro, in sacco and *in vivo* digestibility and rumen parameters of swamp buffaloes supplemented sesbania grandiflora leaves. Buffalo Bulletin (January-March 2017) Vol.36 No.1
- Theodorou M.K, Williams B.A, Dhanoa M.S, McAllan A.B. and France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 48, pp. 185.
- Tilley, J.M. and Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc., 18, pp. 104-111.

- Van Soest, P.J.. 1994. Nutritional Ecology of ruminants. 2nd Edition, Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Xande, A., Garcia-Trujillo, R. and Caceres. 1989a. Feeds of the humid tropics (West Indies). In R. Jarrige, Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. 1989. Pp: 347-362
- Xu, T., Xu, S., Hu, L., Zhao, N., Liu, Z., Ma, L., ... Zhao, X. (2017). Effect of dietary types on feed intakes, growth performance and economic benefit in tibetan sheep and yaks on the Qinghai-Tibet plateau during cold season. PLoS One, 12(1), e0169187. doi: 10.1371/journal.pone.016918
- Yan X, Ohara T, Akimoto H. 2003. Development of region-specific emission factors and estimation of methane emission from rice fields in the East, Southeast and South Asian countries. Glob Chang Biol 9:237–254. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00564.x>.
- Yuangklang C., S. Wora-anu, M. Wanapat, N. Nontaso and C. Wachirapakorn. 2001. Effects of roughage source on rumen microbes, feed intake and digestibility in swamp buffaloes. International Workshop Current Research and Development on Use of cassava as animal Feed, Khon Kaen University, Thailand, pp.69-71.
- Zhang Y, Colli L, Barker JSF. 2020. Asian water buffalo: Domestication, history and genetics. Animal Genetics, 51:177-191.
- Wanapat, 1985. Improving rice straw quality as ruminant feed by urea treatment in Thailand. In: Proceedings of an international workshop held in Khon Kean, Thailand, November 29-December 2, 1984. Pp:122-147. Funny press, Bangkok, Thailand, 1985.
- Wanapat M. and C. Wachirapakorn. 1990. Utilization of roughage and concentrate by feedlot swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*). Asian - Australian Journal of Animal Science, (3), pp.195-204.

- Wanapat M., C. Wachirapakorn and C. Wattanachant. 1991. Supplementation of cotton seed meal for grazing native cattle and swamp buffalo during the rainy season. Proceedings of the 29th Kasetsart Univ. Annual Conference: Animal Science, Veterinary Science, Aquaculture. p. 253-258.
- Wanapat M.. 2003. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. Asian - Australasian Journal of Animal Science 16 (3), pp. 463 -472.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Qui trình thí nghiệm sinh khí *in vitro* gas production (Menke và Steingass, 1988)

*** Chuẩn bị mẫu**

- Các mẫu thức ăn thí nghiệm sau khi được sấy khô, nghiền mẫu nhỏ đến 1mm.
- Khối lượng mẫu thức ăn thí nghiệm cho một xilanh: 200 ± 5 mg. Mẫu đặt vào phần cuối của xilanh.
- Bôi trơn pít tông bằng vasolin và đẩy pít tông sát đến mẫu sau đó đẩy xilanh.
- Xilanh chứa mẫu phải đặt trong tủ ấm ở 38 - 39°C qua đêm và tiếp tục để trong tủ ấm ở 38°C cho đến khi lấy dịch dạ cỏ và chuẩn bị xong dung dịch đệm.

*** Vị trí của xilanh**

- Xi lanh không chứa mẫu (blank) và mẫu chuẩn, cần phải đặt vào đầu, giữa và cuối của giá xi lanh khi thí nghiệm.
- Mẫu nghiên cứu cần làm nhắc lại 3 lần và phải đặt tách biệt ở đầu, giữa và cuối của giá ống nghiệm.

*** Chuẩn bị dung dịch đệm và pha chế dịch ủ**

Dung dịch đệm thường gồm các loại sau: dung dịch đệm 1, dung dịch khoáng đa lượng, dung dịch khoáng vi lượng, dung dịch resazurin (dung dịch chỉ thị). Các dung dịch trên có thể được pha chế trước và bảo quản đến ngày trước khi tiến hành thí nghiệm *in vitro* gas production thì pha chế thành dung dịch đệm 2 (dung dịch này chỉ được pha chế ngay trước khi tiến hành thí nghiệm, nên thường gọi là dung dịch tươi). Các dung dịch đệm 1, dung dịch khoáng đa lượng, dung dịch khoáng vi lượng, dung dịch đệm 2 được pha chế theo bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Bảng pha chế các dung dịch đậm 1, dung dịch khoáng đa lượng, dung dịch khoáng vi lượng và dung dịch resazurin

<i>Dung dịch khoáng đa lượng</i>	<i>Dung dịch khoáng vi lượng</i>
5,7 g Na_2HPO_4	13,2g $\text{CaCl}_2.2\text{H}_2\text{O}$
6,2 g KH_2PO_4	10 g $\text{MnCl}_2.4\text{H}_2\text{O}$
0,6 g $\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	1 g $\text{CoCl}_2.6\text{H}_2\text{O}$
Hoà với nước cất thành 1 lít dung dịch	0,8 g $\text{FeCl}_2.6\text{H}_2\text{O}$
<i>Dung dịch đậm 1(1 lít dung dịch)</i>	Hoà với nước cất thành 100 ml
35 g NaHCO_3	<i>Dung dịch Resazurin</i>
4 g $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$	100 mg resazurin
Hoà với nước cất thành 1 lít dung dịch	Hoà với nước cất thành 100 ml

Bảng 2. Bảng pha chế dung dịch đậm 2

Thành phần	Lượng dung dịch cần tạo ra (ml)								
(ml)	500	750	1000	1200	1300	1400	1500	1700	2000
Nước cất	237,5	356	475	570	617,5	665	712,5	831	950
DD đậm 1	120	180	240	288	312	336	360	420	480
DD khoáng Đa lượng	120	180	240	288	312	336	360	420	480
DD khoáng Vi lượng	0,06	0,090	0,12	0,144	0,156	0,168	0,180	0,210	0,240
DD Resazurin	0,61	0,92	1,22	1,46	1,59	1,71	1,83	2,14	2,44
Dung dịch khử									
Nước cất	23,8	35,7	47,5	57,1	61,9	66,6	71,3	83,2	95
NaOH 1N	1,0	1,5	2,0	2,4	2,6	2,8	3,0	3,5	4,0
$\text{Na}_2\text{S}.9\text{H}_2\text{O}$ (g)	0,168	0,252	0,336	0,360	0,437	0,470	0,504	0,588	0,672

Dung dịch đậm 2 sau khi pha xong được đổ vào một bình tam giác và đặt trong bể nước có khuấy từ ổn định nhiệt 39°C trong 25-30 phút sau đó cho dung dịch khử vào và liên tục sục khí CO_2 vào bình tam giác để tạo môi trường yếm khí cho đến khi mẫu dung dịch chuyển sang màu hồng nhạt sau

đó chuyển sang màu sáng. Bình tam giác vẫn được giữ ấm và liên tục được sục khí CO₂ cho đến khi trộn lẫn dịch dạ cỏ vào với thức ăn, pH của dung dịch khoảng 7 - 7,3.

*** Dịch dạ cỏ trâu**

Dịch dạ cỏ từ 2 trâu được lấy trực tiếp qua đường miệng bằng máy hút chân không, sau đó đổ chung vào 1 bình, dịch dạ cỏ phải được giữ ấm 38 - 39°C. Lọc bỏ những hạt thức ăn lớn bằng vải xô.

Dung dịch ủ bao gồm dung dịch đệm 2 và dịch dạ cỏ đã được lọc trộn lẫn theo tỷ lệ dung dịch đệm 2: dịch dạ cỏ là 2:1. Dung dịch ủ tiếp tục phải được giữ ấm 38 - 39°C, liên tục sục khí CO₂ và khuấy đều cho đến khi đã chuẩn bị xong xilanh và bơm vào các xi lanh chứa mẫu.

Lưu ý: Dung dịch đệm 2 chỉ trộn trước khi tiến hành mỗi lần thí nghiệm

- Làm ấm đến 38°C sau đó cho dung dịch khử vào
- Đặt bình tam giác có dung dịch đệm vào bể nước có khuấy từ ổn định nhiệt 39°C trong 25-30 phút sau đó cho dung dịch khử vào, sục khí CO₂ vào dung dịch cho đến khi mẫu dung dịch chuyển sang màu hồng sau đó sáng.
- pH của dung dịch nên là 7-7,3.

*** Chuẩn bị thí nghiệm.**

- Lấy 2 lần, mỗi lần 30ml bằng pipet để bỏ đi nhằm đảm bảo không có không khí trong bề mặt xilanh.
- Lấy 30 ml hỗn hợp dịch dạ cỏ và dung dịch đệm cho vào xilanh đã có mẫu đặt ở 39°C, giữ xilanh đầy không khí ra ngoài một cách nhẹ nhàng, đặt xilanh vào tủ ấm có quạt đối lưu hoặc Water Bath đảm bảo nhiệt độ luôn là 39°C.
- Ghi chép số ml trên xilanh ở thời điểm bắt đầu 0 giờ.
- Ghi chép số ml khí trên xilanh ở các thời điểm thích hợp.
- Cho khí thoát ra nếu lượng khí trong xi lanh >60 ml.

Thời gian đọc có thể được lập kế hoạch như sau:

Thời điểm đọc (giờ)	Ngày giờ
0	9 giờ sáng ngày thứ nhất
3	12 giờ trưa ngày thứ nhất
6	15 giờ chiều ngày thứ nhất
12	21 giờ tối ngày thứ nhất
24	9 giờ sáng ngày thứ hai
48	9 giờ sáng ngày thứ ba
72	9 giờ sáng ngày thứ tư
96	9 giờ sáng ngày thứ năm

Tính toán:

1. B_{mr} : trung bình của mẫu trắng (blank) mỗi lần đọc.
2. G_h : Gas sản xuất do tiêu hoá mẫu ở các thời điểm khác nhau.
3. G_{hr} : Gas đọc tại các thời điểm.
4. G_{hr-1} : Gas đọc tại các thời điểm trước khi xác định G_{hr} .

$$G_h = G_{hr} - G_{h0r} - B_{mr} + G_{hr-1}$$

Sau khi loại bỏ khí khỏi xilanh thì tính toán như sau:

5. G_{hr} = Gas sản xuất tại lúc đọc - Giá trị đọc sau khi loại bỏ khí lần đọc cuối cùng.
6. B_{mr} : Giống như G_{hr} ; $G_h = G_{hr} - B_{mr} + G_{hr-1}$

Phụ lục 2: Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của thức ăn dùng trong thí nghiệm

Nguyên liệu thức ăn trộn TMR	Vật chất khô (%)	Protein thô (%)	Năng lượng trao đổi (ME) (MJ/kgDM)
Cỏ VA06	15.52	9.35	8.44
Cỏ <i>Ruzi</i>	22.58	12.14	7.93
Cỏ <i>Decumbens</i>	21.63	10.96	8.12
Bột ngô	86.57	6.7	11.63
Khô đậu tương	87.70	49.90	14.20
Cám gạo	87.85	15.41	11.03
Dầu thực vật (dầu đậu nành)			37,68
Đá liếm			

Phụ lục 3: Tiêu chuẩn ăn cho trâu sinh trưởng

Daily Nutrient Requirements of Buffalo Maintenance and Growth (Duy trì và phát triển)

KL cơ thể (kg)	Tăng hoặc giảm trọng lượng (kg)	DM ăn vào		Mật độ năng lượng (Mcal/kg)	Năng lượng trao đổi (Mcal)	CP (g)	Ca (g)	P (g)	Vitamin (1000IU)
		kg	% của KL cơ thể						
100	0,0	2,4	2,4	1,65	3,95	163	4	4	5
	0,25	3,0	3,0	2,15	6,45	312	9	8	6
	0,50	2,8	2,8	3,05	8,95	373	14	11	6
	0,75	2,8	2,8	4,08	11,45	439	20	14	6
150	0,0	3,3	2,2	1,65	0,36	223	5	5	6
	0,25	3,9	2,6	2,00	7,86	393	10	9	9
	0,50	4,1	2,7	2,50	10,36	486	14	12	9
	0,75	3,9	2,6	3,05	12,86	548	17	15	9
	1,00	3,9	2,6	3,94	15,36	609	21	17	9
200	0,0	4,1	2,0	1,65	6,65	288	6	6	8
	0,25	4,8	2,4	1,95	9,15	465	10	9	10
	0,50	5,1	2,4	2,30	11,65	543	14	13	12
	0,75	5,1	2,6	2,80	14,15	610	19	17	13
	1,00	4,8	2,4	2,47	16,5	682	23	20	13
250	0,0	4,8	1,9	1,65	7,86	327	8	8	9
	0,25	5,5	2,2	1,90	10,36	525	12	9	10
	0,50	5,9	2,4	2,15	12,86	604	15	12	12
	0,75	6,1	2,4	2,50	15,36	677	19	17	14
	1,00	5,6	2,2	3,05	17,86	732	22	19	14
300	0,0	5,6	1,9	1,65	9,01	377	9	9	10
	0,25	6,2	2,1	1,90	11,76	579	13	12	11
	0,50	6,8	2,3	2,15	14,51	663	17	16	13
	0,75	7,0	2,3	2,60	18,26	736	21	19	15
	1,00	6,5	2,2	3,05	20,01	790	21	23	16
350	0,0	6,4	1,8	1,65	10,11	426	10	10	12
	0,25	7,1	2,0	1,90	13,11	620	13	12	13
	0,50	7,6	2,2	2,15	16,11	703	17	15	15
	0,75	7,8	2,2	2,45	19,11	776	20	18	17
	1,00	7,2	2,1	3,05	22,11	826	23	21	18

KL cơ thể (kg)	Tăng hoặc giảm trọng lượng (kg)	DM ăn vào		Mật độ năng lượng (Mcal/kg)	Năng lượng trao đổi (Mcal)	CP (g)	Ca (g)	P (g)	Vitamin (1000IU)
		kg	% của KL cơ thể						
400	0,0	7,0	1,8	1,65	11,17	469	11	11	13
	0,25	7,7	1,9	1,85	14,42	653	14	13	14
	0,50	8,4	2,1	2,10	17,67	740	17	16	16
	0,75	8,7	2,2	2,40	20,92	818	20	19	18
	1,00	8,3	2,1	2,90	24,17	874	23	21	19
450	0,0	7,7	1,7	1,65	12,21	515	12	12	14
	0,25	8,6	1,9	1,90	15,71	675	14	14	15
	0,50	9,1	2,0	2,10	19,21	758	16	16	17
	0,75	9,5	2,1	2,40	22,71	836	18	18	18
	1,00	9,5	2,0	2,85	26,21	896	20	20	20
	1,10	8,8	2,0	3,05	27,61	911	21	21	20
500	0,0	8,3	1,7	1,65	13,21	556	13	13	14
	0,25	9,1	1,8	1,85	16,96	701	15	14	16
	0,50	9,7	1,9	2,10	20,71	786	16	16	18
	0,75	10,2	2,0	2,40	24,46	869	18	18	20
	1,00	10,4	2,1	2,8	28,21	933	20	20	23
	1,10	9,7	1,9	3,05	29,72	971	21	21	23

(Nguồn: Kearnl, 1982)

Phụ lục 4: Một số hình ảnh minh họa cho đề tài

1. Các hình ảnh thí nghiệm *in vitro* gas production



Ảnh 1: Lấy dịch dạ cỏ làm thí nghiệm *in vitro* gas production



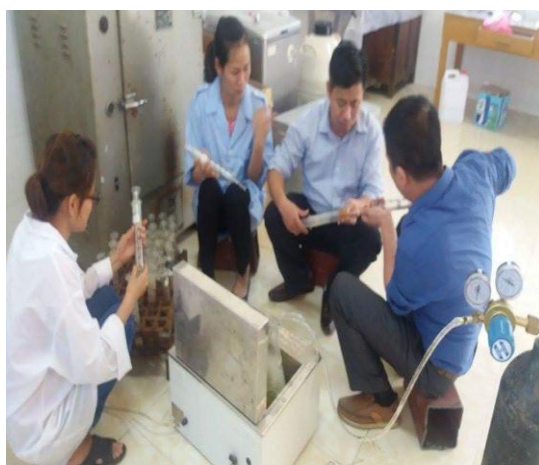
Ảnh 2: Chuẩn bị xylanh làm thí nghiệm *in vitro* gas production



Ảnh 3: Pha môi trường



Ảnh 4: Sục khí CO₂



Ảnh 5: Lấy dịch dạ cỏ vào xylanh



Ảnh 6: Đọc kết quả thí nghiệm *in vitro*

2. Các hình ảnh thí nghiệm *in vivo* trên trâu



Ảnh 1: Chuẩn bị mẫu thức ăn và cân thức ăn cho trâu thí nghiệm



Ảnh 2: Trâu thí nghiệm *in vivo* được nuôi nhốt cá thể trên cũi tiêu hoá



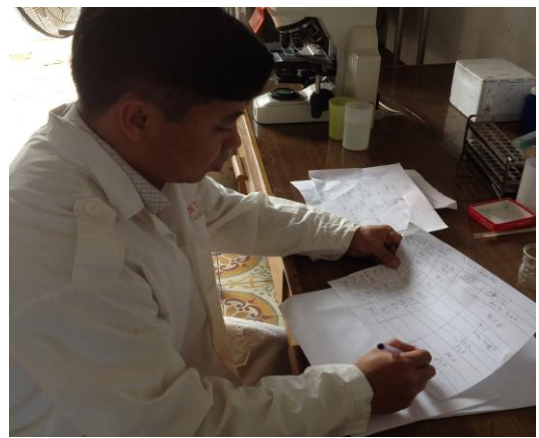
Ảnh 3: Thức ăn thí nghiệm và dụng cụ thu phân và nước tiểu



Ảnh 4: Lấy mẫu phân và nước tiểu



Ảnh 5: Cân khối lượng phân và nước tiểu thải ra của trâu



Ảnh 6: Ghi chép số liệu đề tài

3. Các hình ảnh thí nghiệm mức ăn cho trâu sinh trưởng



Ảnh 1: Lựa chọn phân lô trâu thí nghiệm



Ảnh 2: Cân trâu thí nghiệm định kỳ



Ảnh 3: Trâu nuôi nhốt thí nghiệm



Ảnh 4: Cân thức ăn cho trâu thí nghiệm



Ảnh 5: Ghi chép số liệu cân trâu



Ảnh 6: Đàn trâu nuôi thí nghiệm