

DỰ ÁN HỖ TRỢ NÔNG NGHIỆP CÁC BÓN THẤP

SỔ TAY

VẬN HÀNH VÀ BẢO DƯỠNG CÔNG TRÌNH KHÍ SINH HỌC



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2014

Lời nói đầu

Dự án Hỗ trợ Nông nghiệp các bon thấp (LCASP) là dự án dùng vốn vay từ Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB) có mục tiêu phát triển 36.000 công trình khí sinh học quy mô nhỏ trên phạm vi 10 tỉnh tham gia dự án nhằm sử dụng hiệu quả chất thải trong chăn nuôi và góp phần bảo vệ môi trường sinh thái.

Sổ tay vận hành và bảo dưỡng công trình khí sinh học được xây dựng nhằm hướng dẫn các hộ dân tham gia dự án cách thức vận hành và bảo dưỡng công trình khí sinh học hiệu quả, hợp lý và bền vững nhất, góp phần nâng cao hiệu quả chăn nuôi, cải thiện thu nhập và đời sống cho người dân, đồng thời góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Trong quá trình thực hiện, nếu có vấn đề chưa phù hợp, Sổ tay sẽ được chỉnh lý, bổ sung trên cơ sở xem xét các kiến nghị hợp lý của Ban quản lý dự án các cấp và người dân để phù hợp với thực tế. /.

**BAN QUẢN LÝ DỰ ÁN
HỖ TRỢ NÔNG NGHIỆP CÁC BON THẤP (LCASP)**

1. GIỚI THIỆU VỀ CÔNG NGHỆ KHÍ SINH HỌC

1.1. Khí sinh học là gì?

Khí sinh học (KSH) là hỗn hợp khí được sinh ra trong quá trình phân giải các chất hữu cơ dưới tác động của vi khuẩn trong môi trường không có ôxy (phân giải kỵ khí hay phân giải yếm khí).

1.2. Trong tự nhiên, KSH có ở đâu?

Trong tự nhiên, KSH được sinh ra ở đáy các hồ ao nước đọng, đầm lầy và ruộng ngập nước sâu hoặc trong bộ máy tiêu hóa của động vật.

1.3. Thành phần của KSH

KSH là hỗn hợp khí có các thành phần theo tỷ lệ như sau:

Loại khí	Ký hiệu	Tỷ lệ (%)	Loại khí	Ký hiệu	Tỷ lệ (%)
Mê tan	CH ₄	40 - 70%	Hyđrô	H ₂	0,1 - 3
Các bon níc	CO ₂	30 - 60%	Nitơ	N ₂	0,1 - 3
Hyđrô sulfua	H ₂ S	1 - 3%	Ôxy	O ₂	0,1 - 3

Thành phần KSH phụ thuộc vào loại nguyên liệu, thời gian lưu, nhiệt độ...

Khí mê tan là thành phần chủ yếu của KSH. Khí này không màu, không mùi, chỉ nhẹ bằng nửa không khí và ít hòa tan trong

nước. Thành phần chủ yếu thứ hai của KSH là khí cac bon níc (CO_2). Khí này không màu, không mùi, không cháy được, không duy trì sự sống và nặng gấp rưỡi không khí. Tỷ lệ CO_2 cao sẽ làm giảm chất lượng của KSH.

1.4. Các loại nguyên liệu để sản xuất KSH

Có hai loại nguyên liệu để sản xuất ra KSH là nguyên liệu có nguồn gốc động vật và nguyên liệu có nguồn gốc thực vật.

Nguyên liệu có nguồn gốc động vật bao gồm: chất thải của gia súc, gia cầm, phân bắc, các bộ phận của cơ thể động vật như xác động vật chết, rác và nước thải của các lò mổ, cơ sở chế biến thủy hải sản...

Nguyên liệu có nguồn gốc thực vật bao gồm lá cây, phụ phẩm nông nghiệp.

1.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân giải KSH

Quá trình phân giải tạo KSH chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố, trong đó có 8 yếu tố chính ảnh hưởng nhiều nhất đến quá trình sản sinh KSH, đó là: Môi trường kỵ khí, nhiệt độ, độ pH, hàm lượng chất khô, tỷ lệ C/N của nguyên liệu, thời gian lưu, các độc tố và khuấy đảo dịch phân giải.

1.6. Lợi ích của công nghệ KSH

1.6.1 Cung cấp năng lượng sạch

KSH có thành phần chủ yếu là khí mêtan và là một khí cháy được, khi cháy ngọn lửa có màu lơ nhạt và không có khói, nhiệt trị 4.700 - 6.500kcal/m³. Vì thế KSH là một loại nhiên liệu

sạch sử dụng cho đun nấu và thắp sáng rất thuận tiện. Ngoài ra cũng có thể sử dụng KSH làm nhiên liệu thay thế xăng dầu chạy các động cơ đốt trong để phát điện, kéo các máy cơ giới... ở những vùng thiếu nhiên liệu.

KSH còn được dùng để sấy chè, ấp trứng, sưởi ấm gà con, chạy tủ lạnh và rất hiệu quả khi phối hợp với hầm mát để bảo quản hoa quả tươi, ngâm hạt giống.



Hình 1. Công trình KSH quy mô nhỏ

1.6.2. Cung cấp phân bón hữu cơ và thức ăn bổ sung cho chăn nuôi

Phụ phẩm KSH rất giàu dinh dưỡng, đặc biệt đậm dạng amôn (NH_{4+}), các vitamin... có tác dụng cải tạo đất, chống bạc màu, tăng hàm lượng mùn... Vì thế đặc biệt tốt với các loại cây trồng, làm thức ăn bổ sung cho cá hoặc cho lợn.

1.6.3. Góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường

Đun nấu bằng KSH không khói bụi, nóng bức. Do vậy sẽ làm giảm các bệnh về phổi và mắt.

Các công trình KSH thường được nối với nhà vệ sinh. Chất thải người và động vật đưa vào đây để xử lý nên hạn chế mùi hôi thối. Côn trùng và sinh vật có hại không có chỗ để phát triển.

Sử dụng phụ phẩm KSH sẽ giảm được thuốc trừ sâu và thuốc diệt cỏ, góp phần bảo vệ môi trường, vì thế phụ phẩm KSH là loại phân sạch, hạn chế sâu bệnh ở cây trồng.

1.6.4. Lợi ích khác

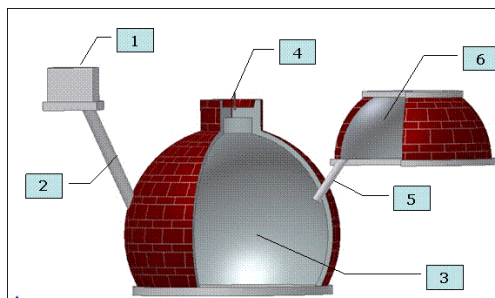
Công nghệ KSH mang lại cuộc sống văn minh, tiện nghi. Sử dụng công trình KSH giúp giải phóng phụ nữ, trẻ em khỏi công việc bếp núc và kiểm củi nặng nhọc, góp phần xây dựng nông thôn mới và tạo ra một ngành nghề mới, giải quyết được công ăn việc làm cho người dân.

2. CÔNG NGHỆ KSH SỬ DỤNG TRONG DỰ ÁN LCASP

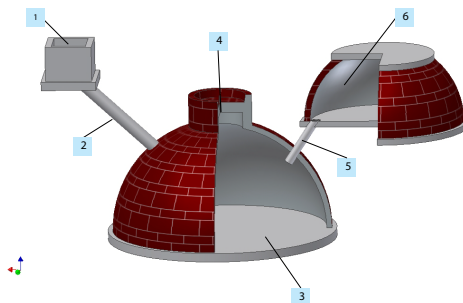
Hai loại công trình KSH quy mô hộ nông dân được sử dụng trong dự án LCASP đó là: công trình KSH nắp cố định (kiểu KT1 và KT2) và công trình KSH làm bằng composite.

2.1. Cấu tạo

Công trình KSH nắp cố định kiểu KT1 và KT2 gồm 6 bộ phận chính sau:

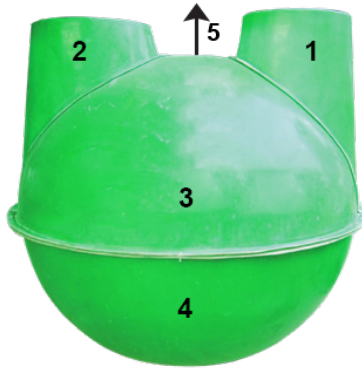


Hình 2. Công trình KSH kiểu KT1



Hình 3. Công trình KSH kiểu KT2

- 1** *Bể nạp:* Là nơi để nạp nguyên liệu.
- 2** *Ống lối vào:* Nơi để nguyên liệu nạp chảy vào bể phân giải.
- 3** *Bể phân giải:* Có chức năng chứa dịch phân giải (hỗn hợp nguyên liệu và nước) và là nơi xảy ra quá trình lên men để sản sinh ra KSH.
- 4** *Ống thu khí:* Nơi lấy khí ra khỏi bể phân giải.
- 5** *Ống lối ra:* Nơi dịch phân giải được lấy ra khỏi bể phân giải
- 6** *Bể điều áp:* Có chức năng điều hoà áp suất khí trong bể phân giải. Ngoài ra, bể này còn có chức năng chứa dịch sau phân giải và là một van an toàn bảo vệ bể phân giải.



Hình 4. Công trình KSH composite

- 1** Bể nạp
- 2** Bể điều áp
- 3** Bộ phận chứa khí
- 4** Bộ phận phân giải
- 5** Ống thu khí

Công trình KSH composite gồm 4 bộ phận tách rời bao gồm: 2 nắp bán cầu lớn ghép với nhau tạo thành bể phân giải, 2 khối hình trụ là bể nạp và bể điều áp. Cấu tạo của công trình KSH composite gồm 5 bộ phận: Các bộ phận này có chức năng giống chức năng của các bộ phận trong công trình KSH nắp cố định

2.2. Nguyên lý hoạt động

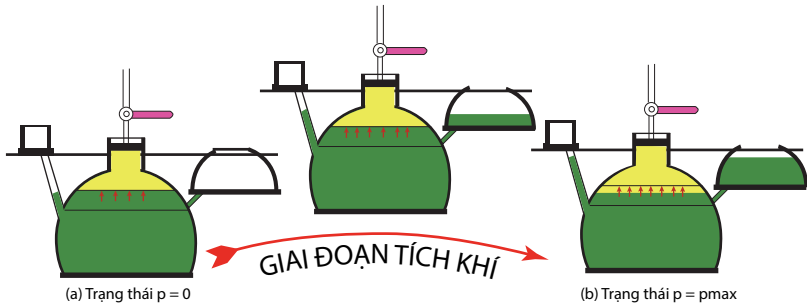
Nguyên lý hoạt động của cả hai loại công trình KSH nắp cố định và công trình KSH composite đều hoạt động trên cơ sở tự cân bằng áp suất theo nguyên lý bình thông nhau. Các công trình này hoạt động theo hai giai đoạn: giai đoạn tích khí và giai đoạn xả khí.

(a) Giai đoạn tích khí: Ở trạng thái ban đầu, bề mặt dịch phân giải trong phần chứa khí và ngoài khí trời (tại lối vào và bề

điều áp) ngang nhau và ở “mức số không”, áp suất KSH trong bể phân giải bằng không ($P = 0$).

Khí sinh ra được tích lại ở phần trên của bể phân giải ngày càng nhiều đẩy dịch phân giải tràn lên ngăn điều áp. Bể mặt dịch phân giải ở bể phân giải hạ dần xuống, đồng thời bể mặt dịch phân giải ở bể điều áp dâng dần lên. Độ chênh giữa hai bể mặt này thể hiện áp suất khí. Khí càng sinh ra nhiều thì áp suất càng tăng.

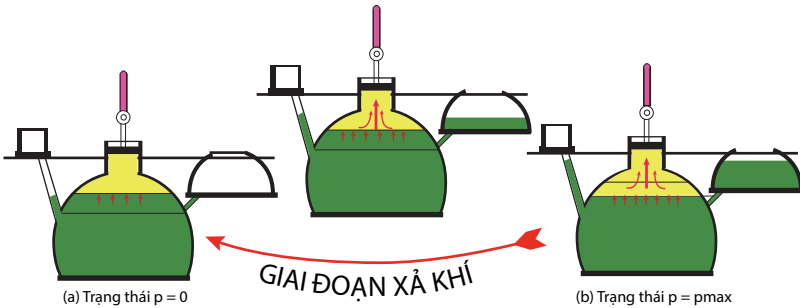
Cuối cùng mực chất lỏng ở bể điều áp dâng lên tới mức cao nhất là “mức xả tràn” và mực chất lỏng trong phần chứa khí hạ xuống tới “mức thấp nhất”. Lúc này áp suất khí đạt giá trị cực đại ($P = P_{max}$).



Hình 5. Giai đoạn tích khí

(b) Giai đoạn xả khí: Khi lấy khí ra sử dụng, chất lỏng từ bể điều áp lại dồn về phần chứa khí. Bể mặt dịch phân giải ở bể điều áp hạ dần xuống, đồng thời bể mặt dịch phân giải ở phần chứa khí nâng dần lên. Độ chênh giữa hai bể mặt này giảm dần và áp suất khí cũng giảm dần.

Cuối cùng khi độ chênh giữa hai bề mặt dịch phân giải bằng không, thiết bị trở lại trạng thái ban đầu của chu trình hoạt động, áp suất khí bằng không ($P = 0$) và dòng khí chảy ra nơi sử dụng ngừng lại.



Hình 6. Giai đoạn xả khí

3. VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH KSH

3.1. Đưa công trình vào hoạt động

Sau khi hoàn tất qui trình kiểm tra độ kín nước kín khí, chúng ta có thể đưa công trình KSH vào vận hành. Để công trình đi vào hoạt động ta phải chuẩn bị nguyên liệu nạp.

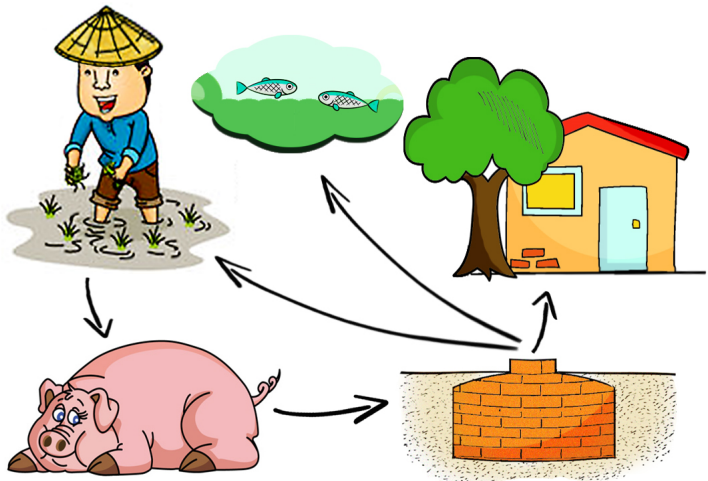
3.1.1. Chuẩn bị nguyên liệu nạp ban đầu

Ban đầu cần nạp một lần đầy tới mức ngang đáy bể điều áp (mức số 0). Lượng chất thải nạp đầy vào công trình được xác định dựa trên thể tích phân giải của công trình. Thông thường tỷ lệ pha loãng là 2 - 3 lít nước/1kg chất thải nên lượng chất thải nạp ban đầu là 250 - 330kg chất thải/1m³ thể tích phân giải.

Ví dụ: Một công trình KSH cỡ 9m^3 , có thể tích phân giải là 6m^3 , lượng chất thải vật nuôi cần nạp ban đầu là:

Nguyên liệu nạp	Tỷ lệ pha loãng 1:2	Tỷ lệ pha loãng 1:3
Chất thải động vật	$330\text{ kg/m}^3 \times 6\text{m}^3$ = 1.980 kg	$250\text{ kg/m}^3 \times 6\text{m}^3$ = 1.500 kg
Nước	$670\text{ lít/m}^3 \times 6\text{m}^3$ = 4.020 lít	$750\text{ lít/m}^3 \times 6\text{m}^3$ = 4.500 lít

Chất thải có thể thu gom tối đa là 10 ngày trước khi nạp. Chỉ dùng chất thải của các con vật khỏe mạnh. Tuyệt đối không dùng chất thải của những động vật có tiềm kháng sinh. Kháng sinh tồn dư rất lâu (hàng tháng), khi cho vào bể phân giải sẽ giết chết các vi khuẩn. Để tránh cho phân bị khô, phải thường xuyên tưới nước. Nếu có điều kiện có thể ngâm phân trong nước thì khi nạp sẽ cho khí mau hơn.



Hình 7. Mô hình quản lý chất thải chăn nuôi

3.1.2. Pha loãng và hòa trộn nguyên liệu

Pha loãng tạo điều kiện cho quá trình phân giải xảy ra thuận lợi hơn. Hỗn hợp nước và chất thải được gọi là nguyên liệu nạt (cơ chất).

Đối với chất thải (phân + nước tiểu) động vật, tỷ lệ pha loãng là 2 - 3 lít nước cho 1kg chất thải tùy thuộc vào mức độ nguyên liệu loãng hay đặc.

Nước pha loãng là nước ngọt không được quá kiềm hoặc quá axit. Nước hồ, ao tự nhiên tốt hơn nước máy.

Nếu trong bể phân giải còn nước, cần điều chỉnh lượng nước pha loãng để nguyên liệu đạt tỷ lệ nước thích hợp.

3.1.3. Nạt nguyên liệu

Có thể nạt nguyên liệu vào qua cả lối vào lẫn lối ra và cửa thăm. Việc nạt thực hiện càng nhanh càng tốt.

Khi nạt nếu nắp đã đậy kín thì cần mở hết các van khí để không khí trong công trình thoát được ra ngoài, không tạo áp suất quá lớn làm nứt vỡ công trình.

Nạt nguyên liệu thực vật vào trước rồi đổ dịch chất thải động vật vào sau. Việc nạt ban đầu cần thực hiện nhanh chóng trong một ngày.

Để đảm bảo công trình nhanh chóng hoạt động và sản xuất đủ khí theo thiết kế, lượng nguyên liệu nạt ban đầu cần đảm bảo ít nhất đạt 50% so với thiết kế.

3.1.4. Theo dõi chất lượng khí và đưa khí vào sử dụng

Sau khi nạt xong, đậy nắp công trình và đóng khoá khí lại để tạo môi trường kỵ khí (không có ôxy) cho quá trình phân giải.

Ban đầu thành phần metan thấp nên khí chưa cháy được và có mùi rất khó chịu. Cần xả hết khí tạp này vài ba lần bằng cách bật đi bật lại bếp từ 2 - 3 lần. Sau đó châm lửa thử ở bếp. Nếu khí bắt cháy là có thể sử dụng được.

Ngọn lửa của KSH có màu xanh da trời nhạt, khó nhìn thấy. Do vậy nên che ánh sáng để dễ quan sát ngọn lửa khi đốt thử. Khí còn nhiều khí tạp thì ngọn lửa yếu, chập chờn, dễ bay khỏi mặt bếp. Nên đặt nồi lên bếp khi thử để hạn chế ngọn lửa bay khỏi mặt bếp, để bếp dễ bắt cháy.

Tùy loại nguyên liệu và thời tiết, thời gian chờ có khí sinh ra sau khi nạp lần đầu là dài ngắn khác nhau. Nếu dùng chất thải lợn hoặc chất thải trâu bò vào thời tiết nắng nóng thì chỉ vài chục giờ sau, thậm chí chỉ vài giờ sau, đã có khí cháy được. Dùng các nguyên liệu khác hoặc thời tiết rét lạnh, thời gian này lâu hơn, có thể tới hàng tuần và hơn nữa.

Lưu ý: Không được châm lửa vào đầu ống dẫn khí để thử vì có nguy cơ gây nổ.

3.2. Vận hành công trình hàng ngày

3.2.1. Nạp nguyên liệu hàng ngày

Việc nạp nguyên liệu bổ sung hàng ngày chỉ được tiến hành sau khi nạp ban đầu hai tuần nếu hoạt động của công trình bình thường. Cần theo dõi hoạt động thực tế của công trình sau một thời gian để xác định lượng nạp bổ sung thích hợp nhất sao cho đạt sản lượng khí cao nhất. Lưu ý, nạp quá nhiều hoặc quá ít đều làm cho sản lượng khí giảm. Nạp bổ sung quá nhiều cũng làm cho công trình hoạt động mất ổn định, ngừng sinh khí, có thể mất hàng tuần mới trở lại bình thường.

3.2.2. Lượng nguyên liệu nạp hàng ngày

Lượng nguyên liệu nạp hàng ngày không được vượt quá thông số thiết kế của công trình.

Bảng 1. Lượng chất thải nạp tính cho 1m³ phân giải

Vùng	Nhiệt độ trung bình về mùa đông (°C)	Lượng chất thải nạp (kg/ngày/m ³)
I	10 - 15	6 - 9
II	15 - 20	8 - 12
III	>20	11 - 16

3.2.3. Pha loãng nguyên liệu

Pha loãng hợp lý sẽ tạo điều kiện cho quá trình phân giải xảy ra thuận lợi hơn. Tuy nhiên, nếu nạp quá nhiều nước sẽ làm cho nguyên liệu bị loãng, chất thải chưa kịp phân giải đã bị đẩy ra khỏi bể phân giải khiến năng suất sinh khí kém, nước xả còn lẫn phân tươi, mất vệ sinh và chóng hình thành váng. Tỷ lệ pha loãng tương tự như tỷ lệ pha loãng lần đầu.

3.2.4. Nạp nguyên liệu

Sau khi nguyên liệu đã được hoà trộn thật kỹ, mở nắp miệng ống đầu vào cho dịch chất thải chảy xối vào bể để góp phần khuấy đảo dịch phân giải.

3.3. Các tạp chất và chất độc cần tránh

Không cho các tạp chất sau đây vào bể phân giải:

- Đất, cát, sỏi, đá... vì chúng sẽ gây lắng cặn.
- Que, cành cây, mẩu gỗ là các thứ khó phân giải.

- Dầu mỡ, xà phòng, thuốc tẩy, thuốc nhuộm, thuốc trừ sâu, thuốc sát trùng, phân và nước tiểu của động vật có dùng kháng sinh. Những thứ này sẽ giết chết vi khuẩn.



Hình 8. Các tạp chất không nên cho xuống bể phân giải

3.4. Khuấy đảo dịch phân giải

Việc khuấy đảo dịch phân giải có tác dụng tăng sản lượng khí lên đáng kể. Nó đảm bảo cho nguyên liệu chưa bị phân giải tiếp xúc được với vi khuẩn, do đó các phản ứng xảy ra mạnh hơn. Ngoài ra nó còn có tác dụng ngăn cản sự hình thành váng.

Việc khuấy đảo có thể bằng các phương pháp sau:

- Dùng một cái gậy thọc qua ống lối vào của công trình rồi kéo lên, đẩy xuống nhiều lần.
- Múc dịch phân giải ở bể điều áp đổ ngược lại bể nạp. Biện pháp này còn có tác dụng lưu giữ lại một số vi khuẩn sinh metan sẵn có ở lối ra để tăng số lượng vi khuẩn sinh metan.

Nên khuấy đảo mỗi ngày vài lần, mỗi lần khoảng 10 - 15 phút.

3.5. Phá váng

Váng cản trở khí thoát ra khỏi bề mặt dịch phân giải. Nếu váng quá dày có thể ngăn hoàn toàn không cho khí thoát ra.

Sử dụng chất thải của trâu bò nạp vào công trình sẽ hình thành nhanh quá trình tạo váng vì chất thải của trâu bò có nhiều chất xơ.

Pha loãng đúng mức là biện pháp quan trọng hạn chế tạo váng. Pha loãng quá giúp cho những chất nhẹ dễ nổi lên tạo váng nên váng hình thành nhanh hơn.

Khuấy đảo cũng hạn chế hình thành váng.

Khi váng đã quá dày, cần phải mở nắp ra để lấy đi.

Một công trình được vận hành tốt (nguyên liệu nạp được loại bỏ chất xơ, pha loãng đúng mức, khuấy đảo thường xuyên), sau vài năm váng vẫn chưa gây trở ngại.

3.6. Theo dõi áp suất và sản lượng khí

Đánh giá sản lượng khí có thể căn cứ vào áp suất cực đại của khí hoặc lượng khí sử dụng được trong ngày. Nếu công trình hoạt động bình thường thì sản lượng khí phải tương đối ổn định.

Cần theo dõi tình trạng hoạt động của công trình thông qua năng suất sinh khí. Năng suất khí giảm xuống bất thường hoặc không thể đạt mức độ bình thường chứng tỏ đã có trục trặc xảy ra, cần phát hiện các nguyên nhân và khắc phục kịp thời.

Khi sản lượng khí giảm bất thường là đã có những trục trặc trong vận hành hoặc hư hỏng (rò rỉ) của công trình, cần phát hiện nguyên nhân và khắc phục kịp thời.

4. BẢO DƯỠNG CÔNG TRÌNH KHÍ SINH HỌC

4.1. Bảo dưỡng hàng ngày

Nạp nguyên liệu vào công trình khí sinh học và lấy nước xả ở bể phụ phẩm sử dụng làm phân bón hoặc ủ phân compost;

Kiểm tra nước ở cổ bể phân giải để đảm bảo cổ bể phân giải luôn luôn được giữ ẩm để tránh không bị rò rỉ.



Hình 9. Kiểm tra rò rỉ khí

4.2. Bảo dưỡng định kỳ

Định kỳ lấy bỏ váng và lắng cặn. Khi váng hình thành quá dày, làm giảm sản lượng khí, cần được lấy bỏ đi. Ở những công trình vận hành kém hoặc sử dụng chất thải của trâu bò nên lấy váng mỗi năm một lần. Ở những công trình vận hành tốt có thể tới vài năm mới phải lấy bỏ váng. Những chất lắng cặn ở đáy công trình tạo nên bởi các tạp chất như đất, cát, đá, gạch vỡ... ,

các chất lắng cặn này làm giảm thể tích phân giải và có thể làm tắc lối vào, lối ra. Vì vậy, cần lấy chúng ra khỏi công trình. Tốt nhất việc lấy bỏ váng và lắng cặn nên làm trước mùa đông để chuẩn bị cho công trình hoạt động thuận lợi trong mùa đông.

Tháo nước đọng ở bể nước đọng hoặc trong đường ống.

5. SỬ DỤNG PHỤ PHẨM KSH

Phụ phẩm KSH là sản phẩm ở dạng lỏng và rắn của quá trình phân giải cơ chất.

Phụ phẩm KSH gồm 3 phần là nước xả, bã cặn và váng.

- *Nước xả*: Chất lỏng xả ra khỏi bể phân giải.
- *Bã cặn*: Chất đặc lắng đọng ở dưới đáy bể phân giải.
- *Váng*: Chất đặc nổi lên bề mặt dịch phân giải trong bể phân giải.



Hình 10. Sử dụng phụ phẩm KSH

Thành phần của phụ phẩm KSH phụ thuộc rất nhiều vào nguyên liệu nạp. Phụ phẩm KSH chứa 93% nước, 7% chất khô

trong đó 4,5% là hợp chất hữu cơ và 2,5% là các chất vô cơ, do đó phụ phẩm KSH có các lợi ích sau:

5.1. Lợi ích của việc sử dụng phụ phẩm

5.1.1. Lợi ích về mặt trồng trọt

a) Cải tạo đất

Phụ phẩm KSH đóng vai trò của một hợp chất hữu cơ nên khi sử dụng lâu dài cho đất sẽ có tác dụng:

- Cải thiện khả năng canh tác của đất.
- Tăng hoạt động của hệ vi sinh vật đất (nhất là vi sinh vật hảo khí) thúc đẩy quá trình phân giải chất hữu cơ, tăng cường và duy trì độ phì nhiêu của đất.
- Cải thiện cấu trúc và tính chất lý học của đất, cải thiện chế độ không khí trong đất làm đất tơi xốp hơn, giảm độ nén chặt, đất mềm, làm tăng khả năng giữ nước, thấm nước, đất dễ vỡ có lợi cho việc canh tác.
- Làm giảm sự xói mòn do gió và nước.

b) Tăng năng suất cây trồng

Theo nghiên cứu của Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, sử dụng phụ phẩm KSH để bón cho bắp cải cho năng suất tăng 24% so với công thức chỉ bón bằng NPK (liều lượng: 200kg N, 100kg P_2O_5 , 100kg K_2O). Nếu qui đổi sang phân urê, supe lân và phân kali (KCl) thì với mỗi hécta trồng bắp cải trong một vụ, người dân tiết kiệm được: 60,76kg đạm urê, 65,40kg supe lân và 47,50kg KCl. Thêm vào đó, bón bổ sung nước xả cho bắp cải đã làm giảm 50% số lần cần phun thuốc trừ sâu cỏ lá cho một vụ.



Hình 11. Tưới chè bằng phụ phẩm KSH

Kết hợp nước xả và phân hóa học bón cho đậu, mướp, đậu tương và ngô (so sánh với bón phân chuồng kết hợp với phân hóa học) cho thấy với cùng lượng phân hóa học như nhau, khi bón bằng nước xả, năng suất tăng 19% với đậu, 14% với mướp, 12% với đậu tương và 32% với ngô so với lô bón phân chuồng kết hợp phân hóa học.

c) Hạn chế sâu bệnh

Bón phụ phẩm KSH (chất lượng tốt) có thể kìm hãm, hạn chế: Rệp xanh hại rau, bông và lúa mì; bệnh đốm lá ở một số loại cây trồng; nói chung có thể hạn chế sự phát triển của sâu bệnh: 30 - 100%.

Nếu trộn vào phụ phẩm KSH một lượng nhỏ thuốc trừ sâu (khoảng 10%) sẽ tăng được hiệu quả của thuốc trừ sâu, hiệu quả nhanh (sau 48 giờ đã có tác dụng) do đó có thể giảm bớt lượng

thuốc trừ sâu bón cho cây trồng, hạn chế độc hại, ô nhiễm môi trường và tiết kiệm.

5.1.2. Làm thức ăn bổ sung ao cá

Sử dụng phụ phẩm KSH để nuôi cá đã làm tăng sự phát triển thủy sinh vật trong ao (các loại tảo, rong rêu, bọt nước...). Chính các thủy sinh vật trong ao lại là nguồn thức ăn tại chỗ và bổ dưỡng cho cá. Vì phụ phẩm KSH có nhiều chất dinh dưỡng hoà tan, dễ tiêu... nên các loại thủy sinh vật tăng sinh rất nhanh gấp từ 7 - 20 lần so với đối chứng.

Dùng phụ phẩm KSH để nuôi cá là biện pháp tốt trong việc bảo quản ôxy hoà tan trong ao, khắc phục được tình trạng làm giảm lượng ôxy hoà tan trong ao của cách bón phân tươi trực tiếp. Chính vì vậy đã làm giảm hiện tượng cá “nổi đầu” do nghèo ôxy hoà tan trong ao so với bón trực tiếp phân tươi. Theo dõi liên tục trong 23 ngày giữa ao (1) bón phụ phẩm KSH, cá nổi đầu 16 lần và lượng ôxy thêm vào là 4 giờ (bơm vào), còn ao (2) bón phân lợn tươi - cá nổi đầu 20 lần và lượng ôxy phải bơm vào là 6,5 giờ liên tục. Hàm lượng ôxy hoà tan trung bình ở ao (1) cao hơn ở ao (2) là 43,5%.

Phụ phẩm KSH được coi là một loại phân sạch, vì qua quá trình lên men sinh học (trong bể phân giải) các mầm bệnh đã bị tiêu diệt. Chính vì vậy sử dụng phụ phẩm KSH cho cá đã góp phần làm giảm các loại bệnh cho cá, nhất là các bệnh ở mang, ở da của cá.

Khi sử dụng phụ phẩm KSH cho ao cá đã dễ dàng tạo màu nâu xám cho nước ao nên đã tăng khả năng hấp thụ nhiệt của ao và pH của nước ao dễ ổn định ở mức trung tính (pH = 7) tạo điều kiện thuận lợi để cá phát triển hơn.

Một lợi ích rất đáng kể khác, đó chính là tăng năng suất, tăng hiệu quả kinh tế trên những diện tích ao được bón phụ phẩm KSH so với ao bón phân tươi hoặc không được bón phụ phẩm KSH.

5.1.3. Lợi ích khác

Ngoài các lợi ích trên, người ta còn sử dụng phụ phẩm KSH vào nhiều việc khác như xử lý hạt giống, nuôi giun đất, trồng cây không dùng đất, trồng nấm... Các kết quả thí nghiệm cũng như kinh nghiệm thực tế đều cho thấy ứng dụng phụ phẩm KSH đã đem lại hiệu quả kinh tế cho người sử dụng.

5.2. Cách sử dụng

5.2.1. Sử dụng phụ phẩm làm phân bón

Sử dụng phụ phẩm KSH làm phân bón cho cây trồng có thể thay thế hoàn toàn hoặc một phần phân hóa học. Nước xả có thể sử dụng trực tiếp như bón vào gốc hay phun lên lá, có thể hòa thêm một số loại phân hữu cơ hoặc dùng riêng để bón cho cây trồng.



Hình 12. Sản xuất và sử dụng phân ủ

Để bảo quản hàm lượng nitơ trong nước xả, có thể bổ sung 2 - 5% supe lân theo trọng lượng. Nghiên cứu của Viện Năng lượng Việt Nam năm 1990 cho biết, bảo quản nước xả theo cách này có thể lưu giữ đến 50 ngày với lượng nitơ tổn thất từ 15 - 25%. Nếu không bổ sung supe lân, tổn thất nitơ có thể lên đến 70%.

Để tăng hiệu quả của phụ phẩm, có thể sử dụng phương pháp ủ compost.

Quy trình ủ phân compost

- Các nguyên liệu rơm rạ, cỏ được phơi héo (có thể băm chặt thật nhỏ), xếp thành lớp trên sàn cứng (cũng có thể trong hố), bên cạnh bể chứa phụ phẩm, có mái che. Có thể rắc thêm vôi bột với tỷ lệ 0,5 - 0,7% theo khối lượng của nguyên liệu.
- Dùng nước xả tươi đều lên lớp nguyên liệu hữu cơ và đảo trộn làm thấm ướt toàn bộ lớp nguyên liệu hữu cơ. Lượng nước xả sử dụng gấp 3 lần khối lượng nguyên liệu.
- Cần chú ý duy trì độ ẩm của đống phân bằng cách tưới nước xả; mức nước xả (khoảng 15 lít/100 kg nguyên liệu) tưới đều lên đống phân ủ. Khi thấy nhiệt độ đống phân lên cao (40 - 50°C) cần tưới nước xả nhiều hơn và nén chặt nhằm hạn chế mất chất dinh dưỡng.
- Sau 2 - 3 tuần ủ, cần đảo trộn phân và rắc thêm supe lân theo tỷ lệ 2 - 5% rồi nén chặt và ủ tiếp.
- Sau khoảng 1,5 - 2 tháng phân ủ có tình trạng gần giống phân chuồng và có thể sử dụng cho cây trồng.

Phụ phẩm KSH có thể sử dụng phối hợp với phân hóa học để bón cho cây trồng. Mục đích của sự phối hợp này là để bù trừ cho sự thiếu hụt chất dinh dưỡng và đáp ứng nhu cầu của cây trồng kịp thời khi phụ phẩm KSH chưa kịp cung cấp; làm tăng tốc độ hòa tan và hấp thu phân bón hóa học của đất, đồng thời hạn chế sự suy giảm chất dinh dưỡng, tăng hệ số sử dụng, tăng hiệu suất sử dụng phân bón và giảm chi phí phân hóa học.

5.2.2. Sử dụng phụ phẩm làm thức ăn bổ sung cho ao cá

Nước xả KSH nên phun trải đều trên mặt ao với mức 0,5 - 0,6kg/m² mặt ao, tức 180 - 200kg cho một sào ao (tương đương 5000 - 6000kg/ha) và cứ 3 ngày phun 1 lần. Bã cặn thì rắc đều trên mặt nước, với mức 0,3 - 0,4kg/m² ao (tương đương 3000 - 4000kg/ha)

Ao nuôi cá bằng phụ phẩm KSH phải là ao có mực nước sâu từ 1,5 - 2,5m, nhưng để có nước quanh năm phải đào sâu tới 2 - 3m, diện tích ao phải phù hợp với số lượng gia súc, gia cầm mà chủ hộ nuôi để lấy phân nạp vào thiết bị KSH. Trung bình cần khoảng 30 - 35 đầu lợn, có khối lượng trung bình 60kg/con và phân của chúng được xử lý qua thiết bị KSH có thể tích 12m³ thì diện tích mặt ao là 1.000m² là phù hợp.

Bên cạnh việc điều chỉnh lượng phụ phẩm KSH sao cho hợp lý, còn cần quan sát lượng dưỡng khí (ôxy) trong ao. Nếu thấy hiện tượng cá nổi đầu nhiều và quá lâu thì cần tăng lượng ôxy cho ao bằng cách sục khí, thay nước.

Mật độ thả trong ao để nuôi là 5 con/m², cũng có thể thả tới 7 con/m² nếu ao nuôi rộng trên 1.000m² và đảm bảo nước sâu thường xuyên từ 2 - 3m và đầy đủ thức ăn.

Sử dụng phụ phẩm KSH cho ao cá giống, cá nuôi thịt cần lưu ý thêm một vài chi tiết sau:

Đối với ao sản xuất cá giống:

- Trước khi nuôi cá nên cải tạo ao bằng cách nạo vét bùn; sửa sang bờ ao; bón vôi (100kg vôi/1.000m² ao).
- Phơi khô ao ít nhất 1 tuần lễ.
- Duy trì độ sâu của ao từ 1,5 - 2m. Nếu đào ao mới thì phải đào sâu 2 - 3m.
- Xử lý nước ao bằng nước xả KSH đến khi nước có màu trong mới thả cá bột (hàng ngày phun nước xả lên mặt ao hoặc đặt ống dẫn trực tiếp từ bể dự trữ nước xả tới ao).
- Mật độ thả cá giống: nên từ 3 - 5 con/m² mặt ao.

Đối với ao nuôi cá thịt:

- Trước khi nuôi cần nạo vét, phơi khô và bón vôi xử lý ao. Diện tích ao nuôi tối thiểu 400m² trở lên thì hiệu quả hơn.
- Xử lý ao bằng nước xả KSH đến khi nước có màu trong mới thả cá. Cũng có thể dẫn trực tiếp nước xả từ bể điều áp hoặc bể dự trữ nước xả vào ao cá thịt.
- Có thể kết hợp cho cá ăn dặm thêm tấm, cám, bột ngô...
- Vào tháng 7 và 8 người ta thường bổ sung vào khẩu phần của cá nuôi thịt một lượng nhỏ tỏi đã nghiền nhỏ (khoảng 100g tỏi nghiền/1 sào ao; 1 tuần cho ăn 1 lần) để phòng bệnh trên da, trên mang của cá và cá lớn nhanh hơn.

6. NHỮNG SỰ CỐ THƯỜNG GẶP VÀ BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC

6.1. Sự cố và cách khắc phục đối với đường ống dẫn khí

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
1. Khí không tới được nơi sử dụng	1. Rò rỉ	- Kiểm tra lại các chỗ có khả năng rò rỉ như các chỗ nối, van bằng nước xà phòng
	2. Đường ống quá nhỏ	- Thay ống dẫn rộng hơn
	3. Tắc đường ống	- Phát hiện chỗ tắc bằng cách phân đoạn để kiểm tra, xử lý chỗ có sự cố
2. Dòng khí chập chờn	Nước đọng trong đường ống	- Xả nước đọng đi

6.2. Sự cố và cách khắc phục đối với bếp khí sinh học



Hình 13. Bếp khí sinh học

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
1. Áp kế chỉ áp suất cao nhưng bếp không cháy	1. Dùng bếp không phù hợp	Thay bếp phù hợp
	2. Chất lượng khí không đạt yêu cầu, có quá nhiều khí tạp	Xem lại việc vận hành thiết bị (nạp quá nhiều, quá nhiều nước tiểu hoặc có các độc tố...)
2. Áp kế chỉ áp suất cao nhưng ngọn lửa yếu	1. Lỗ van quá nhỏ, khí cấp cho bếp không đủ	Làm sạch lỗ van hoặc thay van
	2. Lỗ vòi phun tắc	Làm sạch lỗ phun
3. Bếp cháy chậm chờn, số chỉ của áp kế cũng chậm chờn	Có nước đọng trong đường ống	Xả nước đọng đi
4. Ngọn lửa cháy ở xa mặt đốt. Khi nhắc nồi đi ngọn lửa bay khỏi mặt đốt hoặc tắt.	1. Số lỗ đốt ít và tổng diện tích lỗ đốt nhỏ	Thay bếp phù hợp
	2. Áp suất khí quá cao	Chỉnh lại áp suất
	3. Các lỗ đốt bị tắc	Vệ sinh lỗ đốt. Nếu không được, thay bếp
5. Ngọn lửa chỉ cháy ở vòng ngoài nhưng không cháy ở các vòng trong	1. Không khí thứ cấp không đủ	Nâng đáy nồi lên để tìm khoảng cách thích hợp giữa đáy nồi và mặt đốt
	2. Mặt đốt quá gần đáy nồi nên không đủ không khí thứ cấp. Khi đun nồi lớn sự cháy được bị ức chế	Thay bếp phù hợp
	3. Bếp không thích hợp	Thay bếp phù hợp

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
6. Ngọn lửa yếu. Có ngọn lửa cháy ở quanh đầu vòi phun.	Các lỗ đốt rộng quá. Sau một thời gian đốt bếp bị nóng và gây cháy giạt lùi khi áp suất yếu	- Thay bếp phù hợp
		- Tăng độ cao của kiềng đỡ cho thích hợp
		- Tăng áp suất khí
7. Ngọn lửa dài và uốn lượn	Không đủ không khí sơ cấp	Điều chỉnh cửa cung cấp không khí sơ cấp. Nếu không được thì đục rộng cửa này ra
8. Những ngọn lửa ở vòng ngoài bay khỏi mặt đốt sau một thời gian sử dụng	1. Các lỗ đốt bị tắc 2. Không đủ không khí sơ cấp	Thông tắc các lỗ đốt và lỗ phun. Nếu không được, phải thay bếp
9. Ngọn lửa có sắc đỏ hoặc vàng	Quá nhiều hoặc quá ít không khí	Điều chỉnh cửa cung cấp không khí sơ cấp

6.3. Sự cố và cách khắc phục đối với đèn KSH

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
1. Mạng bị thổi rách và hỏng	1. Tổ ong bị vỡ, tạo ra lỗ hở	Thay tổ ong
	2. Áp suất khí quá cao	Điều chỉnh van để giảm áp suất
	3. Mạng được cố định không tốt hoặc bị rung mạnh	Thay mạng và buộc cẩn thận
	4. Mạng bị thủng do côn trùng hoặc vật cứng va vào	Thay mạng và tránh các nguyên nhân

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
2. Mặc dù đủ khí nhưng đèn sáng kém hoặc sáng đỏ	1. Lỗ phun quá nhỏ hoặc bị tắc nên khí sinh học tới đầu đốt không đủ	Làm sạch đầu đốt hoặc khoan rộng lỗ phun. Nếu không được thì phải thay vòi phun
	2. Lỗ phun rộng nên dòng khí sinh học phun yếu, không hút đủ không khí sơ cấp	Điều chỉnh lại dòng KSH và lượng không khí sơ cấp
	3. Điều chỉnh không khí sơ cấp chưa tốt nên không đủ không khí sơ cấp	Điều chỉnh lại
	4. Mạng chất lượng kém	Thay mạng
3. Ánh sáng chập chờn	1. Đèn chất lượng kém, không thể cháy ổn định	Thay đèn
	2. Nước đọng trong ống dẫn	Xả nước đọng đi
4. Độ sáng của đèn giảm	Lượng KSH giảm nên áp suất giảm	Mở van rộng hơn
5. Ngọn lửa xuất hiện ngoài mạng	1. Không đủ không khí sơ cấp	Điều chỉnh mở rộng cửa lấy không khí
	2. Vị trí vòi phun chưa đúng hoặc bị lệch, không thẳng đứng	Điều chỉnh lại hoặc thay mới
	3. Quá nhiều KSH tới đèn	Điều chỉnh lại van

6.4. Sự cố và cách khắc phục trong quá trình vận hành

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
1. Khí không có hoặc ít so với dự kiến	1. Nguyên liệu bị nhiễm độc tố	Kiểm tra lại chất lượng nguyên liệu, nạp lại nguyên liệu có chất lượng tốt
	2. Nước pha không đảm bảo chất lượng	Kiểm tra lại chất lượng nước: độ pH, nguồn nhiễm độc tố
	3. Không đủ vi khuẩn	Đợi thời gian hoặc cấy thêm vi khuẩn
	4. Thời tiết quá lạnh	- Ủ ấm cho bể phân giải (bằng cách đắp thêm đất lên vòm chứa khí) - Đợi thời tiết ấm lại
	5. Có chỗ rò rỉ khí 5.1. Nắp của bể phân giải bị rò rỉ 5.2. Ống dẫn khí hoặc van bị rò rỉ	Kiểm tra lại các chỗ có khả năng rò rỉ ở vòm chứa khí - Kiểm tra, nếu thấy bong bóng nước ở trên bề mặt tức là có hiện tượng rò rỉ, tiến hành mở nắp bể và trát kín sau đó đóng nắp lại. - Dùng bọt xà phòng để kiểm tra chỗ bị rò rỉ ở van, chỗ nối ống dẫn khí
	6. Hình thành lớp váng dày bịt kín không cho khí thoát lên	- Lấy bỏ váng đi - Lắp thêm bộ khuấy - Đảm bảo tỷ lệ pha loãng thích hợp - Không nạp các cơ chất tạo váng
	7. Váng và lắng cặn đáy bể	Lấy bỏ váng và lắng cặn đi

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
1. Khí không có hoặc ít so với dự kiến (tiếp)	8. Dịch phân giải quá axit (pH<7)	Dùng vôi hoặc tro để điều chỉnh
	9. Cơ chất quá kiềm (pH>8)	Chỉ cần đợi thời gian
	10. Lượng nguyên liệu nạp bổ sung không đủ	Tăng nguyên liệu nạp bổ sung
	11. Vòm cố định bị nứt	- Đào đất xung quanh vòm rồi dùng bột xà phòng kiểm tra chỗ rò rỉ - Nơi nào xuất hiện bong bóng chứng tỏ chỗ đó bị rò rỉ.
2. Lượng khí không thỏa mãn nhu cầu	1. Khí ít so với dự kiến	Xem mục 1(6.3)
	2. Lượng khí sử dụng quá nhiều so với công suất của công trình	- Dùng bếp ở chế độ thích hợp - Cải tiến bếp và dụng cụ nấu - Giảm lượng tiêu thụ
3. Thừa khí sử dụng	Quá nhiều nguyên liệu	- Giảm bớt lượng nạp - Thay bếp lớn hơn - Tăng cường dùng khí (bán hoặc chia sẻ cho hàng xóm nếu không dùng hết, tránh xả ra môi trường gây ô nhiễm)

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
4. Nguyên liệu không nạp được vào bể	1. Nguyên liệu quá đặc	Pha loãng nguyên liệu
	2. Các ống nạp bị tắc	Thông cho khỏi tắc
	3. Lối vào bị lắng cặn lấp	Lấy lắng cặn đi
5. Khí quá hôi	Khí chứa quá nhiều H ₂ S	<ul style="list-style-type: none"> - Giảm nạp chất thải người, chất thải gà - Lắp thêm bộ lọc H₂S
6. Các bộ phận kim loại bị gỉ, đen	Khí chứa quá nhiều H ₂ S	Như mục 5
7. Không có khí sinh ra nữa	Dịch phân giải bị nhiễm độc	Phải nạp lại toàn bộ
8. Xuất hiện các bóng nước tại đường vào bể điều áp	Bổ sung quá nhiều nguyên liệu	<ul style="list-style-type: none"> - Ngừng bổ sung nguyên liệu trong vòng 7 ngày

7. AN TOÀN TRONG QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH VÀ SỬ DỤNG

7.1. Phòng chống cháy và nổ

KSH có thể nổ khi được trộn lẫn với không khí ở tỷ lệ 6 - 25%. Vì vậy khi lắp đặt công trình khí sinh học cần lưu ý:

- Không được lắp đường ống đi qua những nơi dễ cháy nổ để đề phòng hỏa hoạn.

- Phải lắp đặt dụng cụ sử dụng như bếp, đèn... ở nơi dễ thao tác, không bị gió lùa, xa vật dễ bắt lửa.

Nếu trong bộ phận chứa khí hoặc đường ống có không khí cần phải đẩy hết không khí ra ngoài trước khi sử dụng.

Khi người thấy mùi hăng của KSH chứng tỏ có KSH trong không khí, có thể do đường ống hở. Khi đó cần khóa van tổng để kiểm tra và tuyệt đối cấm lửa: Không được bật diêm, hút thuốc, dùng đèn dầu...

Châm lửa ở bếp và đèn phải tuân theo qui định đã nêu ở phần sử dụng bếp và đèn khí sinh học.

7.2. Đề phòng ngạt thở

KSH nói chung không độc nhưng không duy trì sự sống nên gây ngạt. Tuy nhiên, trong thành phần của nó có khí hydro sulfua (H_2S) mùi trứng thối. Nếu hàm lượng khí này cao thì KSH cũng độc hại, gây choáng váng và đau đầu, do vậy:

- Phải lắp đặt dụng cụ sử dụng như bếp, đèn... ở nơi thông thoáng, dễ thoát khí thải và khí sinh học bị rò rỉ.
- Khi thay mạng đèn phải thực hiện như qui định ở phần sử dụng đèn khí sinh học.

Nếu khí rò rỉ ra trong buồng kín có thể gây nguy hại. Do vậy nếu người thấy mùi KSH trong buồng thì phải nhanh chóng mở cửa và làm thông thoáng không khí rồi đóng van tổng và tìm nơi rò rỉ để khắc phục.

Khi cần xuống bể phân giải, phải tuân theo những quy định sau đây:

- Tháo và nhấc nắp ra khỏi bể.
- Đợi cho KSH thoát ra hết. Có thể quạt không khí vào bể để đẩy KSH ra. Kiểm tra lại sự an toàn của không khí bằng cách thả một con vật vào trong bể trong khoảng 5 - 10 phút, nếu con vật vẫn sống thì người có thể xuống.
- Xuống làm việc phải có người ở trên theo dõi và phải buộc dây an toàn để khi cấp cứu có thể được người ở trên kéo lên khỏi bể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2006, Tiêu chuẩn ngành 10TCN 97÷102-2006 về công trình khí sinh học nhỏ.
2. Dự án khí sinh học cho ngành chăn nuôi Việt Nam, 2008, Tài liệu tập huấn kỹ thuật viên về khí sinh học.
3. Nguyễn Quang Khải, 2009, Thiết bị khí sinh học KT1, KT2, NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ Hà nội.

MỤC LỤC

1. GIỚI THIỆU VỀ CÔNG NGHỆ KHÍ SINH HỌC

1.1. Khí sinh học là gì?	4
1.2. Trong tự nhiên, KSH có ở đâu?	4
1.3. Thành phần của KSH.....	4
1.4. Các loại nguyên liệu để sản xuất KSH	5
1.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân giải KSH ..5	
1.6. Lợi ích của công nghệ KSH.....	5

2. CÔNG NGHỆ KSH SỬ DỤNG TRONG DỰ ÁN LCASP

2.1. Cấu tạo.....	7
2.2. Nguyên lý hoạt động.....	9

3. VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH KSH

3.1. Đưa công trình vào hoạt động	11
3.2. Vận hành công trình hàng ngày	14
3.3. Các tạp chất và chất độc cần tránh.....	15
3.4. Khuấy đảo dịch phân giải.....	16
3.5. Phá váng	17
3.6. Theo dõi áp suất và sản lượng khí.....	17

4. BẢO DƯỠNG CÔNG TRÌNH KHÍ SINH HỌC

4.1. Bảo dưỡng hàng ngày..... 18

4.2. Bảo dưỡng định kỳ..... 18

5. SỬ DỤNG PHỤ PHẨM KHÍ SINH HỌC

5.1. Lợi ích của việc sử dụng phụ phẩm..... 20

5.2. Cách sử dụng..... 23

6. NHỮNG SỰ CỐ THƯỜNG GẶP VÀ BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC

6.1. Sự cố và khắc phục đối với đường ống dẫn khí..... 27

6.2. Sự cố và cách khắc phục đối với bếp khí sinh học... 27

6.3. Sự cố và cách khắc phục đối với đèn KSH..... 29

6.4. Sự cố và cách khắc phục trong quá trình vận hành 31

7. AN TOÀN TRONG QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH VÀ SỬ DỤNG

7.1. Phòng chống cháy và nổ..... 33

7.2. Đề phòng ngạt thở..... 34

Tài liệu tham khảo..... 36

Mục lục..... 37

SỔ TAY

VẬN HÀNH VÀ BẢO DƯỠNG CÔNG TRÌNH KHÍ SINH HỌC

Chịu trách nhiệm xuất bản: **PHẠM NGỌC KHÔI**

Biên tập và sửa bản in: **NGUYỄN MINH CHÂU**

Bìa: **TRẦN NGỌC TUẤN**

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo, Hoàn Kiếm, Hà Nội

ĐT: 04 3942 2443 Fax: 04 3822 0658

Website: <http://www.nxbkhkt.com.vn>.

Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

28 Đồng Khởi - Quận 1 - TP Hồ Chí Minh. ĐT: 08 3822 5062

In 5000 bản, khổ 14,5 x 20,5 cm, tại công ty
Số đăng ký xuất bản: 1677 - 2013/CXB/5 - 119/KHKT
Quyết định xuất bản số: 227/QĐ -KHKT ngày 19/11/2013
In xong và nộp lưu chiểu Quý IV năm 2014