

Thông tin chuyên đề Nông nghiệp & PTNT



CIS

# BẢN TIN PHỤC VỤ LÃNH ĐẠO

SỐ 9 - 2018

[www.mard.gov.vn](http://www.mard.gov.vn)

Trung tâm Tin học và Thống kê - Bộ Nông nghiệp & PTNT

## HƯỚNG ĐI MỚI TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG CHĂN NUÔI



# HƯỚNG ĐI MỚI TRONG XỬ LÝ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG CHĂN NUÔI

**TS. Nguyễn Thế Hình**

Ban Quản lý các Dự án Nông nghiệp

## **1. Mở đầu**

Ô nhiễm môi trường chăn nuôi hiện đang là vấn đề bức xúc ở nhiều vùng nông thôn Việt Nam. Ở nhiều địa phương, nguồn nước quanh các khu vực dân cư có các trang trại chăn nuôi đang bị ô nhiễm nghiêm trọng, ảnh hưởng đến sức khỏe và môi trường sống của người dân.

Nhiều chính sách và công nghệ xử lý ô nhiễm chất thải chăn nuôi đã và đang được áp dụng nhằm giảm thiểu hiện trạng ô nhiễm môi trường chăn nuôi ngày càng gia tăng. Tuy nhiên, một số quy định, chính sách và công nghệ khuyến cáo người dân áp dụng vẫn chưa xuất phát từ thực tế sản xuất và nhu cầu của người dân nên việc áp dụng vẫn còn nhiều hạn chế. Để có được những chính sách quản lý hiệu quả ô nhiễm môi trường chăn nuôi, cần có những quan điểm đúng đắn và hiểu biết đầy đủ về hiện trạng ô nhiễm môi trường chăn nuôi, nguyên nhân chính của tình trạng ô nhiễm, các ưu điểm và hạn chế của các công nghệ xử lý môi trường chăn nuôi hiện tại và thực tế sản xuất cũng như nhu cầu của người dân.

Xuất phát từ quan điểm coi chất thải chăn nuôi là “nguồn tài nguyên quý giá” cần được xử lý để tạo thu nhập bổ sung cho

người dân, qua đó tạo động lực kinh tế để xử lý môi trường bền vững, dự án Hỗ trợ Nông nghiệp Các bon thấp (LCASP) đã nghiên cứu mô hình quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi, qua đó, đề xuất hướng đi mới trong xử lý ô nhiễm môi trường chăn nuôi – chuyển đổi từ dựa chủ yếu vào công nghệ khí sinh học sang sử dụng các công nghệ xử lý chất thải rắn làm phân bón hữu cơ và chất thải lỏng làm nguồn nước dinh dưỡng tưới cho cây trồng.

Để có thể luận giải đầy đủ về hướng đi mới trong xử lý ô nhiễm môi trường chăn nuôi, tác giả đã phối hợp cùng các chuyên gia của dự án LCASP tham khảo các tài liệu có liên quan để có thể tổng hợp một bức tranh tổng thể và đầy đủ về: (i) Hiện trạng ô nhiễm môi trường chăn nuôi ở nước ta; (ii) Đánh giá ưu nhược điểm của các công nghệ xử lý môi trường chăn nuôi hiện nay; (iii) Đánh giá hiệu quả quản lý của các quy định và chính sách về quản lý ô nhiễm môi trường chăn nuôi hiện nay; (iv) Tiềm năng của nguồn tài nguyên chất thải chăn nuôi và đề xuất mô hình quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi nhằm sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên này; (v) Đề xuất một số giải pháp về chính sách và công nghệ nhằm tăng cường hiệu quả quản lý ô nhiễm môi trường chăn nuôi trong thời gian tới.

Để hoàn thiện bài viết này, tác giả có sử dụng các tài liệu của các chuyên gia trong nước và quốc tế của dự án LCASP, các bài viết của các nhà khoa học đã được đăng tải, ý kiến đóng góp của bạn bè, đồng nghiệp. Tác giả xin chân thành cảm ơn sự đóng góp quý báu đó và mong muốn tiếp tục nhận được sự góp ý từ các độc giả nhằm tiếp tục hoàn thiện các nội dung của bài viết này.

## **2. Đánh giá hiện trạng ô nhiễm môi trường chăn nuôi**

### **2.1. Tổng quan về chất thải chăn nuôi:**

Theo số liệu thống kê của Bộ Nông nghiệp và PTNT năm 2016, Việt Nam có khoảng 12 triệu hộ gia đình có hoạt động chăn nuôi và 23.500 trang trại chăn nuôi tập trung. Trong đó, phổ biến ở nước ta là chăn nuôi lợn (khoảng 4 triệu hộ) và gia cầm (gần 8 triệu hộ), với tổng đàn khoảng 362 triệu con gia cầm, 29 triệu con lợn và 8 triệu con gia súc.

Như vậy, ngành chăn nuôi thải ra khoảng 64 triệu tấn phân và 63 triệu tấn nước tiểu hàng năm (Bảng 1). Trong đó, chỉ có khoảng 20% được sử dụng hiệu quả (làm khí sinh học, ủ phân, nuôi trùn, cho cá ăn...), còn lại 80% lượng chất thải chăn nuôi đã bị lãng phí và phần lớn thải bỏ ra môi trường gây ô nhiễm. Một lượng lớn chất thải chăn nuôi không được tận dụng để sử dụng cho sản xuất nông nghiệp. Theo Báo cáo về biện pháp xử lý chất thải chăn nuôi của 55/63 tỉnh, thành phố năm 2013 cho thấy, trong tổng số 12.427 trang trại thống kê (điều tra) có 729 trang trại làm đệm lót sinh học (6,37%); 3.950 trang trại sử dụng bioga (31,79%); 235 trang trại có ủ phân compost (1,89%); 6.694 trang trại bán phân trực tiếp ra ngoài (25,61%); 270 trang trại áp dụng các biện pháp khác (2,17%) và 781 trang trại (6,28%) không áp dụng bất kỳ biện pháp xử lý nào.

Chất thải chăn nuôi là nguyên nhân gây ô nhiễm cho môi trường tự nhiên do trong chất thải chăn nuôi có nhiều chất gây ô nhiễm môi trường. Có thể quy ra làm 3 nhóm chất gây ô nhiễm chính của chất thải chăn nuôi là: (i) Các vi sinh vật có hại; (ii) Các chất độc hại; (iii) Các khí độc hại.

**Bảng 1. Ước tính lượng phân và nước tiểu vật nuôi bài xuất hằng ngày và hằng năm ở Việt Nam năm 2016**

Vật nuôi	Chất thải rắn, kg/con/ngày			Chất thải lỏng, kg/con/ngày		Tổng đàn, triệu con (2016)*	Tổng chất thải, triệu tấn**	
	(1)	(2)	(3)	(2)	(3)		Rắn	Lỏng
Lợn	2,5	1,2-3,0	2,3	4-6	3,5	29,0	26,53	37,14
Gia cầm	0,02	0,02-0,05		-		361,7	2,64	-
Bò	10,0	15-20		6-10		5,5	20,06	16,05
Trâu	15,0	18-25		8-12		2,5	13,71	9,19
Dê, cừu	1,5	1,5-2,5		0,6-1,0		2,0	1,10	0,6
<b>Tổng</b>							<b>64,04</b>	<b>62,98</b>

(1): Tổng Xuân Chinh, 2015; (2): Vũ Chí Cương; (3) Elena Forbes

\* Bộ NN-PTNT

\*\* Tổng chất thải rắn tính theo Tổng Xuân Chinh, tổng chất thải lỏng, tính theo Vũ Chí Cương, Riêng lợn tính theo Elena Forbes.

### **a. Các vi sinh vật có hại:**

Trong nước thải có chứa nhiều loại trứng ký sinh trùng, vi trùng và virus gây bệnh như: *Ecoli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Arizona*... Trong những trường hợp vật nuôi mắc các bệnh truyền nhiễm thì sự đào thải vi trùng gây bệnh trong chất thải (phân và nước tiểu) trở nên nguy hiểm cho môi trường và cho các vật nuôi khác.

### **b. Các chất độc hại:**

Các chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học bao gồm các chất như: Cacbonhydrat, protein, chất béo... Chất hữu cơ tiêu thụ ôxy rất mạnh, gây hiện tượng giảm ôxy trong nguồn tiếp nhận dẫn đến suy thoái và giảm chất lượng nguồn nước.

Các chất hữu cơ bền vững bao gồm các hợp chất Hydrocacbon, vòng thơm, hợp chất đa vòng, hợp chất có chứa Clo hữu cơ trong các loại hoá chất tiêu độc khử trùng như DDT, Lindan... các chất hoá học này có khả năng tồn lưu trong tự nhiên lâu dài và tích lũy trong cơ thể các loại sinh vật.

Các chất vô cơ bao gồm các chất như Amonia, ion  $\text{PO}_4^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Kali trong phân là chất lỏng tồn tại như một loại muối hoà tan, phần lớn là từ nước tiểu gia súc bài tiết ra khoảng 90%. Kali trong thức ăn cũng được gia súc bài tiết ra ngoài. Ion  $\text{SO}_4^{2-}$  được tạo ra do sự phân huỷ các hợp chất chứa lưu huỳnh trong điều kiện hiếu khí hoặc yếm khí. Clorua là chất vô cơ có nhiều trong nước thải, nồng độ Clorua vượt quá mức 350 mg/l sẽ gây ô nhiễm đất, nước ngầm và nước bề mặt...

### **c. Các khí độc hại:**

$\text{CO}_2$  (cacbonic) là loại khí không màu, không mùi vị, nặng hơn không khí (1,98 g/l). Nó được sinh ra trong quá trình thở và các quá trình phân huỷ của vi sinh vật. Nồng độ cao sẽ ảnh hưởng xấu đến sự trao đổi chất, trạng thái chung của cơ thể cũng như khả năng sản xuất và sức chống đỡ bệnh tật do làm giảm lượng oxy tồn tại. Nồng độ  $\text{CO}_2$  sẽ tăng lên do kết quả phân giải phân động vật và do quá trình hô hấp bình thường của động vật trong một không gian kín. Vì vậy, trong các chuồng nuôi có mật độ cao và thông khí kém, hàm lượng  $\text{CO}_2$  tăng cao có thể vượt quá tiêu chuẩn và trở nên rất có hại đối với cơ thể vật nuôi.

$\text{H}_2\text{S}$  (sunfua hydro) là loại khí độc tiềm tàng trong các chuồng chăn nuôi gia cầm. Nó được sinh ra do vi sinh vật yếm khí phân huỷ protein và các vật chất hữu cơ chứa Sunfua khác. Khí thải  $\text{H}_2\text{S}$  sinh ra được giữ lại trong chất lỏng của nơi

lưu giữ phân. Khí  $H_2S$  có mùi rất khó chịu và gây độc thậm chí ở nồng độ thấp. Động vật bị trúng độc  $H_2S$  chủ yếu do bộ máy hô hấp hít vào,  $H_2S$  tiếp xúc với niêm mạc ẩm ướt, kết hợp với chất kiềm trong cơ thể sinh ra  $Na_2S$ . Niêm mạc hấp thu  $Na_2S$  vào máu,  $Na_2S$  bị thủy phân giải phóng ra  $H_2S$  sẽ kích thích hệ thống thần kinh, làm tê liệt trung khu hô hấp và vận mạch. Ở nồng độ cao  $H_2S$  gây viêm phổi cấp tính kèm theo thủy thũng. Không khí chứa trên  $1mg/l$   $H_2S$  sẽ làm cho con vật bị chết ở trạng thái đột ngột, liệt trung khu hô hấp và vận mạch.

$NH_3$  (amoniac) là một chất khí không màu, có mùi khó chịu. Hàm lượng amoniac trong các cơ sở chăn nuôi phụ thuộc vào số lượng chất thải, chất hữu cơ tích tụ lại trong các lớp độn chuồng, tức là phụ thuộc vào mật độ nuôi, độ ẩm, nhiệt độ của không khí và của lớp độn chuồng, nguyên liệu và độ xốp của lớp độn chuồng.

$CH_4$  (mê tan) là chất khí này được thải ra theo phân do vi sinh vật phân giải nguồn dinh dưỡng gồm các chất xơ và bột đường trong quá trình tiêu hoá. Loại khí này không độc nhưng nó cũng góp phần làm ảnh hưởng tới vật nuôi do chiếm chỗ trong không khí làm giảm lượng ôxy.

Chất thải chăn nuôi thường tồn tại ở 3 dạng ô nhiễm chính: (i) Chất thải dạng rắn; (ii) Chất thải dạng lỏng; (iii) Chất thải dạng khí.

#### **a. Chất thải dạng rắn:**

Chất thải rắn từ hoạt động chăn nuôi bao gồm phân, rác, chất độn chuồng, thức ăn dư thừa, xác gia súc chết hằng ngày, chất thải rắn vô cơ (kim tiêm, chai lọ, bao bì đựng thuốc, bao bì đựng thức ăn).

Tỷ lệ các chất hữu cơ, vô cơ, vi sinh vật trong chất thải phụ thuộc vào khẩu phần ăn, giống, loài gia súc và cách dọn vệ sinh.

Các thành phần trong chất thải rắn khác nhau và tỷ lệ các thành phần này cũng khác nhau tùy từng tuổi lợn, gà.

Thông thường trong chất thải rắn chứa: nước 56 - 83%, chất hữu cơ 1 - 26%, nitơ 0,32 - 1,6%, P 0,25 - 1,4%, K 0,15 - 0,95% và nhiều loại vi khuẩn, virus, trứng giun sán gây bệnh cho người và động vật.

### **b. Chất thải dạng lỏng:**

Nước thải phát sinh từ trang trại chăn nuôi do làm vệ sinh chuồng trại, máng ăn, máng uống, nước tắm rửa cho gia súc hàng ngày, nước tiểu do gia súc bài tiết ra môi trường.

Trong nước thải chăn nuôi lợn thường chứa hàm lượng N và P rất cao. Hàm lượng N-tổng trong nước thải chăn nuôi 571 – 1026 mg/l, Photpho từ 39 – 94 mg/l.

Nước thải chăn nuôi có độ ô nhiễm rất cao với hàm lượng lớn các chất hữu cơ. Đặc biệt có chứa một lượng lớn các vi sinh vật gây bệnh: Coliform, Faecal Coliform, vi khuẩn tả (vibro), vi khuẩn thương hàn (*Salmonella*), vi khuẩn lỵ (*Shigella*). Đây chính là nguồn gây bệnh đặc biệt nguy hiểm đến sức khỏe cộng đồng.

Nước thải từ các cơ sở chăn nuôi có đặc trưng là chứa nhiều chất hữu cơ dễ phân huỷ, nhiều chất rắn lơ lửng và đặc biệt là có nhiều các vi sinh vật, trong đó có cả những vi sinh vật gây bệnh. Thành phần nước thải chăn nuôi biến động rất lớn phụ thuộc vào quy mô chăn nuôi, phương pháp vệ sinh, kiểu chuồng trại và chất lượng nước vệ sinh chuồng trại... Trong



nước thải, nước chiếm 75 – 95%, phần còn lại là các chất hữu cơ, vô cơ và mầm bệnh.

Các chất rắn tổng số trong chất thải lỏng bao gồm chất rắn lơ lửng và chất rắn hoà tan, chất rắn bay hơi và chất rắn không bay hơi do các chất keo protein, hydratcacbon, chất béo có trong nước thải hoặc được tạo ra khi gặp điều kiện như: pH, nhiệt độ, độ cứng thích hợp. Lượng chất rắn lơ lửng cao trong nước gây cản trở quá trình xử lý chất thải. Chất rắn lơ lửng trong nước thải chăn nuôi chủ yếu là cặn phân vật nuôi trong quá trình vệ sinh chuồng trại, trong phân có Nitrogen, Photphát và nhiều vi sinh vật.

### **c. Chất thải dạng khí:**

Các chất có mùi phát sinh từ phân và nước thải, gây ô nhiễm không khí. Không khí trong chuồng nuôi chứa khoảng 100 hợp chất khí, trong đó, có nhiều chất độc hại như  $H_2S$  và  $CO_2$  từ những nơi chứa phân lỏng dưới đất có thể gây nên sự ngộ độc cấp tính hoặc mãn tính cho vật nuôi.

Mùi phân đặc biệt hôi thối khi tích lũy phân để phân huỷ trong trạng thái yếm khí, khí độc hại tỏa ra môi trường xung quanh ở nồng độ cao có thể gây nôn mửa, ngạt thở, ngất xỉu hoặc chết người.

Lượng  $NH_3$  và  $H_2S$  vượt quá giới hạn cho phép sẽ gây mùi hôi và kích thích vật nuôi, đặc biệt là lên đường hô hấp. Các chất gây mùi còn được đánh giá bởi hàm lượng chất rắn bay hơi và mỡ dư thừa trong chất thải. Các chất dư thừa ở dạng chưa phân huỷ tạo điều kiện cho vi sinh vật gây thối rữa phát triển.

Các khí thải từ vật nuôi cũng chiếm tỷ trọng lớn trong các khí thải gây hiệu ứng nhà kính. Theo báo cáo của Tổ chức Nông Lương Thế giới (FAO), chất thải của gia súc toàn cầu tạo ra 65% lượng Nitơ oxit ( $N_2O$ ) trong khí quyển. Đây là loại khí có khả năng hấp thụ năng lượng mặt trời cao gấp 296 lần so với khí  $CO_2$ . Động vật nuôi còn thải ra 9% lượng khí  $CO_2$  toàn cầu, 37% lượng khí metan ( $CH_4$ ) – loại khí có khả năng giữ nhiệt cao gấp 25 lần khí  $CO_2$ .

## ***2.2. Hiện trạng ô nhiễm chất thải rắn trong chăn nuôi:***

Nhìn chung, ô nhiễm chất thải rắn trong chăn nuôi ở Việt Nam không phải là vấn đề nghiêm trọng. Đối với chăn nuôi nhỏ lẻ, ở những vùng nông thôn, miền núi có đất đai rộng rãi, người dân thường thả rông gia súc, gia cầm dẫn đến chất thải rắn không tập trung, khó thu gom. Tuy nhiên, do diện tích rộng rãi và khí hậu nhiệt đới nên phân động vật nhanh bị phân hủy và làm đất đai thêm màu mỡ. Đối với những vùng nông thôn có diện tích đất hạn chế, người dân thường thu gom chất thải rắn để bón cho cây trồng. Tập quán sử dụng phân chuồng của người Việt và ngành trồng trọt phát triển đã giúp cho phân chuồng trở thành nguồn nguyên liệu đầu vào quý giá cho cây trồng, ở nhiều nơi, phân chuồng không có để bán hoặc bón cho cây trồng.

Một số trang trại gia cầm như trang trại Minh Dư ở Bình Định sử dụng trấu để làm đệm lót sinh học cho gà: cứ 1 kg trấu có giá 1.300 đồng, sau khi sử dụng sẽ thu được 3 kg trấu lẫn phân gà có giá 1.000 đồng/kg. Ông chủ trang trại cho biết, riêng tiền bán phân gà lẫn trấu đã giúp trang trại có đủ kinh phí trả công cho khoảng 50 nhân viên trong trang trại.

Phân bò hiện nay đang được thu gom để bán làm phân bón hữu cơ. Số liệu khảo sát của dự án LCASP cho thấy, có một mạng lưới thu gom phân bò phơi khô từ Đồng bằng sông Cửu Long đến Nam Trung Bộ để bán lên Tây Nguyên làm phân bón hữu cơ. Giá thành phân bò khô khoảng 1.500 đồng/ kg, hiện tại cung không đủ cầu. Hiện tại có một số trường hợp phản ánh đã mua phải phân bò giả tại Đắk Lắk.

Phân lợn nái được thu gom và bán với giá 800 - 1.000 đồng/kg tại nhiều tỉnh như Bắc Giang, Phú Thọ, Hòa Bình, Tiền Giang, Bến Tre... Kết quả khảo sát của dự án LCASP cũng cho thấy, nguồn cung phân lợn nái không đủ cầu ở nhiều nơi.

Tóm lại, phân chuồng là nguồn tài nguyên rất có giá trị và có nhu cầu cao nhằm phục vụ ngành trồng trọt đang rất phát triển ở nước ta. Mặc dù ở một số nơi vẫn có hiện tượng xả thải chất thải chăn nuôi rã ra môi trường do một số nguyên nhân cá biệt như khối lượng nhỏ không mang lại lợi ích khi thu gom hoặc khó khăn do các quy định cấm vận chuyển phân tươi ra ngoài trang trại,..., dự án LCASP đã nghiên cứu và khẳng định là chất thải rã trong chăn nuôi không phải là nguyên nhân chính gây ra hiện trạng ô nhiễm môi trường chăn nuôi nghiêm trọng như hiện nay.

### ***2.3. Hiện trạng ô nhiễm chất thải lỏng trong chăn nuôi:***

Nguyên nhân chính được dự án LCASP xác định đang gây ô nhiễm môi trường chăn nuôi nghiêm trọng ở Việt Nam hiện nay là do chất thải lỏng trong chăn nuôi. Nhiều trang trại, đặc biệt là các trang trại chăn nuôi lợn thịt, đang áp dụng các quy trình chăn nuôi sử dụng rất nhiều nước để làm mát và làm vệ sinh dẫn đến chất thải lỏng không thể thu gom nên chỉ còn cách xả trực tiếp hoặc gián tiếp (thông qua các hầm khí sinh học)

xuống nguồn nước. Kết quả khảo sát của dự án LCASP cho thấy, người dân sử dụng từ 30 – 50 lít nước/ngày để làm vệ sinh và làm mát cho lợn. Nếu tính trung bình mỗi con lợn thịt sẽ tốn khoảng 30 lít nước/ngày thì với tổng số 26 triệu con lợn thịt, hằng năm nước ta sẽ có gần 300 triệu m<sup>3</sup> chất thải lỏng xả ra môi trường. Chất thải lỏng trong chăn nuôi lợn ở Việt Nam có tỷ lệ chất khô rất thấp (dưới 0,8%), hầu như không thể thu gom làm phân chuồng nên chỉ còn cách xả xuống nguồn nước thông qua hệ thống thoát nước hoặc cho xuống hầm khí sinh học (bioga), sau đó tiếp tục qua một hệ thống hồ lắng, hồ sinh học để lọc sạch nước thải chăn nuôi trước khi xả ra môi trường. Mặc dù biện pháp khí sinh học đang được áp dụng phổ biến ở nước ta để xử lý chất thải lỏng trong chăn nuôi. Tuy nhiên, do vận hành hệ thống hầm bioga khá tốn kém và hiệu quả kinh tế thấp nên hầu hết các chủ trang trại chỉ làm hầm bioga mang tính chất đối phó dẫn đến các trang trại chăn nuôi có hầm bioga vẫn đang là nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường chăn nuôi giống như các trang trại đang xả trực tiếp chất thải lỏng trong chăn nuôi ra môi trường. Vấn đề này sẽ được phân tích kỹ để làm rõ ở mục 3 và 4.

#### ***2.4. Hiện trạng ô nhiễm chất thải khí trong chăn nuôi:***

Ô nhiễm chất thải khí trong chăn nuôi tuy không nghiêm trọng nhưng đây lại là nguyên nhân gây nên nhiều vấn đề xã hội. Các trang trại chăn nuôi thường có mùi hôi thối dẫn đến cư dân xung quanh khó chịu và thường xuyên phản ánh đến các cấp chính quyền, nảy sinh nhiều mâu thuẫn. Việc ô nhiễm chất thải khí cũng là nguyên nhân người dân phải sử dụng nhiều nước làm vệ sinh để giảm mùi hôi. Hiện nay, chưa có quy định cụ thể về mức độ ô nhiễm mùi trong chăn nuôi dẫn

đến các cấp chính quyền rất lúng túng trong việc xử lý các tranh chấp liên quan đến ô nhiễm chất thải khí trong chăn nuôi.

Một loại ô nhiễm khác là các khí thải gây hiệu ứng khí nhà kính. Đặc biệt, nhiều trang trại chăn nuôi có hầm bioga dung tích lớn nhưng hầu như không sử dụng khí mê tan ( $\text{CH}_4$ ) mà xả tự do ra môi trường.

### **3. Đánh giá hiệu quả các công nghệ xử lý môi trường chăn nuôi hiện nay**

#### **3.1. Các công nghệ xử lý chất thải rắn:**

Nông dân nước ta có truyền thống lâu đời sử dụng phân chuồng bón cho cây trồng. Do trước kia phân bón hóa học chưa được phổ biến rộng rãi, hầu hết chất thải rắn trong chăn nuôi được bà con nông dân thu gom và sử dụng cho mục đích trồng trọt, nuôi thủy sản, nuôi giun. Đến những năm 60 của thế kỷ trước, khi công nghệ khí sinh học được giới thiệu ở Việt Nam, người chăn nuôi đã biết cách sử dụng hầm bioga để tạo nhiên liệu khí ga phục vụ đun nấu. Tuy nhiên, việc sử dụng phân chuồng cho trồng trọt vẫn chiếm tỷ trọng lớn. Theo khảo sát của dự án LCASP, người dân sử dụng khoảng 70% chất thải rắn cho mục đích trồng trọt, 20% xả xuống ao nuôi cá, 5% cho nuôi giun và 5% cho các mục đích khác.

##### **3.1.1. Ủ phân:**

Phương pháp ủ phân (composting) là một trong những phương pháp hiệu quả nhất để xử lý chất thải rắn. Ủ phân là quá trình phân giải các chất hữu cơ nhờ hoạt động của vi sinh vật. Ủ phân cho phép giảm khối lượng chất thải, tiêu diệt mầm bệnh và làm ổn định hàm lượng dinh dưỡng trong phân sau quá trình ủ. Tuy nhiên ủ phân cũng dễ làm mất đạm dạng amoniac ( $\text{NH}_3$ ) bay hơi và phát tán các khí thải như nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ )

và methane ( $\text{CH}_4$ ) vào môi trường. Sản phẩm cuối cùng của quá trình ủ phân là loại phân hữu cơ được gọi là phân ủ, trong đó có mùn, một phần chất hữu cơ chưa phân huỷ, muối khoáng, các sản phẩm trung gian của quá trình phân huỷ, một số enzym, chất kích thích và nhiều loài vi sinh vật hoại sinh. Có các phương pháp ủ phân hiện đang áp dụng sau:

***a. Phương pháp ủ truyền thống (Compost):***

Hiện nay ở Việt Nam có 3 phương pháp ủ phân: ủ nóng, ủ nguội và ủ hỗn hợp.

(i) Ủ nóng (còn gọi là ủ hảo khí): Khi lấy phân ra khỏi chuồng để ủ, phân được xếp thành từng lớp ở nơi có nền không thấm nước, nhưng không được nén. Sau đó tưới nước phân lên, giữ độ ẩm trong đống phân 60 – 70%. Trộn thêm 1 – 2% super lân để giữ đạm. Sau đó trát bùn bao phủ bên ngoài đống phân. Hằng ngày tưới nước phân lên đống phân. Nếu gần nơi thu gom chất thải lỏng, cũng có thể sử dụng để tưới cho đống phân. Sau 4 – 6 ngày, do các loài vi sinh vật hiếu khí chiếm ưu thế hoạt động mạnh cho nên nhiệt độ trong đống phân tăng nhanh và có thể lên đến  $60^\circ\text{C}$ . Để đảm bảo cho các loài vi sinh vật hiếu khí hoạt động tốt cần giữ cho đống phân tươi, xốp, thoáng. Phương pháp ủ nóng có thể tạo ra một số hợp chất trung gian như các acid hữu cơ, nhưng chúng thường nhanh chóng bị phân huỷ bởi các vi sinh vật hiếu khí, vì thế sản phẩm phân ủ hảo khí thường có ít độc tố hơn. Ngoài ra, do nhiệt độ đống ủ cao nên có tác dụng tốt trong việc tiêu diệt các hạt cỏ dại, loại trừ các mầm mống sâu bệnh. Thời gian ủ tương đối ngắn, chỉ sau 30 – 40 ngày là có thể đem sử dụng. Tuy vậy, phương pháp này có nhược điểm là dễ mất nhiều đạm.

(ii) Ủ nguội (còn gọi là ủ yếm khí): Phân được lấy ra khỏi chuồng, xếp thành lớp và nén chặt. Trên mỗi lớp phân chuồng rắc 2% phân lân. Sau đó ủ đất bột hoặc đất bùn khô đập nhỏ, rồi nén chặt. Thường đồng phân được xếp với chiều rộng 2 – 3 m, chiều dài tùy thuộc vào chiều dài nền đất. Các lớp phân được xếp lần lượt cho đến độ cao 1.5 – 2.0 m. Sau đó trát bùn phủ bên ngoài.

Do bị nén chặt cho nên bên trong đồng phân thiếu ôxy, môi trường trở lên yếm khí, lượng khí cacbonic trong đồng phân tăng nên vi sinh vật hoạt động chậm, bởi vậy nhiệt độ trong đồng phân không tăng cao và chỉ ở mức 30 – 35°C. Đạm trong đồng phân chủ yếu ở dạng amôn cacbonát, là dạng khó chuyển hóa thành amôniác, nên ít bị mất. Ủ theo phương pháp này, thời gian ủ phân phải kéo dài 5 – 6 tháng phân ủ mới dùng được. Nhưng phân có chất lượng tốt hơn ủ nóng. Tuy nhiên, khi ủ nguội, trong quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ sẽ tạo ra nhiều sản phẩm trung gian như methane, acid hữu cơ, H<sub>2</sub>S và các hợp chất khác và chúng chuyển hóa rất chậm, tạo ra mùi khó chịu. Ủ nguội tiến hành trong điều kiện nhiệt độ thấp vì thế chúng không thể tiêu diệt được hết cỏ dại và các mầm bệnh có trong chất thải.

(iii) Ủ hỗn hợp. Ủ nóng trước, nguội sau: Phân chuồng lấy ra xếp thành lớp không nén chặt ngay. Để như vậy cho vi sinh vật hoạt động mạnh trong 5 – 6 ngày. Khi nhiệt độ đạt 50 – 60°C tiến hành nén chặt để chuyển đồng phân sang trạng thái yếm khí. Sau khi nén chặt lại xếp lớp phân chuồng khác lên, không nén chặt. Để 5 – 6 ngày cho vi sinh vật hoạt động. Khi đạt đến nhiệt độ 50 – 60°C lại nén chặt. Cứ như vậy cho đến khi đạt được độ cao đồng phân cần thiết thì trát bùn phủ chung

quanh đồng phân (Cũng có thể sử dụng bạt, nilon để phủ). Như vậy, quá trình chuyển hoá chất hữu cơ trong đồng phân diễn ra như sau: ủ nóng cho phân bắt đầu phân hủy nhanh, sau đó chuyển sang ủ nguội bằng cách nén chặt lớp phân để giữ cho đạm không bị mất. Ủ phân theo cách này có thể rút ngắn được thời gian so với cách ủ nguội, nhưng phải có thời gian dài hơn cách ủ nóng.

Ở Việt Nam, chỉ nông dân các tỉnh phía Bắc có tập quán ủ phân, còn các tỉnh phía Nam lại không có tập quán này. Nông dân phía Bắc thường ủ phân theo hai cách chính như sau:

Ủ phân ngoài đồng: ở các hộ chăn nuôi không có nơi lưu trữ thì phân được vận chuyển và ủ ở ngoài đồng. Phân lợn được trộn đều với một số chất độn sau đó được đánh thành đồng và được phủ một lớp bùn. Chất độn dùng để ủ với phân là không giống nhau giữa các hộ gia đình, nhưng thông thường các chất độn là rơm rạ, các phụ phẩm nông nghiệp, tro bếp... và các phụ gia như vôi, supe phot phat, urea, có thể có hoặc không có chế phẩm vi sinh vật,... Bùn ướt thường được phủ lên các đồng ủ với độ dày khoảng 2 đến 3 cm để giảm mùi hôi thối, giảm mất đạm và hạn chế súc vật phá hoại đồng ủ. Ở một vài nơi, nông dân thay thế việc phủ một lớp bùn bằng rơm rạ, bạt, nilong,... Thời gian ủ ngoài đồng từ 3 đến 4 tháng. Thực chất đây là phương pháp ủ nguội;

Ủ phân tại hộ chăn nuôi: Ở nhiều hộ có diện tích đủ lớn thì phân thường được ủ ngay phía sau chuồng nuôi hoặc trong hố đựng phân gần chuồng nuôi. Phân (phần rắn) được thu gom hằng ngày hoặc theo tuần rồi đem ủ. Thời gian ủ tùy thuộc vào thời vụ cây trồng, vì phân được cung cấp liên tục trong quá trình ủ, nên khi đem bón một số (phía trên) thường vẫn là phân



tươi nhưng phía dưới đóng ủ thì hầu hết là phân ủ đã hoai mục. Như vậy, phương pháp này thực chất là ủ hỗn hợp.

Ở các tỉnh phía Nam, nông dân không có thói quen ủ phân. Việc xử lý chất thải cơ bản như sau:

- Phân lợn: Phần phân rắn (chủ yếu phân lợn nái) được dồn vào một góc rồi tư thương đóng vào từng bao 25-30 kg, để cho ráo nước và chở đi. Một số công ty mua phân lợn tươi về trộn thêm than bùn khô, hoặc tro trấu đem ủ theo phương pháp ủ thoáng (phun chế phẩm vi sinh khử mùi, phun chế phẩm phân giải hữu cơ), đảo trộn, ủ trong thời gian từ 2 - 4 tuần. Phân đã hoai tiếp tục phối trộn với than bùn (hoặc nguyên liệu hữu cơ khác), bổ sung thêm khoáng và sử dụng. Một số tư thương để nguyên bao thành từng đống lớn, sau 3 - 5 tháng mang bón cho cây. Phần lớn ủ không có/hoặc rất ít chất độn. Phân gà chăn nuôi công nghiệp: Các trại gà lớn đều có hợp đồng với các công ty sản xuất phân bón để bán khi phân mới xử lý sơ bộ. Cách phổ thông là bên mua mang trấu, vi sinh khử mùi, khử ruồi rắc dưới các chuồng gà mục đích cho phân dễ khô, bớt mùi để dễ vận chuyển. Sau đó mang về tiếp tục xử lý bằng vi sinh vật (có đảo trộn) nhằm nhanh hoai. Tiếp tục phối trộn với các nguyên liệu hữu cơ khác (chủ yếu than bùn) và bổ sung thêm đa, trung, vi lượng thành hữu cơ sinh học hoặc thêm một lần vi sinh vật để thành hữu cơ vi sinh.

- Phân bò: Là loại phân có giá trị dinh dưỡng cao nên nhiều nông dân gom phân về bán cho các nhà sản xuất phân hữu cơ.

Đa phần phân hữu cơ dùng ở miền Nam là hữu cơ chế biến, lượng phân gia súc, gia cầm rất ít so với diện tích cần bón. Chỉ có một số ít hộ tự ủ phân trâu bò để bón cho hồ tiêu, cây ăn quả, cây cảnh (phương pháp ủ hiếu khí, không phối trộn thêm).

## ***b. Một số phương pháp ủ tiên tiến***

Trong khi các phương pháp ủ truyền thống thường mất khoảng 4 - 8 tháng thì các phương pháp ủ mới chỉ mất khoảng vài ba tuần. Cách tiến hành ủ giữa các phương pháp ủ mới này rất khác biệt, có thể liệt kê một số phương pháp như sau:

(i) Phương pháp ủ windrow: Phương pháp windrow áp dụng cho các trang trại có khối lượng phân gia súc lớn, mặt bằng rộng và có điều kiện cơ giới hóa.

Trước tiên xếp một lớp phân gia súc cao khoảng 1 m, sau đó xếp lớp nguyên liệu hữu cơ khác (phế phụ phẩm nông nghiệp, thân cây, lá cây...) lên đến độ cao khoảng 3,6 m. Chiều rộng của đống ủ khoảng 3 - 6 m. Các nguyên liệu trong đống ủ được cung cấp không khí một cách tự nhiên. Cần chú ý đảo trộn đống ủ thường xuyên.

(ii) Ủ nhanh bằng cách tạo các ống cung cấp khí cho đống ủ: Đây bước phát triển hơn của phương pháp ủ windrow hảo khí thụ động. Dùng các ống cung cấp khí cho đống ủ có quạt gió để làm tăng khả năng cung cấp không khí trong đống ủ. Sử dụng phương pháp này, các nguyên liệu ủ phải được trộn đều trước khi ủ, vì trong suốt quá trình ủ, đống ủ sẽ không được đảo, trộn. Thông thường đống ủ cao 1,5 - 2,4 m tùy thuộc vào nguyên liệu ủ, điều kiện thời tiết và khả năng tạo môi trường hảo khí trong đống ủ.

(iii) Phương pháp ủ in-vessel: Phương pháp này là hình thức ủ phân trong nhà, thùng hoặc ống chứa nguyên liệu ủ có máy thổi khí hoặc hệ thống cung cấp khí tạo điều kiện hảo khí tối ưu để làm tăng quá trình phân hủy hữu cơ. Có một số hình thức ủ sử dụng phương pháp này như: Ủ trong thùng: thùng ủ được thiết kế bằng các thanh gỗ đóng tạo thành các khe hở để không khí dễ xâm nhập; Ủ thành đống kết hợp kiểm soát quá trình hảo khí và đảo trộn có

định kỳ; Ủ silos: Đảo trộn nguyên liệu ủ hằng ngày, bằng cách dùng máy xúc đảo nguyên liệu từ đáy đống ủ lên trên rồi trộn đều với nguyên liệu thô phía trên, tạo ra môi trường hảo khí trong đống ủ...

(iv) Phương pháp ủ nhanh Berkley: Phương pháp này ủ chỉ trong vòng 2 - 3 tuần, nhưng cần lưu ý một số điểm: Các nguyên liệu ủ, nhất là các nguyên liệu cứng phải được cắt nhỏ (tốt nhất là với kích thước 2 - 4 cm). Tỷ lệ C/N của các nguyên liệu ủ là 30/1. Một số nguyên liệu không nên dùng khi ủ, bao gồm đất, tro lò sưởi và tro bếp lò, phân của các loại động vật ăn thịt. Độ ẩm tối thích cho các nguyên liệu ủ là 50%. Đống ủ phải đủ lớn để đảm bảo nhiệt độ trong đống ủ và tránh mất nhiệt. Đảo đống ủ khi nhiệt độ đạt đỉnh (71°C), trong vòng 1-2 ngày sau khi ủ.

(v) Sử dụng chế phẩm EM (effective micro-organisms): Từ năm 1999, một số trang trại chăn nuôi sử dụng chế phẩm EM để sản xuất phân hữu cơ quy mô nhỏ. Cách tiến hành ủ như sau: Trước tiên trộn đều các nguyên liệu ủ (trừ dung dịch EM), sau đó xếp thành từng lớp nguyên liệu khoảng 15 cm, tưới dung dịch EM lên trên. Phủ một tấm bạt nilong lên phía trên. Đảo và trộn đều đống ủ sau 2 - 3 tuần để thúc đẩy quá trình phân hủy. Quá trình ủ hoàn thành sau khi đảo, trộn khoảng 2 tuần.

(vi) Công nghệ ủ nhanh IBS: Sử dụng *Trichoderma harzianum*, một loại nấm phân hủy cellulose để làm tăng khả năng phân hủy các nguyên liệu hữu cơ. (vii) Ủ nhanh bằng giun: Giun có thể sử dụng mọi chất thải hữu cơ làm thức ăn, hằng ngày thường chúng có thể tiêu thụ một lượng hữu cơ bằng khối lượng của chúng (01 kg giun tiêu thụ 01 kg chất thải hữu cơ/ngày). Phân giun là nguyên liệu giàu nitơ, photpho, kali, canxi và magie ở dạng dễ tiêu cho cây trồng.

(vii) Sản xuất phân bón hữu cơ bằng công nghệ lên men cao nhiệt: Đây là công nghệ của Công ty BIOWAY Hightech, đặt nhà máy tại Sóc Trăng. Đặc điểm cơ bản của công nghệ là sử dụng lên men cao nhiệt ở 120 - 135<sup>0</sup>C chế phẩm BIOWAY Hitech, sau 8 giờ đảo trộn trong thiết bị kiểu nằm ngang có thể ra sản phẩm phân bón hữu cơ chất lượng cao.

### **3.1.2. Nuôi thủy sản:**

Nuôi cá bằng chất thải rắn trong chăn nuôi được áp dụng ở nhiều nước, nhất là các nước Đông Nam Á và Ấn Độ là nước đi đầu. Phân chuồng (lợn, trâu, bò, gia cầm...) sẽ được cá sử dụng. Ngoài ra, phân chuồng còn cung cấp đạm, lân cho tảo phát triển, cung cấp thức ăn cho các loài động vật đáy, động vật phù du, tạo mùn bã hữu cơ để làm thành phần thức ăn cho cá trong ao hồ được phong phú.

Tuy nhiên, việc sử dụng phân chuồng để nuôi thủy sản cũng cần được thực hiện đúng cách, phân chuồng trước khi sử dụng cần phải được sơ chế để đảm bảo an toàn sinh học và các điều kiện vệ sinh.

Ở nước ta, việc sử dụng phân chuồng để nuôi cá thường được thực hiện tự phát, không theo đúng các quy trình hướng dẫn nên ở nhiều nơi đã dẫn đến ô nhiễm môi trường nước, không những làm ảnh hưởng đến sinh trưởng của cá mà còn tiềm ẩn nhiều nguy cơ mất an toàn vệ sinh thực phẩm, tăng nguy cơ lây nhiễm dịch bệnh cho người và vật nuôi.

Các chuyên gia đã khẳng định việc dùng phân tươi cho cá ăn sẽ khiến nguồn nước ngày càng ô nhiễm khiến một số loại tảo phát triển nhanh dẫn đến giảm oxy trong nước làm cho cá bị chết hoặc sinh trưởng kém. Bên cạnh đó, việc sử dụng phân tươi sẽ làm phát sinh các chất có nguồn gốc NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S và một số chất độc khác làm cho cá kém phát triển.

Theo đúng kỹ thuật, phân động vật phải được ủ hoai trước khi đưa xuống hồ cá. Quá trình này sẽ loại được các khí độc như  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ..., đồng thời sẽ sản sinh ra các sinh vật có lợi và một số loại côn trùng có thể làm thức ăn cho cá. Từ đó, môi trường nước sẽ được cải thiện giúp cá nhanh lớn, tăng hiệu quả kinh tế cho người nuôi và an toàn cho người tiêu dùng.

### **3.1.3. Nuôi giun:**

Thời gian gần đây, ngày càng có nhiều hộ dân sử dụng chất thải chăn nuôi để nuôi giun đất, giun quế. Giun quế có tên khoa học là *Perionyx excavatus*, chi *Pheretima*, họ *Megascocidae* (họ cựa dũi), ngành ruột khoang. Chúng thuộc nhóm giun ăn phân, thường sống trong môi trường có nhiều chất hữu cơ đang phân hủy, trong tự nhiên ít tồn tại với phần thể lớn và không có khả năng cải tạo đất trực tiếp như một số loài giun địa phương sống trong đất. Hiện nay, trên thế giới có khoảng 2500 loài, Mehrotra (1997), cho rằng có 3920 loài. Giun quế thích nghi với phổ thức ăn khá rộng, chúng ăn bất kỳ chất thải hữu cơ nào có thể phân hủy trong tự nhiên (rác đang phân hủy, phân gia súc, gia cầm...). Tuy nhiên, những thức ăn có hàm lượng dinh dưỡng cao sẽ hấp dẫn chúng hơn, giúp cho chúng sinh trưởng và sinh sản tốt hơn.

Công việc nuôi giun đất đơn giản, không cần những kỹ năng và trình độ văn hóa cao. Các nghiên cứu còn cho thấy, tại các trang trại nuôi giun, lợi ích kinh tế không chỉ từ việc thương mại thịt giun mà còn thu rất nhiều từ phân giun.

Từ năm 1952, con người đã bắt đầu nuôi giun để bổ sung nguồn đạm cho chăn nuôi. Ở nhiều nước trên thế giới như Philippin, Canada, Nhật Bản, Đài Loan, Pháp... đã hình thành những trại nuôi giun nhằm cung cấp nguồn thức ăn cho chăn nuôi gia súc, gia cầm, hoặc có thể cung cấp nguồn giun cho ngành giải trí câu cá.

Rất nhiều nghiên cứu đã cho thấy, giun là một nguồn thức ăn giàu đạm quan trọng cho chăn nuôi. Bột giun quế (*Perionyx excavatus*) khô giàu đạm (64,7% prôtein thô) hơn đậu tương (45%). Dùng bột giun thay bột cá trong nuôi cá rô phi với công thức 15% bột giun đất, 10% bột cá, 75% cám gạo so với công thức vẫn nuôi bằng bột cá (25% bột cá và 75% cám gạo) đã nâng mức tăng trọng 9 gr lên 19,6 gr, nâng tỷ lệ sống của cá từ 89% lên 98% và giảm chi phí thức ăn để cho 1 kg cá từ 2,1gr xuống 1,4gr thức ăn (Bai, 1996). Nhiều nghiên cứu cho thấy, hàm lượng các amino acid trong giun đất cao hơn trong cá và trong thịt. Giun còn hội đủ 12 loại acid amin, nhiều loại vitamin, chất khoáng cần thiết cho gia súc, gia cầm và thủy sản. Đặc biệt giun còn có các loại kích thích sinh trưởng tự nhiên mà trong bột cá không có. Thức ăn chăn nuôi có bột giun sẽ không có mùi tanh và khét của cá và dầu cá, hấp dẫn vật nuôi, lại bảo quản được lâu hơn thức ăn có dùng bột cá. Theo W.T.Mason (Đại học Phlorida – Mỹ): giun, nhất là giun tươi, là thức ăn lý tưởng để nuôi thủy sản, nhất là sản xuất con giống ba ba, rùa, lươn, tôm, cá chình, đặc biệt là nuôi cá tầm – một loại cá quý để ăn và sản xuất món trứng cá muối đắt tiền. Nếu cho chúng ăn giun tươi hằng ngày bằng 10% - 15% trọng lượng cơ thể sẽ tốt hơn bất cứ loại thức ăn nào khác, tốc độ sinh trưởng sẽ tăng từ 15% - 40%, năng suất trứng tăng lên 10%. Nếu trộn 2 - 3% bột giun dùng để nuôi, năng suất sẽ tăng trên 30%, giá thành thức ăn giảm 40% - 60%, đồng thời tăng sức sinh sản và kháng bệnh của tôm, cá.

Phân giun chứa lượng nitơ hữu dụng cho cây trồng cao và hỗn hợp vi sinh có hoạt tính cao, dễ hòa tan trong nước, chứa hơn 50% chất mùn. Do đó phân giun không chỉ kích thích tăng trưởng cây trồng, mà còn tăng khả năng cải tạo đất. Theo các nhà khoa

học đã phân tích thì phân giun chứa nhiều chất dinh dưỡng cho cây trồng như đạm (N), lân (P) dễ tiêu, kali, magiê (Mg), canxi (Ca) và các nguyên tố vi lượng với hàm lượng cao. Đặc biệt là các khoáng chất này lại được cây trồng hấp thụ một cách trực tiếp, không như những loại phân hữu cơ khác phải được phân hủy trong đất trước khi cây hấp thụ. Ngoài ra, phân giun còn giàu axit humic, chất mùn, chất kích thích sinh trưởng và một số thuốc kháng sinh và xạ khuẩn giúp cây trồng tăng sức đề kháng chống lại sâu bệnh. Phân giun quý giá tăng khả năng giữ nước của đất vì phân giun có dạng hình khối, nó là những cụm khoáng chất kết hợp theo cách mà chúng có thể để chống sự xói mòn và sự va chạm cũng như gia tăng khả năng giữ nước. Tóm lại, phân giun là một loại phân bón hữu cơ lý tưởng cho cây trồng.

Nuôi giun từ chất thải chăn nuôi là một lĩnh vực đầy tiềm năng để phát triển kinh tế và giúp giảm ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, việc ứng dụng công nghệ nuôi giun ở nước ta hiện tại vẫn còn manh mún do một số khó khăn về công nghệ và thị trường. Hiện tại, nguyên liệu nuôi giun vẫn chủ yếu sử dụng phân bò, là loại nguyên liệu đang được thu gom rất mạnh để làm phân bón hữu cơ. Hiện tại, dự án LCASP đang nghiên cứu một số giống giun có khả năng xử lý phân lợn, một loại nguyên liệu đang rất sẵn có và gây ô nhiễm môi trường ở nhiều nơi. Công nghệ nuôi, chế biến, bảo quản giun vẫn còn nhiều hạn chế và thị trường đầu ra cho các sản phẩm từ giun vẫn còn hạn hẹp do người dân vẫn chưa biết đến lợi ích của giun và chuỗi giá trị sản xuất và tiêu thụ các sản phẩm từ giun vẫn chưa được hình thành ở nhiều địa phương.

### **3.2. Các công nghệ xử lý chất thải lỏng:**

#### **3.2.1. Công nghệ khí sinh học:**

Công nghệ phổ biến nhất để xử lý chất thải chăn nuôi lỏng ở Việt Nam là công nghệ khí sinh học. Công nghệ này đã du nhập vào nước ta từ những năm 60 của thế kỷ trước và đã được chứng minh là có hiệu quả xử lý môi trường đối với các hộ chăn nuôi nhỏ, đồng thời cung cấp năng lượng đun nấu cho các hộ dân trong điều kiện các nguồn năng lượng khác như điện và ga hóa lỏng còn hạn chế và đắt đỏ. Cho tới nay, Việt Nam đã xây lắp được khoảng 0,5 triệu công trình khí sinh học (KSH) với sự hỗ trợ của Chính phủ và các nhà tài trợ quốc tế như SNV, ADB, WB, ... trên tổng số 12 triệu hộ chăn nuôi. Nhờ có công nghệ khí sinh học, hàng triệu hộ dân vẫn có thể chăn nuôi để duy trì sinh kế mà không ảnh hưởng nhiều đến môi trường, đồng thời có thêm thu nhập gián tiếp từ việc sử dụng nguồn khí ga đun nấu thay thế các nguồn nhiên liệu khác.

Vì một lý do nào đó mà người Việt Nam sử dụng rất nhiều nước trong chăn nuôi, đặc biệt là nuôi lợn thịt. Theo điều tra của dự án LCASP, người dân sử dụng trung bình từ 30 – 50 lít nước/đầu lợn/ngày để làm vệ sinh và làm mát lợn. Chính vì việc sử dụng quá nhiều nước trong chăn nuôi mà hằng năm có hơn 300 triệu mét khối chất thải lỏng trong chăn nuôi hầu như không được sử dụng mà xả trực tiếp xuống nguồn nước hoặc gián tiếp ra môi trường thông qua các hầm khí sinh học. Mặc dù không thể phủ nhận tác dụng của công nghệ khí sinh học nhưng dự án LCASP cũng đã chỉ ra một số hạn chế cơ bản của các hầm bioga là nếu xây hầm có dung tích vừa đủ so với nhu cầu sử dụng khí ga thì sẽ bị quá tải khi tăng quy mô chăn nuôi và ngược lại, nếu xây hầm có dung tích lớn thì sẽ bị thừa khí ga xả ra môi trường gây ô nhiễm không khí.



Qua nghiên cứu của dự án LCASP, hầu hết các hộ dân tham gia dự án đều có xu hướng đầu tư xây lắp các công trình bioga có dung tích nhỏ dưới 20 m<sup>3</sup>. Mặc dù theo lý thuyết mỗi đầu lợn cần khoảng 1m<sup>3</sup> hầm bioga để xử lý môi trường, nhưng trên thực tế, nhiều hộ dân nuôi vài trăm con lợn vẫn chỉ đầu tư một hầm bioga có dung tích dưới 20 m<sup>3</sup> để xử lý chất thải chăn nuôi. Nghiên cứu sâu về hành vi này của người chăn nuôi, dự án LCASP đã chỉ ra nguyên nhân chính ra do hiệu quả kinh tế của việc đầu tư hầm khí sinh học mang lại (Bảng 2):

**Bảng 2: Hiệu quả kinh tế của đầu tư các hầm bioga có dung tích khác nhau**

STT	Các chỉ tiêu nghiên cứu	Chi phí và thu nhập (triệu VNĐ)				
		7m <sup>3</sup>	9m <sup>3</sup>	12m <sup>3</sup>	15m <sup>3</sup>	20m <sup>3</sup>
01	Chi phí đầu tư ban đầu	9	11	14	17	22
02	Doanh thu hàng năm từ tiết kiệm nhiên liệu đun nấu gia đình 6 người	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
03	Chi phí vận	0,18	0,22	0,28	0,34	0,44

	hành bảo dưỡng hàng năm (2%)					
04	Giá trị hiện tại thuần (NPV)	3,2	7,7	7,3	0,8	-4,8
05	Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR)	15,39%	21,74%	14,34%	9,09%	2,85%
06	Thời gian hoàn vốn (năm)	6,55	4,95	5,08	9,31	15,1

*\*Kết quả phân tích từ các hàm bioga do dự án LCASP hỗ trợ (tuổi thọ hàm bioga tối thiểu là 10 năm, lãi suất vay nông nghiệp  $r = 8\%$ )*

Kết quả trình bày ở Bảng 2 cho thấy, đầu tư vào công trình khí sinh học có dung tích khoảng  $9 \text{ m}^3$  đem lại tỷ suất lợi nhuận cao nhất. Nguyên nhân là do hầu hết các hộ dân đều chỉ sử dụng khí ga để đun nấu thức ăn cho gia đình. Số hộ sử dụng khí ga cho các mục đích khác rất ít. Nếu tính trung bình một hộ dân có khoảng 4 - 6 nhân khẩu thì lượng khí ga sử dụng hằng ngày khoảng  $03 \text{ m}^3/\text{người} \times 6 \text{ người} = 1,8 \text{ m}^3$ . Nếu tính sản lượng khí ga theo dung tích hàm khí sinh học là  $0,2 \text{ m}^3$  khí ga/  $1 \text{ m}^3$  hàm thì chỉ cần hàm

khí sinh học có dung tích khoảng 9 m<sup>3</sup> là cung cấp đủ khí ga đun nấu hằng ngày cho một hộ chăn nuôi. Điều này phù hợp với thực tế là đa số người dân chỉ đầu tư hầm bioga có dung tích nhỏ, từ 7 – 20 m<sup>3</sup> vì lý do dung tích này phù hợp với nhu cầu sử dụng khí ga của đại đa số các hộ chăn nuôi là dùng để đun nấu cho gia đình. Các hầm bioga có dung tích nhỏ hơn 7 m<sup>3</sup> thường dẫn đến thiếu khí ga đun nấu nên ít được lựa chọn. Các hầm bioga có dung tích lớn hơn 20 m<sup>3</sup> thường có tỷ suất lợi nhuận âm là do hiện nay các công nghệ sử dụng khí ga khác ngoài đun nấu còn chưa được người dân quan tâm áp dụng.

Đối với các trang trại chăn nuôi quy mô lớn, chủ trang trại thường làm các hầm khí sinh học lên đến hàng ngàn mét khối. Ở quy mô này, các trang trại bắt đầu thừa khí ga so với nhu cầu sử dụng. Có rất nhiều cách khác nhau để xử lý khí ga thừa như chia sẻ cho hàng xóm, nấu cám, nấu rượu, chạy máy phát điện, thắp sáng... Tuy nhiên, đa số các cách trên đều chưa thực sự hiệu quả vì lý do nhu cầu sử dụng khí ga đun nấu có hạn, còn các công nghệ phát điện, thắp sáng... còn có giá thành cao. Đối với rất nhiều trang trại lớn, biện pháp chủ yếu là xả khí ga thừa ra ngoài môi trường, Mặc dù có nhiều hộ trang bị đầu đốt khí ga thừa nhưng người dân vẫn e ngại trong sử dụng vì một số vụ hỏa hoạn đã xảy ra dẫn đến thiệt hại kinh tế lớn cho các trang trại.

Hầu hết các chủ trang trại không quan tâm đầu tư vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa các hầm bioga quy mô lớn vì lý do tốn kém chi phí mà không đem lại lợi nhuận bổ sung cho chủ trang trại từ việc sử dụng khí ga. Việc các chủ trang trại không sử dụng được phần lớn khí ga là nguyên nhân gián tiếp gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu quả xử lý môi trường của công nghệ khí sinh học: các chủ trang trại đầu tư rất nhiều tiền làm các hầm bioga quy mô lớn để

được phép chăn nuôi nhưng không đem lại hiệu quả kinh tế đủ bù đắp chi phí vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa các hầm bioga này. Mặt khác, do các quy định về quản lý môi trường chăn nuôi theo QCVN 62-MT: 2016/BTNMT khá cao dẫn đến hầu hết các trang trại đều phải nộp phạt vì không thể đáp ứng được mặc dù đã có hầm bioga và các hệ thống hồ lắng, hồ sinh học đúng quy định. Do vậy, các chủ trang trại thường chọn phương án đầu tư hầm bioga một cách hình thức để được phép chăn nuôi, còn lại rất hạn chế bỏ ra các chi phí vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa. Điều này dẫn đến rất nhiều hầm bioga quy mô lớn trở thành nguồn ô nhiễm thứ cấp cho môi trường xung quanh, thậm chí còn làm ô nhiễm nghiêm trọng hơn là không có hầm bioga.

### **3.2.2. Nuôi thủy sản:**

Giống như việc sử dụng chất thải rắn cho nuôi cá đã nêu trên, ở rất nhiều nơi, chất thải chăn nuôi lỏng được xả trực tiếp xuống ao cá. Chất thải chăn nuôi lỏng cung cấp đạm, lân cho tảo và các động vật phù du phát triển, cung cấp thức ăn cho cá trong ao hồ được phong phú. Tuy nhiên, việc xả thẳng chất thải chăn nuôi lỏng xuống ao hồ ở nước ta đã và đang gây nhiều nguy cơ mất an toàn vệ sinh, lây nhiễm dịch bệnh và làm ô nhiễm nguồn nước.

### **3.2.3. Tách chất thải rắn:**

Trong những năm gần đây, trước sức ép về giải quyết ô nhiễm môi trường, một số trang trại chăn nuôi lớn đã sử dụng các máy ép phân để tách chất thải rắn từ phân lỏng để sản xuất phân hữu cơ và giảm ô nhiễm. Công nghệ này có một số ưu điểm so với công nghệ khí sinh học là: (i) chi phí đầu tư tương đương hoặc thấp hơn đầu tư công trình bioga; (ii) cần ít diện tích mặt bằng để lắp đặt; (iii) thời gian chạy máy có thể thay đổi phù hợp với biến động của quy mô chăn nuôi, không gây quá tải công suất xử lý như đối với hầm

bioga; (iv) nhu cầu thị trường đầu ra của phân chuồng rất lớn, khả năng thu hồi vốn đầu tư cao hơn. Tuy nhiên, công nghệ này vẫn chưa được ứng dụng phổ biến vì lý do công nghệ mới được giới thiệu ở Việt Nam và chưa thực sự được hoàn thiện phù hợp với điều kiện các trang trại ở nước ta. Các nghiên cứu của dự án LCASP chỉ ra rằng, do chăn nuôi ở các nước phát triển sử dụng rất ít nước (ví dụ ở Đan Mạch, Hà Lan và nhiều nước châu Âu khác chỉ sử dụng khoảng 5 lít nước/đầu lợn/ngày, không dùng nước tắm lợn) nên nồng độ chất thải lỏng trước khi đưa vào máy ép khá cao (khoảng 6 – 8% chất khô, đôi khi lên đến 10% chất khô). Do vậy, máy tách phân thường được thiết kế để vận hành hiệu quả khi chất thải đưa vào máy ở nồng độ tối thiểu 3% chất khô. Do chăn nuôi lợn thịt ở Việt Nam sử dụng quá nhiều nước nên nồng độ chất khô của nước thải chăn nuôi thường ở mức dưới 1%, điều này làm cho máy tách phân vận hành kém hiệu quả. Dự án LCASP đã nghiên cứu và thiết kế bể lắng trước khi tách phân giúp cho máy tách phân vận hành hiệu quả hơn. Một nguyên nhân khác là quy mô chăn nuôi ở Việt Nam nhỏ hơn nhiều so với các nước phát triển nên việc đầu tư máy tách phân có công suất lớn và giá trị cao cũng chưa thực sự hiệu quả cho nhiều trang trại quy mô vừa và nhỏ. Thời gian vừa qua, dự án LCASP đã thực hiện các nghiên cứu ứng dụng để có cơ sở khuyến cáo giúp cho nhiều trang trại áp dụng công nghệ này một cách hiệu quả.

#### **3.2.4. Tưới cho cây trồng:**

Theo báo cáo thống kê về chăn nuôi Việt Nam, nếu tính trung bình mỗi con lợn thịt sử dụng khoảng 30 lít nước/ngày cho làm mát và vệ sinh chuồng trại thì hằng năm, với khoảng 26 triệu con lợn thịt thì chỉ riêng chăn nuôi lợn đã thải ra khoảng gần 300 triệu m<sup>3</sup> nước thải chăn nuôi. Hiện nay, hầu hết các trang trại chăn nuôi

ở Việt Nam đang áp dụng công nghệ khí sinh học như là công nghệ chính để xử lý nước thải chăn nuôi. Tại Việt Nam, việc sử dụng nước xả sau bioga để tưới cho cây trồng vẫn còn rất hạn chế và manh mún, tự phát do chưa có sự khuyến khích của các cơ quan chức năng và sự quan tâm thỏa đáng của các đơn vị nghiên cứu trong lĩnh vực nông nghiệp. Nước thải chăn nuôi thường được xử lý bằng cách đưa xuống hầm bioga, nước thải sau bioga được đưa qua các hồ lắng, hồ sinh học để làm sạch trước khi xả xuống nguồn nước mặt. Theo công bố của Công ty Cổ phần chuỗi thực phẩm TH, chi phí xử lý nước thải chăn nuôi để đạt tiêu chuẩn QCVN 62 là khoảng 11.000 đồng/m<sup>3</sup>. Do vậy, nếu phải tuân thủ nghiêm ngặt quy định về môi trường theo QCVN 62 thì hằng năm sẽ tốn kém trên 3.000 tỷ đồng chỉ để xử lý môi trường chăn nuôi lợn. Đây là một khoản chi phí khá lớn cho người sản xuất nếu chỉ để xử lý môi trường chăn nuôi mà không đem lại lợi ích kinh tế.

Hiện tại, ngành nông nghiệp của nước ta đang tồn tại một nghịch lý là nguồn nước thải chăn nuôi giàu dinh dưỡng cho cây trồng đang phải xử lý rất tốn kém để xả xuống nguồn nước mặt, trong khi đó, người dân phải mua phân bón vô cơ với chi phí cao để bón cho cây trồng. Nguồn tài nguyên nước thải chăn nuôi không được sử dụng để giúp thay thế cho hàng triệu tấn phân bón vô cơ nhập khẩu đang góp phần làm cho môi trường nông thôn ngày càng ô nhiễm hơn.

Nước thải chăn nuôi bao gồm một phần chất thải rắn, nước tiểu vật nuôi và nước rửa chuồng trại. Hàm lượng chất hữu cơ trong nước thải chăn nuôi thường rất cao và trong nước thải chăn nuôi thường có nhiều mầm bệnh và trứng giun sán có thể gây bệnh cho con người và vật nuôi. Ngoài ra, nước thải chăn nuôi còn gây mùi hôi thối khó chịu và là môi trường thuận lợi cho

các loại ruồi muỗi phát triển. Do vậy, muốn sử dụng được nước thải chăn nuôi, chúng ta phải xử lý nhằm diệt hết mầm bệnh trong nước thải và chuyển hóa chất hữu cơ thành khoáng chất giúp cho cây trồng có thể hấp thụ. Hiện nay, có 3 biện pháp chính để xử lý nước thải chăn nuôi: (i) xử lý yếm khí bằng công nghệ khí sinh học; (ii) xử lý hiếu khí bằng phương pháp thổi không khí vào nước thải; (iii) sử dụng các vi sinh vật có ích nhằm thúc đẩy quá trình khoáng hóa chất hữu cơ. Các biện pháp xử lý này đều có chi phí không cao nhưng đòi hỏi phải có thời gian để chất hữu cơ trong nước thải chăn nuôi chuyển hóa thành khoáng chất giúp cây trồng có thể hấp thụ. Thực tế cho thấy, nước thải chăn nuôi sau khi được xử lý qua hầm khí sinh học (biện pháp xử lý nước thải chăn nuôi đang rất phổ biến ở nước ta) đều sạch hết mầm bệnh, trứng giun sán và có thể sử dụng tưới cho cây trồng. Tuy nhiên, đối với mỗi loại cây trồng khác nhau cần phải có nồng độ tưới, tần suất tưới và khối lượng mỗi lần tưới phù hợp nhằm đảm bảo không ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây trồng. Nhiều tài liệu nghiên cứu trên thế giới đã đưa ra các khuyến cáo cụ thể về quy trình sử dụng nước thải sau bioga tưới cho các loại cây trồng khác nhau giúp tăng năng suất cây trồng và giảm sử dụng phân bón vô cơ.

Một số nghiên cứu về hàm lượng các chất dinh dưỡng của nước xả sau bioga cho thấy, hàm lượng chất dinh dưỡng khá cao, không thua kém nhiều phân bón hữu cơ. Cụ thể: nước xả sau bioga có hàm lượng chất khô dưới 1% ở Việt Nam có hàm lượng Ni tơ tổng số là  $0,7 \text{ kg/m}^3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  là  $0,24 \text{ kg/m}^3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  là  $1,22 \text{ kg/m}^3$  (Cục Chăn nuôi – SNV, 2011). Việc sử dụng nước xả sau bioga tưới cho cây trồng cũng đem lại hiệu quả tăng năng

suất rõ rệt. Các nước như Trung Quốc, Ấn Độ và nhiều nước khác đã có các chính sách khuyến khích, hỗ trợ tài chính và ban hành các quy trình kỹ thuật nhằm hướng dẫn người dân sử dụng nước xả sau bioga để tưới cho các loại cây trồng khác nhau.

Về cách thức sử dụng, tại các nước phát triển như Đan Mạch, Hà Lan, do chăn nuôi sử dụng rất ít nước nên chất thải lỏng thường khá đậm đặc, do vậy, có thể sử dụng xe bồn để vận chuyển chất thải lỏng hiệu quả và có hệ thống chuyên dụng bơm mạnh để đẩy chất thải lỏng đậm đặc vào đất làm cho các chất dinh dưỡng được thấm sâu vào đất, hạn chế bị rửa trôi và giảm ô nhiễm mùi hôi khó chịu (như Hình 1 dưới đây). Ngoài ra, có thể tưới trực tiếp bã thải hoặc nước thải lên bề mặt đồng cỏ và để ít nhất sau 20 ngày mới cho gia súc sử dụng đồng cỏ này (European Commission, 2002). Ở một số nước châu Âu, các trang trại chăn nuôi còn có hình thức bán chất thải lỏng cho các trang trại trồng trọt giúp làm tăng thu nhập cho người chăn nuôi (IAEA, 2008).



Nhìn chung, nhiều nước phát triển ở châu Âu cho phép các chủ trang trại vận chuyển và sử dụng phân lỏng chưa qua xử lý từ những trang trại an toàn dịch bệnh để tưới cho các trang trại trồng trọt. Nhiều nước còn quy định chủ trại chăn nuôi phải đưa ra các tài liệu minh chứng có đủ diện tích trồng trọt để sử dụng hết phân lỏng. Tiêu chuẩn châu Âu (EC, 2002) có một số quy định bổ sung để xử lý phân lỏng ở những trang trại có nguy cơ dịch bệnh như xử lý nhiệt ở 70°C trong 1 giờ hoặc 133°C trong 20 phút hoặc để thời gian tối thiểu 6 tháng trước khi sử dụng (Hickman at al., 2009).



**Hình 1: Xe bồn bơm phân lỏng xuống đất tại Đan Mạch**

### **3.3. Các công nghệ xử lý chất thải khí:**

Hiện nay, người chăn nuôi sử dụng nước làm biện pháp chủ yếu để giảm mùi hôi phát sinh từ hoạt động chăn nuôi. Các bể chứa nước được bố trí trong khuôn viên chuồng trại để ngăn việc bốc mùi hôi từ phân động vật. Ngoài ra, việc sử dụng nhiều nước để

vệ sinh chuồng trại, tắm cho vật nuôi cũng là biện pháp chủ yếu để xử lý chất thải khí trong chăn nuôi.

Đối với khí mê tan thừa từ các hầm bioga, người dân được khuyến cáo phải đốt bỏ, không được xả trực tiếp ra môi trường gây hiệu ứng khí nhà kính.

#### **4. Đánh giá hiệu quả quản lý của một số quy định về môi trường chăn nuôi hiện nay**

Mặc dù các cơ quan chức năng đã ban hành nhiều quy định, chính sách liên quan đến xử lý môi trường chăn nuôi nhưng hiệu quả quản lý trên thực tế vẫn còn nhiều bất cập. Ở tầm vĩ mô, có các quy định sau được ban hành:

+ **Bộ Chính trị đã ra Nghị quyết số 41/NQ-TW** ngày 15/11/2004 về tăng cường công tác bảo vệ môi trường trong thời kỳ đẩy mạnh hóa, công nghiệp hóa đất nước. Trên cơ sở Nghị quyết này, Chính phủ đã ban hành Quyết định số 34/2005/QĐ-TTg ngày 22/2/2005 trong đó xác định “Quy hoạch và quản lý môi trường trong phát triển làng nghề, cụm công nghiệp, trang trại chăn nuôi tập trung, xây dựng chương trình cải thiện ô nhiễm môi trường làng nghề” và giao cho Bộ Nông nghiệp và PTNT xây dựng Đề án Bảo vệ môi trường ở làng nghề và các khu vực chăn nuôi tập trung. Chính phủ cũng đã ban hành Quyết định 256/2003/QĐ-TTg ngày 2/12/2003) phê duyệt chiến lược bảo vệ môi trường đến 2020, trong đó chú trọng đến nhiều lĩnh vực, hoạt động ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn (trồng trọt, chăn nuôi và làng nghề). Các hoạt động quản lý chất thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường trong chăn nuôi có thể dựa vào các định hướng chỉ đạo này để xây dựng các chính sách hỗ trợ.

+ **Luật Bảo vệ Môi trường 2014** (số 55/2014/QH13 ngày 23/6/2014) quy định việc bảo vệ môi trường trong ngành nông

nghiệp phải được thực hiện trên cơ sở sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên và giảm lượng chất thải đến mức tối thiểu. Luật cũng nhấn mạnh nhu cầu “tăng cường tái chế, tái sử dụng và giảm chất thải đến mức tối thiểu”. Liên quan đến việc bảo vệ môi trường trong chăn nuôi, điều 69 Luật Bảo vệ Môi trường quy định các khu chăn nuôi tập trung phải có phương án bảo vệ môi trường và đáp ứng các yêu cầu sau: (i) Bảo đảm vệ sinh môi trường đối với khu dân cư; (ii) Thu gom, xử lý nước thải, chất thải rắn theo quy định về quản lý chất thải; (iii) Chuồng, trại phải được vệ sinh định kỳ; bảo đảm phòng ngừa, ứng phó dịch bệnh và (iv) Xác vật nuôi bị chết do dịch bệnh phải được quản lý theo quy định về quản lý chất thải nguy hại và vệ sinh phòng bệnh.

+ **Luật Tài nguyên nước 2012** (số 17/2012/QH13 ban hành ngày 21/06/2012) (Điều 37) quy định việc xả thải vào nguồn nước phải tuân theo các quy định sau: (i) Tổ chức, cá nhân xả nước thải vào nguồn nước phải được cơ quan nhà nước có thẩm quyền (Điều 73) cấp giấy phép; (ii) Việc cấp giấy phép xả nước thải vào nguồn nước phải căn cứ vào tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về chất lượng nước thải, chức năng của nguồn nước, khả năng tiếp nhận nước thải của nguồn nước; (iii) Tổ chức, cá nhân xả nước thải với quy mô nhỏ và không chứa hóa chất độc hại, chất phóng xạ không phải xin cấp giấy phép xả nước thải vào nguồn nước; (iv) Việc xả nước thải, đưa các chất thải vào vùng bảo hộ vệ sinh khu vực lấy nước sinh hoạt; xả nước thải chưa qua xử lý hoặc xử lý chưa đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật vào nguồn nước là một trong những hành vi bị nghiêm cấm của Luật (Điều 39).

+ **Nghị định số 155/2016/NĐ-CP** ngày 18/11/2016 của Chính phủ về **xử phạt vi phạm hành chính đối với các quy định về bảo vệ môi trường** được ban hành để thay thế Nghị định số

179/2013/NĐ-CP ngày 14/11/2013. Nghị định này có hiệu lực từ ngày 01/02/2017. Nghị định quy định mức phạt và tiền phạt đối với các tổ chức, cá nhân có hành vi vi phạm hành chính với các quy định về bảo vệ môi trường bao gồm (Điều 4): Phạt tiền tối đa đối với hành vi vi phạm các quy định về bảo vệ môi trường do cá nhân gây ra là 01 tỷ đồng và của tổ chức là 02 tỷ đồng; Hình thức xử phạt bổ sung như thực hiện biện pháp khôi phục, đình chỉ tạm thời Giấy phép, Giấy chứng nhận liên quan đến bảo vệ môi trường, phá dỡ hoặc di dời các công trình, trang trại chăn nuôi...

+ **Nghị định số 38/2015/NĐ-CP ngày 24/4/2015 của Chính phủ về Quản lý chất thải và phế liệu**, trong đó quy định rõ các hạng mục quản lý chất thải nguy hại, chất thải rắn sinh hoạt, chất thải rắn công nghiệp thông thường, quản lý nước thải, khí thải công nghiệp và một số chất thải đặc thù.

+ **Quyết định số 166/QĐ-TTg** đã được Thủ tướng Chính phủ ban hành ngày 21/01/2014 quy định trong lĩnh vực nông nghiệp, Quyết định xác định kế hoạch hành động chủ yếu sau: (i) Phát triển các mô hình sản xuất sử dụng khí sinh học từ chất thải chăn nuôi; (ii) Xây dựng và triển khai Đề án tổng thể về Ô nhiễm môi trường nông thôn đến năm 2020, tập trung quản lý chặt chẽ nguồn chất thải từ gia súc, gia cầm, nuôi trồng thủy sản, tiêu huỷ gia súc gia cầm bệnh đúng quy định đảm bảo vệ sinh môi trường; thúc đẩy áp dụng các biện pháp kỹ thuật canh tác, giảm dần việc sử dụng thuốc trừ sâu và phân hoá học; tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật khi sử dụng thuốc trừ sâu và phân bón hoá học trong sản xuất nông nghiệp.

+ Các cơ quan quản lý nhà nước đã ban hành và triển khai nhiều chính sách có liên quan như:

(i) **Quy chuẩn nước thải chăn nuôi** Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành Thông tư số 04/2016/TT-BTNMT

ngày 29/4/2016 công bố quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải chăn nuôi (QCVN 62-MT:2016/BTNMT). Thông tư có hiệu lực kể từ ngày 15/6/2016. Quy chuẩn quy định nước thải chăn nuôi là nước thải xả ra từ quá trình chăn nuôi các loại động vật, bao gồm cả chăn nuôi của hộ gia đình, nước thải sinh hoạt của cơ sở chăn nuôi khi nhập vào hệ thống xử lý nước thải chăn nuôi thì tính chung là nước thải chăn nuôi. Quy chuẩn quy định giá trị tối đa cho phép của các thông số ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi khi xả ra nguồn tiếp nhận nước thải. Nguồn tiếp nhận nước thải là hệ thống thoát nước đô thị, khu dân cư, khu công nghiệp, cụm công nghiệp; sông, suối, khe, rạch, kênh, mương; hồ, ao, đầm, phá; vùng nước biển ven bờ có mục đích sử dụng xác định. Quy chuẩn quy định giá trị tối đa cho phép của các thông số ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi có tổng lượng nước thải lớn hơn hoặc bằng 5 mét khối trên ngày ( $m^3$ /ngày) khi xả ra nguồn tiếp nhận nước thải. Giá trị của thông số ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi (giá trị C) được quy định đối với nước thải chăn nuôi tại cột B như sau: pH = 5,5-9;  $BOD_5 \leq 100$  mg/l;  $COD \leq 300$  mg/l; Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)  $\leq 150$  mg/l; Tổng Ni tơ  $\leq 150$  mg/l; Tổng Coliform  $\leq 5000$  MPN hoặc CFU /100 ml. Cơ sở chăn nuôi có tổng lượng nước thải nhỏ hơn  $2 m^3$ /ngày phải có hệ thống thu gom và hệ thống lắng, ủ nước thải hợp vệ sinh, từ  $2 m^3$ /ngày đến dưới  $5 m^3$ /ngày phải có hệ thống thu gom và hệ thống xử lý chất thải đủ công suất như biogas (hệ thống khí sinh học) hoặc đệm lót sinh học phù hợp tiêu chuẩn quốc gia. QCVN 62 không quy định quy chuẩn đối với sử dụng nước thải chăn nuôi cho mục đích thủy lợi, tưới tiêu.

(ii) **Thông tư số 65/2015/TT-BTNMT** ngày 21/12/2015 quy định về QCVN 08-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt. Từ ngày Thông tư 65 có hiệu lực (01/3/2016 thay thế cho QCVN 39:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ

38

thuật quốc gia về chất lượng nước dùng cho tưới tiêu hết hiệu lực thi hành).

Giá trị giới hạn các thông số chất lượng nước mặt dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi theo QCVN 08 như bảng dưới đây đặt ra mức giới hạn quá cao nếu áp dụng với nước thải chăn nuôi dùng cho tưới tiêu, thủy lợi. Mức giới hạn của các thông số QCVN 08 còn cao hơn nhiều lần QCVN 62. Cụ thể các chỉ số của Giá trị giới hạn nằm trong cột B1 - Dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi như sau: pH = 5,5-9; BOD<sub>5</sub> (20°C) ≤ 15 mg/l; COD ≤ 30 mg/l; Ôxy hòa tan (DO) ≥ 4 mg/l; Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) ≤ 50 mg/l; Amoni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tính theo N) ≤ 0,9 mg/l.

(iii) **Thông tư 04/2010/TT-BNNPTNT** ngày 15/1/2010 ban hành Quy chuẩn Việt Nam (QCVN01-14/BNNPTNT) đối với chăn nuôi lợn và QCVN 01-15:2010/BNNPTNT đối với chăn nuôi gia cầm;

(iv) **Quyết định 397/QĐ-CN-MTCN** ngày 04/4/2017 của Cục Chăn nuôi về Ban hành hướng dẫn phương án bảo vệ môi trường trong khu chăn nuôi tập trung, trong đó quy định rõ các hạng mục xử lý chất thải rắn, xử lý nước thải, khí thải và tiếng ồn.

+ Chính phủ đã có nhiều chính sách hỗ trợ cho đầu tư phát triển chăn nuôi nói chung và chăn nuôi lợn nói riêng gắn kết với bảo vệ môi trường như:

- **Đề án tái cơ cấu ngành chăn nuôi:** Quyết định 984/BNN-CN ngày 9/5/2014 về việc phê duyệt đề án tái cơ cấu ngành chăn nuôi theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững với mục tiêu phát huy lợi thế về khả năng sản xuất một số loại vật nuôi nhằm nâng cao năng suất, chất lượng, khả năng cạnh tranh và giá trị gia tăng, phát triển bền vững góp phần đảm bảo an sinh xã hội và bảo vệ môi trường. Các nội dung tái cơ cấu ngành chăn nuôi

tập trung vào (i) Tái cơ cấu ngành chăn nuôi theo vùng, trong đó giảm quy mô đàn lợn ở vùng ĐBSH từ 25,74% năm 2013 xuống còn 15% năm 2020, 10,51% ở Đông Nam Bộ xuống 5%; tăng đàn lợn ở vùng trung du miền núi phía Bắc từ 24,1% năm 2013 lên 30% năm 2020, Bắc Trung Bộ từ 19,38% lên 24% và Tây Nguyên từ 6,58% lên 15%; (ii) Tái cơ cấu vật nuôi, trong đó xác định tăng tỷ lệ lợn nái ngoại từ 19,8% năm 2013 lên 30 - 33% năm 2020, phát triển lợn thịt giống ngoại và lai trên 75% máu ngoại nuôi công nghiệp; (iii) Tái cơ cấu về phương thức sản xuất chăn nuôi, trong đó số lượng đầu con lợn tăng từ 30% lên 52% và sản lượng thịt lợn tăng từ 40% lên 60%; (iv) Tái cơ cấu theo chuỗi giá trị, ngành hàng với mục tiêu phấn đấu xuất khẩu 1 triệu tấn thịt lợn hơi. Đề án tái cơ cấu là định hướng chính sách quan trọng cho phát triển chăn nuôi lợn.

- **Chính sách hỗ trợ xử lý chất thải trong chăn nuôi hộ gia đình:** Quyết định số 50/2014/QĐ-TTg ngày 04/9/2014 của Thủ tướng Chính phủ về chính sách trợ cấp để nâng cao hiệu quả chăn nuôi hộ gia đình giai đoạn 2015 - 2020 quy định một số chính sách hỗ trợ việc thụ tinh nhân tạo trong chăn nuôi, xử lý chất thải nhằm nâng cao hiệu quả chăn nuôi hộ gia đình và bảo vệ môi trường: (i) Trợ cấp về xử lý chất thải, hỗ trợ một lần lên đến 50% chi phí xây dựng công trình khí sinh học để xử lý chất thải, giới hạn không quá 5 triệu đồng cho một hầm biogas/ hộ; (ii) Hỗ trợ một lần lên đến 50% chi phí cho đệm lót sinh học; mức hỗ trợ không quá 5 triệu đồng/hộ. Tuy nhiên, kết quả tổng quan nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy, lượng kinh phí hỗ trợ tương đối thấp, không hỗ trợ trực tiếp cho người chăn nuôi nên chưa hấp dẫn với người dân tự nguyện tham gia theo phương án hỗ trợ chính sách này.

- **Chính sách ưu đãi đối với các doanh nghiệp đầu tư vào chăn nuôi và quản lý chất thải:** Chính phủ đã ban hành Nghị định về Chính sách ưu đãi cho các doanh nghiệp đầu tư vào nông nghiệp và nông thôn (Nghị định số 210/2013/NĐ-CP ban hành ngày 19/12/2013) quy định một số ưu đãi và hỗ trợ đầu tư bổ sung của Nhà nước dành cho các doanh nghiệp đầu tư vào nông nghiệp, nông thôn. Nghị định xác định 19 lĩnh vực được đặc biệt ưu đãi đầu tư, trong đó có lĩnh vực chăn nuôi và quản lý chất thải nông nghiệp. Tuy nhiên, kết quả tổng quan từ các địa phương cho thấy, trong triển khai thực hiện Nghị định 210/2013/NĐ-CP các tiêu chí lựa chọn cao, phức tạp, mức hỗ trợ chưa hấp dẫn, phải có nguồn đối ứng của địa phương là những trở ngại lớn trong thực hiện.

- **Chính sách nông nghiệp hữu cơ:** Có lẽ lần đầu tiên, Thủ tướng Chính phủ Việt Nam trực tiếp chỉ đạo thúc đẩy phát triển nông nghiệp hữu cơ, cùng với nông nghiệp công nghệ cao như là một xu hướng mới trong tái cơ cấu nền nông nghiệp Việt Nam. Định hướng phát triển nông nghiệp hữu cơ đã nhận được sự quan tâm lớn của các doanh nghiệp và người sản xuất và đã mở ra một cơ hội mới cho sự phát triển của phân bón hữu cơ, nguyên liệu cần thiết cho sản xuất cây trồng hữu cơ, trong đó nguồn hữu cơ từ chăn nuôi không thể thiếu trong phát triển nông nghiệp hữu cơ và sản xuất nông sản an toàn. Để hỗ trợ cho tầm nhìn này là nhu cầu ngày càng tăng về các sản phẩm hữu cơ hoặc thực phẩm an toàn nói chung từ người tiêu dùng trong nước và cho xuất khẩu, cùng với sự gia tăng đầu tư của khu vực tư nhân vào nông nghiệp hữu cơ ở Việt Nam trong thời gian tới.

- **Chính sách phân bón hữu cơ:** Năm 2013, Chính phủ đã ban hành Nghị định số 202/2013/NĐ-CP ngày 27/11/2013 về quản lý phân bón nhưng Nghị định này khi áp dụng gặp nhiều bất cập nhất



là việc phân quản lý nhà nước về phân bón cho hai Bộ: Bộ Công Thương và Bộ Nông nghiệp và PTNT. Nhằm đổi mới công tác quản lý phân bón, Chính phủ đã thay thế Nghị định số 202/2013/NĐ-CP bằng Nghị định số 108/2017/NĐ-CP ban hành ngày ngày 20/9/2017. Đối với phân bón hữu cơ truyền thống do các tổ chức, cá nhân sản xuất để sử dụng không vì mục đích thương mại không nằm trong phạm vi điều chỉnh của Nghị định này. Như vậy, chính sách về sản xuất và sử dụng phân bón hữu cơ đã được xác định là ưu tiên hàng đầu trong chính sách của nhà nước về phân bón, phản ánh chủ trương đẩy mạnh phát triển nông nghiệp hữu cơ, nông nghiệp sạch của Chính phủ tạo hành lang pháp lý cho phát triển phân bón hữu cơ từ nguồn chất thải chăn nuôi, chủ yếu là chất thải phát sinh từ chăn nuôi lợn.

Tuy nhiên, theo Báo cáo hiện trạng môi trường ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn (Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2015), chuyển biến trong cải tiến môi chất lượng môi trường chăn nuôi chuyển biến chậm, chăn nuôi quy mô nhỏ vẫn chiếm tỷ lệ lớn, việc xử lý và quản lý chất thải vật nuôi còn gặp nhiều khó khăn, phần lớn chất thải chăn nuôi xả trực tiếp ra kênh, mương, ao, hồ gây ô nhiễm nghiêm trọng nguồn nước, đất và không khí, ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe và đời sống của người dân xung quanh. Các chính sách hỗ trợ mới tập trung nhiều cho cải thiện năng lực sản xuất, cạnh tranh sản phẩm và tập trung vào một số mô hình xử lý chất thải (bioga, đệm lót sinh học, ủ compost), chưa triển khai nhân rộng các mô hình xử lý chất thải tiên tiến và hiện đại, thiếu các chính sách then chốt, toàn diện nhằm giải quyết triệt để vấn đề môi trường trong chăn nuôi nhất là ở các vùng Đồng bằng Sông Hồng, Đông Nam Bộ và Đồng bằng Sông Cửu Long.

#### **4.1. Đối với chất thải rắn:**

Các hướng dẫn hiện hành quy định: (i) Chất thải rắn phải được thu gom và xử lý bằng một nhóm các biện pháp sau: phương pháp ủ compost, công trình khí sinh học (biogas), chế phẩm sinh học, đệm lót sinh học, xử lý bằng nhiệt hoặc các giải pháp khác trước khi sử dụng trong cơ sở chăn nuôi hoặc đưa ra khỏi cơ sở chăn nuôi; (ii) Chất thải rắn được đem đi xử lý bên ngoài cơ sở chăn nuôi phải đảm bảo các quy định về vận chuyển chất thải hiện hành; (iii) Xác chết vật nuôi, vật nuôi mắc bệnh, nghi mắc bệnh trong danh mục các bệnh phải công bố dịch được xử lý theo QCVN 01 – 41: 2001-BNNPTNT và Thông tư 07/2016/TT-BNNPTNT; (iv) Chất thải có các thành phần nguy hại từ quá trình vệ sinh chuồng trại được xử lý theo hướng dẫn tại Thông tư 36/2015/TT-BTNMT ngày 30/6/2015 của Bộ Tài nguyên Môi trường về quản lý chất thải nguy hại.

Chất thải rắn trong chăn nuôi được xếp vào loại chất thải rắn công nghiệp thông thường nên khi thu gom, vận chuyển phải tuân thủ theo Điều 31 của Nghị định số 38/2015/NĐ-CP: (i) Việc thu gom, vận chuyển, trung chuyển chất thải rắn công nghiệp thông thường phải bảo đảm không được làm rơi vãi, gây phát tán bụi, mùi hoặc nước rò rỉ và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, quy trình quản lý theo quy định; (ii) Tổ chức, cá nhân thu gom, vận chuyển chất thải rắn công nghiệp thông thường có trách nhiệm chuyển giao chất thải cho cơ sở xử lý chất thải rắn công nghiệp thông thường được phép hoạt động theo quy định của pháp luật.

Trên thực tế, người dân vẫn tự phát thu gom chất thải rắn trong chăn nuôi để phục vụ cho sản xuất nông nghiệp như trồng trọt và nuôi trồng thủy sản. Tuy nhiên, do chưa có hướng dẫn cụ thể về các công nghệ “xử lý bằng nhiệt hoặc các giải pháp khác” như thế nào để đảm bảo an toàn sinh học nên ở nhiều nơi, hoạt động thu

gom, vận chuyển chất thải chăn nuôi vẫn không được khuyến khích, thậm chí bị xử phạt. Do các hoạt động thu gom, vận chuyển chất thải rắn trong chăn nuôi còn chưa có các hướng dẫn rõ ràng nên các chuỗi giá trị thu gom, sản xuất và sử dụng phân bón hữu cơ từ chất thải chăn nuôi vẫn chưa được hình thành ở nhiều nơi làm ảnh hưởng đến định hướng phát triển sản xuất nông nghiệp sạch của Chính phủ và việc xử lý môi trường chăn nuôi bền vững của người dân.

#### **4.2. Đối với chất thải lỏng:**

Các hướng dẫn hiện hành quy định: (i) Nước thải phải được dẫn trực tiếp từ các chuồng nuôi đến khu xử lý bằng hệ thống riêng và tách biệt với nước mưa; (ii) Nước thải phải được xử lý bằng một hoặc một nhóm các giải pháp sau: công trình khí sinh học, bể lắng, bể lọc, ao sinh học, chế phẩm sinh học hoặc các phương pháp khác đảm bảo hạn chế phát sinh mùi hôi, thối hoặc không chảy tràn ra môi trường xung quanh; (iii) Cơ sở chăn nuôi tập trung có biện pháp xử lý chất thải lỏng, đảm bảo nước thải trước khi thải ra môi trường đáp ứng quy định của pháp luật hiện hành về nước thải chăn nuôi; (iv) Nước thải trước khi thải ra nguồn tiếp nhận nước thải phải đáp ứng các thông số ô nhiễm trong nước thải quy định tại Thông tư 62-MT: 2016-BTNMT quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải chăn nuôi.

Các quy định về xử lý chất thải lỏng trong chăn nuôi hiện đang có nhiều bất cập. Các tiêu chuẩn về nước thải chăn nuôi theo QCVN quá cao dẫn đến biện pháp công nghệ phổ biến nhất hiện nay người chăn nuôi áp dụng là công nghệ khí sinh học không thể đáp ứng. Một số doanh nghiệp lớn như TH Truemilk đã trang bị các hệ thống xử lý nước thải chăn nuôi để đáp ứng QCVN 62 nhưng rất tốn kém, chi phí xử lý lên đến 11.000 đồng/m<sup>3</sup> nước thải.

Mặt khác, việc sử dụng nước thải chăn nuôi như là nguồn nước dinh dưỡng để tưới cho cây trồng cũng đang bị hạn chế bởi QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Nếu bắt buộc người dân xử lý nước thải chăn nuôi đạt tiêu chuẩn của QCVN 08 để tưới cho cây trồng thì sẽ rất tốn kém và giảm giá trị phân bón của nguồn nước dinh dưỡng này rất nhiều. Một số doanh nghiệp như TH Truemilk cho rằng, nếu đáp ứng QCVN 08 thì nước thải chăn nuôi sẽ “trong như nước mưa và không còn giá trị dinh dưỡng cho cây trồng nữa”.

Tóm lại, việc xử lý nước thải chăn nuôi làm nguồn nước giàu dinh dưỡng tưới cho cây trồng sẽ đem lại lợi ích kép: vừa giúp giảm chi phí xử lý nước thải chăn nuôi rất tốn kém để đạt QCVN 62 cho các chủ trang trại chăn nuôi lại vừa giúp giảm chi phí mua phân bón vô cơ và thủy lợi phí cho các chủ trang trại trồng trọt. Tuy nhiên, một số quy định và chính sách hiện hành vẫn chưa thực sự hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho người dân áp dụng các công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi cho mục đích trồng trọt.

### **4.3. Đối với chất thải khí:**

Các hướng dẫn hiện hành quy định: Chuồng trại được vệ sinh, sử dụng các chế phẩm sinh học, khơi thông cống rãnh, thu gom chất thải rắn, lỏng để xử lý thường xuyên nhằm giảm thiểu phát thải khí trong quá trình chăn nuôi.

Hiện nay, các quy định đối với chất thải khí chưa có các tiêu chuẩn cụ thể. Tuy nhiên, việc ô nhiễm chất thải khí do các trang trại chăn nuôi đang là nguyên nhân chính dẫn đến các mâu thuẫn xã hội, ảnh hưởng đến môi trường sống của các khu dân cư.

## **5. Tiềm năng của nguồn tài nguyên chất thải chăn nuôi**

Chất thải chăn nuôi được đánh giá là một nguồn tài nguyên rất lớn của nước ta nhưng hiện tại vẫn chưa được sử dụng hiệu quả.

Các số liệu thống kê cho thấy với 64 triệu tấn chất thải rắn và hơn 300 triệu mét khối chất thải lỏng hàng năm, nếu được sử dụng hiệu quả làm phân bón hữu cơ thì có thể thay thế được hàng triệu tấn phân bón vô cơ nhập khẩu .

Theo IAEA (2008), thành phần các chất dinh dưỡng trong phân phụ thuộc vào loại gia súc, biến động như sau (so chất khô): hàm lượng các bon: 24,7 - 44,9%, N tổng số: 2,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tổng số từ 0,32 đến 0,77%, K<sub>2</sub>O tổng số trong khoảng từ 1,15 đến 5,41% (Negro et al, 1995). Còn theo số liệu của Trung tâm thông tin Nông nghiệp Đan Mạch (Jenni, 2009), các phân tích tiến hành trong giai đoạn 1999 - 2001, cho thấy thành phần và tính chất của một số loại phân gia súc ở Đan Mạch như sau:

**Bảng 3. Thành phần hóa học chất thải chăn nuôi**

TT	Loại chất thải	% chất thải dạng tươi					
		Chất khô	N-ts	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Mg
1	Lợn nái nuôi con (gồm cả lợn con)	5,0	0,42	0,25	0,13	0,36	0,066
2	Lợn thịt	9,0	0,72	0,42	0,18	0,60	0,108
3	Gia cầm (không chất độn chuồng)	17,0	1,11	0,52	0,39	0,44	0,17
4	Gà đẻ có chất độn chuồng	51,5	2,41	0,24	0,82	1,88	0,29

5	Gà thịt có chất độn chuồng	60,3	2,45	0,80	0,81	1,42	0,42
6	Bò thịt (không chất độn chuồng)	8,6	0,44	0,22	0,07	0,51	0,078
7	Bò thịt (có chất độn chuồng)	24,8	0,64	0,12	0,18	0,73	0,13

*Nguồn: IAEA, Guideline for sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems; 2008, (publication of Animal Production and Health Section, IAEA, Vienna, Austria)*

Tại Việt Nam, kết quả phân tích hàm lượng dinh dưỡng của một số loại phân chuồng cũng đã được Viện Chăn nuôi công bố như sau:

**Bảng 4. Thành phần, tính chất một số loại phân gia súc tại Việt Nam**

Chỉ tiêu	Phân trâu	Phân bò	Phân lợn
	% phân tươi		
Chất khô	17,7	26,2	33,8
N tổng số	0,306	0,341	0,669
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tổng số	0,076	0,099	0,546
K <sub>2</sub> O tổng số	1,129	0,795	0,991

*Nguồn: Vũ Chí Cương, 2013*

Từ các kết quả phân tích nêu trên có thể kết luận, chất thải chăn nuôi là loại chất hữu cơ quý, có thành phần dinh dưỡng rất cao,

nếu được thu gom và xử lý hiệu quả sẽ trở thành nguồn phân hữu cơ rất có giá trị cho sản xuất nông nghiệp.

Hiện tại, mỗi năm Việt nam tiêu thụ khoảng 11 triệu tấn phân bón, trong đó hơn 90% là phân bón hóa học (số liệu thống kê năm 2016 cho thấy, Việt Nam nhập khẩu khoảng 4,2 triệu tấn phân bón hóa học với trị giá 1,25 tỷ USD), phân bón hữu cơ chỉ chiếm xấp xỉ 1 triệu tấn. Tính bình quân mỗi ha canh tác ở Việt Nam nhận hơn 1 tấn phân bón hoá học mỗi năm, đây là mức cao so với các nước trong khu vực. Khi sử dụng phân bón hóa học, khoảng từ 30 - 50% lượng phân bón được cây trồng sử dụng để tạo sinh khối, phần còn lại sẽ bị bốc hơi và rửa trôi xuống nguồn nước gây ô nhiễm môi trường. Như vậy, nếu có giải pháp để sử dụng hiệu quả nguồn chất thải chăn nuôi làm phân bón hữu cơ nhằm thay thế một phần lượng phân bón hóa học nhập khẩu thì sẽ tiết kiệm được hàng tỷ đô la ngoại tệ để nhập khẩu phân bón, đồng thời tạo thêm việc làm và thu nhập bổ sung cho nông dân và nền kinh tế.

Tiềm năng sử dụng chất thải chăn nuôi làm năng lượng sinh học (khí bioga) cũng rất lớn. Bảng dưới đây thống kê sản lượng của một số loại chất thải chăn nuôi:

**Bảng 5: Đặc tính và sản lượng khí mê tan của một số nguyên liệu chất thải chăn nuôi thường gặp**

Loại phân	Lượng phân và nước tiểu thải ra hàng ngày (kg/đầu vật nuôi)	Hàm lượng chất khô (%)	Tỷ lệ các bon/ni tơ (C/N)	Sản lượng khí mê tan (CH <sub>4</sub> ) hàng ngày (lít/kg nguyên liệu tươi)
Phân bò	18 – 25	18 – 20	24 – 25	20 – 32
Phân trâu	30 – 40	16 – 18	24 – 25	20 – 32
Phân lợn	3,5 – 7	24 – 33	12 – 13	40 – 60

Phân gia câm	0,07 – 0,1	25 – 50	5 – 15	50 – 60
-----------------	------------	---------	--------	---------

Qua bảng trên có thể nhận thấy, nếu sử dụng lượng chất thải chăn nuôi không lồ là 64 triệu tấn chất thải rắn và 65 triệu tấn nước tiểu hằng năm từ chăn nuôi sẽ cho một nguồn năng lượng tái tạo khổng lồ.

## **6. Mô hình quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi của dự án Hỗ trợ Nông nghiệp các bon thấp (LCASP) – Hướng đi mới trong xử lý ô nhiễm môi trường chăn nuôi**

Thời gian vừa qua, dự án đã tiến hành các cuộc điều tra, khảo sát, nghiên cứu và nhận diện chính xác hiện trạng và nguyên nhân chính của ô nhiễm môi trường chăn nuôi. Qua đó, dự án đã phối hợp với các đơn vị liên quan thực hiện các hội nghị, hội thảo và thông tin tuyên truyền nhằm hướng tới hình thành các quy định, chính sách phù hợp hơn với thực trạng quản lý môi trường chăn nuôi ở nước ta.



Dự án đang tiến hành các nghiên cứu và các mô hình thử nghiệm tại các trang trại chăn nuôi về áp dụng quy trình chăn nuôi tiết kiệm nước; lắp đặt hệ thống máy tách phân và các bể lắng nhằm tách bớt phần chất thải rắn ra khỏi nước thải chăn nuôi; xây lắp bể ủ phân compost tại các trang trại chăn nuôi để sử dụng chất thải rắn sản xuất nguyên liệu phân bón hữu cơ; khuyến khích xây lắp bể khí sinh học có dung tích vừa đủ với nhu cầu sử dụng khí ga (để đun nấu, phát điện, sấy phân,...); sử dụng chất thải chăn nuôi để nuôi trùn quế; nước thải chăn nuôi, nước thải sau bioga được đưa đến bể lắng và bể hòa loãng để sử dụng bơm tưới vườn hoặc sử dụng ống dẫn tưới các trang trại trồng trọt ở khu vực lân cận.

Dự án đã đề xuất mô hình quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi



**Hình 2: Mô hình quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi LCASP**

quy mô trang trại gồm 3 cấu phần chính như sau:

1. Chất thải chăn nuôi → Bể chứa phân → Máy tách ép phân → Ủ phân hữu cơ

2. Nước thải sau máy ép → Hàm bioga có dung tích vừa đủ với nhu cầu → Máy phát điện chạy bằng khí ga.

3. Nước thải sau bioga → Bể xử lý → Máy bơm đến các bể chứa tại các trang trại trồng trồng lúa cận → Hệ thống tưới bằng nước thải sau bioga đã xử lý.

Dự án LCASP đã phân tích hiệu quả kinh tế của từng hạng mục đầu tư như sau:

***a. Hiệu quả kinh tế của đầu tư hệ thống máy tách ép phân cho trang trại lợn:***

Phân tích hiệu quả kinh tế của một số mô hình máy tách ép phân của dự án LCASP thực hiện tại Phú Thọ và Bắc Giang cho kết quả như sau:

**Bảng 6: Phân tích hiệu quả kinh tế các mô hình đầu tư máy tách ép phân tại Bắc Giang và Phú Thọ**

STT	Các chỉ tiêu nghiên cứu	Chi phí và thu nhập (triệu VNĐ)			
		Trại 1 (1200 lợn)	Trại 2 (2000 lợn)	Trại 3 (3500 lợn)	Trại 4 (4000 lợn)
01	Chi phí đầu tư hệ thống tách ép phân	400	400	400	400
02	Doanh thu hàng năm từ bán phân sau tách ép (giá phân 800 đ/kg)	95,2	158,4	276,8	316
03	Chi phí vận hành bảo dưỡng (nhân	32	32	32	32

STT	Các chỉ tiêu nghiên cứu	Chi phí và thu nhập (triệu VNĐ)			
		Trại 1 (1200 lợn)	Trại 2 (2000 lợn)	Trại 3 (3500 lợn)	Trại 4 (4000 lợn)
	công, tiền điện) hàng năm				
04	Giá trị hiện tại thuần (NPV)	24	448	1243	1506
05	Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR)	9,32%	29,15 %	60,67 %	70,66 %
06	Thời gian hoàn vốn (năm)	9,18	3,80	1,83	1,56

*\*Ghi chú: Trại 1 – ông Nguyễn Văn Dũng, sản lượng phân ép: 119 tấn/năm, Bắc Giang; Trại 2 – bà Vũ Thị Hào, Phú Thọ, sản lượng phân ép: 198 tấn/năm; Trại 3 – ông Lê Văn Khiêm, Bắc Giang, sản lượng phân ép: 346 tấn/năm; Trại 4 – ông Bùi Đức Luận, Phú Thọ, sản lượng phân ép: 395 tấn/năm. Tuổi thọ máy tách phân hãng Bauer của Áo là 10 năm, lãi suất vay nông nghiệp  $r = 8\%$ )*

Kết quả thu được ở bảng trên cho thấy: Đối với trang trại có từ 2000 lợn thịt trở lên, việc đầu tư hệ thống tách ép phân mang lại hiệu quả kinh tế cao với tỷ suất sinh lời lên đến gần 20%/năm, thời gian hoàn vốn đầu tư chỉ 3,37 năm. Đối với những mô hình có quy mô chăn nuôi lớn hơn 2000 lợn sẽ cho hiệu quả kinh tế cao hơn nhiều, cụ thể, trang trại có quy mô 3500 lợn tại Bắc Giang cho tỷ suất lợi nhuận lên đến gần 40% và thời gian hoàn vốn chỉ 2 năm, với trang trại có quy mô 4000 lợn tại Phú Thọ, tỷ suất lợi nhuận lên đến gần 70% và thời gian hoàn vốn chỉ khoảng 1,3 năm. Tuy nhiên, hiệu quả kinh tế của các mô hình phụ thuộc nhiều vào giá

bán phân ép dầu ra tại từng địa bàn. Từ kết quả nghiên cứu trên, dự án LCASP cũng khuyến cáo không nên đầu tư máy tách phân đối với các trang trại dưới 2000 lợn thịt do hiệu quả kinh tế thấp.



**Hình 3: Mô hình máy tách phân LCASP tại Bắc Giang**

***b. Hiệu quả kinh tế của đầu tư hệ thống máy phát điện***

Phân tích hiệu quả kinh tế của mô hình máy phát điện 60 KVA sử dụng cho trang trại khoảng 2400 lợn tại Bình Định và mô hình sử dụng máy phát điện 5KWh tại Lào Cai của dự án LCASP cho kết quả như sau:

**Bảng 7: Phân tích hiệu quả kinh tế các mô hình đầu tư máy phát điện quy mô nông hộ và trang trại tại Lào Cai và Bình Định**

STT	Các chỉ tiêu nghiên cứu	Chi phí và thu nhập (triệu VNĐ)	
		Hộ 1 (máy 5 kVA)	Trang trại 1 (máy 60 kVA)

01	Chi phí đầu tư hệ thống máy phát điện	40	400
02	Doanh thu hàng năm từ tiết kiệm điện lũy kế và điện giờ cao điểm (trung bình 2000đ/ kwh)	18	200
03	Chi phí vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa hàng năm	9	34
04	Giá trị hiện tại thuần (NPV)	1,6	713,9
05	Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR)	9,31%	40,07%
06	Thời gian hoàn vốn (năm)	5,72	2,79

*Ghi chú: Hộ 1 – ông Đoàn Văn Bình, Lào Cai, hầm bioga 50 m<sup>3</sup>, sản lượng điện dự kiến 9.000 kwh/ năm (chạy 5 - 6 h/ ngày), thay thế khoảng 50% nhu cầu điện của hộ dân; Trang trại 1 – Trang trại Huy Tuyết, Bình Định, hầm bioga 4500m<sup>3</sup>, sản lượng điện dự kiến 100.000 kwh/năm (chạy 8 – 10 h/ngày), thay thế khoảng 25% nhu cầu điện của trang trại. Máy phát điện nhỏ 5 kVA của Trung Quốc tuổi thọ 6 năm, máy phát điện 60 kVA tuổi thọ 10 năm, lãi suất vay nông nghiệp  $r = 8\%$ .*



**Hình 4: Mô hình máy phát điện LCASP tại Bình Định**

Kết quả thu được ở bảng trên cho thấy: Đối với máy phát điện công suất nhỏ, việc đầu tư mang lại hiệu quả kinh tế không cao với tỷ suất lợi nhuận chỉ 9%/năm, thời gian hoàn vốn đầu tư là 6 năm. Đối với máy phát điện có công suất lớn cho quy mô trang trại sẽ cho hiệu quả kinh tế cao hơn nhiều, cụ thể, trang trại Huy Tuyết tại Bình Định cho tỷ suất lợi nhuận lên đến gần 30% và thời gian hoàn vốn chỉ 2,7 năm. Thực tế, đối với các trang trại lớn như trại Huy Tuyết, hằng tháng chi phí tiền điện lên tới 80 triệu đồng, bao gồm cả chi phí điện giờ cao điểm và lũy kế. Tuy nhiên, từ khi đầu tư máy phát điện thì chi phí tiền điện đã giảm xuống khoảng trên dưới 50 triệu đồng/tháng.

**c. Hiệu quả kinh tế của đầu tư hệ thống tưới tiết kiệm sử dụng nước thải sau bioga cho cây ăn quả:**

Phân tích hiệu quả kinh tế của một số mô hình sử dụng nước thải sau bioga để tưới tiết kiệm của dự án LCASP tại Bắc Giang cho kết quả như sau:

**Bảng 8: Phân tích hiệu quả kinh tế các mô hình đầu tư máy phát điện quy mô nông hộ và trang trại tại Lào Cai và Bình Định**

STT	Các chỉ tiêu nghiên cứu	Chi phí và thu nhập (triệu VNĐ)
01	Chi phí đầu tư hệ thống tưới tiết kiệm/ ha	70
02	Doanh thu hàng năm	92
	Tiết kiệm phân bón hóa học (giảm 70% phân bón hóa học)	20
	Tiết kiệm công lao động tưới vườn (6 triệu/tháng)	72
03	Chi phí vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa hàng năm	14,05
04	Giá trị hiện tại thuần (NPV)	241
05	Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR)	108,53%
06	Thời gian hoàn vốn (năm)	0,97

*Ghi chú: Hộ ông Thân Văn Thành ở Bắc Giang, đầu tư hệ thống tưới cho diện tích trồng cam canh trên đồi. Tuổi thọ hệ thống tưới tiết kiệm nước là 5 năm, lãi suất vay nông nghiệp  $r=8\%$ .*

Kết quả thu được ở bảng trên cho thấy: Đối với đầu tư hệ thống tưới vườn, chi phí tiết kiệm từ phân bón vô cơ không cao, chỉ chiếm khoảng 28% so với tổng mức đầu tư. Tuy nhiên,

chi phí tiết kiệm lao động từ hệ thống tưới tự động là rất lớn, đặc biệt đối với các điều kiện địa hình đồi dốc tốn công lao động tưới vườn, cụ thể, mô hình trang trại của ông Thân Văn Thành tại Bắc Giang đã có tỷ suất lợi nhuận lên tới 97% và thời gian hoàn vốn chỉ 1 năm.



**Hình 5: Mô hình LCASP sử dụng nước thải sau bioga để tưới cam tại Bắc Giang**

Tóm lại, mô hình quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi của dự án bước đầu đã cho kết quả hết sức khả quan: tất cả các hạng mục đầu tư đều có hiệu quả kinh tế cao và hiệu quả môi trường tốt. Đối với trang trại mới thành lập có quy mô từ 2000 lợn thịt trở lên, chủ trang trại nên cân nhắc đầu tư cả 3 cấu phần bao gồm hệ thống tách phân, hầm bioga đủ cho nhu cầu



sử dụng khí ga để phát điện và đun nấu, máy phát điện đủ cho nhu cầu sử dụng điện của trang trại và hệ thống sử dụng nước thải sau bioga để tưới cho cây trồng ở các diện tích trồng trọt lân cận để hạn chế tối đa việc xả nước thải xuống nguồn nước. Tính toán của dự án LCASP cho thấy, nếu chủ trang trại có tính toán đầu tư hiệu quả thì chỉ cần khoảng 3 năm là đủ thu hồi vốn đầu tư và có lãi. Đối với các trang trại chăn nuôi đang hoạt động, chủ trang trại có thể cân nhắc đầu tư bổ sung 1 trong 3 cấu phần trên tùy theo điều kiện cụ thể của trang trại.

Thực tế cho thấy, hầu hết các mô hình của dự án LCASP đang thực hiện tại 10 tỉnh tham gia dự án đều mang lại hiệu quả kinh tế cao, thời gian thu hồi vốn đầu tư ngắn, tác động giảm ô nhiễm môi trường tốt và bền vững. Điều này chứng tỏ hướng đi của dự án LCASP trong xử lý môi trường chăn nuôi là hoàn toàn đúng đắn. So với một số mô hình xử lý chất thải chăn nuôi trước kia khi chủ trang trại chỉ áp dụng công nghệ để xử lý nước thải chăn nuôi thật sạch để xả ra môi trường mà không đem lại lợi nhuận bổ sung thì mô hình của dự án LCASP đã tạo được động lực lợi nhuận cho chủ trang trại, đây là yếu tố vô cùng quan trọng giúp các chủ trang trại đầu tư vào vận hành và bảo dưỡng các hệ thống xử lý môi trường chăn nuôi một cách hiệu quả và bền vững.

## **7. Đề xuất giải pháp quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi**

Mặc dù Chính phủ và các cấp, các ngành, các địa phương cũng như người dân đã hết sức quan tâm đến xử lý môi trường chăn nuôi theo đúng tinh thần chỉ đạo của Thủ tướng Chính

phủ Nguyễn Xuân Phúc là “Không đánh đổi môi trường lấy lợi ích kinh tế”, vấn nạn về ô nhiễm môi trường chăn nuôi ngày càng gia tăng vẫn đang là chủ đề nóng của hầu hết các tỉnh trên toàn quốc. Điều này đòi hỏi phải có hướng đi đúng đắn và giải pháp đồng bộ trong xử lý môi trường chăn nuôi để có thể giải quyết triệt để tình trạng ô nhiễm, giúp cho người chăn nuôi yên tâm sản xuất và môi trường sống của người dân không bị ảnh hưởng. Xuất phát từ những nghiên cứu thực tế trong xử lý môi trường chăn nuôi của người dân, dự án LCASP đã đề xuất thay đổi quan điểm coi chất thải chăn nuôi là “nguồn chất thải phải xử lý thật sạch để khi xả ra môi trường khỏi gây ô nhiễm” sang quan điểm coi chất thải chăn nuôi là “nguồn tài nguyên cần được sử dụng để tạo thu nhập bổ sung cho người dân”. Trên cơ sở quan điểm đúng đắn trên, dự án đề xuất chuyển hướng công nghệ xử lý môi trường chăn nuôi từ dựa chủ yếu vào công nghệ khí sinh học như hiện nay sang sử dụng các công nghệ xử lý chất thải rắn làm phân bón hữu cơ, chất thải lỏng làm nguồn nước dinh dưỡng tưới cho cây trồng. Những giải pháp về chính sách, công nghệ và tổ chức sản xuất cũng cần thiết được điều chỉnh như sau:

### **7.1. Các giải pháp về chính sách**

+ Cần điều chỉnh quy định về nguồn nước tưới tiêu của QCVN 08 trong Thông tư số 65/2015/TT-BTNMT nhằm tạo điều kiện cho người dân sử dụng nước thải chăn nuôi đã qua xử lý để tưới cho cây trồng. Cần có chính sách khuyến khích (hỗ trợ tài chính hoặc đầu tư cơ sở hạ tầng) người dân đầu tư

các công nghệ sử dụng nước thải chăn nuôi cho mục đích trồng trọt.

+ Cần có các quy định về cắt giảm lượng nước sử dụng trong chăn nuôi và các chính sách khuyến khích chăn nuôi tiết kiệm nước nhằm giảm khối lượng nước thải chăn nuôi xả ra môi trường - nguyên nhân chính gây ra hiện trạng ô nhiễm môi trường chăn nuôi ngày càng nghiêm trọng hiện nay.

+ Cần có chính sách khuyến khích phát triển cả phân bón hữu cơ truyền thống và phân bón hữu cơ thương phẩm từ chất thải chăn nuôi. Hiện tại, nguồn chất thải chăn nuôi chưa được các doanh nghiệp sản xuất phân bón hữu cơ lớn quan tâm sử dụng do những khó khăn về thu gom (chi phí thu gom cao, vận chuyển còn chưa chắc chắn về các quy định an toàn vệ sinh, nguồn nguyên liệu không ổn định), sản xuất (quy trình công nghệ chưa được công nhận, giá thành sản xuất cao, vấn đề an toàn vệ sinh...), tiêu thụ (giá bán cao, chất lượng chưa ổn định...). Do vậy, các doanh nghiệp đang rất cần các chính sách ưu đãi về đất đai, thuế và hỗ trợ tài chính nhằm hình thành được các chuỗi giá trị về thu gom, sản xuất và tiêu thụ phân bón hữu cơ từ chất thải chăn nuôi.

+ Cần bổ sung các quy định về tiêu chuẩn mang tính định lượng về ô nhiễm chất thải khí cho các trang trại chăn nuôi nhằm giảm tình trạng phát thải khí nhà kính và gây ô nhiễm mùi cho các khu dân cư quanh trang trại.

+ Cần hướng dẫn về các biện pháp quản lý toàn diện chất thải chăn nuôi của dự án LCASP với 3 cấu phần đầy đủ: (i) Hệ thống tách phân; (ii) Hệ thống hầm bioga và phát điện; và (iii) Hệ thống sử dụng nước thải sau bioga để tưới cho cây trồng,

cho các trang trại chăn nuôi có quy mô lớn xin đăng ký thành lập mới. Nếu có thể, áp dụng quy định của một số nước phát triển ở châu Âu là chủ trang trại chăn nuôi muốn đăng ký xây dựng trang trại mới, phải chứng minh có đủ diện tích trồng trọt để sử dụng hết nước thải chăn nuôi. Khuyến khích các trang trại chăn nuôi đang hoạt động áp dụng từng cấu phần trên phù hợp với từng điều kiện cụ thể của trang trại.

## **7.2. Các giải pháp về công nghệ**

+ Cần nghiên cứu và hướng dẫn người dân các công nghệ về xử lý nước thải chăn nuôi làm nguồn nước dinh dưỡng tưới cho các cây trồng xung quanh trang trại.

+ Cần nghiên cứu và chuyển giao các công nghệ thu gom và sản xuất phân bón hữu cơ từ chất thải chăn nuôi ở quy mô lớn cho các doanh nghiệp áp dụng nhằm hỗ trợ doanh nghiệp thay thế một phần nguồn nguyên liệu sản xuất phân bón hữu cơ từ chủ yếu là than bùn như hiện nay sang các nguồn nguyên liệu tái tạo khác như chất thải chăn nuôi và phụ phẩm trồng trọt.

+ Cần nghiên cứu và chuyển giao các công nghệ chăn nuôi tiết kiệm nước phù hợp với điều kiện của người dân ở từng địa phương. Cụ thể hiện nay chăn nuôi lợn thịt ở nước ta đang sử dụng từ 30 – 50 lít nước/đầu lợn/ngày để tắm lợn và làm vệ sinh chuồng trại trong khi ở các nước phát triển chỉ sử dụng dưới 10 lít nước/đầu lợn/ngày.

+ Cần nghiên cứu và chuyển giao các công nghệ sử dụng hết khí ga sinh ra từ những hầm bioga vào các mục đích tạo thu nhập cho người dân như công nghệ sử dụng khí ga để phát điện, sấy, thắp sáng, sưởi ấm, ... nhằm giúp giảm phát thải khí

nhà kính và tạo động lực kinh tế cho người dân vận hành và bảo dưỡng các hầm bioga một cách bền vững.



# **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

## **TIẾNG VIỆT**

1. Vũ Chí Cương và cs (2013), “Môi trường Chăn nuôi: Quản lý và sử dụng chất thải chăn nuôi hiệu quả và bền vững”, NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ.

2. Tống Xuân Chinh (2015), “Công nghệ khí sinh học trong xử lý chất thải chăn nuôi và nguồn năng lượng thay thế”. Trong: Cục Chăn nuôi - Kỷ yếu 10 năm ngành chăn nuôi Việt Nam. Đặc san của Cục Chăn nuôi, 2015. Trang 72 – 81.

3. Nguyễn Thế Hình. 2016. “Thực trạng xử lý môi trường chăn nuôi tại Việt Nam và đề xuất giải pháp quản lý” Tạp chí Môi trường, số 6/2017.

4. Nguyễn Thế Hình. 2017. “Lợi ích kép từ việc sử dụng nước thải chăn nuôi tưới cho cây trồng” Tạp chí Môi trường, số 3/2018.

5. Nguyễn Thế Hình. 2016. “Nghiên cứu hiệu quả đầu tư của các công trình khí sinh học nhằm giải thích hành vi đầu tư xử lý môi trường của các hộ chăn nuôi” Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, số 18/2017.

6. Phạm Văn Toàn và cs, 2015. “Hoàn thiện công nghệ sản xuất và sử dụng chế phẩm vi sinh vật xử lý chất thải chăn nuôi dạng rắn làm phân bón hữu cơ sinh học quy mô công nghiệp”. Báo cáo tổng kết đề tài Khoa học Công nghệ 2015.

## **TIẾNG ANH**

1. European Commission 2002, Regulation (EC) No. 1774/2002 of the European Parliament and of the Council of 3 October 2002.
2. Hickman, G., Chambers, B. and Moore, T. 2009, Managing farm manures for Food safety – Guidelines for growers to reduce the risks of microbiological contamination of ready to eat crops. UK Food Standards Agency.
3. IAEA-TECDOC-1582. Guidelines for Sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems, 5/2008
4. Misra, R.V., Roy, R.N., Hiraoka, H., 2003. On-farm composting methods. Land and water discussion paper 2. FAO. Rome, Italy.
5. Tran, M.T., Vu, T.K.V., Sommer, S.G., Jensen, L.S., 2011. Nitrogen turnover and loss during storage of slurry and composting of solid manure under typical Vietnamese farming conditions. *Journal of Agricultural Sciences* 149, 285-296.
6. Tung, Dinh Xuan. 2017. “An Overview of Agricultural Pollution in Vietnam: the Livestock Sector.” Prepared for the World Bank. Washington, D.C.
7. Vu, T.K.V., Tran, M.T., Dang, T.T.S., 2007. A survey of manure management on pig farms in Northern Vietnam. *Livestock Science* 112, 288-297.