

## NGUỒN PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ CHĂN NUÔI VÀ CHIẾN LƯỢC GIẢM THIỂU

*Nguyễn Văn Quang*

**Viện Chăn nuôi**

Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Quang. Tel: 0989637328. Email: quangvcn@gmail.com

### TÓM TẮT

Ngành chăn nuôi đòi hỏi một lượng tài nguyên thiên nhiên đáng kể và có vai trò quan trọng trong phát thải khí nhà kính toàn cầu. Các khí nhà kính quan trọng nhất từ nông nghiệp trong chăn nuôi động vật là metan và oxit nitơ. Khí metan, chủ yếu được sản xuất từ quá trình lên men và lưu trữ phân, là một loại khí có ảnh hưởng đến sự nóng lên toàn cầu. Oxit nitơ, phát sinh từ việc lưu trữ phân và sử dụng phân bón hữu cơ / vô cơ. Ngoài khí nhà kính phát sinh từ quá trình lên men và lưu trữ phân chuồng, sản xuất thức ăn cùng với lượng khí thải carbon dioxide và nitơ oxit trong đất là một điểm nóng quan trọng khác của ngành chăn nuôi. Phát thải carbon dioxide trong đất là do động lực carbon của đất (ví dụ, phân hủy tàn dư thực vật, khoáng hóa chất hữu cơ của đất, thay đổi sử dụng đất, v.v.), sản xuất phân bón tổng hợp và thuốc trừ sâu và sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong các hoạt động nông nghiệp tại trang trại. Phát thải nitơ oxit được phát ra khi phân bón hữu cơ và vô cơ được áp dụng cho đất.

Các chiến lược giảm thiểu nhằm giảm cường độ phát thải của ngành này là cần thiết để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng đối với các sản phẩm chăn nuôi do sự gia tăng dân số. Sự không đồng nhất của ngành nông nghiệp cần phải được tính đến khi xác định tính bền vững tổng thể của chiến lược giảm thiểu, có thể khác nhau giữa các hệ thống chăn nuôi, loài và khí hậu. Nói chung, không có biện pháp nào đơn lẻ có thể đảm bảo khả năng giảm phát thải đầy đủ, mà phải kết hợp nhiều giải pháp để đạt được kết quả tốt nhất. Giảm lượng khí thải metan trong quá trình lên men đường ruột có thể lượng khí thải nhà kính lại tăng lên trong phân quá trình sử dụng phân bón. Giảm lượng khí thải nitơ oxit trực tiếp trong quá trình lưu trữ phân bón có thể dẫn đến sự rò rỉ nitrat và bay hơi amoniac cao hơn trong quá trình sử dụng tại đồng ruộng. Giảm thiểu có thể xảy ra trực tiếp bằng cách giảm lượng khí nhà kính thải ra, hoặc gián tiếp thông qua việc cải thiện hiệu quả sản xuất.

Để tăng hiệu quả của các chiến lược giảm thiểu, các tương tác phức tạp giữa các thành phần của hệ thống chăn nuôi phải được tính đến để tránh sự đánh đổi môi trường với phát triển chăn nuôi.

**Từ khóa:** *Biến đổi khí hậu, khí nhà kính, chăn nuôi, giảm thiểu*

### GIỚI THIỆU

Theo Liên Hợp Quốc (UN, 2017), dân số thế giới tăng khoảng 1 tỷ dân trong 12 năm qua, đạt gần 7,6 tỷ vào năm 2017. Mặc dù mức tăng này chậm hơn 10 năm trước (1,24% so với 1,10% mỗi năm), với mức tăng trung bình 83 triệu người mỗi năm, dân số toàn cầu sẽ đạt khoảng 8,6 tỷ vào năm 2030 và 9,8 tỷ vào năm 2050. Tăng trưởng dân số, đô thị hóa và tăng thu nhập ở các nước đang phát triển là động lực chính của nhu cầu gia tăng đối với các sản phẩm chăn nuôi (LHQ, 2017). Ngành chăn nuôi đòi hỏi một lượng tài nguyên thiên nhiên đáng kể và chịu trách nhiệm cho khoảng 14,5% tổng lượng khí thải nhà kính do con người tạo ra (Gerber và cs., 2013). Các chiến lược giảm thiểu nhằm giảm khí thải của lĩnh vực này là cần thiết để hạn chế gánh nặng môi trường từ sản xuất thực phẩm trong khi vẫn đảm bảo cung cấp đủ thực phẩm cho dân số thế giới đang phát triển. Mục tiêu của bài viết này là (i) thảo luận về các nguồn phát thải khí nhà kính chính từ ngành chăn nuôi và (ii) tóm tắt các chiến lược giảm thiểu phát thải khí nhà kính tốt nhất.

### **Tác động của vật nuôi đến phát thải khí nhà kính**

Các khí nhà kính quan trọng nhất từ nông nghiệp trong chăn nuôi động vật là mêtan và oxit nito. Khí mêtan, chủ yếu được sản xuất từ quá trình lên men và lưu trữ phân, là một loại khí có ảnh hưởng đến sự nóng lên toàn cầu cao hơn 28 lần so với carbon dioxide. Oxit nito, phát sinh từ việc lưu trữ phân và sử dụng phân bón hữu cơ / vô cơ, là một phân tử có tiềm năng nóng lên toàn cầu cao hơn 265 lần so với carbon dioxide. Tương đương carbon dioxide là một đơn vị tiêu chuẩn được sử dụng để giải thích cho tiềm năng nóng lên toàn cầu (IPCC, 2013).

Ngoài khí nhà kính phát sinh từ quá trình lên men và lưu trữ phân chuồng, sản xuất thức ăn cùng với lượng khí thải carbon dioxide và nitơ oxit trong đất là một điểm nóng quan trọng khác của ngành chăn nuôi. Phát thải carbon dioxide trong đất là do động lực carbon của đất (ví dụ, phân hủy tàn dư thực vật, khoáng hóa chất hữu cơ của đất, thay đổi sử dụng đất, v.v.), sản xuất phân bón tổng hợp và thuốc trừ sâu và sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong các hoạt động nông nghiệp tại trang trại. Phát thải nitơ oxit được phát ra khi phân bón hữu cơ và vô cơ được áp dụng cho đất (Goglio và cs., 2018).

Sản xuất và chế biến thức ăn đóng góp khoảng 45% toàn bộ ngành chăn nuôi phát thải khí nhà kính. Lên men đường ruột sản xuất khoảng 39% là nguồn phát thải lớn thứ hai. Lưu trữ phân chiếm khoảng 10% và 6% còn lại là do chế biến và vận chuyển các sản phẩm động vật (Gerber và cs., 2013).

Sản xuất thức ăn chăn nuôi bao gồm tất cả các phát thải khí nhà kính phát sinh từ 1) thay đổi sử dụng đất, 2) sản xuất và sử dụng phân bón và thuốc trừ sâu, 3) phân chuồng và áp dụng cho các lĩnh vực, 4) hoạt động nông nghiệp, 5) chế biến thức ăn và 6) vận chuyển thức ăn. Mặc dù các quy trình này dẫn đến một phần lớn của chuỗi cung ứng chăn nuôi, trong bài viết này, chúng tôi chủ yếu tập trung vào quá trình lên men đường ruột trực tiếp, lưu trữ phân và phân chuồng / thải vào đất. Tất cả các khí thải khác nằm ngoài phạm vi của bài viết này.

#### ***Lên men ở ruột non***

Lên men ở ruột là một phần tự nhiên của quá trình tiêu hóa của động vật nhai lại nơi vi khuẩn, động vật nguyên sinh và nấm có trong dạ dày của động vật (dạ cỏ), lên men và phá vỡ sinh khối thực vật mà động vật ăn. Sinh khối thực vật trong dạ cỏ được chuyển đổi thành axit béo dễ bay hơi, vượt qua thành dạ cỏ và đi đến gan thông qua hệ thống tuần hoàn. Quá trình này cung cấp một phần chính nhu cầu năng lượng của động vật và cho phép hiệu quả chuyển đổi cao của cellulose và semi-cellulose, đặc trưng của động vật nhai lại. Các chất thải dạng khí của quá trình lên men ruột, carbon dioxide và mêtan, chủ yếu được loại bỏ khỏi dạ cỏ bằng cách ợ hơi của gia súc. Phát thải khí mêtan trong mạng lưới là một sự thích nghi tiến hóa cho phép hệ sinh thái dạ cỏ xử lý hydro, có thể tích tụ và ức chế quá trình lên men carbohydrate và nát ra của chất xơ. Tốc độ phát thải của mêtan ruột thay đổi tùy theo lượng thức ăn và tỷ lệ tiêu hóa (McAllister và Newbold, 2008).

### ***Phân chuồng***

Phân đóng vai trò là nguồn phát thải cho cả mêtan và oxit nitơ, và lượng phát thải ra có liên quan đến điều kiện môi trường, loại quản lý và thành phần của phân. Chất hữu cơ và hàm lượng nitơ của bài tiết là những đặc điểm chính ảnh hưởng đến sự phát thải khí mêtan và oxit nitơ, tương ứng. Trong điều kiện yếm khí, chất hữu cơ bị phân hủy một phần bởi vi khuẩn sản xuất mêtan và carbon dioxide. Lưu trữ hoặc xử lý phân lỏng (bùn) trong đầm hoặc bể thúc đẩy môi trường yếm khí dẫn đến sự gia tăng sản xuất mêtan. Thời gian lưu trữ dài và điều kiện ẩm và ẩm ướt có thể làm tăng thêm lượng khí thải này (EPA, 2010). Mặt khác, khí thải nitơ oxit cần sự kết hợp của các điều kiện hiếu khí và kỵ khí để được sản xuất. Do đó, khi phân được xử lý dưới dạng chất rắn (phân) hoặc lắng đọng trên đồng cỏ, việc sản xuất oxit nitơ tăng lên trong khi ít hoặc không có khí mêtan được phát ra. Oxit nitơ được tạo ra thông qua cả quá trình nitrat hóa và khử nitrat của nitơ có trong phân, chủ yếu hiện diện ở dạng hữu cơ (ví dụ: protein) và ở dạng vô cơ như amoni và amoniac. Quá trình nitrat hóa xảy ra trên không và chuyển hóa amoni và amoniac thành nitrit và sau đó là nitrat, trong khi quá trình khử nitrat xảy ra chuyển hóa nitrat thành oxit nitơ và khí nitơ. Sự cân bằng giữa amoni và amoniac bị ảnh hưởng nhiều bởi pH, với amoniac tăng khi pH tăng (Saggar, 2010).

### ***Sản xuất thức ăn chăn nuôi***

Gần 60% sinh khối toàn cầu được thu hoạch trên toàn thế giới xâm nhập vào hệ thống con vật nuôi dưới dạng thức ăn hoặc vật liệu nền (Krausmann và cs., 2008). Phát thải khí nhà kính từ sản xuất thức ăn chiếm 60% - 80% lượng khí thải đến từ sản xuất trứng, thịt gà và thịt lợn và 35 - 45% của ngành sữa và thịt bò (Sonesson và cs., 2009). Khí thải từ sản xuất thức ăn chăn nuôi chiếm khoảng 45% trong ngành chăn nuôi. Việc sử dụng phân làm phân bón cho cây trồng thức ăn chăn nuôi và lắng đọng phân chuồng trên đồng cỏ tạo ra một lượng đáng kể lượng khí thải nitơ oxit chiếm khoảng một nửa lượng phát thải này. Mặc dù sản xuất thức ăn chăn nuôi thường liên quan đến các ứng dụng lớn của nitơ vào đất nông nghiệp, quản lý phân tốt có thể làm giảm nhu cầu phân bón sản xuất (Gerber và cs., 2013).

### ***Chiến lược giảm thiểu khí nhà kính từ chăn nuôi***

Sự không đồng nhất của ngành nông nghiệp cần phải được tính đến khi xác định tính bền vững tổng thể của chiến lược giảm thiểu, có thể khác nhau giữa các hệ thống chăn nuôi, loài và khí hậu. Nói chung, không có biện pháp nào đơn lẻ có thể đảm bảo khả năng giảm phát thải đầy đủ, mà phải kết hợp nhiều giải pháp để đạt được kết quả tốt nhất (Llonch và cs., 2017). Điều quan trọng nữa là phải xem xét hiệu ứng hoán đổi của ô nhiễm khi đánh giá hiệu quả của chiến lược giảm thiểu (Hristov và cs., 2013). Giảm lượng khí thải mêtan trong quá trình lên men đường ruột có thể lượng khí thải nhà kính lại tăng lên trong quá trình chế biến và sử dụng phân bón. Giảm lượng khí thải nitơ oxit trực tiếp trong quá trình lưu trữ phân bón có thể dẫn đến sự rò rỉ nitrat và bay hơi amoniac cao hơn trong quá trình sử dụng tại đồng ruộng.

Giảm thiểu có thể xảy ra trực tiếp bằng cách giảm lượng khí nhà kính thải ra, hoặc gián tiếp thông qua việc cải thiện hiệu quả sản xuất. Các chiến lược chính để giảm thiểu khí thải nhà kính trong ngành chăn nuôi đã được nghiên cứu và được tóm tắt trong Bảng 1.

Bảng 1. Tiềm năng giảm thiểu của các chiến lược khác nhau

Chiến lược	Thể loại	Hiệu quả giảm thiểu tiềm năng*	
		Mêtan	Nitơ oxit
Lên men ruột non	Thức ăn thô xanh	Thấp đến trung bình	†
	Chế biến thức ăn	Thấp	Thấp
	Bao gồm tập trung	Thấp đến trung bình	†
	Lipid ăn kiêng	Trung bình	†
	Ionophores	Thấp	†
	Thuốc ức chế methanogen	Thấp	†
Phân chuồng	Tách chất lỏng rắn	Cao	Thấp
	Tiêu hóa kỵ khí	Cao	Cao
	Giảm thời gian lưu trữ	Cao	Cao
	Loại bỏ phân thường xuyên	Cao	Cao
	Giai đoạn cho ăn	‡	Thấp
	Giảm protein chế độ ăn uống	‡	Trung bình
	Ức chế nitrat hóa	‡	Trung bình đến cao
	Không chăn thả trên đất ướt	Thấp	Trung bình
	Tăng năng suất	Cao	Cao
Quản lý động vật	Chọn lọc di truyền	Cao	‡
	Thú y	Thấp đến trung bình	Thấp đến trung bình
	Tăng hiệu quả sinh sản	Thấp đến trung bình	Thấp đến trung bình
	Giảm tỷ lệ tử vong của động vật	Thấp đến trung bình	Thấp đến trung bình
	Hệ thống chuồng trại	Trung bình đến cao	Trung bình đến cao

Ghi chú: \* Hiệu quả giảm cao =  $\geq 30\%$ ; Trung bình = 10-30%; Thấp =  $\leq 10\%$ . Các hiệu ứng giảm thiểu đề cập đến phần trăm thay đổi so với tiêu chuẩn thực hành của Google theo Newell Price và cs. (2011); Borhan và cs. (2012); Hristov và cs. (2013); Montes và cs. (2013); Petersen (2013); Battini và cs. (2014); Knapp và cs. (2014); Llonch và cs. (2017); Mohankumar Sajeev và cs. (2018).

† không phù hợp / kết quả khác nhau; ‡ Sự không chắc chắn do nghiên cứu hạn chế hoặc thiếu dữ liệu.

### Lên men ở ruột non

Giảm lượng khí thải mêtan từ động vật nhai lại là một thách thức cấp bách đối với lĩnh vực sản xuất động vật nhai lại. Chiến lược giảm nguồn phát thải này tập trung vào việc cải thiện hiệu quả của quá trình lên men dạ cỏ và tăng năng suất động vật. Một số lượng lớn các lựa chọn giảm thiểu đã được đề xuất (ví dụ, thao tác chế độ ăn uống, vắc-xin, phụ gia hóa học, lựa

chọn di truyền động vật, v.v.) với hiệu quả khác nhau trong việc giảm khí mêtan đường ruột như trong Bảng 1.

Chất lượng thức ăn thô xanh và khả năng tiêu hóa ảnh hưởng đến sản xuất mêtan ruột. Hàm lượng lignin tăng trong quá trình sinh trưởng của cây, do đó làm giảm tỷ lệ tiêu hóa của cây. Do đó, thu hoạch thức ăn thô xanh (đặc biệt là cỏ) để ủ ở giai đoạn trưởng thành sớm hơn làm tăng hàm lượng carbohydrate hòa tan của nó và làm giảm quá trình tạo màng. Theo Knapp và cs. (2014) thực hành nhằm tăng chất lượng thức ăn thô xanh đã cho thấy khả năng giảm khí mêtan đường ruột tiềm năng khoảng 5% trên mỗi đơn vị sữa chất béo được điều chỉnh.

Xử lý vật lý các loại thức ăn thô xanh, như băm nhỏ, nghiền và xử lý hơi nước cũng giúp cải thiện khả năng tiêu hóa thức ăn thô xanh và giảm thiểu sản xuất mêtan trong ruột ở động vật nhai lại (Hristov và cs., 2013). Tuy nhiên, khả năng giảm của thực hành này được báo cáo là ít hơn 2% trên mỗi đơn vị sữa điều chỉnh protein chất béo (Knapp và cs., 2014).

Cải thiện khả năng tiêu hóa chế độ ăn uống bằng cách tăng cho ăn tập trung là một chiến lược giảm thiểu hiệu quả khác, giảm 15% lượng khí thải mêtan trên mỗi đơn vị sữa điều chỉnh protein chất béo (Knapp và cs., 2014). Tuy nhiên, tỷ lệ thức ăn thô xanh để tập trung phải được tính toán cẩn thận khi áp dụng chiến lược này. Thật vậy, mặc dù có thể dự kiến giảm đáng kể khí mêtan với tỷ lệ bao gồm tập trung từ 35% đến 40% (Gerber và cs., 2013). Một tỷ lệ lớn hơn của carbohydrate lên men chế độ ăn uống có thể làm tăng nguy cơ mắc các bệnh chuyển hóa (ví dụ, nhiễm toan dạ cỏ).

Bổ sung chất béo hoặc axit béo vào chế độ ăn của động vật nhai lại có thể làm giảm lượng khí thải metan đường ruột bằng cách giảm tỷ lệ năng lượng được cung cấp từ carbohydrate lên men và thay đổi dân số vi khuẩn của dạ cỏ (Llonch và cs., 2017). Mặc dù một số sản phẩm phụ (ví dụ, hạt bông, hạt bia, bột canola ép lạnh, v.v.) có hiệu quả trong việc giảm quá trình lên men đường ruột (Moate và cs., 2011), khả năng giảm thiểu của các sản phẩm phụ dầu cao chưa được thiết lập tốt và trong một số trường hợp sản xuất mêtan có thể tăng do lượng chất xơ tăng (Hristov và cs., 2013). Việc bao gồm lipid cao hơn 10% có thể dẫn đến suy giảm chức năng dạ cỏ do thay đổi quần thể vi sinh vật, từ đó làm giảm khả năng tiêu hóa chất xơ. Bổ sung chế độ ăn uống lipid từ 5% đến 8% lượng chất khô là một chiến lược giảm thiểu hiệu quả (Grainger và Beauchemin, 2011) với khả năng giảm methane đường ruột tiềm năng khoảng 15% cho mỗi đơn vị sữa được điều chỉnh protein chất béo (Knapp và cs., 2014).

Phụ gia thức ăn (thụ thể điện tử, kháng sinh ionophoric, chất ức chế hóa học, v.v.) cũng đã được thử nghiệm về khả năng giảm phát thải khí mêtan (Beauchemin và cs., 2009). Tuy nhiên, độc tính chưa biết và các rủi ro sức khỏe liên quan đến việc sử dụng một số hợp chất này có thể hạn chế nghiêm trọng việc áp dụng rộng rãi (Herrero và cs., 2016).

### ***Phân chuồng***

Mật độ động vật tăng cùng với dòng dinh dưỡng liên tục từ thức ăn nhập khẩu có khả năng làm tăng khối lượng phân được quản lý. Phân được lưu trữ chiếm một lượng tương đối nhỏ khí nhà kính nông nghiệp trực tiếp và về mặt kỹ thuật có thể giảm thiểu tỷ lệ phát thải rất cao (Hristov và cs., 2013).

Khí sản xuất mêtan tăng theo nhiệt độ của phân được lưu trữ, việc giảm nhiệt độ lưu trữ đã được báo cáo là giảm 30-50% phát thải (Borhan và cs., 2012). Tuy nhiên, giảm thiểu khí nhà kính rò rỉ từ chiến lược này có thể rất khác nhau, và nó liên quan chặt chẽ đến năng lượng được sử dụng và hệ thống làm mát được áp dụng.

Thường xuyên dọn phân đến một cơ sở lưu trữ bên ngoài là một biện pháp hiệu quả có thể được thực hiện bằng cách sử dụng sản phẩm có rãnh kết hợp với việc quét phân thường xuyên, đặc biệt là cho lợn và một số hệ thống chăn nuôi gia súc. Thật vậy, nếu các rãnh bên dưới chuồng được dọn sạch thường xuyên và phân / bùn được vận chuyển đến một cơ sở lưu trữ bên ngoài, thì thực tế này có khả năng giảm phát thải khí mê-tan và nitơ oxit tương ứng 55% và 41% (Mohankumar Sajeev và cs., 2018). Trên các trang trại gia cầm, rác / phân thường được loại bỏ vào cuối vụ; tuy nhiên, chuồng trại tiên tiến sử dụng máy quét vành đai có thể loại bỏ rác / phân liên tục một cách hiệu quả và giảm phát thải khí nhà kính (Fournel và cs., 2012).

Tách chất lỏng rắn là một công nghệ xử lý tách một phần chất rắn khỏi phân lỏng bằng trọng lực hoặc hệ thống cơ học như máy ly tâm hoặc máy ép lọc. Như thể hiện trong Bảng 1, tiềm năng giảm thiểu khí nhà kính của kỹ thuật này đã được báo cáo là cao hơn 30% so với phân không được xử lý (Montes và cs., 2013). Thành phần hữu cơ có kích thước hạt lớn hơn theo dòng rắn trong quá trình phân tách và sau đó nó được lưu trữ trong kho dự trữ. Điều kiện được sục khí của kho lưu trữ sau đó có thể hạn chế khả năng phát sinh khí mê-tan; tuy nhiên, mất amoniac thông qua việc ủ phân và tạo nhiệt độ cao có thể được tăng tốc. Ngoài ra, phân chất lỏng còn lại vẫn là một nguồn phát thải nitơ oxit gián tiếp. Thật vậy, một khi các mảnh vật liệu hữu cơ dạng sợi và lớn bị trừ đi, nó sẽ không tạo thành lớp vỏ trong quá trình bảo quản, dẫn đến sự bay hơi của amoniac bằng cách tăng hệ số chuyển khối ở bề mặt. Mặc dù giảm thiểu khí nhà kính của quá trình tách chất lỏng rắn có thể bị mất cân bằng một phần do phát thải amoniac, nhưng điều quan trọng cần lưu ý là có nhiều biện pháp quản lý có thể khắc phục những vấn đề này, chẳng hạn như bảo quản bùn và sử dụng phun cho đất (Holly và cs., 2017).

Tiêu hóa kỵ khí là một quá trình phân hủy sinh học, trong trường hợp không có oxy, tạo ra quá trình tiêu hóa và khí sinh học (chủ yếu là mê-tan và carbon dioxide) từ phân bón. Khí sinh học được thu thập từ hệ thống thường được sử dụng để tạo ra điện, làm nhiên liệu cho lò hơi hoặc lò nung, hoặc để cung cấp nhiệt và điện kết hợp. Có tính đến lượng khí thải nhà kính phát sinh từ việc sử dụng phân hủy làm phân bón và tín dụng cho năng lượng tái tạo được sản xuất, quá trình phân hủy kỵ khí đã được báo cáo là giúp giảm hơn 30% lượng khí thải nhà kính so với các hệ thống xử lý phân truyền thống (Battini và cs., 2014). Tuy nhiên, cần chú ý hơn nữa đến việc quản lý tiêu hóa để lại quá trình phân hủy kỵ khí là cần thiết. Thật vậy, quá trình khoáng hóa nitơ hữu cơ xảy ra trong quá trình phân hủy sinh học làm tăng hàm lượng nitơ vô cơ và pH của nước thải, do đó có thể làm tăng sự bay hơi amoniac (Petersen và Sommer, 2011). Kết hợp tiêu hóa kỵ khí và tách chất lỏng rắn có thể làm giảm lượng amoniac bị mất sau quá trình tiêu hóa (Holly và cs., 2017).

Chế độ ăn uống ảnh hưởng nghiêm trọng đến việc bài tiết nitơ ở hầu hết các động vật trang trại, do đó, nhóm vật nuôi dựa trên yêu cầu thức ăn của chúng có thể giúp giảm nguồn oxit nitơ này trong bài tiết. Mặc dù chế độ ăn ít protein có thể giảm thiểu hiệu quả khí thải nitơ oxit từ việc lưu trữ phân gia súc (Bảng 1), một số lưu ý phải được thực hiện để thao túng nitơ trong chế độ ăn uống (Montes và cs., 2013). Ví dụ, giảm protein có thể dẫn đến sự gia tăng carbohydrate lên men, do đó sẽ có khả năng làm tăng sản xuất mê-tan.

Chế độ ăn cho tất cả các loài động vật nên được cân bằng cho các axit amin để tránh sự suy giảm lượng thức ăn và giảm năng suất động vật. Các axit amin được sản xuất thường được sử dụng để cân bằng chế độ ăn uống của monogastrics (lợn và gia cầm), nhưng tác động môi trường liên quan đến việc sản xuất các chất bổ sung này phải được xem xét khi đưa axit amin vào chiến lược giảm thiểu khí nhà kính. Trong động vật nhai lại, việc bổ sung các axit amin tự do dẫn đến suy thoái nhanh trong dạ cỏ, mà không làm tăng đáng kể năng suất động

vật. Ngược lại, các axit amin được bảo vệ dạ cỏ chống lại sự thay đổi hóa học trong dạ cỏ và có thể đến ruột nơi chúng được hấp thụ, cải thiện năng suất sữa ở bò sữa. Nhìn chung, việc cho ăn protein gần với yêu cầu của động vật được khuyến nghị là một chiến lược giảm thiểu hiệu quả để giảm lượng khí thải amoniac và nitơ oxit từ phân (Montes và cs., 2013).

### ***Sản xuất thức ăn chăn nuôi***

Thời điểm, số lượng và phương pháp bón phân là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến lượng khí thải nitơ oxit trong đất. Phân bón nitơ được áp dụng dễ bị mất bằng cách lọc và khử nitrat trước khi hấp thụ cây trồng. Do đó, đảm bảo rằng lượng nitơ thích hợp có được cho cây trồng đang phát triển và tránh áp dụng trong mùa mưa hoặc trước các sự kiện mưa lớn, là những thực hành có giá trị có thể giúp tối ưu hóa sản xuất sinh khối và giảm phát thải khí nhà kính đất.

Khi lượng khí thải mêtan thấp hơn xảy ra sau khi sử dụng đất phân chuồng, việc giảm thời gian lưu trữ có thể giúp giảm thiểu hiệu quả khí thải nhà kính (Bảng 1). Tuy nhiên, các ứng dụng đất thường xuyên có thể có tác động thay đổi đến phát thải nitơ oxit từ trường và phát thải carbon dioxide từ đốt cháy nhiên liệu. Tránh áp dụng trong thời gian dài với đất ẩm và thời gian hấp thụ nitơ thực vật thấp có thể giúp tăng hiệu quả của thực hành này (Hristov và cs., 2013).

Các cơ sở lưu trữ đầy đủ có thể cung cấp sự linh hoạt hơn trong việc lựa chọn thời điểm áp dụng phân chuồng cho đồng ruộng, trong khi việc sử dụng phân tích phân chuồng có thể giúp nông dân xây dựng kế hoạch quản lý dinh dưỡng và giảm thiểu tác động môi trường (Newell Price và cs., 2011).

Việc sử dụng các chất ức chế quá trình nitrat hóa có khả năng làm giảm quá trình lọc nitơ bằng cách ức chế chuyển đổi amoniac thành nitrat. Tuy nhiên, tác dụng có lợi này bị suy yếu do sự gia tăng phát thải oxit nitơ gián tiếp có thể xảy ra do sự bay hơi amoniac tăng (Lam và cs., 2016). Điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc xem xét cả hai loại khí khi đánh giá việc sử dụng các chất ức chế quá trình nitrat hóa như là một lựa chọn để giảm thiểu biến đổi khí hậu. Nhìn chung, các chất ức chế quá trình nitrat hóa đã được chứng minh là một biện pháp hiệu quả để giảm lượng khí thải nitơ oxit (Bảng 1).

Các hệ thống chăn thả luân canh chuyên sâu đang được thúc đẩy như một cách tốt để tăng sản lượng thức ăn thô xanh và giảm lượng khí thải nitơ oxit (Bảng 1). Các hệ thống này được đặc trưng bởi nhiều lĩnh vực nhỏ hơn được gọi là paddocks cho vòng quay của vật nuôi. Bằng cách phân chia đồng cỏ và động vật luân canh, nông dân có thể quản lý mật độ thả và thời gian chăn thả và do đó quản lý phân phối nitơ bài tiết và tái sinh thảm thực vật. Một sự phân phối nước tiểu đồng đều hơn trên khắp bãi cỏ sẽ làm giảm tỷ lệ sử dụng nitơ hiệu quả, điều này có thể giúp giảm lượng khí thải nitơ oxit (Eckard và cs., 2010). Giữ cho động vật ra khỏi bãi trong thời tiết ẩm ướt sẽ làm giảm thiệt hại do bụi và nén đất. Ngoài ra, tránh lắng đọng bài tiết vào những thời điểm này sẽ làm giảm lượng khí thải nitơ oxit và quá trình lọc nitơ (Luo và cs., 2010).

### ***Quản lý động vật***

Có một mối liên hệ trực tiếp giữa cường độ phát thải khí nhà kính và hiệu quả của động vật. Động vật càng có năng suất cao, tác động môi trường sẽ càng thấp (trên một đơn vị cơ sở sản phẩm). Cả chất lượng quản lý và biểu hiện tiềm năng di truyền đầy đủ đều cần thiết để tăng hiệu quả sản xuất.

Tạo giống cho động vật có năng suất cao hơn có thể dẫn đến việc giảm các yêu cầu dinh dưỡng cần thiết để đạt được cùng mức sản xuất. Đây là một chiến lược giảm thiểu khí nhà kính có giá trị (Bảng 1). Một động vật hiệu quả hơn sẽ giữ lại protein nitơ trong chế độ ăn nhiều hơn và sẽ có ít nitơ hơn trong phân và nước tiểu (Gerber và cs., 2013). Cải thiện di truyền mức tăng hàng ngày và chuyển đổi thức ăn đã đạt được trong gà thịt trong 20 năm qua đã làm giảm đáng kể lượng khí thải trên mỗi đơn vị trọng lượng (Williams và Speller, 2016). Tuy nhiên, các chiến lược nhằm thay đổi kiểu hình động vật để tăng cường năng suất hoặc hiệu quả có thể gây hại cho sức khỏe và phúc lợi của động vật trừ khi những tác động này được đo lường và kiểm soát (Llonch và cs., 2017). Động vật có kiểu gen cụ thể được chọn để tăng sản lượng sẽ chỉ có thể nhận ra tiềm năng này trên một hệ thống đầu vào cao, trong đó tài nguyên được cung cấp đầy đủ. Nói cách khác, các giống và lai mới có thể dẫn đến giảm đáng kể khí nhà kính, nhưng chúng cần phải phù hợp với các hệ thống sản xuất và khí hậu có thể được đặc trưng bởi các nguồn lực hạn chế và các hạn chế khác.

Khả năng sinh sản kém có nghĩa là cần phải có nhiều động vật chăn nuôi trong đàn để đáp ứng các mục tiêu sản xuất, và cần phải thay thế nhiều hơn để duy trì kích thước đàn, từ đó làm tăng lượng khí thải nhà kính. Cải thiện khả năng sinh sản ở bò sữa có thể dẫn đến giảm 10 - 24% phát thải khí mêtan và giảm oxit nitơ từ 9 - 17% (Bảng 1). Tuy nhiên, tăng áp lực sinh sản có thể làm tăng nhu cầu trao đổi chất liên quan đến mang thai và cho con bú có thể ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe động vật và tăng nguy cơ mắc các bệnh chuyển hóa, giảm chức năng miễn dịch và từ đó làm giảm khả năng sinh sản (Llonch và cs., 2017).

Sức khỏe và phúc lợi vật nuôi kém hơn có liên quan đến những thay đổi về hành vi và trao đổi chất, có thể ảnh hưởng đến khí thải nhà kính theo nhiều cách. Động vật chống lại nhiễm trùng sẽ cần nhiều năng lượng hơn để bảo trì. Một nghiên cứu gần đây tại Vương quốc Anh đã điều tra các cách hiệu quả về chi phí để giảm lượng khí thải nhà kính bằng cách cải thiện sức khỏe gia súc. Các nghiên cứu này cho thấy các bệnh gia súc có thể làm tăng lượng khí thải nhà kính lên tới 24% trên mỗi đơn vị sữa được sản xuất và lên tới 113% trên mỗi đơn vị thân thịt bò (Williams và cs., 2015). Một căn bệnh làm giảm tạm thời lượng thức ăn hoặc khả năng tiêu hóa thức ăn, dẫn đến giảm tốc độ tăng trưởng, điều này sẽ dẫn đến nhiều thời gian và năng lượng cần thiết để đạt đến điểm cuối cùng.

## PHẦN KẾT LUẬN

Nông nghiệp nói chung và sản xuất chăn nuôi, nói riêng, góp phần vào sự nóng lên toàn cầu thông qua phát thải khí mêtan và oxit nitơ. Để đáp ứng nhu cầu trong tương lai của dân số ngày càng tăng, năng suất động vật sẽ cần phải tăng và cường độ phát thải khí nhà kính trên mỗi đơn vị sản phẩm sẽ cần phải giảm. Một trong những cách chính để đạt được tiêu chuẩn môi trường này là áp dụng các chiến lược giảm thiểu hiệu quả. Để tăng hiệu quả của các chiến lược này, các tương tác phức tạp giữa các thành phần của hệ thống chăn nuôi phải được tính đến để tránh sự đánh đổi môi trường. Thật không may, không có một quy trình chuẩn để làm theo. Thực hành giảm thiểu không nên được đánh giá riêng lẻ, mà là một thành phần của toàn bộ hệ thống chăn nuôi. Phần lớn các chiến lược này nhằm tăng năng suất (đơn vị sản phẩm cho mỗi động vật), trong hầu hết các trường hợp không thể đạt được nếu không có tiêu chuẩn tốt về sức khỏe và phúc lợi động vật. Tối ưu hóa năng suất động vật có tác dụng giảm thiểu mạnh mẽ ở cả các nước phát triển và đang phát triển; tuy nhiên, kích thước của hiệu ứng cũng sẽ phụ thuộc vào các yếu tố như tiềm năng di truyền của động vật và áp dụng các công nghệ quản lý.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Battini, F., Agostini, A., Boulamanti, A. K., Giuntoli, J. and Amaducci, S. 2014. Mitigating the environmental impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: case study of a dairy farm in the Po Valley. *Sci. Total Environ.* 481, pp. 196–208. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.02.038
- Beauchemin, K. A., McAllister, T. A. and McGinn, S. M. 2009. Dietary mitigation of enteric methane from cattle. *CAB reviews: perspectives in agriculture, veterinary science. Nutr. Natur. Resour.* 4, pp. 1–18. doi:10.1079/PAVSNNR20094035
- Borhan, M. S., Mukhtar, S., Capareda, S. and Rahman, S. 2012. Greenhouse gas emissions from housing and manure management systems at confined live-stock operations. In: Rebellon, L. F. M., editors. *Waste management—an integrated vision*. Rijeka (Croatia): InTech; pp. 259–296. doi:10.5772/51175
- Eckard, R. J., Grainger, C. and de Klein, C. A. M. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review. *Livest. Sci.* 130, pp. 47–56. doi:10.1016/j.livsci.2010.02.010
- EPA. 2010. Environmental Protection Agency 2010. Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990–2008. Washington (DC): U.S. Environmental Protection Agency; 2010. Available from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/508\\_complete\\_ghg\\_1990\\_2008.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/508_complete_ghg_1990_2008.pdf)
- FAO. 2017. Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM). Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [accessed September 3, 2018]. Available from [www.fao.org/gleam/en/](http://www.fao.org/gleam/en/)
- Fournel, S., Pelletier, F., Godbout, S., Legace, R. and Feddes, J. 2012. Greenhouse gas emissions from three layer housing systems. *Animals.* 2:1–15. doi:10.3390%2Fani2010001
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. and Tempio, G. 2013. Tackling climate change through live-stock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: FAO. Available from <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>
- Goglio, P., Smith, W. N., Grant, B. B., Desjardins, R. L., Gao, X., Hanis, K., Tenuta, M., Campbell, C. A., McConkey, B. G., Nemecek, T. et al. 2018. A comparison of methods to quantify greenhouse gas emissions of cropping systems in LCA. *J. Clean. Prod.* 172, pp. 4010–4017. doi:10.1016/j.jclepro.2017.03.133
- Grainger, C., and Beauchemin, K. A. 2011. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? *Anim. Feed Sci. Technol.* 166, pp. 308–320. doi:10.1016/j.anifeeds.2011.04.021
- Herrero, M., Conant, R., Havlik, P., Hristov, A. N., Smith, P., Gerber, P., Gill, M., Butterbach-Bahl, K., Henderson, B. et al. 2016. Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. *Nat. Clim. Change.* 6, pp. 452–461. doi:10.1038/nclimate2925
- Holly, M. A., Larson, R. A., Powell, J. M., Ruark, M. D. and Aguirre-Villegas, H. 2017. Greenhouse gas and ammonia emissions from digested and separated dairy manure during storage and after land application. *Agri. Ecosyst. Environ.* 239, pp. 410–419. doi:10.1016/j.agee.2017.02.007
- Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A. et al. 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production—a review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. In: Gerber, P. J., B. Henderson. and H. P.S. Makkar, editors. *FAO Animal Production and Health Paper No. 177*. Rome (Italy): FAO. E-ISBN 978-92-5-107659-0. Available from <http://www.fao.org/docrep/018/i3288e/i3288e.pdf>
- IPCC. 2013. Summary for policymakers. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P. M., editors. *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (UK)/New York (NY): Cambridge University Press; p.1535. Available from [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5\\_SPM\\_brochure\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf)

- Knapp, J. R., Laur, G. L., Vadas, P. A., Weiss, W. P. and Tricarico, J. M. 2014. Invited review: enteric methane in dairy cattle production: quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *J. Dairy Sci.* 97, pp. 3231–3261. doi:10.3168/jds.2013-7234.
- Krausmann, F., Erb, K. H., Gingrich, S., Lauk, C. and Haberl, H. 2008. Global patterns of socioeconomic biomass flows in the year 2000: a comprehensive assessment of supply, consumption and constraints. *Ecol. Econ.* 65, pp. 471–487. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.07.012
- Lam, S. K., Suter, H., Mosier, A. R. and Chen, D. 2016. Using nitrification inhibitors to mitigate agricultural N<sub>2</sub>O emission: a double-edged sword? *Glob. Chang. Biol.* 18, pp. 2853–2859. doi:10.1111/gcb.13338
- Llonch, P., Haskell, M. J., Dewhurst, R. J. and Turner, S. P. 2017. Current available strategies to mitigate greenhouse gas emissions in livestock systems: an animal welfare perspective. *Animal*. 11, pp. 274–284. doi:10.1017/S1751731116001440
- Luo, J., de Klein, C. A. M., Ledgard, S. F. and Saggar, S. 2010. Management options to reduce nitrous oxide emissions from intensively grazed pastures: a review. *Agric. Ecosyst. Environ.* 136, pp. 282–291. Available from <https://www.researchgate.net/publication/267804215>
- McAllister, T. A. and Newbold, C. J. 2008. Redirecting rumen methane to reduce methanogenesis. *Aust. J. Exp. Agric.* 48:7–13. doi:10.1071/EA07218
- Moate, P. J., Williams, S. R. O., Grainger, G., Hannah, M. C., Ponnampalam, E. N. and Eckard, R. J. 2011. Influence of cold-pressed canola, brewer's grains and hominy meal as dietary supplements suitable for reducing enteric methane emissions from lactating dairy cows. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 166–167, pp. 254–264. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.04.069
- Mohankumar Sajeev, E. P., Winiwarter, W. and Amon, B. 2018. Greenhouse gas and ammonia emissions from different stages of liquid manure management chains: abatement options and emission interactions. *J. Environ. Qual.* 47, pp. 30–41. doi:10.2134/jeq2017.05.0199
- Montes, F., Meinen, R., Dell, C., Rotz, A., Hristov, A. N., Oh, J., Waghorn, G., Gerber, P. J., Henderson, B., Makkar, H. P. et al. 2013. Special topics—mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options. *J. Anim. Sci.* 91, pp. 5070–5094. doi:10.2527/jas.2013-6584
- Newell Price, J. P., Harris, D., Taylor, M., Williams, J. R., Anthony, S. G., Duethmann, D., Gooday, R. D., Lord, E. I., Chambers, B. J., Chadwick, D. R. et al. 2011. An inventory of mitigation methods and guide to their effects on diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and ammonia emissions from agriculture. Prepared as part of Defra Project WQ0106. Available from <http://www.avondtc.org.uk/Portals/0/Farmscoper/DEFRA%20user%20guide.pdf>
- Petersen, S. O. and Sommer, S. G. 2011. Ammonia and nitrous oxide interactions: roles of manure organic matter management. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 166–167, pp. 503–513. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.04.077
- Petersen, S. O., Blanchard, M., Chadwick, D., Del Prado, A., Edouard, N., Mosquera, J. and Sommer, S. G. 2013. Manure management for greenhouse gas mitigation. *Animal* 7 (suppl. 2), pp. 266–282. doi:10.1017/S1751731113000736
- Saggar, S. 2010. Estimation of nitrous oxide emissions from ecosystems and its mitigation technologies. *Agri. Ecosyst. Environ.* 136, pp. 189–191. doi:10.1016/j.agee.2010.01.007
- Sonesson, U., Cederberg, C. and Berglund, M. 2009. Greenhouse gas emissions in milk production. Decision support for climate certification. Report 2009:3. Available from <http://www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2009/12/2009-2-feed.pdf>
- UN. 2017. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division 2017. World population prospects: the 2017 revision, key findings and advance tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248. Available from [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017\\_keyfindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf)

Williams, A. and Speller, D. 2016. Reducing the environmental impact of poultry production. In: Burton, E., J. Gatcliffe, H. M. O'Neill, D. Scholey, eds. Sustainable poultry production in Europe. Oxfordshire (UK):CABI. doi:10.1079/9781780645308.0235.

Williams, A., Chatterton, J., Hateley, G., Curwen, A. and Elliott, J. 2015. A systems-life cycle assessment approach to modelling the impact of improvements in cattle health on greenhouse gas emissions. *Adv. Anim. Biosci.* 6:29–31. doi:10.1017/S2040470014000478

## ABSTRACT

### Source of greenhouse gas emissions from livestock and mitigation strategies

The livestock industry requires a significant amount of natural resources and plays an important role in global greenhouse gas emissions. The most important greenhouse gases from agriculture in animal husbandry are methane and nitrous oxide. Methane, mainly produced from fermentation and storage of feces, is a gas that affects global warming. Nitrous oxide, arising from manure storage and use of organic / inorganic fertilizers. In addition to greenhouse gases arising from the fermentation and storage of manure, food production along with carbon dioxide and nitrogen oxide emissions in the soil is another important hotspot for the livestock industry. Carbon dioxide emissions in soils are due to soil carbon dynamics (e.g., decomposition of plant residues, soil organic chemicals, changes in land use, etc.), production of synthetic fertilizers and pesticides. depth and use of fossil fuels in farm activities. Nitrous oxide emissions are generated when organic and inorganic fertilizers are applied to the soil.

Mitigation strategies to reduce the sector's emissions intensity are necessary to meet the growing demand for livestock products due to population growth. The heterogeneity of the agricultural sector needs to be taken into account when determining the overall sustainability of the mitigation strategy, which can vary between livestock systems, species and climate. In general, no single measure can guarantee adequate emissions reductions, but a combination of solutions to achieve the best results. Reduction of methane emissions during intestinal fermentation may result in an increase in greenhouse gas emissions during manure application. Reducing nitrogen oxide emissions directly during fertilizer storage can lead to higher nitrate leakage and ammonia evaporation during field use. Mitigation can occur directly by reducing greenhouse gas emissions, or indirectly through improved production efficiency.

To increase the effectiveness of mitigation strategies, complex interactions between components of the livestock system must be taken into account to avoid environmental trade-offs and livestock development.

**Keywords:** *Climate change, greenhouse gases, livestock, mitigation*

Ngày nhận bài: 15/5/2020

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2020