

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
VIỆN MÔI TRƯỜNG NÔNG NGHIỆP

ThS. Bùi Thị Phương Loan (Chủ biên)

Sổ tay

HƯỚNG DẪN ĐO PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TRONG CHĂN NUÔI BÒ SỮA

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP
Hà Nội - 2018

CHỈ ĐẠO BIÊN SOẠN: PGS.TS. Đinh Vũ Thanh

BIÊN SOẠN:

ThS. Bùi Thị Phương Loan

TS. Nguyễn Thành Trung

GS.TS. Vũ Chí Cường

PGS.TS. Mai Văn Trinh

PGS.TS. Phạm Quang Hà

TS. Vũ Dương Quỳnh

ThS. Nguyễn Ngọc Lương

ThS. Lê Thúy Hằng

ThS. Đỗ Thanh Định

ThS. Vũ Thị Hằng

ThS. Hà Mạnh Thắng

CN. Đào Thu Hằng

LIÊN HỆ HỖ TRỢ KỸ THUẬT:

- Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

Địa chỉ: Nhà A9, Số 2, Ngọc Hà, Quận Ba Đình, Thành phố Hà Nội

Điện thoại: 0243. 8237534; Fax: 0243. 8433637

Website: <https://khcn.mard.gov.vn>

- Viện Môi trường Nông nghiệp

Địa chỉ: Phố Sa Đới, Quận Nam Từ Liêm, Hà Nội

Điện thoại: 0243. 789 3272; Fax: 0243. 789 3277

Website: www.iae.vn

MỤC LỤC

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	6
LỜI CẢM ƠN	7
LỜI GIỚI THIỆU	9
1. HƯỚNG DẪN CHUNG	11
1.1. Phạm vi áp dụng	11
1.2. Đối tượng sử dụng	11
1.3. Giải thích thuật ngữ	11
2. HƯỚNG DẪN ĐO PHÁT THẢI KHÍ MÊ TAN TRONG CHĂN NUÔI BÒ SỮA TỪ LÊN MEN DẠ CỎ	13
2.1. Đối tượng đo	13
2.2. Các phương pháp đo	13
2.2.1. Phương pháp buồng kín	13
a. Chuồng đo	13
2.2.2. Phương pháp Hộp chụp đầu có không khí lưu thông (ventilated hood system)	22

3. HƯỚNG DẪN ĐO PHÁT THẢI CH₄ VÀ N₂O TỪ CHẤT THẢI BÒ SỮA	28
3.1. Thiết bị, dụng cụ lấy mẫu khí	28
3.1.1. Hộp lấy mẫu khí	28
3.1.2. Chân đế	29
3.1.3. Thiết bị lắp đặt bên trong hộp lấy mẫu	30
3.1.4. Thiết bị, dụng cụ đi kèm phục vụ công tác lấy mẫu	31
3.2. Lựa chọn vị trí đặt thiết bị lấy mẫu	32
3.3. Lấy mẫu	32
3.3.1. Lập kế hoạch, chuẩn bị công tác lấy mẫu	32
3.3.2. Hiệu chuẩn thiết bị trước khi lấy mẫu	33
3.3.3. Tiến hành lấy mẫu	34
3.4. Vận chuyển và bảo quản mẫu	35
3.4.1. Vận chuyển mẫu	35
3.4.2. Bảo quản mẫu	36
3.4.3. Phân tích KNK trong phòng thí nghiệm	36
4. BÁO CÁO ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ĐO PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH	44
4.1. Cấu trúc xây dựng báo cáo	44
4.2. Nội dung chính của báo cáo	44

I. Mở đầu	45
II. Nội dung, địa điểm, thông số đo, quan trắc lấy mẫu và phân tích mẫu	45
III. Phân tích và đánh giá kết quả	46
IV. Kết luận và Kiến nghị	46
Phụ lục 1. MẪU GHI CHÉP THÔNG TIN VỀ BÒ SỮA VÀ KHẤU PHẦN (Đo phát thải khí CH ₄ từ lên men dạ cỏ - Phương pháp buồng kín)	47
Phụ lục 2. MẪU GHI CHÉP HIỆN TRƯỜNG	48
Phụ lục 3. MẪU GHI CHÉP HIỆN TRƯỜNG LẤY MẪU KHÍ	50
TÀI LIỆU THAM KHẢO	51

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

DCC	: Cục Biến đổi khí hậu
FID	: Đầu dò ion hóa ngọn lửa
GWP	: Tiềm năng gây nóng toàn cầu
IPCC	: Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu
KNK	: Khí nhà kính
MRV	: Đo đạc, báo cáo và thẩm định
NAMA	: Hoạt động giảm nhẹ phù hợp với điều kiện quốc gia
PE	: Polyethylen
QA	: Bảo đảm chất lượng
QC	: Kiểm soát chất lượng
TCD	: Đầu dò dẫn nhiệt
TCVN	: Tiêu chuẩn Việt Nam
TS	: Tổng chất rắn
VFA	: Acid béo bay hơi
VS	: Chất rắn bay hơi

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành cuốn Sổ tay này, trước hết nhóm biên soạn xin cảm ơn sự quan tâm, giúp đỡ của Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn các chuyên gia trong lĩnh vực chăn nuôi, nông nghiệp, nghiên cứu biến đổi khí hậu và phát thải khí nhà kính đã quan tâm và đồng hành cùng Viện Môi trường Nông nghiệp, nhóm thực hiện biên soạn trong suốt quá trình xây dựng cuốn Sổ tay.

Cuốn sổ tay là kết quả của nhiệm vụ môi trường được Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn giao Viện Môi trường Nông nghiệp thực hiện năm 2017.

Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của các bạn đọc để cuốn Sổ tay tiếp tục được hoàn thiện và bổ sung cho những lần xuất bản tiếp theo.

Xin trân trọng cảm ơn./.

TM nhóm biên soạn
ThS. Bùi Thị Phương Loan

**BỘ NÔNG NGHIỆP
VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

Số: *2164* /QĐ-BNN-KHCN

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

Hà Nội, ngày 11 tháng 6 năm 2018

QUYẾT ĐỊNH

**Về việc ban hành Sổ tay hướng dẫn đo phát thải khí nhà kính
trong chăn nuôi bò sữa**

BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Căn cứ Nghị định số 15/2017/NĐ-CP ngày 17 tháng 02 năm 2017 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

Căn cứ Thông tư số 17/2016/TT-BNNPTNT ngày 24 tháng 6 năm 2016 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn hướng dẫn quản lý các nhiệm vụ bảo vệ môi trường thuộc Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

Xét đề nghị của Viện Môi trường Nông nghiệp tại công văn số 141/MTNN-KH ngày 09/3/2018 về việc xin phê duyệt và ban hành Sổ tay hướng dẫn đo phát thải khí nhà kính trong chăn nuôi bò sữa;

Theo đề nghị của Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành Sổ tay hướng dẫn đo phát thải khí nhà kính trong chăn nuôi bò sữa.

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký.

Điều 3. Chánh Văn phòng Bộ, Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Viện trưởng Viện môi trường nông nghiệp và Thủ trưởng các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- TTTr.Lê Quốc Doanh (để b/c);
- Lưu: VT, KHCN (HĐT, 10b).

**TL. BỘ TRƯỞNG
KT. VỤ TRƯỞNG VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ
VÀ MÔI TRƯỜNG
PHÓ VỤ TRƯỞNG**



Đinh Vũ Thanh
Đinh Vũ Thanh

LỜI GIỚI THIỆU

Kết quả kiểm kê khí nhà kính (KNK) Quốc gia năm 2010 (DCC, 2014) cho thấy tổng phát thải khí nhà kính năm 2010 trong lĩnh vực nông nghiệp là 88,4 triệu tấn CO₂ (CO₂e), trong đó phát thải từ chăn nuôi là 13,3% và từ quá trình tiêu hóa thức ăn là 10,72% (DCC, 2014). Chăn nuôi là lĩnh vực có rất nhiều đóng góp cho ngành Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn nhưng cũng là lĩnh vực có lượng phát thải lớn. Do vậy, tính toán phát thải KNK từ các hoạt động chăn nuôi gia súc, đặc biệt là chăn nuôi bò sữa, có vai trò quan trọng trong việc xác định cơ cấu phát thải và đề xuất các biện pháp giảm phát thải KNK.

Hiện nay, hầu hết các hoạt động đo đạc, kiểm kê KNK ngành chăn nuôi chủ yếu vẫn còn dựa vào hướng dẫn từ các tài liệu tham khảo nước ngoài, chưa có hướng dẫn chính thức của cơ quan quản lý ngành về phương pháp đo đạc và tính toán. Điều này khiến cho các nhà nghiên cứu cũng như cán bộ thực hiện công tác đo đạc KNK gặp nhiều khó khăn khi thực hiện, và cũng cho kết quả kiểm kê chưa thật sự chính xác.

Cuốn Sổ tay này sẽ trình bày phương pháp đo phát thải KNK từ quá trình lên men dạ cỏ bò sữa; phương pháp lấy mẫu, dụng cụ lấy mẫu, phân tích, tính toán phát thải KNK từ chất thải bò sữa và là tài liệu tham khảo kỹ thuật cho các cơ sở đào tạo, cán bộ kỹ thuật, cán bộ nghiên cứu và nhà quản lý liên quan đến hoạt động đo đạc, tính toán và kiểm kê phát thải KNK trong chăn nuôi gia súc nói chung và bò sữa nói riêng. Từ đó góp phần hoàn thiện hệ thống Đo đạc, Báo cáo và Thẩm định (MRV), hỗ trợ thực hiện kiểm kê quốc gia và xây dựng các hoạt động giảm nhẹ phù hợp với

điều kiện quốc gia (NAMA) của Việt Nam. Trong quá trình biên soạn Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã nhận được các ý kiến đóng góp từ nhiều cơ quan, chuyên gia và những người quan tâm tới lĩnh vực nghiên cứu, kiểm kê phát thải KNK trong chăn nuôi gia súc. Sổ tay này là kết quả của nhiệm vụ môi trường được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn giao cho Viện Môi trường nông nghiệp cùng với sự phối hợp của Viện Chăn nuôi (Bộ môn Môi trường chăn nuôi) thực hiện năm 2017.

Sổ tay này được Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành kèm theo Quyết định số 2164/QĐ - BNN - KHCVN ngày 11 tháng 6 năm 2018. Mặc dù ban biên soạn đã có nhiều cố gắng nhưng do nội dung đa dạng nên không thể tránh khỏi những tồn tại, thiếu sót. Rất mong nhận được các ý kiến đóng góp để cuốn Sổ tay hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn./.

**Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường
Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn**

1. HƯỚNG DẪN CHUNG

1.1. Phạm vi áp dụng

Sổ tay này áp dụng cho đo đạc và tính toán phát thải khí nhà kính CH_4 và N_2O trong chăn nuôi bò sữa, phục vụ cho việc nghiên cứu và kiểm kê khí nhà kính có nguồn gốc từ hoạt động chăn nuôi bò sữa, đóng góp cho công tác Đo đạc, Báo cáo và Thẩm định (MRV), hỗ trợ thực hiện kiểm kê quốc gia và xây dựng các hoạt động giảm nhẹ phù hợp với điều kiện quốc gia (NAMA) của Việt Nam.

1.2. Đối tượng sử dụng

Các tổ chức, cá nhân thực hiện và quan tâm đến hoạt động đo phát thải khí nhà kính (KNK) trong chăn nuôi bò sữa.

1.3. Giải thích thuật ngữ

Khí nhà kính là những khí có khả năng hấp thụ các bức xạ sóng dài (hồng ngoại) được phản xạ từ bề mặt Trái Đất khi được chiếu sáng bằng ánh sáng mặt trời, sau đó phân tán nhiệt lại cho Trái Đất, gây nên hiệu ứng nhà kính. Các khí nhà kính chủ yếu bao gồm: hơi nước (H_2O), carbon dioxide (CO_2), nitrous oxide (N_2O), methane (CH_4) and ozone (O_3). Ngoài ra còn các khí khác như: sulphur hexafluoride (SF_6), hydrofluorocarbons (HFCs) và perfluorocarbons (PFCs) (IPCC, 2007). Đối với chăn nuôi bò sữa, có hai nguồn chính phát thải KNK trực tiếp: (i) Từ lên men dạ cỏ (chủ yếu là CH_4); (ii) Từ chất thải (CH_4 và N_2O).

Bê - bò con còn non, từ sơ sinh cho đến 6 tháng tuổi.

Bò cái hậu bị là bò từ 7 cho đến 18 tháng tuổi.

Bò cái tơ là bò từ 19 tháng tuổi đến lúc đẻ lứa đầu.

Bò khai thác sữa là bò đang trong giai đoạn vắt sữa.

Bò cặn sữa là bò đã ngừng khai thác sữa để chuẩn bị để lứa sau.

Gia súc trong hướng dẫn này gồm có bê; bò cái tơ lỡ; bò đang khai thác sữa: đầu, giữa và cuối chu kỳ; bò cặn sữa.

Sữa tiêu chuẩn là sữa có 4,0% mỡ sữa.

Phương pháp buồng kín là phương pháp dùng buồng kín để đo nồng độ khí CH_4 và CO_2 trong và ngoài chuồng đo, cùng với lượng khí CO_2 sản sinh bởi gia súc để tính thể tích khí CH_4 phát thải từ lên men dạ cỏ.

Phương pháp Hộp chụp đầu có không khí lưu thông là được sử dụng hộp chụp đầu đo nồng độ và lưu lượng không khí vào và ra khỏi hộp chụp nhằm tính lượng khí CH_4 phát thải từ lên men dạ cỏ.

Tiềm năng gây nóng toàn cầu (GWP) là khái niệm định lượng khả năng của một khí gây hiệu ứng nhà kính hấp thụ nhiệt và làm nóng không khí trong một thời gian nhất định, thường quy về giá trị làm nóng lên tương đương với các bon (CO_2 e). Theo AR4 (IPCC, 2007), hệ số GWP của CO_2 là 1, khí CH_4 là 25 và khí N_2O là 298.

Bảo đảm chất lượng đo phát thải KNK là tích hợp các hoạt động quản lý và kỹ thuật trong chuỗi đo nhằm bảo đảm việc tính toán phát thải KNK trong chăn nuôi đạt được chất lượng đã quy định.

Kiểm soát chất lượng đo phát thải KNK là việc thực hiện các biện pháp đánh giá, theo dõi thường xuyên, kịp thời để đạt được độ chính xác và độ tập trung của các phép đo theo yêu cầu của các tiêu chuẩn chất lượng đã quy định.

2. HƯỚNG DẪN ĐO PHÁT THẢI KHÍ MÊ TAN TRONG CHĂN NUÔI BÒ SỮA TỪ LÊN MEN DẠ CỎ

2.1. Đối tượng đo

Áp dụng đồng thời cho bê; bò cái tơ lơ; bò cái mang thai lần đầu; bò đang khai thác sữa: đầu, giữa và cuối chu kỳ; bò cặn sữa.

2.2. Các phương pháp đo

2.2.1. Phương pháp buồng kín

- Ưu điểm: Trang thiết bị di chuyển được nên có thể đo phát thải KNK của gia súc tại các cơ sở chăn nuôi, bên ngoài phòng thí nghiệm.

- Nhược điểm: Độ chính xác không cao như phương pháp Hộp chụp đầu có không khí lưu thông; Cần phải thu thập thêm thông tin về khẩu phần ăn và phải có các bước tính toán để xác định lượng KNK phát thải.

a. Chuồng đo

- **Vị trí dựng chuồng.** Nên làm chuồng trên nền xi măng sạch và phẳng, nơi có mái che nắng, mưa và có bóng mát (tránh nắng nóng vào mùa hè).

- **Khung chuồng** làm bằng kim loại hoặc gỗ, chịu được lực do gia súc húc, xô đẩy trong quá trình đo. Kích thước khung chuồng

là 2.200 - 2.400 mm × 1.100 - 1.300 mm × 2.200 - 2.400 mm (dài × rộng × cao).

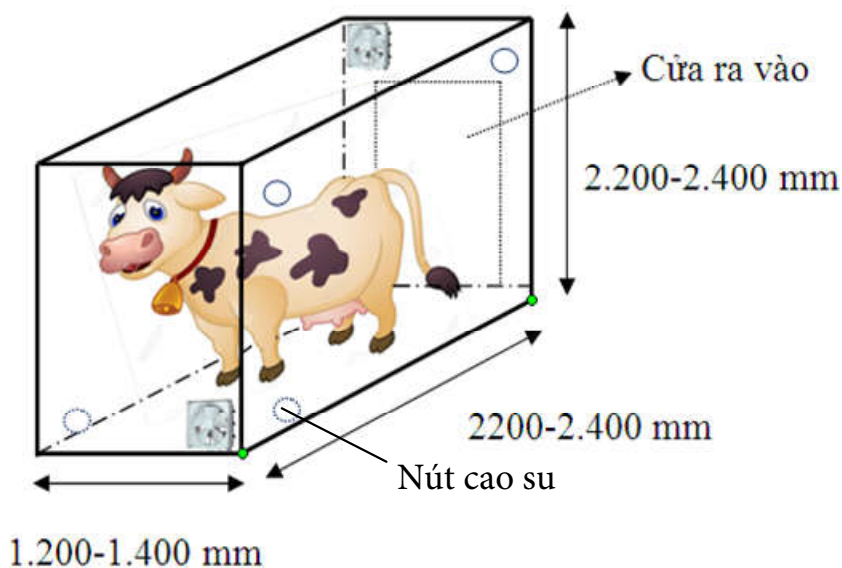
- **Bao khung chuồng** bằng màng nylon (hiện nay có sẵn trên thị trường) có gắn silicon tại các điểm nối để đảm bảo độ kín. Độ dày của màng bọc 0,12 - 0,15 mm, độ rộng từ 2.200 - 4.200 mm, độ dài tùy theo kích thước của chuồng. Trên màng bọc có gắn các nút cao su có tác dụng kín không khí khi đưa đầu dò đo KNK trong chuồng qua các nút đó (vị trí các nút cao su trong Hình 2). Dùng băng keo dán kín các chỗ giao nối nylon bao quanh chuồng và phần bao quanh với nền chuồng để đảm bảo độ kín chuồng đo.



Hình 1. Màng nylon dùng để bao chuồng

b. Thiết bị

- **Quạt điện.** Hai quạt có công suất 29W để đảo trộn đều không khí trong chuồng trong quá trình đo. Vị trí lắp đặt lắp đặt quạt tại 2 điểm góc bên trên và bên dưới theo hướng chéo nhau của chuồng (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ của chuồng và các thiết bị gồm quạt điện và các nút cao su

- Thiết bị đo CH_4 .

Phương pháp này thường dùng thiết bị đo là máy sắc ký khí di động (gas chromatographs analyzers) để đo trực tiếp và cho kết quả ngay trong khi đo mà không phải lấy mẫu về phòng phân tích. Do đó, hạn chế được sai sót khi lấy mẫu, cũng như chi phí vận chuyển và bảo quản mẫu khí.

Khi chọn thiết bị đo khí, điều cần thiết là thiết bị đó phải có phạm vi đo phù hợp. Trong phần lớn các trường hợp, phạm vi đo 0 - 500 ppm CH_4 là thích hợp nhất nhưng bằng cách thay đổi độ dài cột phân tích, phạm vi này có thể dễ dàng thu hẹp lại hoặc mở rộng.

Ví dụ về thiết bị dùng để đo khí: GASMET DX4040 được sản xuất bởi công ty Gasmeter (Phần Lan) hoặc Picarro GasScouter™ G4301 (Hoa Kỳ).

c. Các bước tiến hành

Bước 1: Cho gia súc làm quen với chuồng đo

- Trước khi tiến hành đo, cần cho gia súc làm quen với chuồng đo bằng cách dắt ra vào chuồng (khoảng 5 - 7 ngày) đến khi chúng tuân theo một cách tự nguyện.



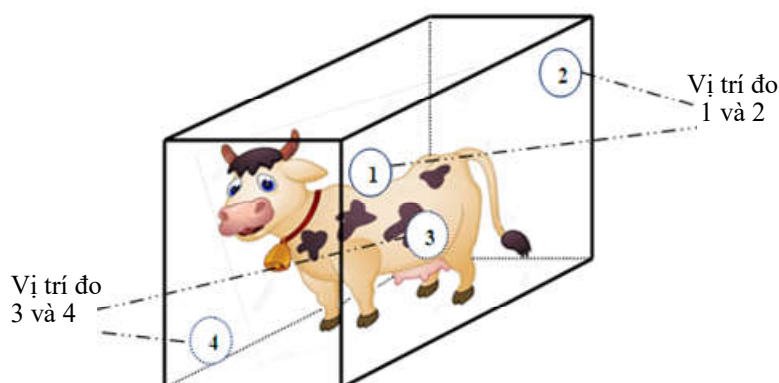
Hình 3. Đưa gia súc vào làm quen với chuồng đo khí

- Hiệu chuẩn thiết bị: Trước khi đo, thiết bị phải được hiệu chuẩn bằng các khí chuẩn CH_4 và CO_2 .

Bước 2: Tiến hành đo

- Đưa đối tượng đo đã làm quen vào chuồng, sau đó bọc kín cửa chuồng, kiểm tra độ kín; thời gian duy trì gia súc trong chuồng từ 6 - 8 phút.

- Đưa đầu dò của thiết bị qua nút cao su tại vị trí đo của 4 góc chuồng chéo nhau được mô tả theo Hình 4 dưới đây:



Hình 4. Vị trí các điểm đo trong chuồng đo khí

Vị trí 1 và 3, và vị trí 2 và 4 nằm trên đường chéo giữa các đỉnh của các góc chuồng đối diện, vị trí đo này cách đỉnh của mỗi góc khoảng 400 - 500 mm. Thời gian đo được tiến hành trong 5 phút cuối để xác định nồng độ khí CH_4 (a) trong hỗn hợp không khí trong chuồng. Hỗn hợp không khí này bao gồm cả không khí bình thường và khí thải do hô hấp và ợ hơi từ gia súc.

Nồng độ khí CH_4 (b) của không khí bên ngoài chuồng (không khí bình thường) được đo để quy đổi nhằm tính lượng khí CH_4 do bò sữa phát thải.

- Thời điểm đo là trước và sau mỗi bữa ăn sáng, trưa và chiều tối 1h.

Bước 3: Tính lượng khí CH₄ phát thải

Lượng CH₄ sản sinh từ quá trình tiêu hóa được tính dựa trên phương pháp tính toán của Madsen và cộng sự (2010). Nồng độ khí CH₄ trong (b) và ngoài chuồng đo (d), nồng độ khí CO₂ trong (c) và ngoài chuồng đo (e) thu được từ **Bước 2** được dùng để tính toán lượng CH₄ sản sinh từ quá trình lên men dạ cỏ.

- *Lượng khí CH₄ của gia súc phát thải hàng ngày (lít/ngày) được tính toán theo công thức dưới đây:*

$$V_{\text{CH}_4} (\text{lít/ngày}) = a * \frac{(b - d)}{(c - e)}$$

Trong đó:

V_{CH_4} (lít/ngày) = lượng khí CH₄ gia súc phát thải, lít/ngày;

a = CO₂ sản sinh bởi gia súc, lít/ngày;

b = nồng độ CH₄ trong hỗn hợp khí, ppm (nồng độ CH₄ trong không khí trong chuồng);

c = nồng độ CO₂ trong hỗn hợp khí, ppm (nồng độ CO₂ trong không khí trong chuồng);

d = nồng độ CH₄ trong không khí, ppm (nồng độ CH₄ trong không khí ngoài chuồng);

e = nồng độ CO₂ trong không khí, ppm (nồng độ CO₂ trong không khí ngoài chuồng).

- Tính lượng khí CO_2 (a) sản sinh bởi gia súc (lít/ngày) theo công thức:

$$a = \frac{HP}{21,75}$$

Trong đó:

a = lượng khí CO_2 sản sinh bởi gia súc (lít/ngày);

21,75 = là nhiệt lượng sản sinh (kj) khi gia súc thải ra 1,0 lít khí CO_2 ;

HP = Tổng lượng nhiệt sản sinh (kj), được tính theo công thức dưới đây:

HP (kj) = Năng lượng trao đổi ăn vào (kj) - 20.000 * kg Tăng trọng - 3.130 * kg Sữa tiêu chuẩn;

20.000 = kj năng lượng trao đổi/kg tăng trọng;

3.130 = kj năng lượng trao đổi/kg sữa tiêu chuẩn.

Trong đó:

Năng lượng trao đổi ăn vào (kj/ngày) = kg thức ăn thô gia súc ăn vào (thô xanh, thô khô, ủ chua) * Năng lượng trao đổi/kg thức ăn (thô xanh, thô khô, ủ chua) + kg thức ăn tinh gia súc ăn vào * Năng lượng trao đổi/kg thức ăn tinh;

Tăng trọng (kg) = khối lượng đầu kỳ (kg) - khối lượng cuối kỳ (kg); dùng thước dây hoặc cân để tính khối lượng gia súc.

Sữa tiêu chuẩn (kg) = năng suất sữa thực tế (kg) * % mỡ sữa thực tế/4%.

**Bảng 1. Năng lượng trao đổi
của một số thức ăn thường dùng cho bò sữa**

STT	Tên thức ăn	Vật chất khô (%)	Protein thô (CP)	Lipid thô (EE)	Xơ thô (CF)	Dẫn xuất không đạm (NFE)	Khoáng tổng số (Ash)	Năng lượng trao đổi ME (Kcal)
1	Cỏ tự nhiên	23.20	10.80	2.31	28.45	47.90	10.22	2164
2	Cây ngô chín sếp - thân lá	27.40	9.49	2.92	31.39	48.54	7.66	2190
3	Cây ngô ngâm sữa - thân lá	21.40	11.68	3.27	20.56	60.28	4.21	2561
6	Cỏ Ghi nê	20.65	12.58	2.36	32.51	43.89	8.65	2170
7	Cỏ Pangola	28.38	6.57	2.46	33.46	50.77	6.73	2137
8	Cỏ Ruzi	21.50	9.75	1.80	31.85	50.12	6.48	2186
9	Cỏ Voi	16.97	11.43	2.68	33.17	43.00	9.72	2103
11	Cỏ Stylo	22.76	16.71	2.30	28.76	44.43	7.80	2336
12	Củ khoai lang	26.51	3.43	1.89	3.39	89.36	1.92	2908
15	Củ sắn bò vỏ khô	88.70	2.51	1.95	3.07	89.95	2.53	2825
16	Cây khoai lang - thân lá già	20.00	11.00	4.50	24.50	47.00	13.00	2160
18	Cây lạc - thân lá	25.10	15.92	3.53	24.42	45.83	10.31	2324
19	Cây mía - lá	27.21	4.21	1.93	31.32	57.37	5.17	2199
20	Cây ngô - bắp chín sếp	37.40	9.36	5.61	9.63	73.26	2.14	2837
21	Cây ngô đã thu bắp - thân lá	61.60	7.63	1.95	31.49	51.79	7.14	1958

Sổ tay Hướng dẫn đo phát thải khí nhà kính trong chăn nuôi bò sữa

STT	Tên thức ăn	Vật chất khô (%)	Protein thô (CP)	Lipid thô (EE)	Xơ thô (CF)	Dẫn xuất không đạm (NFE)	Khoáng tổng số (Ash)	Năng lượng trao đổi ME (Kcal)
25	Cây đậu tương - thân lá khô	87.50	15.85	2.63	30.18	42.29	9.05	2070
29	Cây ngô đã thu bắp - thân lá khô	88.78	6.78	1.81	32.30	51.99	7.11	1927
37	Cây lạc - thân lá ủ	27.02	13.35	11.51	27.33	33.02	14.80	2580
38	Cây ngô non - thân lá ủ	22.99	6.09	3.48	28.93	49.02	12.48	2023
40	Cỏ voi ủ chua	30.97	6.49	2.20	40.52	41.91	8.88	1840
41	Hạt ngô	86.93	10.40	4.40	2.46	80.95	1.79	2944
43	Hạt đậu tương	88.49	41.84	18.42	7.22	26.97	5.55	3472
47	Khô dầu đậu tương ép máy	92.57	48.98	6.51	6.61	30.33	7.55	3069
48	Cám gạo tẻ	89.05	12.97	12.89	8.88	56.97	8.29	3065
49	Cám mỳ	87.70	16.76	4.90	11.29	62.14	4.90	2680
51	Bã bia ướt	21.10	32.04	10.38	13.93	39.76	3.89	2668
56	Bột cá lợ 45 % Protein	82.63	52.50	4.80	1.71	1.90	39.09	2717
57	Bột cá lợ 50 % Protein	89.00	59.33	6.85	2.02	0.11	31.69	2918

- Chuyển lượng CH_4 phát thải từ thể tích (lít) sang khối lượng (g) khí CH_4 phát thải theo công thức của Brouwer (1965):

$$M_{CH_4} \text{ (g/ngày)} = 0,7162 * V_{CH_4} \text{ (lít/ngày)}$$

Trong đó:

M_{CH_4} (g/ngày) = lượng khí CH_4 gia súc phát thải, g/ngày;

V_{CH_4} (lít/ngày) = lượng khí CH_4 gia súc phát thải, lít/ngày.

- Quy đổi lượng CH_4 phát thải của bò sữa từ lên men dạ cỏ về CO_2 tương đương bằng công thức:

$$CO_2e \text{ (g/con/ngày)} = M_{CH_4} \text{ (g/con/ngày)} * 25$$

d. Những yếu tố ảnh hưởng đến sự chính xác của kết quả đo

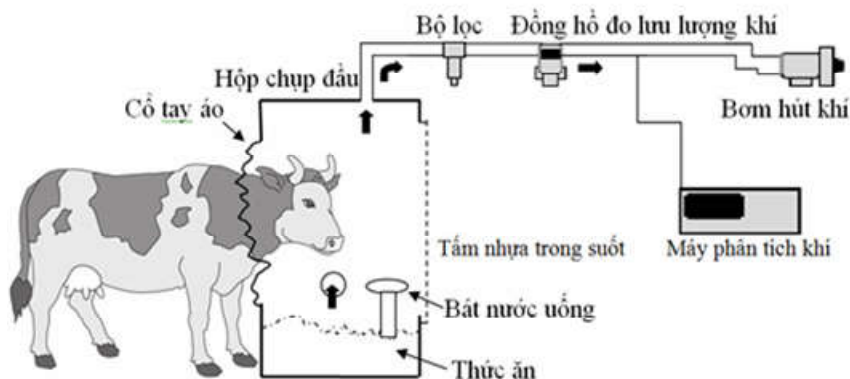
Chất thải của gia súc có sẵn trong chuồng nhốt có thể sản sinh ra CH_4 do đó ảnh hưởng đến nồng độ không khí trong chuồng đo; do vậy cần loại bỏ hoàn toàn chất thải trong chuồng trong quá trình đo nồng độ khí. Trong quá trình đo, nếu gia súc thải chất thải, dừng việc đo lại và thu chất thải trước, sau đó tiến hành đo lại từ đầu.

2.2.2. Phương pháp Hộp chụp đầu có không khí lưu thông (ventilated hood system)

- Ưu điểm: Kết quả đo phát thải KNK từ gia súc chính xác, cho kết quả trực tiếp; không cần mất công thu thập số liệu về khẩu phần ăn.

- Nhược điểm: Trang thiết bị tương đối phức tạp, đắt tiền; chỉ lắp đặt ở các cơ sở nghiên cứu nên phải đưa gia súc đến đó để đo, hoặc phải duy trì nuôi dưỡng gia súc tại cơ sở nghiên cứu.

a. Chụp đầu



Hình 5: Hệ thống hộp chụp đầu và hướng không khí đi vào và đi ra (mũi tên ↑)

- **Khung hộp** chụp đầu được làm bằng thép chữ V6 có kích thước 1.510 mm × 1.040 mm × 762 mm (cao × rộng × dài).

- Bao quanh hộp chụp được làm bằng nhựa polycarbonate trong suốt giúp gia súc có thể nhìn thấy rõ xung quanh từ bên trong.

- Ở một bên của khung, một cửa có đường kính 10,2 cm được cắt vào tấm nhựa polycarbonate để cho không khí từ bên ngoài vào bên trong hộp chụp trong quá trình lấy mẫu khí. Ở cùng một bên của hộp chụp đầu, hệ thống uống hình bát nước được lắp đặt ở độ cao 50,8 cm so với độ cao của đáy hộp. Phía trước của hộp có cửa để cho gia súc ăn. Cửa này được đóng kín lại trong quá trình lấy mẫu khí.

- Phía sau hộp có hình tròn oval kích thước: 73,7 cm rộng và 114 cm cao được mở để đưa đầu gia súc vào. Một tay áo cổ hình

oval được lắp vào, tay áo này quàng vào đầu và cổ gia súc nhằm hạn chế không khí lọt vào trong hộp chụp đầu. Tay áo cổ có khóa và dây đeo bằng nhựa có thể điều chỉnh ở phía cuối tiếp giáp với cổ của gia súc.

- Dưới cửa hộp chụp, một dây xích được gắn với 2 bên của khung đáy và một dây buộc với kẹp ở đầu được gắn vào giữa dây. Khi đầu bò vào trong hộp chụp, dây xích cổ được gắn với dây buộc này qua cái kẹp, nó cho phép gia súc có thể tự do cử động một cách dễ dàng khi ăn, uống, nằm xuống và đứng lên nếu muốn. Ở phía trên của hộp chụp là lỗ hở đường kính 2,54 cm cho không khí đi ra.

b. Bơm hút không khí

Bơm hút không khí từ hộp chụp đầu hoặc từ không khí xung quanh. Bơm hút giúp không khí lưu thông trong hệ thống. Không khí bên trong hộp chụp thoát ra ngoài qua cửa ở phía trên và được hút ra thông qua bơm chân không với tốc độ khoảng 650 L/phút. Tốc độ phù hợp cho việc hút không khí từ hộp chụp đầu. Lượng không khí lưu thông đảm bảo để cung cấp không khí sạch cho gia súc và duy trì mức CO₂ dưới 1%. Tốc độ không khí lưu thông được điều chỉnh dễ dàng bởi các van và các đồng hồ đo và điều chỉnh lưu lượng. Bộ phận điều chỉnh lượng không khí bơm hút có tín hiệu tương ứng thông báo tốc độ không khí và thời gian thực của tốc độ hút ở nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn được số hóa, ghi lại và vẽ biểu đồ vào trong máy tính ở trong hộp thiết bị.

c. Lọc và làm khô không khí

Để loại bỏ các hạt bụi, hơi nước, bộ lọc không khí và thiết bị làm khô không khí được lắp đặt vào hệ thống, gồm có các thiết bị:

(1) Lọc không khí.

(2) Bơm để hút mẫu khí từ đường không khí chính vào thiết bị phân tích khí. Mẫu không khí được lấy từ không khí hút ra ở mỗi hộp chụp và không khí bên ngoài từ một địa điểm gần cạnh hộp chụp. Một bơm riêng được sử dụng để lấy mẫu không khí với mỗi gia súc có đường lấy mẫu độc lập với tốc độ lưu thông và đồng hồ khác nhau.

(3) Thiết bị làm khô và làm mát.

(4) Thiết bị làm khô với màng polymer chứa fluorine, với mục đích làm khô mẫu khí.

(5) Thiết bị phân tách hơi nước.

d. Máy phân tích khí

Máy phân tích khí được dùng để đo nồng độ khí tại các điểm lấy mẫu (không khí bên ngoài hộp chụp và không khí đi ra từ hộp chụp đầu). Một hệ thống tự động của máy phân tích cho phép lấy mẫu khí lần lượt ở các điểm đo. Ví dụ: một máy phân tích lấy mẫu khí và phân tích với khoảng thời gian đo 90 giây. 60 giây đầu cho việc ổn định nồng độ khí trước khi phân tích, trong khi đó 30 giây sau dành cho phân tích nồng độ khí.

Máy phân tích cũng có đường ống dẫn khí riêng nối trực tiếp với bình khí chuẩn. Trong quá trình hiệu chỉnh máy, tốc độ khí chuẩn đến máy phân tích được điều chỉnh bởi van.

Phạm vi đo của máy phân tích khí cần dùng:

- Với khí CO₂: phạm vi phân tích dao động 0 - 2%.
- Khí CH₄: phạm vi đo của máy dao động 0 - 2.000 ppm.

e. Các bước tiến hành

Bước 1: Kiểm tra tỷ lệ thu hồi

Trước khi sử dụng hệ thống để đo khí, hệ thống hộp chụp đầu được kiểm tra sự chuẩn và chính xác và tỷ lệ thu hồi cho mỗi hộp chụp được tính toán. Thông thường, khí CO₂ tinh khiết (99,99%) được đưa vào trong hộp chụp từ bình gas hình trụ được đặt trên cân khối lượng. Tổng lượng khí CO₂ đưa vào được đo khối lượng. Kiểm tra lượng khí bằng cách sử dụng máy phân tích khí và số liệu thu được sẽ so sánh với tỷ lệ khí CO₂ đưa vào.

Các phép đo được so sánh với tỷ lệ khí đưa vào. Tỷ lệ đưa khí vào tương đương với tỷ lệ phát thải kỳ vọng ước tính từ gia súc được sử dụng cho các đo đạc tiếp theo từ hệ thống.

Bước 2: Hiệu chỉnh máy phân tích với khí gas - khí này là khí gì tiêu chuẩn

Hiệu chỉnh máy phân tích khí với khí chuẩn là bước quan trọng trong việc kiểm soát chất lượng của hệ thống đo đạc và nên được tiến hành ít nhất hàng ngày trong quá trình làm thí nghiệm. Nếu như các kết quả đo không ổn định, cần phải hiệu chỉnh máy thường xuyên hơn.

Bước 3: Đo khí

- **Thời điểm đo.** Gia súc có thể đo liên tục trong 24 giờ do chúng có thể ăn, uống và các hoạt động khác bình thường khi chụp đầu.

- **Đo khí.** Nồng độ khí ở đầu ra của hộp chụp, nồng độ không khí và lưu lượng không khí qua hộp chụp được đo như trình bày trong Sơ đồ 1. Nồng độ không khí hút vào (không khí bình thường) và thoát ra từ hộp chụp được tính trung bình trong 1 giờ để tính khối lượng phát thải (ER) ở điều kiện nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn. Đo khí được tiến hành theo trình tự sau:

(1) Đo nồng độ khí CH_4 không khí (inlet) và CH_4 hút ra từ hộp chụp đầu (outlet)

Các lần đo cách nhau 1 giờ, đo 20 phút/lần, 5 phút đầu không lấy dữ liệu, lấy dữ liệu 15 phút sau để tính trung bình/phút. Như vậy, sẽ có tổng số 24 dữ liệu trung bình của 24 lần đo. Sau đó, tính giá trị trung bình của C_{CH_4} trong khí thoát ra (ppm) và C_{CH_4} trong khí đi vào (ppm). Từ đó tính C_{CH_4} thực (ppm).

C_{CH_4} thực (ppm) = C_{CH_4} trong khí hút ra (ppm) - C_{CH_4} trong khí đi vào (ppm)

(2) Tính cường độ phát thải CH_4 trung bình/phút

$$V_{CH_4} \text{ (lít/phút)} = C_{CH_4} \text{ thực (ppm)} * V_{\text{khí thoát ra}} \text{ (lít/phút)}$$

(3) Tính tổng lượng phát thải CH_4 /ngày

$$V_{CH_4} \text{ (lít/ngày)} = V_{CH_4} \text{ (lít/phút)} * 24 * 60$$

- Chuyển lượng CH_4 phát thải từ thể tích (lít) sang khối lượng (g) khí CH_4 phát thải theo công thức của Brouwer (1965):

$$M_{CH_4} \text{ (g/ngày)} = 0,7162 * V_{CH_4} \text{ (lít/ngày)}$$

Trong đó:

$$M_{CH_4} \text{ (g/ngày)} = \text{lượng khí } CH_4 \text{ gia súc phát thải, g/ngày;}$$

$$V_{CH_4} \text{ (lít/ngày)} = \text{lượng khí } CH_4 \text{ gia súc phát thải, lít/ngày.}$$

- Quy đổi lượng CH_4 phát thải của bò sữa từ lên men dạ cỏ về CO_2 tương đương bằng công thức:

$$CO_2e \text{ (g/con/ngày)} = M_{CH_4} \text{ (g/ngày)} * 25$$

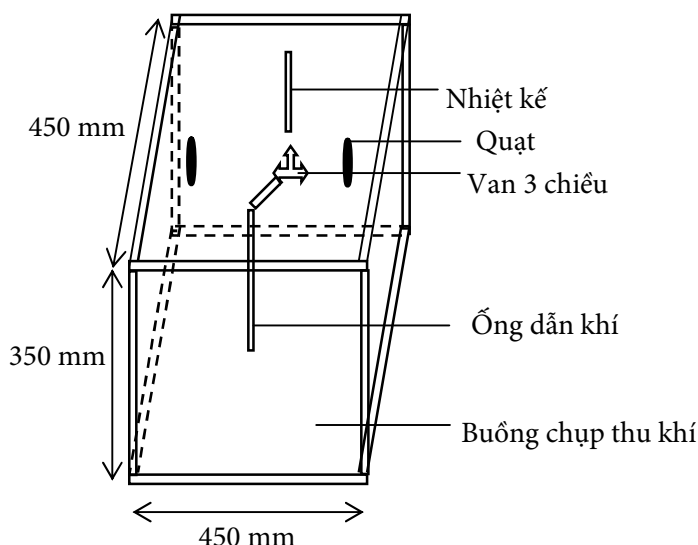
f. Lưu ý

Điều quan trọng là phải tập cho gia súc làm quen với hộp chụp đầu trước khi tiến hành thí nghiệm, đưa đầu gia súc vào hộp chụp thời gian dài để tăng sự thích nghi. Tuy nhiên, cũng giống với các thí nghiệm khác, không bao giờ có thể chắc chắn hoàn toàn rằng gia súc không bị stress, hay tỷ lệ phát thải được tính toán với hệ thống này chính xác như tỷ lệ phát thải từ gia súc ở điều kiện bình thường trên đồng cỏ, trong chuồng nuôi nhốt.

3. HƯỚNG DẪN ĐO PHÁT THẢI CH_4 VÀ N_2O TỪ CHẤT THẢI BÒ SỮA

3.1. Thiết bị, dụng cụ lấy mẫu khí

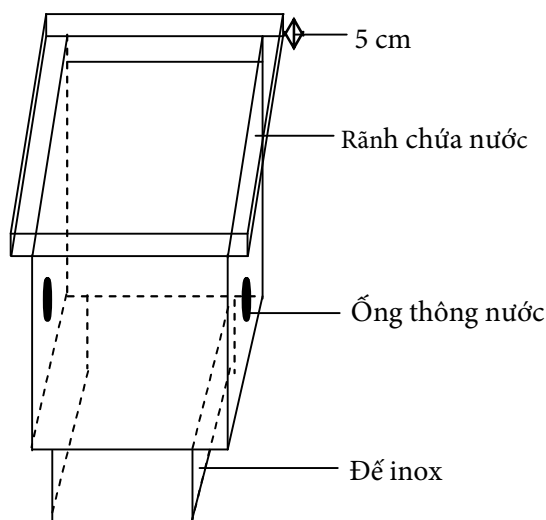
3.1.1. Hộp lấy mẫu khí



Hình 6. Mô hình buồng chụp khí

- Hình dạng: có thể thiết kế hộp lấy mẫu khí theo dạng hình trụ, hình hộp vuông hay hình hộp chữ nhật cho phù hợp;
- Kích thước tối thiểu: dài 450 mm × rộng 450 mm × cao 350 mm, chiều cao hộp lấy mẫu phải cao hơn 10 mm so với bề mặt của chất thải;
- Vật liệu, cấu tạo: có thể bằng kính, nhựa, nhựa tráng nhôm, mica.

3.1.2. Chân đế



Hình 7. Mô hình chân đế

- Hình dạng: có thể thiết kế chân đế hình trụ, hình hộp vuông hoặc hình hộp chữ nhật;
- Kích thước: thể tích tối thiểu dài 400 mm × rộng 400 mm × cao 400 mm;

- Vật liệu: inox, nhôm hoặc nhựa;

- Cấu tạo: hai mặt bên chân đế có đặt ống lưu thông nước (đường kính 2 - 3 mm đặt cách bề mặt chất thải khoảng 10 - 20 mm) giữa bên trong và bên ngoài chân đế (bình thường để mở đến khi lấy mẫu chúng được đóng lại bằng 2 nút cao su). Phía trên của chân đế có tạo rãnh chứa nước để đặt hộp lấy khí (kích thước rãnh: rộng $\times$ sâu = 40 $\times$ 40 mm). Trong quá trình đo, rãnh luôn chứa nước để khi đặt hộp lấy khí lên, nước sẽ ngăn không cho không khí lưu thông đi vào và ra, tạo nên 1 hộp kín.

3.1.3. Thiết bị lắp đặt bên trong hộp lấy mẫu

- Phía trong hộp lấy mẫu khí:

+ 1 nhiệt kế dùng để đo nhiệt độ trong hộp lấy mẫu khí ở mỗi lần lấy mẫu;

+ 2 quạt gió: để trộn đều không khí trong hộp lấy mẫu khí trong suốt quá trình lấy mẫu.

- Phía ngoài hộp lấy mẫu khí gồm:

+Ắc quy hoặc pin nối với quạt gió: nếu là pin cần dùng 8 cục (loại 1,5V và phải thay sau 2 lần lấy mẫu khí, nếu dùng bình ắc quy (12V) thì cần sạc pin sau 4 lần lấy mẫu khí;

+ Bộ phận điều áp gồm: ống nhựa có đường kính 0,2 mm, chiều dài 7.200 mm (đoạn ống bên trong hộp lấy mẫu dài 500 mm, đoạn ống bên ngoài hộp lấy mẫu dài 6.700 mm) và van điều áp để điều chỉnh cân bằng áp suất trong và ngoài hộp lấy mẫu khí;

+ Ống lấy mẫu khí có đường kính 4,8 mm, chiều dài 800 mm (đoạn ống bên trong hộp lấy mẫu dài 500 mm, đoạn ống bên ngoài

hộp lấy mẫu dài 300 mm) được gắn với van 3 chiều và nối với xi lanh hút mẫu;

+ Van 3 chiều;

+ Xi lanh lấy mẫu loại 50 ml, đầu gắn kim tiêm loại nhỏ 2,5 μm ;

+ Lọ đựng mẫu khí: lọ đựng mẫu chuyên dùng kín, có nút đậy bằng cao su, thể tích 3 - 60 ml (tùy theo máy GC được trang bị thiết bị lấy mẫu tự động hay bơm mẫu bằng tay) lọ được hút chân không (sử dụng một lần);

+ Đồng hồ (thiết bị đo đếm thời gian) dùng để xác định thời gian khi lấy mẫu khí.

3.1.4. Thiết bị, dụng cụ đi kèm phục vụ công tác lấy mẫu

- Nhiệt kế: đo nhiệt độ ngoài trời vào thời điểm lấy mẫu khí;
- Sơ đồ các vị trí lấy mẫu;
- Nhãn ghi kí hiệu mẫu;
- Hộp đựng mẫu để vận chuyển và bảo quản mẫu tránh bị va đập;
- Dụng cụ ghi chép: bút các loại (bút chì, bút viết kính không nhòe), túi PE các loại, sổ nhật ký;
- Máy định vị (GPS) cầm tay;
- Thước để đo mực nước;
- Máy chụp ảnh, máy quay phim (nếu cần);
- Các dụng cụ bảo hộ: mũ, áo mưa, ủng cao su, găng tay, khẩu trang, kính;

- Keo silicon để xử lý nhanh các tình huống bị hở hộp lấy mẫu khí;
- Thuốc và dụng cụ cứu thương khi cần.

3.2. Lựa chọn vị trí đặt thiết bị lấy mẫu

- Vị trí lấy mẫu được chọn cho thiết bị đo và lấy mẫu cần phải có kích thước và kết cấu phù hợp, để cho phép đo khí phát thải là đại diện và phù hợp với nhiệm vụ của phép đo. Ngoài ra, vị trí lấy mẫu cần phải được chọn để an toàn cho người thực hiện, khả năng tiếp cận và có sẵn nguồn điện;

- Cần đảm bảo nồng độ các khí được đo là đại diện cho điều kiện trung bình của vị trí/khu vực. Do vậy, điểm lấy mẫu cần phải được chọn sao cho mẫu có tính đại diện cao;

- Chân đế được đặt sâu dưới mặt hồ chứa chất thải 250 mm;
- Chân đế được đặt trước khi lấy mẫu 5 phút, sau đó đặt cố định trong suốt quá trình lấy mẫu;

3.3. Lấy mẫu

3.3.1. Lập kế hoạch, chuẩn bị công tác lấy mẫu

- Khảo sát khu vực quan trắc: Thông tin chung (địa điểm, tọa độ vị trí lấy mẫu theo VN 2000, thời tiết, hiện trạng chăn nuôi, giai đoạn sinh trưởng, loại gia súc,...).

- Chuẩn bị tài liệu: phiếu điều tra và sổ ghi chép hiện trường.
- Lập danh sách cán bộ quan trắc, phân tích: Lựa chọn người có trình độ kỹ thuật phù hợp; Phân công trách nhiệm cho từng người.

- Thời gian và tần suất lấy mẫu: Theo Dong và cs (2011), khí nhà kính sẽ phát thải từ chất thải chăn nuôi chịu ảnh hưởng bởi đặc điểm gia súc, đặc điểm của chất thải, cách quản lý chất thải, điều kiện môi trường; tốc độ phát thải khí nhà kính tăng dần từ ngày thứ 2, 3 và ổn định từ ngày thứ 10 của quá trình lưu trữ chất thải. Do đó, cần căn cứ vào điều kiện thực tế mà ta có thể xây dựng kế hoạch lấy mẫu khí cùng lúc hay tách rời đảm bảo kết quả phân tích đại diện, chính xác và tiết kiệm.

- Trong mỗi lần lấy mẫu, cho mỗi một công thức thí nghiệm, 4 mẫu liên tục sẽ được lấy tại các thời điểm t_0 (tại thời điểm bắt đầu lấy mẫu), t_1 (sau 10 phút), t_2 (sau 20 phút), t_3 (sau 30 phút), thời gian lấy mẫu cách nhau 10 phút;

- Các chỉ tiêu quan trắc: Khí CH_4 và N_2O ;

- Các thông số bắt buộc theo dõi để tính toán: Độ sâu của chất thải có trong hồ chứa, nhiệt độ bên trong hộp lấy mẫu khí;

- Các thông số có thể thu thập thêm nếu cần: pH, nhiệt độ của nơi lưu trữ chất thải, thành phần chất thải: tổng chất rắn (TS), chất rắn bay hơi (VS), acid béo bay hơi (VFA),...

3.3.2. Hiệu chuẩn thiết bị trước khi lấy mẫu

- Hộp lấy mẫu khí: chất lượng pin, ắc quy, quạt đảo trộn không khí, van điều áp và dây dẫn lấy khí, độ kín của hộp (keo dính tại các chỗ ghép nối);

- Chân đế: kiểm tra độ kín (keo dính tại các chỗ ghép nối), độ thẳng bằng và độ sâu trong hồ chứa chất thải (25 cm), đóng nút cao su tại ống thông nước ở hai bên sườn của chân đế;

- Kiểm tra số lượng, chất lượng, ký hiệu lọ đựng mẫu khí, số ghi chép tại hiện trường;

- Kiểm tra thùng đựng mẫu hiện trường nhằm đảm bảo quy trình bảo quản mẫu phù hợp với các thông số quan trắc theo quy định;

3.3.3. Tiến hành lấy mẫu

Bước 1:

- Khóa vòi thông nước, đổ đầy nước vào rãnh nước phía trên của chân đế;

- Hộp lấy mẫu khí được đặt sẵn ngay gần vị trí lấy mẫu cùng với các phụ kiện kèm theo bao gồm (pin, ắc quy, van 3 chiều, xi lanh, lọ đựng mẫu, bút viết, sổ ghi chép, đồng hồ);

Bước 2:

- Dựng đứng hộp lấy mẫu khí gần với vị trí lấy mẫu khí;

- Lắp ắc quy (pin) để quạt chạy đảo khí trong thùng;

- Đặt hộp lấy mẫu khí vào rãnh của chân đế, chú ý tránh bị kênh làm cho không khí lọt vào hộp trong thời gian lấy mẫu;

- Bật quạt chạy để đảo khí ngay sau khi đặt hộp lấy mẫu khí lên chân đế;

- Khóa van điều áp và van của dây lấy mẫu khí;

- Lắp xi lanh lấy mẫu vào van 3 chiều;

- Lắp kim vào van 3 chiều.

Bước 3: Tiến hành lấy mẫu khí

- Lấy mẫu t_0 (ngay sau khi đặt hộp lấy mẫu khí lên chân đế và khóa van điều áp): mở van ba chiều theo chiều kim đồng hồ và

hút khí đầy xi lanh, sau đó khóa van ba chiều theo chiều ngược kim đồng hồ và đẩy hết khí ra ngoài. Tiếp tục mở van ba chiều tiến hành rút và đẩy xilanh 5 lần, đến lần thứ 6, lấy 50 ml khí rồi khóa van ba chiều ngược chiều kim đồng hồ. Sau đó bơm khí vào lọ đựng mẫu đến khi căng tay, giữ nguyên trạng thái căng tay rút lọ đựng mẫu ra khỏi kim đồng hồ thời đẩy hết khí còn dư ra ngoài;

- Lấy mẫu t_1 , t_2 , t_3 tại các thời điểm 10, 20, 30 phút: cách lấy mẫu tương tự như mẫu t_0 ;

- Sau mỗi lần lấy mẫu cần ghi chép các thông số theo dõi vào phiếu theo dõi;

- Mỗi lọ đựng mẫu cần có ký hiệu nhận biết riêng;

- Kết thúc mỗi điểm lấy mẫu khí cần tháo nắp bịt cao su khỏi chân đế.

Bước 4:

- Sau khi thu mẫu, bảo quản mẫu trong thùng đựng mẫu chuyên dụng;

- Mẫu để nơi thoáng mát và vận chuyển mẫu về phòng phân tích trong vòng 72 giờ.

3.4. Vận chuyển và bảo quản mẫu

3.4.1. Vận chuyển mẫu

Sau khi lấy mẫu xong, sắp xếp lọ mẫu theo lô. Sau đó mẫu được sắp xếp vào hộp chuyên dùng có vách ngăn để tránh va đập giữa các lọ mẫu trong quá trình vận chuyển. Chuyển mẫu về phòng phân tích trong vòng 48 giờ.

3.4.2. Bảo quản mẫu

Trong quá trình chờ phân tích mẫu được bảo quản ở nhiệt độ phòng (25°C), ẩm độ 70 - 80%. Mẫu nên được phân tích sớm trong vòng 15 ngày sẽ cho kết quả chính xác, không lưu mẫu quá 30 ngày.

3.4.3. Phân tích KNK trong phòng thí nghiệm

a. Trang thiết bị phòng thí nghiệm

Phòng thí nghiệm phải lập kế hoạch kiểm tra, bảo trì, bảo dưỡng và hiệu chuẩn các thiết bị theo định kỳ.

Trang thiết bị của phòng thí nghiệm được hiệu chuẩn trước khi sử dụng.

b. Điều kiện và môi trường phòng thí nghiệm

Phải kiểm soát yếu tố nhiệt độ giá trị 25°C và độ ẩm 70 - 80% trong phòng. Đảm bảo sự ổn định trong suốt quá trình chạy máy không ảnh hưởng đến kết quả hoặc ảnh hưởng bất lợi đến chất lượng của các phép đo.

c. Năng lực của đội ngũ cán bộ

- Có văn bản quy định cụ thể về trách nhiệm, quyền hạn của các cán bộ phòng thí nghiệm do người có thẩm quyền quản lý, phụ trách phòng thí nghiệm ký, ban hành.

- Cán bộ quản lý phòng thí nghiệm phải có trình độ đại học trở lên, với chuyên ngành phù hợp. Cán bộ kỹ thuật có trình độ chuyên môn cần thiết để hoàn thành nhiệm vụ được giao.

- Nhân viên chỉ được giao chính thức thực hiện thử nghiệm khi lãnh đạo phòng thí nghiệm đánh giá là đạt được độ chính xác theo yêu cầu theo các tiêu chí nội bộ.

d. Hệ thống quản lý bảo đảm chất lượng và kiểm soát chất lượng phòng thí nghiệm (QA/QC)

(1) Bảo đảm chất lượng phòng thí nghiệm

Phòng thí nghiệm phải thiết lập và duy trì hệ thống quản lý chất lượng phù hợp với phạm vi hoạt động, bảo đảm tính khách quan và chính xác cho các kết quả thử nghiệm.

Quản lý mẫu phân tích: Áp dụng các quy trình quản lý mẫu thích hợp với từng thông số cụ thể. Tuân thủ các hướng dẫn kèm theo mẫu; phòng, tránh các tác động có thể làm biến đổi chất lượng mẫu trong suốt quá trình lưu giữ, xử lý, chuẩn bị và tiến hành phân tích.

Kiểm soát tài liệu, hồ sơ phòng thí nghiệm: Phòng thí nghiệm phải thực hiện phân loại, thống kê, lưu trữ, quản lý và kiểm soát các tài liệu, hồ sơ thuộc hệ thống quản lý chất lượng của phòng theo yêu cầu chung của phòng thử nghiệm theo ISO/IEC 17025:2010. Riêng đối với kết quả phân tích khí nhà kính cần phải được lưu giữ riêng, các đường chuẩn, sắc đồ của các đợt phân tích cần phải được thống kê và định kỳ đánh giá nhằm xác định mức độ ổn định của thiết bị. Từng kết quả phân tích mẫu cần phải lưu hồ sơ chi tiết quá trình thực hiện.

(2) Kiểm soát chất lượng phòng thí nghiệm

Phòng thí nghiệm phải sử dụng mẫu QC, bao gồm: mẫu trắng thiết bị; mẫu chuẩn đối chứng; mẫu lặp; mẫu kiểm tra, hóa chất chuẩn hiệu chỉnh máy.

Số lượng mẫu QC tối thiểu cần thực hiện trong mỗi lần phân tích mẫu phải đủ để kiểm tra sự nhiễm bẩn của dụng cụ, hóa chất... và độ chính xác của các kết quả phân tích.

(3) Phương pháp phân tích khí nhà kính

- Nguyên lý đo khí:

Mẫu được bơm vào trong theo dòng khí mang (khí mang thường là N_2) đưa đến cột sắc ký (pha tĩnh). Mẫu khí qua cột này sẽ được hấp phụ lên trên pha tĩnh đó. Sau đó, các chất lần lượt tách khỏi cột theo dòng khí ra ngoài được ghi nhận bởi đầu detector. Từ các tín hiệu nhận được máy tính sẽ xử lý và biểu hiện kết quả bằng sắc ký đồ. Các chất được xác định nhờ giá trị thời gian lưu trên sắc ký đồ.

Các mẫu khí lấy về được phân tích bằng máy sắc ký khí (GC) có trang bị Detector FID và TCD. Các cột có thể lựa chọn:

- Cột (PC-1) --- Porapak N 3.2 MM*2.0 MM*1M (Max. Temp. 190°C).

- Cột (MC-1) --- Hayesep D 3.2 MM*2.0 MM*3M (Max. Temp. 350°C).

- Cột (MC-2) --- Hayesep D 3.2 MM*2.0 MM*1M (Max. Temp. 290°C).

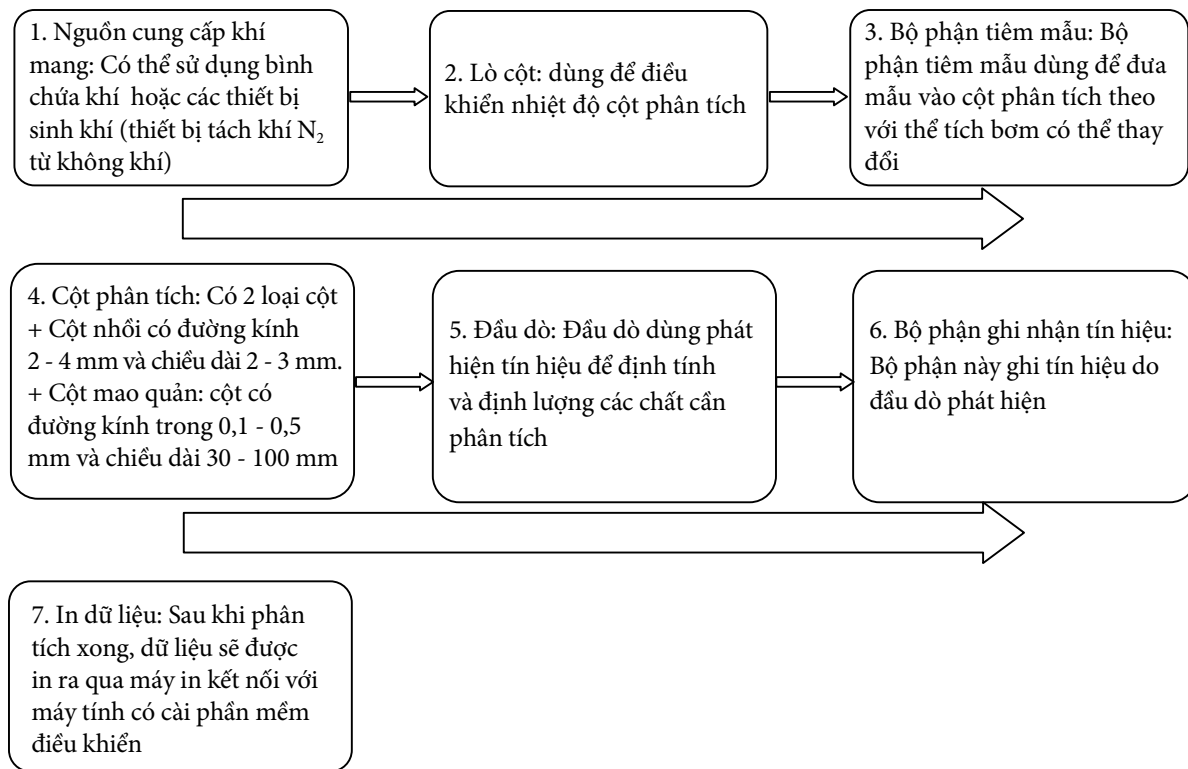
- Cột (PC-2) --- Porapak N 3.2 MM*2.0 MM*1M (Max. Temp. 190°C).

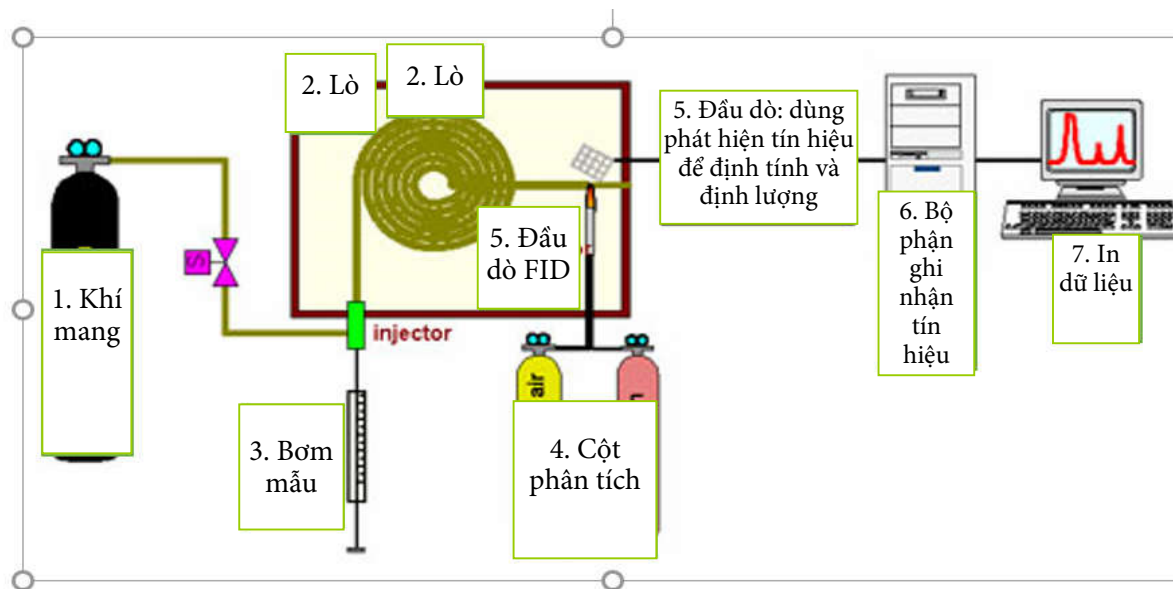
- Cột (MC-3) --- Porapak N 3.2 MM*2.0 MM*2M (Max. Temp. 190°C).

- Cột (MC-4) --- MS-13X 3.2 MM*2.0 MM*2M (Max. Temp. 350°C).

- Cột (MC-5) --- Porapak Q 3.2 MM*2.0 MM*2M (Max. Temp. 250°C).

Sơ đồ khối quá trình vận hành hệ thống sắc ký khí:





Hình 8. Sơ đồ hệ thống sắc ký khí

(4) Kết quả và độ lặp lại

Lấy giá trị trung bình hệ số đáp ứng K và hàm lượng cX của vài phép xác định (ít nhất là ba phép xác định) được tiến hành trên cùng mẫu thử. Các giá trị được sử dụng để tính không được khác nhau nhiều quá (thường trong phạm vi $\pm 2,5\%$) so với giá trị trung bình. Sự sai khác và số lần đo được quy định tùy theo các phương pháp khác nhau hoặc thay đổi theo quy định của từng tiêu chuẩn khác nhau.

Lưu ý: Đối với mỗi phòng phân tích có thể sử dụng model và hiệu máy (loại máy phân tích) khác nhau nên có thể sử dụng hệ thống cột theo yêu cầu của từng loại máy, do đó yêu cầu khi báo cáo kết quả phải nêu được loại cột sử dụng nếu không kết quả sẽ không được công nhận.

(5) Báo cáo kết quả

Báo cáo kết quả quá trình phân tích gồm các thông tin sau:

- a) Kiểu loại thiết bị, dụng cụ được sử dụng;
- b) Các đặc tính của cột (vật liệu, chiều dài, kích thước trong, pha tĩnh, chất nền và tỷ lệ của pha tĩnh với chất nền, phép đo của chất nền, nhiệt độ của cột hoặc nhiệt độ chương trình);
- c) Các đặc tính của hệ thống bơm (kiểu loại và nhiệt độ);
- d) Các đặc tính của đầu dò (kiểu loại và nhiệt độ);
- e) Tốc độ khí mang;
- f) Các đặc tính của bộ ghi (chiều cao tín hiệu tối đa, tốc độ ghi, thời gian phản ứng toàn thang đo);
- g) Phép nhận biết mẫu;
- h) Kết quả phân tích mẫu.

(6) Xử lý số liệu và tính toán kết quả đo phát thải KNK

- *Xử lý số liệu:* Số liệu được xử lý dựa trên các phần mềm xử lý số liệu hiện hành. Cần kiểm tra tổng hợp về tính hợp lý của số liệu phân tích dựa trên các kết quả ghi chép hiện trường, kết quả phân tích các số liệu liên quan.

- *Kiểm tra số liệu:* Kiểm tra tổng hợp về tính hợp lý của số liệu quan trắc và phân tích môi trường qua bảng ghi kết quả phân tích, bảng số liệu đã xử lý. Thông thường việc kiểm tra dựa trên số liệu của mẫu chuẩn, mẫu trắng, mẫu so sánh và theo phương pháp chuyên gia.

- *Tính toán kết quả:*

Cường độ phát thải khí CH₄ hoặc N₂O (mg/m²/giờ) được tính toán bằng cách sử dụng phương trình sau đây của Smith và Conen (2004):

$$F = \left(\frac{\Delta C}{\Delta t} \right) * \left(\frac{V}{A} \right) * \left(\frac{M}{V} \right) * \left(\frac{P}{P_0} \right) * \left(\frac{273}{T_{\text{Kelvin}}} \right)$$

Trong đó:

- ΔC là sự thay đổi nồng độ khí CH₄ hoặc N₂O trong khoảng thời gian Δt ;

- v và A là thể tích hộp lấy mẫu khí và diện tích đáy của hộp đo khí;

- M là khối lượng nguyên tử của khí đó;

- V là thể tích chiếm bởi 1 mol khí ở nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn (22,4 L);

- P là áp suất khí quyển (mbar), P_0 là áp suất tiêu chuẩn (1.013 mbar);

$$- T_{\text{kelvin}}: 273 + T_{\text{tb}}$$

$$T_{\text{tb}} = (T_0 + T_1 + T_2 + T_3)/4$$

Tổng tích lũy phát thải của CH_4 , hoặc N_2O được tính toán bằng cách sử dụng công thức hình thang như sau:

Tổng tích lũy phát thải của CH_4 hoặc N_2O :

$$\begin{aligned} &= (n_2 - n_1) * \frac{(F_{n1} + F_{n2})}{2} + (n_3 - n_2) * \frac{F_{n2} + F_{n3}}{2} + \dots \\ &+ \dots + (n_c - n_x) * \frac{F_{n_x} + F_{n_c}}{2} \end{aligned}$$

Trong đó n_1, n_2, n_3 là ngày của lần lấy mẫu thứ 1, 2 và 3; n_x là ngày lấy mẫu thứ x trước lần lấy mẫu cuối cùng, n_c là ngày của lần lấy mẫu cuối cùng và $F_{n1}, F_{n2}, F_{n3}, F_{n_x}, F_{n_c}$ là lượng phát thải trung bình ngày của khí CH_4 hoặc N_2O ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{ngày}$) ứng với các ngày lấy mẫu n_1, n_2, n_3, n_x và n_c .

Dựa vào cách tính của IPCC (2007), tính toán tiềm năng nóng lên toàn cầu thông qua việc quy đổi tất cả các loại khí về CO_2 tương đương (CO_2e).

Hệ số quy đổi CH_4 về $\text{CO}_2\text{e} = \text{CH}_4 * 25$.

Hệ số quy đổi N_2O về $\text{CO}_2\text{e} = \text{N}_2\text{O} * 298$.

Tổng lượng phát thải khí nhà kính được tính theo công thức sau:

$$\text{GWP (kg CO}_2\text{e/con)} = \text{Phát thải CH}_4 * 25 + \text{Phát thải N}_2\text{O} * 298$$

4. BÁO CÁO ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ĐO PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH

Các báo cáo đo đạc và phân tích phát thải KNK từ chăn nuôi bò sữa đều phải được xây dựng theo một mẫu chung và phải được xác nhận của thủ trưởng cơ quan thực hiện. Hình thức trình bày báo cáo phải theo một cấu trúc nhất định để phục vụ cho việc tổng hợp, xây dựng cơ sở dữ liệu tính toán kiểm kê KNK quốc gia. Nội dung chính của báo cáo phải được thể hiện đầy đủ những nội dung cần thực hiện ghi trong hợp đồng hoặc đề cương nghiên cứu khoa học hàng năm.

4.1. Cấu trúc xây dựng báo cáo

1/ Tờ bìa.

2/ Tên báo cáo.

3/ Cơ quan thực hiện nhiệm vụ.

4/ Cơ quan chủ quản.

5/ Mục tiêu của nhiệm vụ.

6/ Nội dung chính của báo cáo.

7/ Mục lục.

Danh mục chữ viết tắt; Bảng biểu; Hình vẽ.

Danh sách những người tham gia

4.2. Nội dung chính của báo cáo

Báo cáo cần được trình bày ngắn gọn, rõ ràng những nội dung sau đây:

I. Mở đầu

(Nêu lý do và mục đích thực hiện các hoạt động đo phát thải KNK)

II. Nội dung, địa điểm, thông số đo, quan trắc lấy mẫu và phân tích mẫu

- Nội dung, địa điểm quan trắc, phân tích;

- Điều kiện đo, lấy mẫu: *[đây là các thông tin quan trọng cần phải được ghi chép và lưu giữ: thông tin về gia súc, thành phần và giá trị dinh dưỡng của thức ăn và các nguyên liệu trong khẩu phần, năng suất gia súc nuôi (tăng trọng, năng suất sữa, chất lượng sữa,...). Đặc điểm chất thải, đặc điểm về thổ nhưỡng, mức độ phát triển của vật nuôi, các thông số đo nhanh tại hiện trường (nhiệt độ hô hấp chất thải, nhiệt độ đất, độ sâu hô hấp chất thải,...) vào trong phiếu hoặc hồ sơ thí nghiệm/quan trắc].*

Các thông số quan trắc và phân tích tại các điểm *[Nêu chi tiết số lượng của từng chỉ tiêu đối với từng loại mẫu (CH_4 , N_2O)].*

- Số lượng mẫu và vị trí lấy mẫu kèm theo sơ đồ vị trí lấy mẫu *[sơ lược về vị trí địa điểm thực hiện, bản đồ minh họa vị trí lấy mẫu và mô tả vị trí lấy mẫu].*

- Tên cơ quan chịu trách nhiệm phân tích.

Thiết bị và phương pháp lấy mẫu: *[Nêu sơ lược các thiết bị và dụng cụ lấy mẫu có sử dụng trong báo cáo].*

Phương pháp phân tích: *[Các phương pháp phân tích sử dụng trong báo cáo, nếu sử dụng phương pháp chuẩn thì chỉ cần ghi tên tiêu chuẩn sử dụng].*

III. Phân tích và đánh giá kết quả

Kết quả quan trắc, phân tích và thảo luận (nêu phương pháp đo, phương pháp tính toán, phân tích, sử dụng phương pháp thống kê (thống kê miêu tả và thống kê phân tích) để bình luận và đánh giá số liệu, thông tin thu thập được. Việc đánh giá cần dựa trên các ngưỡng cho phép của TCVN hoặc các Tiêu chuẩn quốc tế khác có trích dẫn. Đối với các quy chuẩn, tiêu chuẩn thì phải áp dụng văn bản mới nhất.

3.1. Kết quả phát thải khí CH_4

3.2. Kết quả phát thải khí N_2O

3.3. Tổng lượng phát thải (Tổng lượng phát thải CH_4 , N_2O quy đổi CO_2 - e)

3.4. Kết quả việc thực hiện QA/QC trong quá trình phân tích

IV. Kết luận và Kiến nghị

Tài liệu tham khảo

Các phụ lục

1. Bản đồ, sơ đồ vị trí khu vực thực hiện quan trắc, lấy mẫu
2. Các hình ảnh minh họa
3. Kết quả số liệu quan trắc tại hiện trường
4. Các tài liệu khác

Phụ lục 1.
MẪU GHI CHÉP THÔNG TIN VỀ BÒ SỮA
VÀ KHẤU PHẦN
(Đo phát thải khí CH₄ từ lên men dạ cỏ -
Phương pháp buồng kín)

Nhóm thực hiện:

Địa điểm đo khí:

Ngày tiến hành:

Thông tin về gia súc	Thông tin về đo khí		
	Thời điểm đo	Vị trí đo	Nồng độ CH ₄ (ppm)
- Số hiệu gia súc:			
- Tuổi:			
- Giới tính:			
- Phẩm giống:			
- Khối lượng (kg):			
- Năng suất (sữa):			

Phụ lục 2.
MẪU GHI CHÉP HIỆN TRƯỜNG

CƠ QUAN CHỦ QUẢN
ĐƠN VỊ THỰC HIỆN
.....

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

.....Ngày tháng năm.....

Phiếu số:.....
NHẬT KÝ QUAN TRẮC

Nội dung quan trắc:.....

Đợt lấy mẫu:.....

1. Tên cán bộ thực hiện:.....

2. Vị trí lấy mẫu:

Toạ độ theo VN 2000: X:..... Y:.....

(Vẽ sơ đồ vị trí lấy mẫu)

3. Số lượng mẫu lấy:

4. Mô tả sơ lược thời điểm lấy mẫu:

Loại gia súc đang nuôi dưỡng:

Kích thước hồ lưu trữ chất thải:

Thời gian bắt đầu lưu trữ chất thải:

Lứa nuôi hiện tại: Tuổi gia súc:

Loại hình nuôi:

Giống:

Năng suất của gia súc (kg/con/ngày):

Mật độ chăn thả:

Thời gian chăn thả:

5. Quản lý đàn

Khẩu phần ăn hàng ngày của gia súc gồm:

.....

Mùa	Thức ăn thô xanh (kg/con/ngày)	Thức ăn thô khô (kg/con/ngày)	Thức ăn tinh (kg/con/ngày)	Nước uống (Lít/con/ngày)
Hè/mưa				
Đông/khô				

6. Quản lý phân

Mùa	Lượng phân thu được hàng ngày (kg/con/ngày)	Tỷ lệ phân thu được hàng ngày (%)	Hình thức quản lý chất thải (%)			
			Biogas	Ủ phân	Lưu trữ trong hố	Không xử lý
Hè/mưa						
Đông/khô						

7. Điều kiện thời tiết lúc lấy mẫu: (ghi rõ nắng, mưa, gió,...)

.....

8. Khác:

.....

Người lấy mẫu
Ký và ghi rõ họ và tên

Phụ lục 3.
MẪU GHI CHÉP HIỆN TRƯỜNG LẤY MẪU KHÍ

Nhóm thực hiện:

Địa điểm lấy mẫu khí:

Ngày lấy mẫu:

TT	Công thức	Giai đoạn lấy mẫu (phút)	KHM	Nhiệt độ trong hộp ^o C	Thời gian
1	1	0'			
2		12'			
3		24'			
4		36'			
5	2	0'			
6		12'			
7		24'			
8		36'			
9	3	0'			
10		12'			
11		24'			
12		36'			
13	4	0'			
14		10'			
15		20'			
16		30'			
17	5	0'			
18		10'			
19		20'			
20		30'			
...					

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arif, M., Sarwar, M., Mehr - un - Nisa, Hayat, Z. and M. Younas. 2016. Effect of supplementary sodium nitrate and sulphur on methane production and growth rates in sheep and goats fed forages based diet low in true protein. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(1): 69 - 78.
2. Bell, M. J., N. Saunders, R. H. Wilcox, E. M. Homer, J. R. Goodman, J. Craigon, and P.C. Garnsworthy. 2014. Methane emissions among individual dairy cows during milking quantified by eructation peaks or ratio with carbon dioxide. *J. Dairy Sci.* 97:6536–6546.
3. Brask, M., M. R. Weisbjerg, A. L. F. Hellwing, A. Bannink and P. Lund. 2015. Methane production and diurnal variation measured in dairy cows and predicted from fermentation pattern and nutrient or carbon flow. *Animal*, 9:11, pp1795 - 1806. doi:10.1017/S1751731115001184.
4. Brouwer E. (1965). Report of sub - committee on constants and factors, in *Energy Metabolism*, ed Blaxter K. L, editor. (London: Academic Press), 441 - 443.
5. Cheat Sophal, Duong Nguyen Khang, T.R. Preston and R.A. Leng. 2013. Nitrate replacing urea as a fermentable N source decreases enteric methane production and increases the efficiency of feed utilization in Yellow cattle. *Livestock Research for Rural Development*. Trích dẫn từ <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd25/7/soph25113.htm> ngày 18 tháng 05 năm 2017.
6. Dong, H. Zhu, Z., Zhou, Z., Xin, H., Chen, Y. 2011. Greenhouse gas emissions from swine manure stored at different stack heights. *Animal Feed Science and Technology*. 166: 557 - 561.
7. Hellwing, A. L., P. Lund, M. R. Weisbjerg, M. Brask, and T. Hvelplund. 2012. Technical note: Test of a low - cost and animal - friendly system for measuring methane emissions from dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95:6077 - 6085.
8. Hindrichsen, I.K., Wettstein, H. - R., Machmüller, A., Jörg, B., Kreuzer, M., 2005. Effect of the carbohydrate composition of feed concentrates on methane emission from dairy cows and their slurry. *Environ. Monit. Assess.* 107, 329 - 350.

9. Huhtanen, P., E. H. Cabezas - Garcia, S. Utsumi, and S. Zimmerman. 2015. Comparison of methods to determine methane emissions from dairy cows in farm conditions. *Dairy Sci.* 98:3394 - 3409. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-9118>.
10. IAEA. 1992. Manual on measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture. IAEA - TECDOC - 674.
11. IPCC. 2007. Fourth Assessment Report (AR4). Climate Change 2007: Synthesis Report. Appendix Glossary. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104. Leng, R. A., T. R. Preston and Sangkhom Inthapanya. 2012. Biochar reduces enteric methane and improves growth and feed conversion in local “Yellow” cattle fed cassava root chips and fresh cassava foliage. *Livestock Research for Rural Development*. Trích dẫn từ <http://www.lrrd.org/lrrd24/11/leng24199.htm> ngày 10 tháng 9 năm 2017.
12. Madsen J., Bjerg B. S., Hvelplund T. M., Weisbjerg R. and Lund P. 2010. Methane and carbon dioxide ratio in excreted air for quantification of the methane production from ruminants. *Livestock Science*. 129: 223 - 227.
13. Sakai T., T. K. Chi, N. V. Thu, Suzuki T., Hayashi K., Higuchi K. 2016. Ventilated Hood System for Measurements of Enteric Methane Emissions in Vietnam. Trích dẫn từ https://www.researchgate.net/publication/317002110_Ventilated_Hood_System_for_Measurements_of_Enter_Methane_Emissions_in_Vietnam
14. Sara E. Place, Yuee Pan, Yongjing Zhao and Frank M. Mitloehner. 2011. Construction and Operation of a Ventilated Hood System for Measuring Greenhouse Gas and Volatile Organic Compound Emissions from Cattle. *Animals*. 1: 433 - 446.
15. Tổng Cục Môi Trường, 2015. Việt Nam triển khai các biện pháp giảm phát thải khí nhà kính.
16. Viện Chăn nuôi Quốc gia. 2001. Thành phần và giá trị dinh dưỡng thức ăn gia súc - gia cầm Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp (2001).

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

167/6 Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội

ĐT: (04) 38523887, (04) 38521940 - Fax: 04.35760748

E-mail: nxbnn@yahoo.com.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

58 Nguyễn Bình Khiêm - Q.I - Tp. Hồ Chí Minh

ĐT: (08) 38299521, 38297157 - Fax: (08) 39101036

Chịu trách nhiệm xuất bản
Q. Giám đốc - Phó Tổng biên tập
TS. LÊ LÂN

Biên tập và sửa bản in
BÙI THỊ HẠNH

Trình bày, bìa
VŨ HẢI YẾN

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP
167/6 Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội
ĐT: (04) 38523887, (04) 38521940 - Fax: 04.35760748
E-mail: nxbnn@yahoo.com.vn
CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP
58 Nguyễn Bình Khiêm - Q.I - Tp. Hồ Chí Minh
ĐT: (08) 38299521, 38297157 - Fax: (08) 39101036

In 115 bản khổ 14,5 × 20,5 cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Nông nghiệp.
Địa chỉ: Số 6, ngõ 167 Phương Mai, Đống Đa, Hà Nội.
Đăng ký KHXB số 4156 -2017/CXBIPH/7-255 /NN ngày 20 /11/2017.
Quyết định XB số /QĐ-NN ngày 4/12/2017.
Số ISBN: 978-604-60-2652-5
In xong và nộp lưu chiểu quý III/2018.