



SỔ TAY

HƯỚNG DẪN PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN Ở VIỆT NAM



BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN



SỔ TAY

HƯỚNG DẪN PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN Ở VIỆT NAM

(Ban hành kèm theo Quyết định số /QĐ-BNN-KHCN
ngày tháng năm của Bộ Nông nghiệp và PTNT)

Hà Nội, 2024

CHỈ ĐẠO BIÊN SOẠN

TS. Nguyễn Giang Thu - PVT Vụ KHCN&MT

TS. Vũ Ngọc Huệ - Chuyên viên Vụ KHCN&MT

BIÊN SOẠN

PGS. TS. Nguyễn Thị Minh Hiền - Chủ biên

TS. Mai Lan Phương

PGS. TS. Cao Trường Sơn

PGS. TS. Võ Hữu Công

PGS. TS. Bùi Văn Đoàn

TS. Nguyễn Thị Thu Phương

TS. Quyền Đình Hà

PGS.TS. Mai Thanh Cúc

TS. Đỗ Thị Thanh Huyền

TS. Trần Đức Trí

ThS. Bạch Văn Thủy

ThS. Nguyễn Thị Phương

LIÊN HỆ HỖ TRỢ KỸ THUẬT

Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Số 2, Ngọc Hà, Quận Ba Đình, Hà Nội; ĐT: 0243.8237534; Fax: 0243.8433637; Website: <https://khcن.mard.gov.vn>

Học viện Nông nghiệp Việt Nam: Thị trấn Trâu Quỳ, huyện Gia Lâm, Hà Nội; ĐT: 024. 62617694 – 024. 62618491; Website: www.vnua.edu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Tại Việt Nam, sản xuất nông nghiệp tạo ra khối lượng lớn phụ phẩm như rơm rạ, thân cây, lá và vỏ hạt. Những phụ phẩm này thường không được xử lý hiệu quả và thường xuyên bị đốt bỏ hoặc chôn lấp, gây ô nhiễm môi trường và lãng phí tài nguyên. Các chất thải từ chăn nuôi như phân, nước thải từ trang trại và hóa chất nông nghiệp (thuốc trừ sâu, phân bón hóa học) có thể gây ô nhiễm đất, nước và không khí. Điều này ảnh hưởng xấu đến sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái.

Để khắc phục các vấn đề này, cần có các giải pháp đồng bộ bao gồm cải tiến công nghệ xử lý chất thải, áp dụng các mô hình nông nghiệp bền vững và tăng cường các chính sách hỗ trợ từ Chính phủ.

Nông nghiệp tuần hoàn không chỉ là một xu hướng mới trong ngành nông nghiệp, mà còn là một cuộc cách mạng trong cách chúng ta tiếp cận sự phát triển bền vững. Bằng cách tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và giảm thiểu lãng phí, nông nghiệp tuần hoàn giúp khôi phục sức khỏe của đất, bảo vệ môi trường và nâng cao hiệu quả sản xuất. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và ô nhiễm ngày càng gia tăng, mô hình này không chỉ mang lại lợi ích kinh tế mà còn góp phần bảo vệ và phục hồi các hệ sinh thái tự nhiên. Phát triển kinh tế tuần hoàn là yêu cầu tất yếu của phát triển bền vững.

Tài liệu “Sổ tay hướng dẫn phát triển nông nghiệp tuần hoàn phù hợp với điều kiện ở Việt Nam” giới thiệu

những kiến thức cơ bản về nông nghiệp tuần hoàn, các mô hình nông nghiệp tuần hoàn Việt Nam, hướng dẫn lập kế hoạch, phát triển mô hình nông nghiệp tuần hoàn.

Cuốn Sổ tay là kết quả của nhiệm vụ môi trường “Đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp thúc đẩy phát triển nông nghiệp tuần hoàn ở Việt Nam” thực hiện năm 2024 được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (PTNT) giao cho Học viện Nông nghiệp Việt Nam thực hiện trong giai đoạn 2022-2024. Trong quá trình biên soạn, Bộ Nông nghiệp và PTNT đã nhận được các ý kiến đóng góp từ các Sở Nông nghiệp và PTNT các tỉnh, thành phố trên toàn quốc, các chuyên gia, nhà khoa học, các cơ sở sản xuất nông nghiệp.

Tập thể biên soạn đã có nhiều cố gắng nhưng do là vấn đề mới, nội dung đa dạng, chuyên sâu nên không tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được các ý kiến đóng góp để Sổ tay hoàn thiện hơn cho lần tái bản tiếp theo.

Xin trân trọng cảm ơn./.

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

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	i
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC BẢNG.....	v
DANH MỤC HÌNH	v
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	vi
1. MỞ ĐẦU.....	1
1.1. Sự cần thiết của nông nghiệp tuần hoàn.....	1
1.2. Căn cứ pháp lý	1
1.3. Mục tiêu của sổ tay	3
1.4. Phạm vi và đối tượng sử dụng	4
1.4.1. Phạm vi áp dụng	4
1.4.2. Đối tượng sử dụng	4
2. CÁC KIẾN THỨC CĂN BẢN VỀ NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN	5
2.1. Kinh tế tuyến tính và Kinh tế tuần hoàn.....	5
2.2. Nông nghiệp tuần hoàn.....	6
2.3. Vai trò và đặc điểm của nông nghiệp tuần hoàn	8
2.3.1. Vai trò của nông nghiệp tuần hoàn	8
2.3.2. Đặc điểm của nông nghiệp tuần hoàn.....	9
2.4. Nguyên tắc cơ bản của nông nghiệp tuần hoàn ...	11
2.5. Các cơ hội phát triển nông nghiệp tuần hoàn ở Việt Nam	12
2.6. Lợi ích của nông nghiệp tuần hoàn.....	14
2.7. Tiêu chí đánh giá nông nghiệp tuần hoàn	16
2.7.1 Nhóm tiêu chí kéo dài vòng đời sản phẩm	16
2.7.2. Nhóm tiêu chí giảm chất thải và các tác động tiêu cực đến môi trường.....	16
2.7.3. Tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải.....	17

2.7.4. Tính kinh tế, xã hội đa mục tiêu của kinh tế tuần hoàn.....	17
2.8. Các hình thức nông nghiệp tuần hoàn	18
2.8.1 Phân loại theo cấp độ tuần hoàn	18
2.8.2. Phân loại theo phạm vi ứng dụng	22
2.8.3. Phân loại theo phương pháp áp dụng	23
2.8.4. Phân loại theo cách thức sử dụng phụ phẩm và chất thải nông nghiệp.....	23
3. MỘT SỐ MÔ HÌNH NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN Ở VIỆT NAM.....	25
4. HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ VÀ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN ...	36
4.1. Đánh giá hiện trạng.....	36
4.2. Xây dựng kế hoạch.....	38
4.3. Triển khai tổ chức thực hiện	41
4.4. Giám sát và cải tiến hệ thống	41
4.5. Mở rộng qui mô và hợp tác.....	42
4.6. Đảm bảo tính bền vững	42
TÀI LIỆU THAM KHẢO	44
PHỤ LỤC.....	47
Phụ lục 1: Các biểu mẫu hỗ trợ xây dựng mô hình NNTH.....	47
Phụ lục 2: Hướng dẫn xây dựng và phát triển nông nghiệp tuần hoàn.....	49
Phụ lục 3: Một số kỹ thuật ứng dụng để hỗ trợ phát triển nông nghiệp tuần hoàn.....	58

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.	So sánh nông nghiệp tuần hoàn với nông nghiệp truyền thống	10
Bảng 2.	Lợi ích của Nông nghiệp tuần hoàn.....	15

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.	Từ kinh tế tuyến tính đến kinh tế tuần hoàn.....	6
Hình 2.	Khối lượng phụ phẩm và chất thải nông nghiệp.....	14
Hình 3.	Mô hình nông nghiệp tuần hoàn khép kín	19
Hình 4.	Mô hình nông nghiệp tuần hoàn mở.....	20
Hình 5.	Mô hình nông nghiệp tổng hợp VAC	26
Hình 6.	Sơ đồ hệ thống Aquaponics đơn giản.....	28
Hình 7.	Mô hình lúa - cá - vịt	29
Hình 8.	Mô hình sản xuất phân hữu cơ từ phụ phẩm và chất thải nông nghiệp	31
Hình 9.	Dùng rơm làm thức ăn cho bò và làm đệm lót sinh học.....	33
Hình 10.	Nuôi giun tròn quế bằng phân bò	33
Hình 11.	Cuốn rơm	34
Hình 12.	Trồng nấm Linh chi bằng giá thể.....	34

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Nghĩa tiếng Việt
Biogas	Khí sinh học
BNNPTNT	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
GHG	Khí nhà kính
HTX	Hợp tác xã
KTTH	Kinh tế tuần hoàn
KTTT	Kinh tế tuyến tính
Metan	Khí mê tan (methane, CH ₄)
NNTH	Nông nghiệp tuần hoàn
NPK	Phân bón hỗn hợp chứa đạm, lân và kali
PTNT	Phát triển nông thôn
RAS	Hệ thống tuần hoàn nước
SRI	Hệ thống thâm canh lúa cải tiến
UBND	Ủy ban nhân dân
VAC	Vườn Ao Chuông
VietGAP	Thực hành nông nghiệp tốt ở Việt Nam
4F	Trang trại chăn nuôi lợn - Sản phẩm - Thức ăn chăn nuôi hữu cơ - Phân bón

1. MỞ ĐẦU

1.1. Sự cần thiết của nông nghiệp tuần hoàn

Sản xuất nông nghiệp không chỉ giữ vai trò bảo đảm an ninh lương thực cho đất nước mà còn đóng góp tích cực cho phát triển nền kinh tế. Trong quá trình sản xuất nông nghiệp cũng tạo ra nguồn phụ phẩm và chất thải lớn. Đây là nguồn phát thải lớn, gây ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên nếu được sử dụng khoa học, nguồn chất thải và phụ phẩm này sẽ đem lại hiệu quả kinh tế không nhỏ, đồng thời góp phần giảm nguy cơ ô nhiễm môi trường, giảm phát thải nhà kính, tăng năng suất, chất lượng nông sản.

Nông nghiệp tuần hoàn (Circular Agriculture) là một mô hình phát triển bền vững, trong đó tài nguyên được sử dụng hiệu quả và tái chế tối đa, giảm thiểu chất thải, sự lãng phí, các tác động tiêu cực đến môi trường và bảo vệ đa dạng sinh học. Mô hình này hướng tới xây dựng một tương lai bền vững, nơi các giá trị kinh tế, xã hội và môi trường được cân bằng và phát triển hài hòa.

Nông nghiệp tuần hoàn không chỉ là một giải pháp cần thiết để giải quyết các thách thức môi trường, xã hội và kinh tế hiện nay mà còn là hướng đi tất yếu để đạt được một nền nông nghiệp bền vững và thịnh vượng, mang lại lợi ích lâu dài cho cả con người và hành tinh.

1.2. Căn cứ pháp lý

Ở Việt Nam, mặc dù khái niệm nông nghiệp tuần hoàn chưa được quy định trực tiếp trong các văn bản pháp luật, nhưng nhiều chính sách, luật và chương trình liên quan đã tạo cơ sở pháp lý và thúc đẩy áp dụng mô hình này. Các căn cứ pháp lý chính bao gồm:

Luật Bảo vệ môi trường 2020

- Điều 142: Kinh tế tuần hoàn: Luật khuyến khích áp dụng mô hình kinh tế tuần hoàn, trong đó các tài nguyên và chất thải được tái sử dụng và tái chế. Đây là cơ sở quan trọng để phát triển nông nghiệp tuần hoàn, đặc biệt liên quan đến tái chế chất thải nông nghiệp.

- Điều 68: Quản lý chất thải trong nông nghiệp: Quy định yêu cầu các tổ chức, cá nhân trong nông nghiệp phải áp dụng các biện pháp bảo vệ môi trường, như tái sử dụng phế phẩm và hạn chế phát thải.

Luật Trồng trọt 2018

- Điều 3: Nguyên tắc trồng trọt bền vững: Đặt mục tiêu bảo vệ môi trường, sử dụng hiệu quả tài nguyên đất, nước và tái chế phụ phẩm nông nghiệp.

- Điều 13: Tận dụng phụ phẩm nông nghiệp: Quy định khuyến khích sử dụng phụ phẩm nông nghiệp vào sản xuất phân bón hữu cơ và năng lượng tái tạo.

Luật Chăn nuôi 2018

- Điều 4: Nguyên tắc chăn nuôi bền vững: Quy định việc chăn nuôi phải đảm bảo hiệu quả kinh tế, bảo vệ môi trường và tái sử dụng tài nguyên.

- Điều 44-46: Quản lý chất thải chăn nuôi: Yêu cầu tái sử dụng phân, nước thải chăn nuôi làm phân bón hoặc năng lượng sinh học, góp phần xây dựng hệ thống tuần hoàn.

Nghị định và Thông tư liên quan

- Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/01/2022 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của luật bảo vệ môi trường.

- Nghị định số 109/2018/NĐ-CP ngày 29/8/2018 của Chính phủ về Nông nghiệp hữu cơ.

- Thông tư số 16/2019/TT-BNNPTNT ngày 01/01/2019 của Bộ Nông nghiệp và PTNT Quy định chi tiết một số điều của Nghị định 109/2018/NĐ-CP về nông nghiệp hữu cơ.

Các văn bản khác

- Quyết định số 4411/QĐ-BNN-KHCN ngày 13/12/2024 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành Kế hoạch thực hiện Đề án Phát triển khoa học và ứng dụng, chuyển giao công nghệ thúc đẩy kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp đến năm 2030.

- Quyết định số 540/QĐ-TTg ngày 19/6/2024 của Thủ tướng chính phủ phê duyệt Đề án Phát triển khoa học và ứng dụng, chuyển giao công nghệ thúc đẩy kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp đến năm 2030.

- Quyết định số 687/QĐ-TTg ngày 07/6/2022 của Thủ tướng chính phủ: Phê duyệt Đề án Phát triển kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam, trong đó nông nghiệp là một lĩnh vực ưu tiên.

- Quyết định 885/QĐ-TTg ngày 23/6/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án phát triển nông nghiệp hữu cơ giai đoạn 2020-2030: phát triển đa dạng sinh học; thân thiện môi trường gắn với kinh tế nông nghiệp tuần hoàn.

1.3. Mục tiêu của sổ tay

Mục tiêu của cuốn sổ tay nhằm:

- Cung cấp các kiến thức căn bản về nông nghiệp tuần hoàn; Tăng cường nhận thức về môi trường và phát triển nông nghiệp bền vững;

- Chia sẻ một số mô hình nông nghiệp tuần hoàn thành công để các cơ sở sản xuất nông nghiệp có thể tham khảo và áp dụng hiệu quả;

- Hướng dẫn phát triển mô hình nông nghiệp tuần hoàn phù hợp với điều kiện ở Việt Nam và một số kỹ thuật áp dụng để thiết kế các mô hình nông nghiệp tuần hoàn;

- Nâng cao năng lực cho nông hộ, hợp tác xã, doanh nghiệp nhỏ để áp dụng mô hình nông nghiệp tuần hoàn hiệu quả, từ đó thúc đẩy sự lan tỏa và nhân rộng mô hình nông nghiệp tuần hoàn trên phạm vi lớn hơn.

1.4. Phạm vi và đối tượng sử dụng

1.4.1. Phạm vi áp dụng

- Thích hợp cho các cơ sở sản xuất nông nghiệp như nông hộ, trang trại, tổ hợp tác, hợp tác xã, doanh nghiệp nhỏ trong nông nghiệp, nông thôn.

- Áp dụng tại các vùng nông thôn, đặc biệt là những khu vực có nguồn phụ phẩm nông nghiệp dồi dào, chăn nuôi phát triển và có điều kiện tự nhiên phù hợp.

1.4.2. Đối tượng sử dụng

Sổ tay này được thiết kế để hỗ trợ các nhóm đối tượng sau:

- *Cơ sở sản xuất nông nghiệp:*

- *Hộ gia đình:* Áp dụng cho các hộ nông dân muốn tiết kiệm chi phí, tận dụng phụ phẩm và phát triển mô hình sản xuất bền vững.

- *Tổ hợp tác, hợp tác xã, liên hiệp hợp tác xã:* Hỗ trợ lập kế hoạch và tổ chức triển khai mô hình nông nghiệp tuần hoàn theo nhóm, tối ưu hóa nguồn lực chung.

- *Trang trại, doanh nghiệp*: Cung cấp hướng dẫn xây dựng các mô hình quy mô lớn hơn, áp dụng công nghệ và nâng cao hiệu quả kinh tế.

• *Cơ quan quản lý nhà nước và đơn vị sự nghiệp công lập*:

- *Cơ quan quản lý nông nghiệp*: Sử dụng số tay để ban hành các chính sách, chương trình hỗ trợ và tổ chức tập huấn cho nông dân.

- *Đơn vị sự nghiệp công lập*: Thực hiện các nhiệm vụ như nghiên cứu, đào tạo, và triển khai các giải pháp phát triển nông nghiệp tuần hoàn tại địa phương.

2. CÁC KIẾN THỨC CĂN BẢN VỀ NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN

2.1. Kinh tế tuyến tính và Kinh tế tuần hoàn

Kinh tế tuyến tính (KTTT) dựa trên một quy trình đường thẳng: tài nguyên vật liệu sẽ đi thẳng từ khai thác đến sử dụng, sau đó là thải bỏ và kết thúc vòng đời; không đi theo vòng tuần hoàn hay có sự tái sử dụng. Quy trình này dựa trên mô hình “*khai thác – sản xuất – tiêu thụ – thải bỏ*”.

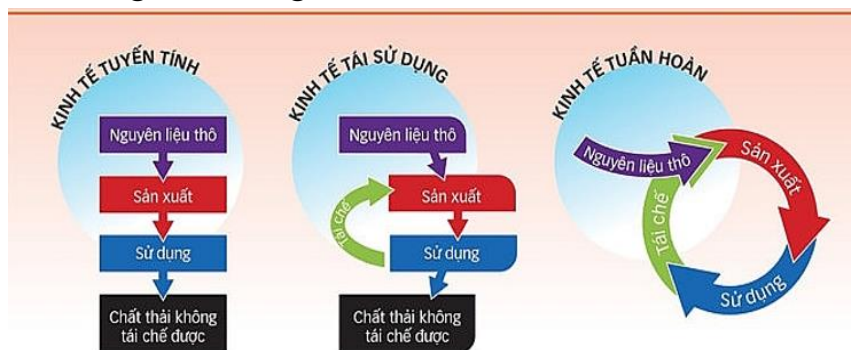
Kinh tế tuần hoàn (KTTH) được dùng để chỉ mô hình kinh tế mới dựa trên nguyên lý cơ bản “mọi thứ đều là đầu vào đối với quá trình sản xuất khác”.

KTTH là một mô hình kinh tế trong đó tài nguyên, vật liệu và năng lượng được sử dụng hiệu quả nhất, tái sử dụng nhiều lần và tạo ra ít chất thải nhất có thể.

Thay vì sản xuất, sử dụng, rồi thải bỏ (mô hình KTTT), KTTH khuyến khích:

- Tái sử dụng: Sử dụng lại sản phẩm hoặc vật liệu sau khi hoàn thành chức năng ban đầu;
- Tái chế: Chuyển đổi chất thải thành nguyên liệu mới;
- Sửa chữa: Kéo dài tuổi thọ sản phẩm thay vì vứt bỏ.

Mục tiêu của kinh tế tuần hoàn là giảm lãng phí, bảo vệ môi trường, và duy trì nguồn tài nguyên để phát triển bền vững cho tương lai.



Hình 1. Từ kinh tế tuyến tính đến kinh tế tuần hoàn

2.2. Nông nghiệp tuần hoàn

Kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp hay nông nghiệp tuần hoàn (NNTH) là nền sản xuất nông nghiệp theo một chu trình khép kín mà ở đó chất thải hay phụ phẩm nông nghiệp của quá trình sản xuất này là đầu vào của quá trình sản xuất khác.

NNTH là cách làm mà mọi thứ trong sản xuất nông nghiệp được sử dụng lại, không lãng phí.

Ví dụ: Phụ phẩm từ trồng trọt (rơm rạ, lá cây) được dùng làm thức ăn cho gia súc hoặc làm phân bón; Phân của gia súc, gia cầm được ủ thành phân hữu cơ để bón

cho cây trồng; Nước và chất thải được tái chế, không xả ra môi trường.

NNTH là một hệ thống sản xuất được thiết kế chủ động nhằm khôi phục và tái tạo tài nguyên, với mục tiêu tối ưu hóa việc sử dụng nguyên vật liệu và tài nguyên trong suốt quá trình sản xuất.

NNTH xem phụ phẩm, chất thải là nguồn tài nguyên, chủ động có phương án thiết kế để sử dụng nguồn tài nguyên này, thông qua việc ứng dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật nhằm kéo dài vòng đời sản phẩm, giảm chất thải và các tác động xấu đến môi trường, hướng đến việc sử dụng có hiệu quả tài nguyên.

Nói một cách đơn giản NNTH là phương pháp canh tác và chăn nuôi bền vững, dựa trên việc tái sử dụng và tái chế các nguồn tài nguyên sẵn có trong cơ sở sản xuất để giảm thiểu chất thải và tiết kiệm chi phí.

Cụ thể, NNTH áp dụng theo các cách sau:

- Tận dụng phụ phẩm và chất thải: Sử dụng rơm rạ, phân từ gia súc, gia cầm làm phân hữu cơ hoặc làm thức ăn cho các loài vật khác.

- Kết hợp các hệ thống canh tác: Ví dụ như nuôi cá trong ruộng lúa để chất thải từ cá làm giàu dinh dưỡng cho cây lúa, và ngược lại.

- Sử dụng năng lượng hiệu quả: Áp dụng các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, biogas từ phân gia súc để giảm chi phí và bảo vệ môi trường.

Mục tiêu của nông nghiệp tuần hoàn là: Giảm chi phí do tận dụng tối đa tài nguyên có sẵn; Tăng thu nhập từ việc tạo thêm sản phẩm mới từ phụ phẩm; Bảo vệ môi trường, giảm rác thải, giữ đất, nước sạch. Đó là cách làm nông nghiệp hiệu quả, tiết kiệm và bền vững.

2.3. Vai trò và đặc điểm của nông nghiệp tuần hoàn

2.3.1. Vai trò của nông nghiệp tuần hoàn

NNTH đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng một hệ thống nông nghiệp bền vững, hiệu quả và thân thiện với môi trường. NNTH không chỉ giúp nông dân, HTX, doanh nghiệp, cộng đồng tiết kiệm chi phí, tăng thu nhập mà còn bảo vệ tài nguyên thiên nhiên, tạo nền tảng cho một ngành nông nghiệp phát triển bền vững, đáp ứng các yêu cầu kinh tế, môi trường và xã hội trong tương lai.

Các vai trò của nông nghiệp tuần hoàn bao gồm:

- *Tăng hiệu quả sử dụng tài nguyên*: NNTH giúp tận dụng phụ phẩm và chất thải nông nghiệp như rơm rạ, phân gia súc, và nước thải để tái chế thành phân bón hữu cơ, thức ăn chăn nuôi hoặc năng lượng tái tạo; Giảm lãng phí tài nguyên đất, nước và năng lượng, đồng thời tối ưu hóa chi phí sản xuất.

- *Bảo vệ môi trường*: Giảm thiểu ô nhiễm đất, nước và không khí bằng cách tái sử dụng chất thải thay vì xả thải ra môi trường; Giảm phát thải khí nhà kính (CO₂, CH₄) thông qua các hoạt động sản xuất sạch hơn và sử dụng năng lượng tái tạo.

- *Đảm bảo phát triển kinh tế bền vững*: Giảm chi phí đầu vào như phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật,

tăng lợi nhuận cho nông dân; Tạo thêm nguồn thu nhập từ việc sản xuất các sản phẩm tái chế, ví dụ như phân hữu cơ, năng lượng khí sinh học-biogás, hoặc sản phẩm chế biến sâu.

- *Đóng góp vào an ninh lương thực*: Cải thiện chất lượng đất và tăng năng suất cây trồng, đảm bảo nguồn cung lương thực ổn định; Sản xuất thực phẩm sạch hơn, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường về sản phẩm an toàn và bền vững.

- *Thích ứng với biến đổi khí hậu*: Tăng khả năng chống chịu của hệ thống nông nghiệp trước các tác động của biến đổi khí hậu, như hạn hán, lũ lụt; Giảm rủi ro thiên tai bằng cách duy trì cân bằng sinh thái và bảo vệ tài nguyên tự nhiên.

- *Bảo vệ và cải thiện hệ sinh thái*: Duy trì và bảo vệ đa dạng sinh học thông qua các phương pháp canh tác bền vững; Cải thiện chất lượng đất, nước và không khí, góp phần tạo môi trường sống lành mạnh hơn.

2.3.2. Đặc điểm của nông nghiệp tuần hoàn

Nông nghiệp tuần hoàn có những đặc điểm như sau:

- *Không lãng phí bất cứ thứ gì, mọi thứ đều được tái sử dụng*: Rơm rạ, cỏ khô, lá cây: không vứt đi mà dùng làm thức ăn cho gia súc hoặc ủ thành phân bón; Phân chuồng, nước thải từ chăn nuôi: được xử lý để làm phân hữu cơ, không đổ bỏ gây ô nhiễm. Phụ phẩm từ trồng trọt hoặc chăn nuôi quay lại phục vụ sản xuất, như phân bón cho cây, thức ăn cho cá; Chất thải được tái chế thành sản phẩm có ích, chẳng hạn như phân vi sinh, khí biogás.

- *Tích hợp các hệ thống sản xuất, gắn kết các hoạt động trong cơ sở sản xuất:* Trồng trọt và chăn nuôi hỗ trợ lẫn nhau: cây trồng cung cấp thức ăn, chăn nuôi cung cấp phân bón; tạo thành một vòng khép kín, không để tài nguyên nào bị bỏ phí.

- *Tiết kiệm chi phí:* Nông dân không phải mua nhiều phân bón hóa học hay thuốc trừ sâu, vì đã có phân hữu cơ và các phương pháp tự nhiên; Chăn nuôi tận dụng thức ăn từ phụ phẩm cây trồng, giảm chi phí mua thức ăn ngoài.

- *Bảo vệ đất, nước và môi trường:* Sử dụng phân hữu cơ làm cho đất tốt hơn, không bị bạc màu; Không xả chất thải ra sông, suối nên giữ nước sạch.

Bảng 1. So sánh nông nghiệp tuần hoàn với nông nghiệp truyền thống

Đặc điểm	Nông nghiệp truyền thống	Nông nghiệp tuần hoàn
Quản lý chất thải	Chất thải thường bị vứt bỏ	Chất thải được tái sử dụng làm tài nguyên
Tối ưu tài nguyên	Ít chú trọng	Ưu tiên sử dụng hiệu quả mọi tài nguyên
Tác động đến môi trường	Gây ô nhiễm môi trường, cạn kiệt tài nguyên	Giảm ô nhiễm bảo vệ môi trường
Mục tiêu	Tăng trưởng kinh tế, tăng trưởng nông nghiệp bằng cách tăng sản lượng.	Phát triển bền vững, cân bằng giữa lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường.

- *Đa dạng hóa sản phẩm, giúp nông sản sạch hơn, nâng cao giá trị gia tăng*: Do ít dùng hóa chất nên nông sản an toàn, dễ được thị trường ưa chuộng; Nông hộ, HTX, doanh nghiệp có thể xây dựng thương hiệu cho sản phẩm sạch, nâng cao giá trị gia tăng cho nông sản.

- *Thân thiện với thiên nhiên*: Giảm khí thải độc hại, giữ môi trường trong lành; Tăng khả năng chống chịu với thời tiết xấu, thiên tai.

2.4. Nguyên tắc cơ bản của nông nghiệp tuần hoàn

Nông nghiệp tuần hoàn là một phương pháp canh tác dựa trên nguyên tắc tái sử dụng tài nguyên và giảm lãng phí trong hệ thống nông nghiệp. Mục tiêu chính là tạo ra một vòng tuần hoàn khép kín, bền vững, trong đó các chất thải hoặc phụ phẩm từ một phần của quá trình sản xuất được tái sử dụng làm đầu vào cho các phần khác.

Các nguyên tắc cơ bản:

1. *Tái sử dụng chất thải*: Chất thải từ cây trồng hoặc vật nuôi (như phân chuồng, rơm rạ) được xử lý và dùng làm phân bón hữu cơ hoặc nguyên liệu cho sản xuất năng lượng.

2. *Đa dạng hóa sản xuất*: Kết hợp giữa trồng trọt và chăn nuôi, hoặc trồng nhiều loại cây khác nhau để tận dụng tối đa tài nguyên đất, nước, và ánh sáng.

3. *Giảm phụ thuộc vào hóa chất*: Sử dụng các nguồn tài nguyên tự nhiên (như phân xanh, phân hữu cơ) để hạn chế phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật.

4. *Tối ưu hóa tài nguyên*: Quản lý nước, đất, và năng lượng hiệu quả để giảm thất thoát.

5. *Tăng cường hệ sinh thái tự nhiên*: Duy trì hoặc cải thiện đa dạng sinh học để cân bằng hệ sinh thái.

Ví dụ:

Trong một trang trại nhỏ, phân bò được sử dụng làm phân bón cho cây trồng. Sau khi thu hoạch, rơm rạ từ cây trồng lại trở thành thức ăn cho bò, tạo nên một vòng tuần hoàn khép kín.

Một hệ thống nuôi cá kết hợp trồng rau: Nước thải từ bể cá giàu dinh dưỡng sẽ được dẫn vào vườn rau để làm phân bón tự nhiên, và rau giúp lọc nước để đưa lại vào bể cá.

Phương pháp này không chỉ giảm chi phí sản xuất mà còn bảo vệ môi trường và tạo sự bền vững trong nông nghiệp.

2.5. Các cơ hội phát triển nông nghiệp tuần hoàn ở Việt Nam

Nông nghiệp tuần hoàn tại Việt Nam có tiềm năng phát triển lớn nhờ vào các yếu tố tự nhiên, kinh tế và xã hội, cụ thể:

- Việt Nam có nguồn tài nguyên tự nhiên phong phú, hệ sinh thái đa dạng, tạo điều kiện thuận lợi để áp dụng các mô hình tuần hoàn như canh tác đa canh, trồng xen canh hoặc luân canh.

- Có nguồn phụ phẩm nông nghiệp dồi dào: Lượng lớn rơm rạ, bã mía, vỏ cà phê, phân gia súc... là nguồn nguyên liệu tiềm năng cho sản xuất phân bón hữu cơ hoặc năng lượng sinh học.

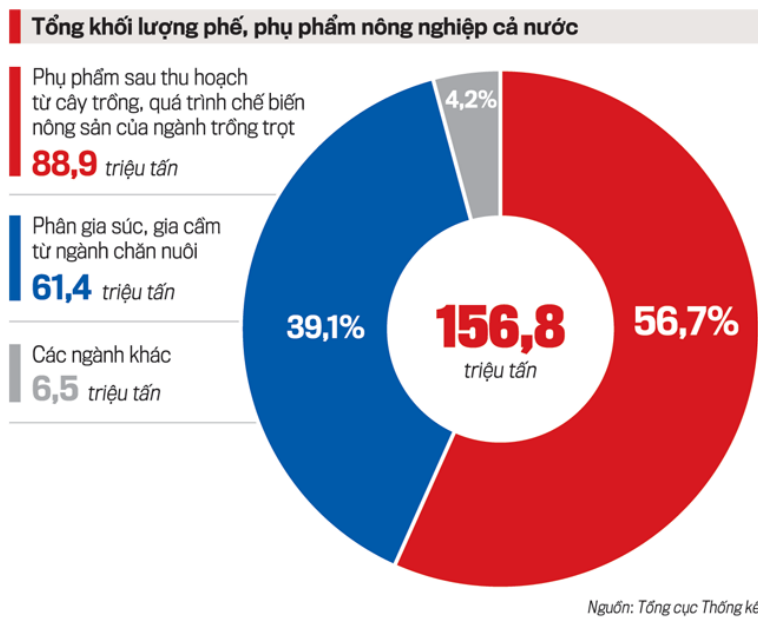
- Chính phủ Việt Nam đang đẩy mạnh phát triển nông nghiệp bền vững, khuyến khích sử dụng phân bón hữu cơ và giảm phụ thuộc vào hóa chất. Người tiêu dùng trong và ngoài nước ngày càng ưa chuộng nông sản sạch, hữu cơ. Đây là động lực để các mô hình nông nghiệp tuần hoàn phát triển.

- Việc ứng dụng công nghệ và chuyển đổi số như công nghệ xử lý chất thải (công nghệ sản xuất phân hữu cơ, biogas và xử lý nước thải) đã có sẵn và đang ngày càng phổ biến; Hệ thống quản lý thông minh: áp dụng IoT và Dữ liệu lớn (Big Data) giúp tối ưu hóa việc quản lý tài nguyên như nước, phân bón và năng lượng.

- Việt Nam có cộng đồng nông dân và doanh nghiệp năng động sẵn sàng triển khai các phương pháp tuần hoàn để nâng cao hiệu quả và giảm chi phí; có lực lượng lao động lớn có thể đào tạo và chuyển giao công nghệ.

- Các mô hình nông nghiệp tuần hoàn đang thể hiện sự hiệu quả, hỗ trợ phát triển kinh tế nông thôn, tạo thêm công ăn việc làm trong các lĩnh vực mới như xử lý chất thải và chế biến phụ phẩm, nâng cao giá trị sản phẩm nông nghiệp và giảm chi phí sản xuất, tăng thu nhập cho người nông dân.

- Nông nghiệp tuần hoàn giúp giảm phát thải khí nhà kính và tăng khả năng chống chịu của hệ thống nông nghiệp, phù hợp với các chiến lược thích ứng biến đổi khí hậu của Việt Nam.



Hình 2. Khối lượng phụ phẩm và chất thải nông nghiệp

2.6. Lợi ích của nông nghiệp tuần hoàn

NNTH giúp người nông dân tiết kiệm chi phí, tăng thu nhập, và bảo vệ môi trường, đồng thời tạo ra một hệ thống nông nghiệp bền vững và thân thiện với thiên nhiên.

Bảng 2. Lợi ích của Nông nghiệp tuần hoàn

Lợi ích kinh tế	Lợi ích xã hội	Lợi ích môi trường
<ul style="list-style-type: none">- Tiết kiệm đầu vào cho sản xuất;- Giảm chi phí sản xuất;- Giảm chi phí xử lý môi trường;- Tăng hiệu suất sản xuất;- Mở ra thị trường mới và các liên kết kinh tế hiệu quả;- Tăng lợi nhuận cho cơ sở sản xuất.	<ul style="list-style-type: none">- Tăng thu nhập;- Tạo thêm việc làm thông qua các hoạt động tái chế, tái sử dụng;- Tạo ra các sản phẩm an toàn, chất lượng cao, sản phẩm hữu cơ;- Cải thiện sức khỏe cộng đồng;- Duy trì mối quan hệ cộng đồng tốt đẹp;- Nâng cao trách nhiệm cộng đồng;- Giảm rủi ro trong sản xuất do đa dạng và tích hợp trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản trong mô hình sản xuất.	<ul style="list-style-type: none">- Tiết kiệm tài nguyên;- Giảm thiểu phát sinh chất thải, phát thải nhà kính;- Tiết kiệm nước;- Bón phân khoa học và hợp lý, giảm sử dụng hóa chất giúp cải tạo đất và bảo vệ tài nguyên đất bền vững;- Môi trường trong lành, không bị ô nhiễm;- Giảm phát thải và hướng tới “net zero” (phát thải ròng bằng 0).

2.7. Tiêu chí đánh giá nông nghiệp tuần hoàn

Có 04 tiêu chí tổng quát để xây dựng bộ tiêu chí và chỉ số nông nghiệp tuần hoàn, gồm: i) Kéo dài thời gian sử dụng vật liệu, thiết bị, sản phẩm, hàng hóa; ii) Giảm chất thải và các tác động xấu đến môi trường; iii) Giảm khai thác, tăng sử dụng hiệu quả tài nguyên, nguyên vật liệu, tiết kiệm năng lượng và iv) Tính kinh tế, đa mục tiêu của nông nghiệp tuần hoàn.

2.7.1 Nhóm tiêu chí kéo dài vòng đời sản phẩm

Vòng đời sản phẩm (Product Life Cycle) là quy trình của sản phẩm, bắt đầu từ lúc xuất hiện cho đến khi bị đào thải khỏi thị trường:

- Vòng đời sản phẩm được kéo dài;
- Sản phẩm được sử dụng lâu bền;
- Tuổi thọ sản phẩm nông nghiệp tăng lên.

2.7.2. Nhóm tiêu chí giảm chất thải và các tác động tiêu cực đến môi trường

- Mức độ giảm trong sử dụng các sản phẩm chứa hóa chất hoặc canh tác không đạt chuẩn.

- Mức độ và tỷ lệ thay thế hóa chất, phân bón vô cơ bằng phân hữu cơ.

- Sự phát triển của các biện pháp sinh học trong hệ thống kiểm soát dịch hại.

- Mức độ sản xuất kết hợp giữa cây trồng và vật nuôi, thủy sản.

- Giảm chất thải từ thực phẩm.

2.7.3. Tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải

- Có sử dụng phương pháp canh tác có thể giảm phát thải khí nhà kính (GHG), thu giữ các-bon trong đất và thực vật, đồng thời giảm thiểu xáo trộn đất.

- Có thực hiện biện pháp cải tạo đất, cho phép lưu trữ nước tốt hơn và thúc đẩy đất hoạt động sinh học tạo ra khả năng tái sản xuất.

- Có áp dụng các biện pháp để hạn chế phát thải khí nhà kính trong sản xuất nông nghiệp đối với cấp độ nông trại có thể áp dụng như: các kỹ thuật canh tác lúa tiên tiến theo hướng tiết kiệm nước tưới và chi phí đầu vào để giảm phát thải khí nhà kính như thâm canh lúa cải tiến (SRI), “3 giảm 3 tăng”, “1 phải 5 giảm”.

- Khả năng tái tạo như phát triển bao bì được thiết kế để phân hủy làm từ vật liệu sinh học.

- Sự gia tăng hấp thụ carbon thông qua thực hành quản lý chất thải thực vật, hoặc vật liệu các quy trình xử lý như ủ phân. Từ đó, giảm thiểu rác thải rắn từ sản xuất nông nghiệp.

2.7.4. Tính kinh tế, xã hội đa mục tiêu của kinh tế tuần hoàn

- Hiệu quả kinh tế: mức độ giảm chi phí sản xuất, giảm giá thành sản phẩm, mức tăng của doanh thu, thu nhập.

- Hiệu quả xã hội: tỷ lệ sản phẩm an toàn, sản phẩm hữu cơ, sản phẩm VietGAP (Vietnamese Good Agricultural Practices-Thực hành sản xuất nông nghiệp

tốt ở Việt Nam), mức độ giảm rủi ro, mức độ cải thiện sức khỏe.

- Tính hợp tác/chia sẻ của người dân.
- Sự phân bổ và sử dụng lao động của gia đình.
- Tính kết nối của hệ thống sản xuất với môi trường lân cận.
- Mức độ phát triển chuỗi liên kết, chuỗi giá trị, mức độ tiếp cận thị trường.
- Khả năng phục hồi sau rủi ro.

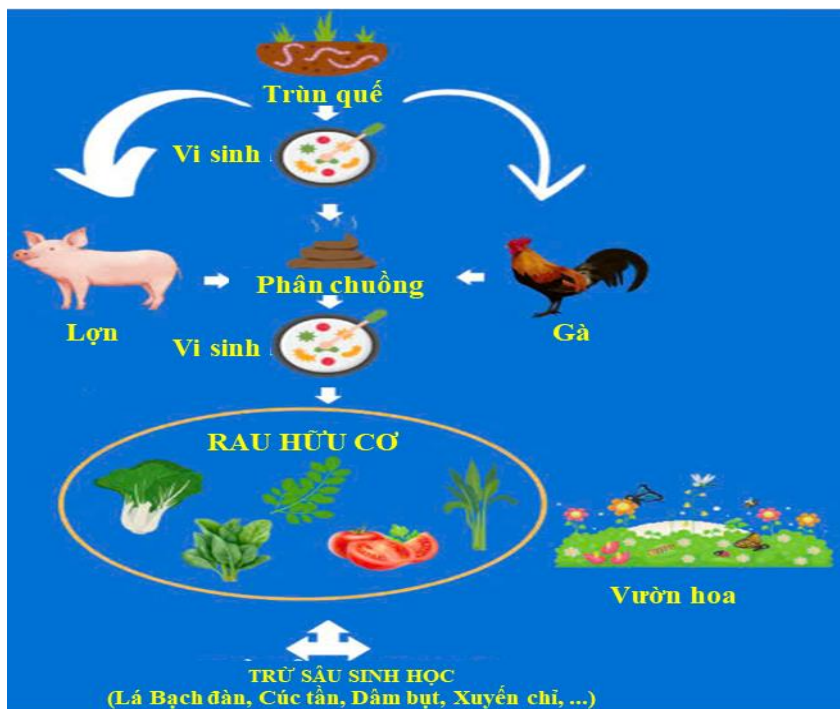
2.8. Các hình thức nông nghiệp tuần hoàn

2.8.1 Phân loại theo cấp độ tuần hoàn

a. Mô hình nông nghiệp tuần hoàn khép kín

Mô hình nông nghiệp tuần hoàn khép kín là hình thức các dòng vật chất được luân chuyển trong nội bộ đơn vị sản xuất. Mô hình này tạo ra một hệ sinh thái bền vững trong nội bộ nông hộ/trang trại, nơi mọi thứ đều được tận dụng một cách tối ưu.

Nguyên tắc của mô hình này là các phụ phẩm, chất thải của ngành này được tận dụng và trở thành nguyên liệu cho một quá trình khác và được sử dụng một cách tiết kiệm và hiệu quả. Với mô hình này thì trong nông trại thường sẽ kết hợp đa ngành: trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản. Các ngành sẽ tích hợp với nhau để hỗ trợ nhau. Nông trại có thể sản xuất nhiều loại sản phẩm phục vụ cho chính nó, giảm sự phụ thuộc vào nguồn lực bên ngoài.



Hình 3. Mô hình nông nghiệp tuần hoàn khép kín

Ví dụ: Chất thải từ chăn nuôi được dùng làm phân bón hữu cơ cho cây trồng hoặc sản xuất khí sinh học (biogas) hoặc nuôi trùn quế; trùn quế có thể được sử dụng làm thức ăn cho các loài thủy cầm, các phụ phẩm của cây trồng được sử dụng để làm phân bón hữu cơ, hoặc được ủ làm thức ăn cho gia súc, hoặc làm độn chuồng, làm đệm lót sinh học...; Nước thải của hầm biogas khi được xử lý hợp lý có thể dùng để nuôi cá và là nguồn nước tưới giàu dinh dưỡng cho cây trồng.

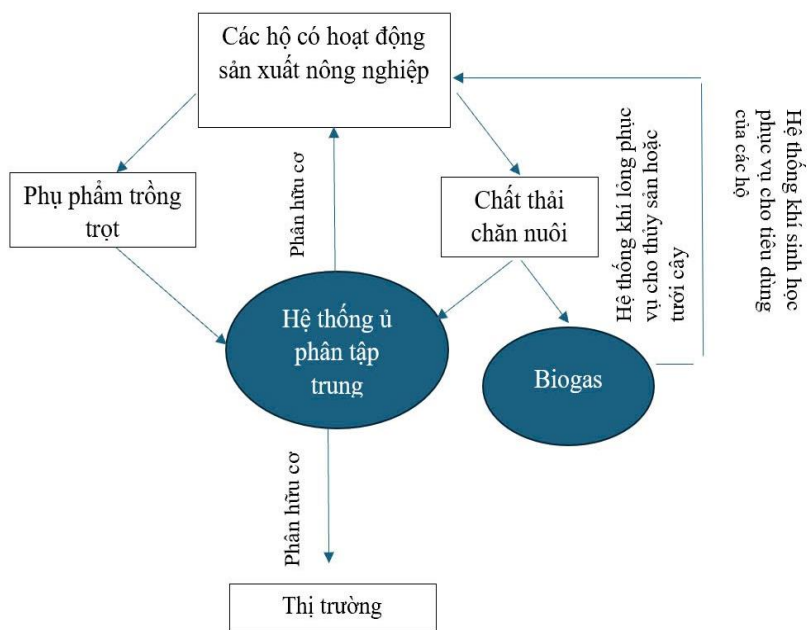
Với mô hình như vậy sẽ giảm được chi phí sản xuất do tận dụng được các nguồn tài nguyên sẵn có; Tạo ra

nguồn thực phẩm sạch và an toàn hơn; đa dạng loại hình sản xuất nên giảm được các rủi ro, bảo vệ môi trường.

b. Mô hình nông nghiệp tuần hoàn mở

Mô hình nông nghiệp tuần hoàn mở là một phương pháp sản xuất nông nghiệp tích hợp, tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên tự nhiên và giảm thiểu chất thải, hướng đến phát triển bền vững.

Khác với mô hình nông nghiệp tuần hoàn khép kín, mô hình mở cho phép sự tương tác và trao đổi tài nguyên giữa các hệ thống bên trong và bên ngoài, tạo ra giá trị gia tăng cho cộng đồng và môi trường.



Hình 4. Mô hình nông nghiệp tuần hoàn mở

Đặc điểm chính của mô hình tuần hoàn mở đó là:

○ *Tối ưu hóa nguồn tài nguyên:*

Tận dụng phụ phẩm từ sản xuất nông nghiệp (rơm rạ, phân động vật, nước thải) làm nguyên liệu cho các hoạt động khác như sản xuất phân bón hữu cơ, khí sinh học (biogas), hoặc nuôi trồng thủy sản.

Tích hợp các nguồn lực bên ngoài như phế phẩm từ công nghiệp chế biến hoặc rác thải hữu cơ từ đô thị để bổ sung tài nguyên cho nông nghiệp.

○ *Tăng cường liên kết:*

Liên kết các hộ nông dân, doanh nghiệp, và các tổ chức cộng đồng để chia sẻ tài nguyên, kiến thức, và công nghệ.

Tạo ra mạng lưới sản xuất và tiêu thụ tuần hoàn, trong đó chất thải của một hệ thống này trở thành tài nguyên của hệ thống khác.

○ *Bảo vệ môi trường:*

Giảm phát thải khí nhà kính thông qua việc tái sử dụng chất thải.

Cải thiện chất lượng đất và nước bằng việc sử dụng các sản phẩm hữu cơ tự nhiên.

○ *Đa dạng hóa sản phẩm:*

Sản xuất không chỉ các sản phẩm nông nghiệp chính mà còn các sản phẩm phụ như phân bón, năng lượng sạch (biogas), hoặc vật liệu sinh học.

Ví dụ về mô hình nông nghiệp tuần hoàn mở:

+ Phân, chất thải từ các hộ chăn nuôi được gom về hợp tác xã và có hệ thống ủ để sản xuất phân bón hữu cơ cho cây trồng, sản phẩm này có thể xây dựng thương hiệu và bán trên thị trường.

+ Liên kết giữa nông nghiệp và công nghiệp chế biến: Các phụ phẩm từ chế biến thực phẩm (vỏ trái cây, bã mía) được trả về nông trại để sản xuất phân hữu cơ hoặc nhiên liệu sinh học. Như vậy có sự liên kết giữa nông nghiệp và công nghiệp chế biến.

+ Kết nối với đô thị: Thu gom rác thải hữu cơ từ đô thị để tái chế thành phân bón hữu cơ hoặc năng lượng sinh học.

Mô hình này có nhiều lợi ích đó là: Giảm chi phí sản xuất nhờ tận dụng tài nguyên có sẵn; Tăng tính bền vững và khả năng chống chịu của hệ thống nông nghiệp trước biến đổi khí hậu và đóng góp vào sự phát triển kinh tế - xã hội của cộng đồng địa phương.

Mô hình này đang ngày càng được khuyến khích áp dụng, đặc biệt ở các quốc gia đang phát triển, nhằm hướng tới một nền kinh tế nông nghiệp xanh và bền vững.

2.8.2. Phân loại theo phạm vi ứng dụng

a. Nông nghiệp tuần hoàn hộ gia đình

Quy mô nhỏ, áp dụng trong các gia đình hoặc nhóm nhỏ nông dân.

Ví dụ: Vườn - ao - chuồng (VAC): Nuôi cá, trồng cây và chăn nuôi lợn/gà trong một hệ thống nhỏ.

b. Nông nghiệp tuần hoàn trang trại, cộng đồng

Quy mô vừa và lớn, dành cho các trang trại chuyên canh hoặc kết hợp.

Ví dụ: Một trang trại trồng cây ăn quả và nuôi ong để tận dụng lợi ích thụ phấn.

c. Nông nghiệp tuần hoàn công nghiệp

Áp dụng công nghệ hiện đại, quy mô lớn, tối ưu hóa chuỗi tuần hoàn tài nguyên và sản xuất hàng hóa.

Ví dụ: Các nhà máy sản xuất nông sản tái sử dụng phụ phẩm để sản xuất phân hữu cơ hoặc năng lượng tái tạo (khí sinh học-biogas).

2.8.3. Phân loại theo phương pháp áp dụng

a. Nông nghiệp hữu cơ tuần hoàn

Đặc điểm: Sử dụng hoàn toàn các phương pháp tự nhiên, không hóa chất, tận dụng tối đa phụ phẩm làm phân hữu cơ và thức ăn chăn nuôi.

Ví dụ: Trồng rau hữu cơ kết hợp nuôi gia cầm, sử dụng phân gia cầm ủ làm phân bón hữu cơ.

b. Nông nghiệp thông minh tuần hoàn

Đặc điểm: Ứng dụng công nghệ cao (IoT, AI, máy móc tự động) để theo dõi, tối ưu hóa và tái chế tài nguyên.

Ví dụ: Hệ thống thủy canh kết hợp nuôi cá (Aquaponics) sử dụng cảm biến để kiểm soát chất lượng nước và dinh dưỡng.

2.8.4 Phân loại theo cách thức sử dụng phụ phẩm và chất thải nông nghiệp

a. Loại mô hình tạo và dùng khí đốt từ chất thải, nước thải trong chăn nuôi, trồng trọt

Phân động vật thải ra từ các trang trại chăn nuôi gia súc, gia cầm, rơm rạ, nước thải sinh hoạt ở vùng nông

thôn... được xử lý làm nguyên liệu cơ sở tạo ra khí sinh học, rồi sau đó được sử dụng làm chất đốt, bùn biogas và bã biogas được sử dụng làm phân hữu cơ. Mô hình kết hợp trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản (mô hình VAC, lúa-tôm, lúa-cá đẻ cặp bên dưới), mô hình nông-lâm kết hợp, mô hình vườn-rừng.

b. Loại mô hình tuần hoàn lấy phế phụ phẩm trong nông nghiệp làm chất xúc tác hay tạo ra các sản phẩm có giá trị khác

Một số mô hình như sử dụng rơm rạ làm vật trung gian, sử dụng vỏ tôm cua làm nhựa sinh học, xử lý phụ phẩm tôm phục vụ ngành dược phẩm (Chitosan, Collagen...), thực phẩm (dầu tôm, dầu cá...). Đây là một phương pháp hiệu quả vừa đem lại nguồn thu nhập thêm cho người dân vừa bảo vệ môi trường. Người nông dân có thể sử dụng rơm rạ để trồng nấm rơm, rơm rạ bán cho doanh nghiệp hoặc xuất khẩu; có thể vùi rơm vào đất để lưu giữ nguồn phân bón cho vụ sau, hoặc dùng chế phẩm sinh học xử lý rơm rạ thành phân bón hữu cơ để tăng vi sinh vật hữu cơ giúp cải tạo đất; rơm rạ làm thức ăn cho gia súc. Đặc biệt, rơm rạ có thể sử dụng sản xuất Etanol, một loại xăng sinh học thân thiện với môi trường.

c. Loại mô hình tiết chế hóa:

Mô hình này gắn liền với việc hạn chế sử dụng phân hóa học, thuốc trừ sâu, thuốc thú y, thuốc tăng trưởng trong trồng trọt và chăn nuôi để không tác động xấu đến

môi trường và làm ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Các biện pháp thay thế như: bao trái ở cây ăn quả; tìm giống kháng rầy, kháng sâu ở lúa và hoa màu; sử dụng các loại phân vi sinh bón cho cây rau quả củ thay vì phân hóa học.

3. MỘT SỐ MÔ HÌNH NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN Ở VIỆT NAM

Ở Việt Nam, những mô hình nông-lâm-ngư nghiệp kết hợp đã được nghiên cứu và hình thành tại nhiều địa phương mang lại hiệu quả, cụ thể:

a. Vườn-ao-chuồng

Mô hình VAC được coi là hình thức nông nghiệp tuần hoàn đơn giản nhất. Mô hình này đã được áp dụng phổ biến ở Việt Nam từ những năm 1980. Vườn (V) là hoạt động trồng trọt, ao (A) là nuôi trồng thủy sản và chuồng (C) là chăn nuôi gia súc, gia cầm trong các hộ gia đình, gia trại, trang trại.

Hiện nay mô hình VAC đã được cải tiến phù hợp với trình độ phát triển của sản xuất nông nghiệp cũng như điều kiện sinh thái của từng vùng lãnh thổ trên cả nước, đó là: Vườn - Ao - Chuồng - Biogas (VACB); Vườn - Ao - Chuồng - Rừng (VACR); Vườn - Ao - Hồ (VAH).

Thực hiện mô hình nông nghiệp tổng hợp này vừa giúp quản lý chất thải nông nghiệp, vừa đem lại hiệu quả kinh tế cao, vừa giúp giảm phát thải khí nhà kính, giảm ô nhiễm môi trường.



Hình 5. Mô hình nông nghiệp tổng hợp VAC

b. Mô hình chăn nuôi an toàn sinh học 4F

Mô hình 4F là chu trình sản xuất khép kín, gồm: chăn nuôi lợn hữu cơ, sản xuất các chế phẩm sinh học, sản xuất thức ăn chăn nuôi hữu cơ và sản xuất phân bón vi sinh. Trong mô hình này, chất thải trong trang trại được thu gom và xử lý để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh phục vụ trồng trọt, tạo thành quy trình sản xuất nông nghiệp khép kín từ chăn nuôi đến trồng trọt, từ cây đến đất.

Thực hiện mô hình chăn nuôi an toàn sinh học 4F vừa tăng hiệu quả kinh tế, phòng ngừa dịch bệnh, vừa góp phần bảo vệ môi trường sinh thái, giảm phát thải khí nhà kính.

Mô hình 4F gồm 4 hạng mục:

- Trang trại chăn nuôi (Farm) được bố trí khép kín đạt tiêu chuẩn tiên tiến về trang trại chăn nuôi hữu cơ an toàn sinh học, tiết kiệm nước, không xả thải gây ô nhiễm môi trường;

- Sản phẩm (Food) chuỗi cung ứng khép kín từ trang trại đến bàn ăn, đạt chất lượng cao, đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm;

- Thức ăn chăn nuôi hữu cơ (Feed) được nhà máy sản xuất ứng dụng men vi sinh;

- Phân bón (Fertilizer) từ chăn nuôi và đệm lót sinh học rải chuồng được thu gom để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh, tái phục vụ cho trồng trọt hữu cơ.

Tổ hợp này là mô hình kiểu mẫu về chuỗi nông nghiệp hữu cơ tuần hoàn khép kín. Người nông dân khi tham gia vào chuỗi liên kết sản xuất khép kín cùng doanh nghiệp được hưởng nhiều lợi ích: được tiếp cận nguồn giống chất lượng, vật tư đầu vào đạt chuẩn và đảm bảo tiêu thụ sản phẩm ổn định. Mô hình trang trại tuần hoàn này, với quy trình không phát sinh nước thải, chất thải và không gây ô nhiễm mùi, tạo ra lợi ích đa chiều cho môi trường và cộng đồng.

c. Mô hình vòng tuần hoàn xanh trong các trang trại chăn nuôi bò sữa

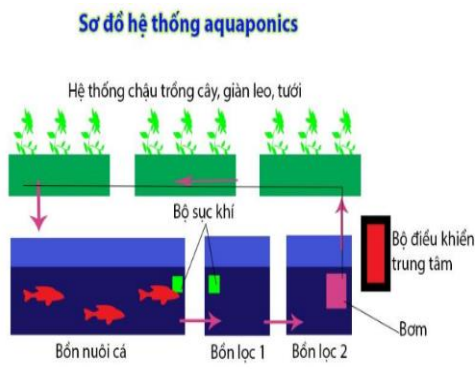
Đây là mô hình chăn nuôi trong các doanh nghiệp hoặc các trang trại chăn nuôi lớn: phát triển trang trại bò sữa thân thiện với môi trường. Trong các trang trại bò sữa, quy trình chăn nuôi khép kín: từ làm đất, trồng cỏ, chăm sóc bò đến xử lý chất thải để tạo “vòng tuần hoàn xanh”. Nhờ công nghệ biogas, chất thải gia súc được xử lý để tiếp tục bón cho đồng cỏ, cải tạo đất và một phần khác được biến đổi thành khí CH_4 dùng để đun nước nóng dùng cho hoạt động của trang trại.

d. Mô hình tích hợp nuôi cá và trồng rau

Trồng rau thủy canh kết hợp nuôi cá (Aquaponics) là phương pháp nông nghiệp hiện đại đang được ưa chuộng vì khả năng tối ưu hóa không gian và tài nguyên.

Aquaponics là một phương pháp canh tác tích hợp, kết hợp giữa nuôi trồng thủy sản (Aquaculture) và hệ thống thủy canh (Hydroponics) trong một chu trình khép kín, bền vững và thân thiện với môi trường.

Trong mô hình này, nước từ bể nuôi cá, chứa đầy các chất thải hữu cơ, được bơm lên khay trồng rau. Tại đây, các vi sinh vật và vi khuẩn dị dưỡng chuyển hóa chất thải thành các chất dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng. Cây sẽ hấp thu các dưỡng chất này, đồng thời làm sạch nước trước khi nó được trả lại bể cá.



Hình 6. Sơ đồ hệ thống Aquaponics đơn giản

Nhờ vào quy trình tuần hoàn này, hệ thống Aquaponics không chỉ tiết kiệm nước mà còn giảm thiểu việc sử dụng phân bón hóa học, đồng thời cung cấp sản phẩm nông sản sạch, an toàn và hiệu quả về mặt kinh tế.

e. Mô hình nuôi thủy sản với công nghệ tuần hoàn nước

Hệ thống tuần hoàn nước (RAS) đã được các cơ sở nuôi trồng thủy sản ứng dụng trong những năm gần đây. Các hệ thống RAS được phân loại dựa theo tỷ lệ tái sử dụng nước (% lưu lượng nước thải được xử lý đưa ngược trở lại) sau mỗi chu kỳ. Các công nghệ RAS tiên tiến nhất có tỷ lệ tái sử dụng nước lên đến 95-99%. Hệ thống RAS cho phép kiểm soát tốt hơn các công nghệ khác trong nuôi trồng thủy sản, mang lại hiệu quả sản xuất cao và lợi ích kinh tế đáng kể. Tuy nhiên chi phí cho hệ thống này khá lớn nên hiện nay mới chỉ áp dụng tại các trang trại sản xuất giống tôm.

f. Mô hình lúa-cá-vịt, lúa-tôm, lúa-cá, Tôm-rừng, Lúa-Rươi

Mô hình kết hợp nuôi cá và thả vịt trong ruộng lúa. Cá và vịt sống trong ruộng giúp làm sạch cỏ dại và kiểm soát sâu bệnh tự nhiên. Phân của cá và vịt cung cấp nguồn dinh dưỡng hữu cơ tự nhiên cho lúa, làm giảm lượng phân bón hóa học cần sử dụng.



Hình 7. Mô hình lúa – cá – vịt

Trong mô hình lúa tôm, vào mùa mưa khi độ mặn nước giảm, nông dân trồng lúa trên đất nuôi tôm để cải tạo đất và tận dụng dinh dưỡng tự nhiên. Đến mùa khô khi độ mặn tăng, tôm được nuôi trên đất đã được cải tạo từ vụ lúa. Mô hình lúa - tôm giúp hạn chế tình trạng thoái hóa đất do nuôi tôm lâu năm, đồng thời giảm việc sử dụng hóa chất và phân bón. Tôm hấp thụ dưỡng chất từ đất đã qua vụ lúa, còn lúa giúp làm sạch đất, giảm mầm bệnh và phục hồi đất, đảm bảo độ bền vững của vùng canh tác.

Mô hình “lúa, tôm” được áp dụng từ đầu những năm 2000 ở các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, mô hình “lúa, cá” được thực hiện ở các tỉnh vùng trũng, hay ngập úng ở các tỉnh đồng bằng sông Hồng.

Trong mô hình này, khi nuôi tôm hoặc cá trong ruộng lúa, phân của tôm, cá và thức ăn còn dư (của tôm, cá) sẽ làm phân bón bổ sung dinh dưỡng cho cây lúa; ngược lại, khi gặt lúa xong, thả tôm (cá) vào ruộng, gổc rạ, thóc rơi vãi trở thành nguồn thức ăn cho tôm, cá.

Với mô hình luân canh này hầu như cây trồng, vật nuôi không phải dùng thuốc bảo vệ thực vật, thuốc kháng sinh, tạo ra sản phẩm sạch và bảo vệ môi trường. Mô hình “lúa, tôm”, “lúa, cá” đã giúp giảm dịch bệnh, giảm ô nhiễm môi trường, tạo sản phẩm an toàn, giúp nông dân nâng cao thu nhập gấp từ 5-10 lần trên cùng một đơn vị diện tích so với chỉ trồng lúa.

Đến nay, mô hình này đang được cải biến thành mô hình “lúa thơm - tôm sạch” và “lúa thơm - cá sạch”. Chất thải sau vụ nuôi tôm, cá là nguồn phân bón để sản xuất

lúa đặc sản, đồng thời, kết hợp sử dụng nấm xanh để trừ sâu rầy trong canh tác lúa đặc sản hữu cơ.

Khi vùng nuôi tôm liên kết với nhà máy chế biến tôm thì vỏ tôm được tận dụng để sản xuất chitin (chất có tác dụng giúp kéo dài thời gian bảo quản rau quả, thịt; phụ gia dùng trong chế biến một số đồ uống), qua đó, tận dụng phụ, phế phẩm trong nuôi trồng thủy sản, nâng cao hiệu quả kinh tế, giảm thiểu tối đa tác động xấu lên môi trường, hệ sinh thái, cộng đồng dân cư.

g. Mô hình sản xuất phân hữu cơ từ chất thải nông nghiệp

Mô hình này đã được nhiều địa phương trong cả nước áp dụng thực hiện.



Hình 8. Mô hình sản xuất phân hữu cơ từ phụ phẩm và chất thải nông nghiệp

Mô hình đã sử dụng các phụ phẩm từ trồng trọt (rom rạ, cây ngô, cây đậu...), rác thải sinh hoạt, phế phẩm từ chăn nuôi (phân lợn, phân gà, phân bò) qua quá trình ủ (bổ sung thêm phân chuồng, lân), phân hủy làm phân bón hữu cơ để chăm sóc, cải tạo đất bạc màu, đất thiếu dinh dưỡng, trả lại độ phì cho đất, canh tác rau hữu cơ và rau an toàn. Nhờ đó, lượng chất thải nông nghiệp được tái sử dụng làm phân bón ổn định, vừa tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có để đáp ứng yêu cầu sản xuất ngày càng sạch hơn và giảm thiểu phát thải, giảm khí nhà kính.

h. Mô hình sản xuất tổng hợp

Nuôi bò – trùn quế - cỏ/ngô – gia súc, gia cầm – cá;

Nuôi bò - trồng chuối xuất khẩu - trồng rừng - chế biến phân hữu cơ dùng cho cây trồng, sản phẩm phụ của trồng chuối sử dụng làm thức ăn cho bò;

Mô hình sản xuất tổng hợp gia cầm, gia súc – trùn quế- rau, cây ăn quả, hoa, ao sinh thái- du lịch nông nghiệp;

Mô hình tận dụng phụ phẩm chăn nuôi (phân) để nuôi trùn quế; lấy phân trùn quế bón cỏ/ngô; trùn quế làm thức ăn cho gia súc, gia cầm, cá, đem lại hiệu quả kinh tế cao, giảm phát thải khí nhà kính, bảo vệ môi trường. Một số trang trại đã trồng rau, trồng hoa, tạo ra ao cá phục vụ cho hoạt động du lịch, tham quan. Đây cũng là những mô hình hiệu quả, tạo việc làm, tăng thêm thu nhập

Mô hình khí sinh học Biogas giúp tận dụng chất thải chăn nuôi làm nguồn năng lượng sạch;

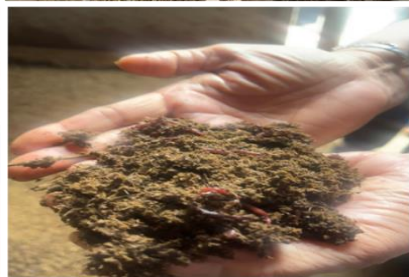
Mô hình sử dụng rom rạ làm đệm lót sinh học

giúp giảm mùi hôi và cải thiện môi trường chuồng trại (Hình 9);

Mô hình ủ phân làm nguyên liệu đầu vào cho trồng trọt;

Mô hình xử lý chất thải bằng chế phẩm sinh học giúp xử lý triệt để chất thải, hạn chế ô nhiễm nguồn nước và không khí;

Mô hình tái sử dụng chất thải chăn nuôi để nuôi côn trùng như trùn quế, ruồi lính đen, không chỉ giảm lượng chất thải mà còn tạo ra nguồn thức ăn giàu dinh dưỡng cho vật nuôi, góp phần vào chuỗi tuần hoàn khép kín và bền vững trong nông nghiệp (hình 10).



Hình 9. Dùng rơm làm thức ăn cho bò và làm đệm lót sinh học

Hình 10. Nuôi giun trùn quế bằng phân bò

i. Mô hình trồng lúa - trồng nấm - sản xuất phân hữu cơ - trồng cây ăn quả

Mô hình này được phổ biến ở hầu khắp các tỉnh, thành trong cả nước. Trong mô hình này, nguyên liệu từ phụ phẩm rơm rạ trong trồng lúa được tận dụng để trồng nấm, bã rơm rạ sau khi thu hoạch nấm được tận dụng để bón cho cây trồng (cây ăn quả, rau màu) rất tốt. Thực tế cho thấy, lượng rơm rạ từ một ha trồng lúa có thể tạo ra được 200m³ mô nấm và sau khi trồng nấm từ 25-30 ngày có thể thu được 250-300kg nấm tươi. Với giá bán từ 25.000-27.000đ/kg nấm tươi, một ha trong mô hình này, ngoài tiền lúa ra người nông dân có thể thu được từ 6 triệu - 8 triệu đồng.

k. Rơm rạ- cuộn rơm - bán cho các cơ sở chăn nuôi trâu bò, trồng rau màu, trồng nấm

Rơm rạ có thể xử lý tại đồng ruộng bằng chế phẩm sinh học để dùng làm phân bón thay vì mua phân NPK, hoặc rơm được thu gom và cuộn bằng máy sau đó vận chuyển bán cho cơ sở chăn nuôi trâu bò, trồng rau màu, trồng nấm (Hình 11, 12).



Hình 11. Cuộn rơm



**Hình 12. Trồng nấm
Linh chi bằng giá thể**

Máy cuốn rơm là dịch vụ điển hình cho kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp khi chất thải và phụ phẩm của quá trình sản xuất này là đầu vào của quá trình sản xuất khác, giảm đến mức thấp nhất lãng phí và chất thải ra môi trường. Nhờ công cụ này, tình trạng đốt rơm bừa bãi gây ô nhiễm môi trường được hạn chế và làm tăng hiệu quả kinh tế cho người sản xuất khi nhu cầu về rơm cho chăn nuôi và trồng màu rất lớn.

l. Phụ phẩm thủy sản thành bột cá-nguyên liệu cho thức ăn chăn nuôi, collagen và gelatin (từ da cá tra), chitin (polymer sinh học chiết xuất từ vỏ tôm) để sản xuất chitosan, glucosamine (dùng trong sản xuất mỹ phẩm, dược phẩm).

m. Mô hình canh tác lúa sử dụng trấu làm chất đốt - củi trấu

Trấu được tận dụng làm nhiên liệu sinh học thay thế, góp phần giảm phụ thuộc vào các nguồn năng lượng hóa thạch, đồng thời giảm thiểu phát thải khí nhà kính. Qua đó, mô hình này hỗ trợ phát triển một hệ thống kinh tế tuần hoàn bền vững và tăng cường giá trị cho chuỗi sản xuất nông nghiệp.

n. Xơ dừa, bã mía, vỏ trấu tạo giá thể trồng cây

Đây là những phụ phẩm nông nghiệp có thể sử dụng tạo giá thể trồng cây. Giá thể từ rơm khô, bã mía và xơ dừa băm nhỏ có khả năng giữ nước rất tốt, có khả năng hấp thụ nước cao hơn so với nhiều loại đất thông thường. Khi được tưới nước, các sợi xơ dừa sẽ hút nước và giữ lại lượng nước này trong một khoảng thời gian dài.

Các phụ phẩm trong ngành lâm nghiệp như vỏ, cành, lá và mùn cưa được dùng ép viên nén, còn công nghiệp,

phát điện sinh khối, làm đệm lót sinh học chăn nuôi, phân hữu cơ.

4. HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ VÀ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN

4.1. Đánh giá hiện trạng

Đánh giá hiện trạng trong quản lý và phát triển hệ thống nông nghiệp tuần hoàn là bước quan trọng để hiểu rõ tình hình hiện tại và làm cơ sở cho việc xây dựng chiến lược phát triển. Nội dung chính của bước này bao gồm:

1) Thu thập dữ liệu và thông tin hiện trạng

Thu thập các thông tin, dữ liệu hiện trạng nguồn lực và hiện trạng tài nguyên đất, nước, khí hậu và cây trồng, vật nuôi của cơ sở sản xuất.

- Tài nguyên đất, nước, khí hậu: Đánh giá các yếu tố tự nhiên có ảnh hưởng trực tiếp đến sản xuất nông nghiệp.

- Nguồn lực sản xuất: Bao gồm giống cây trồng, vật nuôi, lao động, và công nghệ sản xuất.

- Mức độ áp dụng mô hình nông nghiệp tuần hoàn: Xem xét các mô hình đã và đang được triển khai, như tái sử dụng phụ phẩm, xử lý chất thải, sản xuất phân hữu cơ.

2) Phân tích hiệu quả kinh tế, môi trường, và xã hội

- Đánh giá năng suất, chất lượng sản phẩm, và hiệu quả kinh tế của các mô hình hiện tại.

- Phân tích tác động của sản xuất đến môi trường (nước thải, khí thải, chất thải).

- Xác định mức độ tham gia và lợi ích của cộng đồng trong hệ thống nông nghiệp tuần hoàn.

3) *Xác định các vấn đề tồn tại và thách thức*

Xác định các vấn đề hiện nay của cơ sở sản xuất, sắp xếp các vấn đề khó khăn, các thách thức. Các vấn đề khó khăn có thể là:

- Thiếu chính sách hoặc hướng dẫn hỗ trợ.
- Công nghệ và kỹ thuật áp dụng chưa đồng bộ hoặc lạc hậu.
- Nhận thức của người dân, HTX và doanh nghiệp về nông nghiệp tuần hoàn còn hạn chế.
- Khả năng đầu tư cho các mô hình sản xuất tuần hoàn còn thấp.
- Khả năng tiêu thụ sản phẩm hạn chế.

4) *Phân tích cơ hội và tiềm năng*

- Đánh giá tiềm năng áp dụng công nghệ mới (như công nghệ sinh học, AI, IoT).
- Xác định cơ hội kết hợp với các chương trình phát triển bền vững, giảm phát thải khí nhà kính, và thích ứng biến đổi khí hậu.
- Đánh giá cơ hội thị trường, khả năng phát triển thị trường cho sản phẩm nông nghiệp tuần hoàn (nông sản sạch, hữu cơ).

5) *Lập báo cáo đánh giá hiện trạng*

- Tổng hợp thông tin và phân tích thành một báo cáo chi tiết về hiện trạng.
- Đề xuất các định hướng chính để cải thiện và phát triển hệ thống nông nghiệp tuần hoàn.

Bước này đóng vai trò nền tảng, giúp xác định điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức, từ đó xây dựng các bước triển khai tiếp theo hiệu quả hơn.

4.2. Xây dựng kế hoạch

Xây dựng kế hoạch chi tiết trong phát triển nông nghiệp tuần hoàn là bước thực hiện nhằm cụ thể hóa thành các hành động thực tế. Nội dung bao gồm các hoạt động sau:

1) Xác định mục tiêu cụ thể

Xác định các mục tiêu chính khi áp dụng mô hình NNTH.

Các mục tiêu có thể là mục tiêu kinh tế, xã hội và mục tiêu môi trường:

- Kinh tế: Tăng năng suất, tối ưu hóa chi phí sản xuất và nâng cao giá trị sản phẩm.

- Môi trường: Giảm thiểu chất thải, tái sử dụng tài nguyên và giảm phát thải khí nhà kính.

- Xã hội: Tạo việc làm, nâng cao thu nhập, cải thiện sinh kế cho nông dân và nâng cao nhận thức cộng đồng.

Cũng có thể có nhiều loại mục tiêu: mục tiêu của nông hộ/trang trại/HTX; mục tiêu của cộng đồng, mục tiêu của địa phương.

Ví dụ một nông trại có thể đặt ra mục tiêu như giảm lượng phân bón hóa học, giảm chất thải, tăng năng suất, nâng cao chất lượng nông sản, giảm chi phí sản xuất.

Một địa phương/cộng đồng có thể có mục tiêu giảm ô nhiễm môi trường, quản lý tốt rác thải sinh hoạt, nâng

cao thu nhập cho người dân, nâng cao nhận thức, hiểu biết về NNTH.

2) Phân tích và chọn các mô hình nông nghiệp tuần hoàn

- Lựa chọn mô hình phù hợp: Xác định các mô hình phù hợp có thể áp dụng trong cơ sở sản xuất ví dụ như: trồng xen canh, chăn nuôi kết hợp, sử dụng phụ phẩm làm phân hữu cơ, tái chế phụ phẩm nông nghiệp, nuôi trồng kết hợp (trồng cây kết hợp nuôi thủy sản).

- Tính khả thi: Đánh giá tính khả thi về nguồn lực, công nghệ và môi trường địa phương.

3) Xây dựng lộ trình thực hiện

Cần chi tiết lộ trình thực hiện trong ngắn hạn và dài hạn một cách hợp lý.

- Ngắn hạn: Nâng cao hiểu biết và kiến thức về NNTH; hoặc với cán bộ địa phương có thể là tuyên truyền, nâng cao nhận thức cho nông dân và doanh nghiệp; Thử nghiệm một số mô hình nhỏ để đánh giá hiệu quả.

- Trung hạn: Mở rộng quy mô các mô hình hiệu quả; Tích hợp công nghệ cao trong sản xuất và quản lý.

- Dài hạn: Hoàn thiện hệ sinh thái nông nghiệp tuần hoàn; Hướng tới phát triển bền vững, gắn với chiến lược của cơ sở sản xuất, HTX, doanh nghiệp, địa phương, của vùng, quốc gia.

4) Lập kế hoạch hành động chi tiết

- Hạng mục công việc: Liệt kê các hoạt động cụ thể,

như cải tạo đất, đầu tư cơ sở hạ tầng, phát triển giống cây trồng, vật nuôi.

- Thời gian thực hiện: Lập biểu đồ tiến độ thực hiện từng hạng mục công việc.

- Phân công trách nhiệm: Xác định các bên tham gia và vai trò, nhiệm vụ của các bên (nhà nước, doanh nghiệp, hợp tác xã, nông dân).

- Dự toán kinh phí: Dự kiến nguồn vốn để thực hiện.

5) Đề xuất giải pháp hỗ trợ

- Đề xuất cơ chế hỗ trợ ví dụ như hỗ trợ tài chính, vốn, ưu đãi tín dụng, giảm thuế cho các mô hình tuần hoàn.

- Tập huấn nâng cao năng lực, kiến thức về nông nghiệp tuần hoàn, các kỹ thuật trong xử lý chất thải, sản xuất phân hữu cơ.

- Quảng bá, phát triển thị trường.

Các nội dung chi tiết trong bản kế hoạch bao gồm:

✓ Xác định các sản phẩm dịch vụ của cơ sở sản xuất (bao gồm sản phẩm chính và sản phẩm phụ).

✓ Thiết kế mô hình nông nghiệp tuần hoàn khép kín trong trồng trọt, chăn nuôi hay kết hợp.

✓ Xác định các tác nhân tham gia và vai trò của các bên trong mô hình.

✓ Xác định các hỗ trợ cần thiết, cơ sở hạ tầng kỹ thuật.

✓ Xác định nhu cầu vốn, lao động và các kỹ thuật, các nội dung kiến thức cần có.

✓ Xây dựng một bản kế hoạch chi tiết để phát triển mô hình NNTH: Có các công việc/hoạt động gì, các công việc/hoạt động này do ai thực hiện, thời gian thực hiện, nơi thực hiện, phương pháp thực hiện.

4.3. Triển khai tổ chức thực hiện

a) Ứng dụng công nghệ và kỹ thuật

- Công nghệ tái chế và xử lý chất thải: Dùng hầm biogas để xử lý phân gia súc, gia cầm.

- Kỹ thuật canh tác bền vững: Trồng cây che phủ đất, luân canh cây trồng, nông nghiệp hữu cơ.

- Ứng dụng công nghệ cao và trí tuệ nhân tạo IoT và AI: Quản lý nguồn nước, giám sát cây trồng, tối ưu hóa năng lượng.

b) Tích hợp các thành phần trong hệ thống

- Liên kết trồng trọt và chăn nuôi: Phụ phẩm từ cây trồng làm thức ăn cho vật nuôi, phân động vật được sử dụng làm phân bón hữu cơ.

- Sử dụng chất thải hữu cơ: Biến chất thải thành phân bón, thức ăn cho trùn quế, hoặc năng lượng sinh học.

- Sử dụng tài nguyên tuần hoàn: Nước tưới có thể được tái chế dùng để tưới cho cây trồng khi đáp ứng được các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về môi trường (như QCVN 01-195:2022 Nước thải chăn nuôi sử dụng cho cây trồng), năng lượng tái tạo từ năng lượng mặt trời, gió.

4.4. Giám sát và cải tiến hệ thống

- Xây dựng chỉ tiêu đánh giá: Các tiêu chí về hiệu

quả kinh tế, giảm thiểu chất thải, mức độ tham gia của cộng đồng.

- Theo dõi hiệu quả: Đo lường năng suất, chất lượng sản phẩm, lượng chất thải giảm thiểu.

- Phân tích dữ liệu: Dựa trên kết quả thực tế, điều chỉnh mô hình để đạt hiệu quả tối ưu.

- Kiểm tra định kỳ: Đánh giá tiến độ, kết quả, và hiệu quả các hoạt động theo từng giai đoạn.

- Điều chỉnh kế hoạch: Cập nhật và tối ưu hóa kế hoạch dựa trên kết quả thực tế.

- Đào tạo và nâng cao nhận thức: Nông dân có thể học tập, đi thăm quan để hiểu rõ hơn về hệ thống/mô hình tuần hoàn. Cán bộ khuyến nông có thể hướng dẫn nông dân, cộng đồng về lợi ích và cách vận hành mô hình tuần hoàn.

4.5. Mở rộng qui mô và hợp tác

- Xây dựng chuỗi giá trị: Hợp tác với doanh nghiệp chế biến nông sản để tận dụng phụ phẩm.

- Tìm kiếm nguồn đầu tư: Thu hút vốn từ các doanh nghiệp, tổ chức tài chính, hoặc các dự án.

- Lan tỏa mô hình: Chia sẻ kinh nghiệm, nhân rộng mô hình đến các vùng khác.

4.6. Đảm bảo tính bền vững

- Tuân thủ chính sách và quy định: Đáp ứng các tiêu chuẩn, qui chuẩn kỹ thuật về môi trường, an toàn thực phẩm.

- Quảng bá sản phẩm: Thúc đẩy thị trường cho sản phẩm từ nông nghiệp tuần hoàn (nông sản hữu cơ, sạch).

- Nâng cao nhận thức: Tuyên truyền lợi ích của nông nghiệp tuần hoàn qua các phương tiện truyền thông, hội thảo.

- Tăng cường sinh thái hệ nông nghiệp: Bảo vệ đa dạng sinh học, cải thiện sức khỏe đất và nguồn nước.

- Đảm bảo lợi ích kinh tế và xã hội: Tạo công ăn việc làm, nâng cao đời sống nông dân, giảm chi phí sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Hữu Đoàn, Vũ Đình Tôn, Nguyễn Thế Hình (2021). Giáo trình chuồng trại và quản lý chất thải chăn nuôi. Nhà xuất bản Học viện Nông nghiệp Việt Nam
2. European Commission - EC (2016). *Circular economy: Closing the loop - An EU action plan for the circular economy*, ed 2016.
3. Ellen MacArthur Foundation (2015). Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe.
4. Ellen MacArthur Foundation. (n.d.). Institutions, Governments & Cities. Retrieved from Ellen MacArthur Foundation:
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-work/approach/government-and-cities>.
5. Đặng Thùy (2021). Tuần hoàn xanh, những mô hình giá trị. Truy cập ngày 1/10/2024. Tại web: <https://nongthonviet.com.vn/tuan-hoan-xanh-nhung-mo-hinh-gia-tri.ngn>
6. Imke J.M. de Boer¹ and Martin K. van Ittersum (2018). *Circularity in agricultural production*. Wageningen University and Research.
7. Jun, H. & Xiang, H. (2011), 'Development of circular economy is a fundamental way to achieve agriculture sustainable development in China', *Energy Procedia*, 5, 1530-1534.
8. MacArthur, E. (2013), 'Towards the circular economy', *Journal of Industrial Ecology*, 2, 23-44.
9. Kỷ yếu Hội nghị Khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 7, Viện Sinh thái và Tài nguyên

sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội, 1669-1677

10. Nguyễn Xuân Hồng (2020). Cơ sở thực tiễn và động lực thúc đẩy phát triển nông nghiệp tuần hoàn Việt Nam: kinh tế VAC, <https://www.nongthonmoihatinh.vn>
11. Parson M. (2019). Circular Economy - Doi moi. Ha Noi: Adviser for Minister of Ministry of National Resources and Environment.
12. Pearce, D.W. & Turner, R.K. (1990). *Economics of natural resources and the environment*, JHU press.
13. Phạm Thanh Hải (2023). Ruồi lính đen, một giải pháp tự chủ phân bón cho nông nghiệp bền vững. Truy cập tại: <https://coa.org.vn/vi/news/Tin-tuc/ruoi-linh-den-mot-giai-phap-tu-chu-phan-bon-cho-nong-nghiep-ben-vung-69.html>
14. Quốc hội (2020). Luật số: 72/2020/QH14 về Luật bảo vệ môi trường, ban hành ngày 17/11/2020.
15. Quốc hội (2018a). Luật số: 31/2018/QH14 về Luật trồng trọt, ban hành ngày 19/11/2018.
16. Quốc hội (2018b). Luật số: 32/2018/QH14 về Luật chăn nuôi, ban hành ngày 19/11/2018.
17. Therond, O., Duru, M., Roger-Estrade, J. & Richard, G. (2017). ‘A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities’, *A review Agronomy for Sustainable Development*, 37(3), 1-24.
18. Trung tâm sinh thái nông nghiệp (2020). Giới thiệu hệ thống Aquaponics quy mô hộ gia đình. Truy cập tại <https://xahoi.vnua.edu.vn/tin-tuc-va-su-kien/gioi-thieu-he-thong-aquaponics-quy-mo-ho-gia-dinh-41265>

19. University College Dublin (2017). ‘Project of AgroCycle, The ‘circular economy’ applied to the agri-food sector’, presentation at *The European Commission DG Research & Innovation hosted conference on: ‘Harnessing Research and Innovation for FOOD 2030: A Science Policy Dialogue’*, Brussels, October 16th 2017.
20. Xi, H. (2011), ‘Models of circular economy on agriculture in Yunnan province’, *Energy Procedia*, 5, 1078-1083.

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1: CÁC BIỂU MẪU HỖ TRỢ XÂY DỰNG MÔ HÌNH NNTH

Biểu 1. Tiêu chí lựa chọn địa điểm thực hiện mô hình NNTH

TT	Tiêu chí	Chỉ tiêu	Mô tả thực tế địa điểm lựa chọn	Đánh giá chung
1	Vị trí			
2	Quy mô			
3	Đặc điểm tuần hoàn của mô hình			
4	Hệ thống xử lý chất thải			
6	Các điều kiện khác			

Biểu 2. Kế hoạch triển khai mô hình

Biện pháp	Mục đích	Hoạt động	Thời gian thực hiện	Thông số giám sát

Biểu 3. Mẫu theo dõi các yếu tố đầu vào – đầu ra phục vụ tính toán hiệu quả kinh tế của các giải pháp

Đơn vị tính:

Tiêu chí	Giải pháp 1	Giải pháp 2	Giải pháp 3
1. Chi phí đầu tư			
Mua nguyên vật liệu			
Công thiết kế, xây dựng			
Đào tạo, tập huấn vận hành			
Tạm dừng sản xuất			
...			
Tổng chi phí đầu tư	(a1)	(a2)	(a3)
Chi phí vận hành			
Công vận hành			
Nhiên liệu phát sinh (điện, xăng,..)			
Phí bảo trì, sửa chữa			
.....			
Tổng chi phí vận hành	(b1)	(b2)	(b3)
Lợi ích thu được hoặc tiết kiệm			
Công lao động (Tăng/giảm)			
Nguyên liệu (Tăng/giảm)			
Lợi ích môi trường			
Thu nhập thêm từ sản phẩm phụ			
.....			
Tổng thu	C1	C2	C3
Lợi nhuận	C1- (a1+b1)	C2- (a2+b2)	C3- (a3+b3)

PHỤ LỤC 2: HƯỚNG DẪN XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN

Biểu 4: Đặc điểm của mô hình nông nghiệp tuần hoàn

TT	Đặc điểm	Mô tả	
1	Tái sử dụng và tận dụng phụ phẩm	<p>Sử dụng phụ phẩm làm nguyên liệu đầu vào</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tận dụng rơm rạ, vỏ trấu, thân cây làm phân bón hữu cơ hoặc thức ăn cho chăn nuôi. - Dùng chất thải chăn nuôi (phân, nước thải) để sản xuất phân bón hoặc khí sinh học (biogas).
		<p>Giảm lãng phí tài nguyên</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Chuyển đổi phụ phẩm nông nghiệp thành sản phẩm có giá trị gia tăng (phân compost, viên nén sinh học). - Tái sử dụng nước thải đã qua xử lý trong tưới tiêu.
2	Tích hợp các hệ thống sản xuất	<p>Mô hình tuần hoàn khép kín: Liên kết các hệ thống sản xuất trong gia đình để giảm thiểu đầu vào từ bên ngoài.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liên kết giữa chăn nuôi và trồng trọt: Chất thải từ chăn nuôi có thể được tái chế thành phân hữu cơ để bón cho cây trồng; cung cấp thức ăn cho gia súc từ cây trồng. - Mô hình VAC. - Liên kết giữa chăn nuôi và thủy sản: Sử dụng chất thải chăn nuôi để nuôi cá; biogas từ chăn nuôi hỗ trợ cho việc nuôi cá

TT	Đặc điểm	Mô tả	
3	Tối ưu hóa sử dụng năng lượng	Sử dụng năng lượng tái tạo	<ul style="list-style-type: none"> - Lắp đặt hệ thống biogas. - Sử dụng năng lượng mặt trời.
4	Bảo vệ và cải thiện chất lượng đất và nước	Cải tạo đất	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng phân hữu cơ, phân vi sinh thay thế phân hóa học để bảo vệ hệ sinh thái. - Luân canh cây trồng hoặc trồng cây che phủ để duy trì.
		Bảo vệ nguồn nước	<ul style="list-style-type: none"> - Xây dựng hệ thống xử lý nước thải trước khi thải ra môi trường. - Sử dụng công nghệ tiết kiệm nước để giảm thất thoát.
5	Đa dạng hóa sản phẩm và tăng giá trị gia tăng	Đa dạng sản phẩm	<ul style="list-style-type: none"> - Tận dụng sản phẩm phụ từ nông nghiệp để tạo ra sản phẩm giá trị cao.

**Biểu 5: Tiêu chí lựa chọn địa điểm thực hiện
mô hình NNTH**

TT	Tiêu chí	Chỉ tiêu	Mô tả
1	Nguồn lực sản xuất của hộ	Diện tích đất canh tác	Tối thiểu 0,5 ha đối với hộ làm mô hình trồng trọt. Hoặc tối thiểu 0,3 ha đối với mô hình kết hợp trồng trọt và chăn nuôi để bố trí chuồng trại xử lý chất thải.
		Số lượng vật nuôi	Đàn gia súc phải tối thiểu 5 con (trâu, bò) hoặc 50 con gia cầm để tại đủ phụ phẩm phục vụ mô hình tuần hoàn. Ít nhất 5-10 con lợn; 10 con dê.
		Số lượng lao động	Ít nhất 2 lao động thường xuyên.
		Số vốn ban đầu	Tối thiểu 10-15 triệu để có thể triển khai các công nghệ như ủ vi sinh, xử lý biogas.
		Hệ thống tưới tiêu	Có sẵn hệ thống tưới tiêu hoặc có thể cải tạo.
2	Nguyên liệu đầu vào sẵn có	Lượng rơm rạ, thân cây, vỏ trấu trung	- Đối với rơm rạ, mỗi hộ cần ít nhất 3-5 tấn rơm rạ/vụ để phục vụ các nhu cầu tuần hoàn như ủ làm phân hữu cơ (1-3 tấn/vụ); làm thức ăn

TT	Tiêu chí	Chỉ tiêu	Mô tả
		bình mỗi vụ	<p>hoặc lót chuồng cho chăn nuôi (1-2 tấn/vụ).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trung bình 1 tấn lúa cho 200 kg vỏ trấu, vì vậy mỗi hộ cần sản xuất 500 – 700 kg vỏ trấu/vụ để sử dụng làm phân hữu cơ hoặc chất đốt). - Đối với thân cây nông nghiệp khác: rau màu hoặc cây họ đậu thường cho lượng thân cây dư thừa từ 1-2 tấn/0,5ha/vụ; cây Ngô thường cho lượng thân lá, sau thu hoạch là 1-2 tấn thân cây/vụ.
		Lượng chất thải chăn nuôi gia súc	<p>Tổng lượng chất thải gia súc cần 900-1800kg/tháng (bò) hoặc 180 – 360 kg/tháng (dê) để duy trì mô hình nông nghiệp tuần hoàn sản xuất phân hữu cơ hoặc biogas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Một con bò trưởng thành thải ra khoảng 15–20 kg phân/ngày, tương đương 450–600 kg phân/tháng; 1-2 tấn phân bò có thể ủ tạo ra 1 tấn phân hữu cơ chất lượng.

TT	Tiêu chí	Chỉ tiêu	Mô tả
			<ul style="list-style-type: none"> - Một con dê trưởng thành thải ra khoảng 2–4 kg phân/ngày, tương đương 60–120 kg phân/tháng. - 1 tấn phân bò tạo ra đủ khí đốt cho gia đình trong 1 tháng.
		<p>Lượng chất thải trong chăn nuôi lợn</p>	<p>Tổng lượng chất thải lợn cần đạt: 450–1.200 kg/tháng để mô hình chăn nuôi lợn tuần hoàn hoạt động.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Một con lợn trưởng thành (trọng lượng 100 kg) thải ra khoảng 3–4 kg phân/ngày, tương đương 90–120 kg phân/tháng. - Mỗi hộ cần có 10 con lợn có thể cung cấp đủ chất thải để vận hành một hệ thống biogas nhỏ.
		<p>Lượng chất thải trong chăn nuôi gia cầm</p>	<p>Tổng lượng chất thải gia cầm cần đạt 150 – 160kg/tháng tùy loại.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Một con gà trưởng thành thải ra khoảng 0,1–0,2 kg phân/ngày, tương đương 3–6 kg phân/tháng.

TT	Tiêu chí	Chỉ tiêu	Mô tả
			<p>- Một con vịt trưởng thành thải ra khoảng 0,2–0,3 kg phân/ngày, tương đương 6–9 kg phân/tháng.</p> <p>Hộ cần nuôi ít nhất 50 – 100 con gia cầm thì mới đủ lượng phân để sản xuất phân hữu cơ hoặc làm thức ăn cho giun quế.</p>
3	Cơ sở hạ tầng kỹ thuật	Diện tích xử lý chất thải	Mỗi hộ nên có một diện tích đất từ 10-15m ² dành riêng cho ủ phân hữu cơ hoặc lắp đặt biogas.
		Hệ thống thoát nước và hệ thống thu gom chất thải	- Hệ thống thoát nước được xây bằng bê tông hoặc đất nén, dốc nhẹ (3-5%) để dẫn nước thải từ chuồng trại ra bể lắng. Bể lắng nước thải dùng bể xi măng hoặc hố đất lót bạt để lắng cặn trước khi xử lý hoặc tái sử dụng. Nước đã lắng cặn có thể dùng tưới cho cây trồng không ăn lá.
		Số lượng dụng cụ hỗ trợ	- Cuốc, xẻng, bao tải hoặc bạt để che đậy đống ủ.







TT	Tiêu chí	Chỉ tiêu	Mô tả
			<ul style="list-style-type: none"> - Thùng hoặc bể nhỏ để lưu trữ nước thải hoặc chất thải đã xử lý. - Máy băm nhỏ phụ phẩm như rơm rạ, thân cây. - Máy trộn phân. - Đồng hồ đo nhiệt độ và độ ẩm (nếu làm phân hữu cơ). - Thiết bị giám sát áp suất khí (nếu có hệ thống biogas).
4	Công nghệ áp dụng đơn giản	Công nghệ ủ phân hữu cơ	Có thiết bị hoặc nguyên liệu hỗ trợ ủ phân như chế phẩm sinh học.
		Công nghệ sản xuất biogas	Có hệ thống biogas quy mô nhỏ, đảm bảo thiết bị kín, không rò rỉ và có bể chứa khí an toàn.
		Công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi	Có bể lắng hoặc hồ sinh học để xử lý nước thải.

Biểu 6. Các bước thực hiện để xây dựng một mô hình NNTH

Các bước chính	Mục đích	Các hoạt động	Thời gian thực hiện
1. Khảo sát và đánh giá hiện trạng	Xác định tiềm năng và điều kiện hiện có của hộ nông dân để phát triển mô hình nông nghiệp tuần hoàn.	- Khảo sát đất đai, tài nguyên nước, tình hình chăn nuôi, trồng trọt và các hệ thống xử lý chất thải hiện tại. - Xác định các yếu tố môi trường và kỹ thuật cần thiết.	1–2 tháng
2. Xây dựng kế hoạch mô hình	Lên kế hoạch chi tiết cho các hệ thống sản xuất và liên kết giữa các hệ thống (trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản, xử lý chất thải).	- Phác thảo mô hình nông nghiệp tuần hoàn (liên kết giữa các hoạt động trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản, và xử lý chất thải). - Dự toán chi phí, nguồn lực và phương pháp thực hiện.	1–2 tháng
3. Cải tạo cơ sở hạ tầng và chuẩn bị	Chuẩn bị cơ sở vật chất và hạ tầng cho mô hình, bao gồm các	- Xây dựng, cải tạo chuồng trại, khu trồng trọt, khu xử lý chất thải, hệ thống thoát nước và thu	2–3 tháng

Các bước chính	Mục đích	Các hoạt động	Thời gian thực hiện
điều kiện sản xuất	khu vực trồng trọt, chuồng trại, hệ thống thu gom chất thải và hệ thống xử lý nước.	gom phân. - Lắp đặt các hệ thống xử lý nước thải, biogas nếu cần.	
4. Triển khai mô hình sản xuất	Bắt đầu hoạt động sản xuất theo mô hình nông nghiệp tuần hoàn, triển khai các bước sản xuất ban đầu.	- Bắt đầu trồng trọt, chăn nuôi, nuôi thủy sản, và xử lý chất thải theo kế hoạch. - Lắp đặt và vận hành các hệ thống thu gom phân bón hữu cơ, nước thải, biogas (nếu có).	3–6 tháng
5. Giám sát và điều chỉnh	Đảm bảo mô hình hoạt động hiệu quả và có thể điều chỉnh khi gặp vấn đề trong quá trình triển khai.	- Theo dõi tiến độ và hiệu quả của các hệ thống sản xuất. - Điều chỉnh và cải tiến quy trình sản xuất nếu cần. - Xử lý các vấn đề phát sinh trong quá trình triển khai.	Liên tục trong suốt quá trình

PHỤ LỤC 3: MỘT SỐ KỸ THUẬT ỨNG DỤNG ĐỂ HỖ TRỢ PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP TUẦN HOÀN

	1. KỸ THUẬT NUÔI TRÙN QUẾ		6. CÁCH LÀM ĐỆM LÓT SINH HỌC TRONG CHĂN NUÔI GÀ
	2. KỸ THUẬT TRỒNG NĂM RƠM		7. THAN SINH HỌC BIOCHAR TỪ RƠM, PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP
	3. QUI TRÌNH Ủ PHÂN HỮU CƠ TỪ RƠM RẠ		8. XỬ LÝ RƠM RẠ TRÊN RUỘNG
	4. CÁCH Ủ PHÂN CHUÔNG THÀNH PHÂN HỮU CƠ VI SINH		9. Ủ THỨC ĂN THÔ XANH CHO GIA SÚC TỪ PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP
	5. CÁCH LÀM HẦM BIOGAS		10. QUẢN LÝ CHẤT THẢI CHĂN NUÔI

