

Xây dựng mô hình tích hợp đáp ứng sinh kế bền vững cho hộ nông dân khu vực bị nhiễm phèn tỉnh Long An

Nguyễn Thị Thu Thảo^{1,*}, Lê Quốc Vĩ², Trà Văn Tung², Trần Trung Kiên², Nguyễn Thị Phương Thảo²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Long An là một trong các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long có diện tích đất nhiễm phèn lớn trong đó đất phèn ở Thạnh Hóa - Long An thuộc loại phèn hoạt động nặng. Có thể nói vùng đất phèn nặng quanh năm là một trong các vùng có điều kiện tự nhiên khó khăn nhất về cấp nước ngọt, thoát nước, canh tác nông nghiệp cũng như các vấn đề về vệ sinh môi trường. Tác động của các chất độc trong đất phèn kìm hãm sự phát triển của cây và sinh kế của người dân cũng bị giới hạn. Bài báo tiếp cận xây dựng mô hình tích hợp dòng vật chất và năng lượng của một nông trại quy mô nhỏ điển hình tại khu vực bị nhiễm phèn ở Long An nhằm tăng cường sinh kế và đáp ứng các yêu cầu của một hệ thống nông nghiệp bền vững. Do đó, mô hình được lựa chọn đáp ứng mục tiêu xử lý chất thải trên cơ sở tính toán chuyển đổi vật chất - năng lượng và tính toán khả năng kinh tế có liên quan. Phương pháp phân tích năng lượng liên quan được sử dụng để đánh giá về hiệu quả sử dụng tài nguyên của hệ thống. Kết quả phân tích kinh tế cho thấy khả năng thu lời cao từ hoạt động chăn nuôi và trồng mít. Hiệu suất năng lượng từ hoạt động nuôi heo chiếm tỷ lệ cao (50%) trong khi đó hiệu suất của nuôi cá và trồng mít chưa đạt tới 10%. Phân tích hiệu suất năng lượng cho các phương án tiềm năng cho thấy hiệu quả tối ưu thuộc về các phương án có xử lý bùn bằng biogas và làm phân compost. Ngoài ra, phương án năng lượng theo vòng đời ba năm hiệu quả hơn so với phương án một năm. Tuy nhiên, vấn đề lựa chọn mô hình và lắp đặt các hạng mục phù hợp sẽ tùy thuộc vào khả năng kinh tế của từng hộ nông dân.

Từ khoá: mô hình tích hợp, nông nghiệp bền vững, sinh kế bền vững, hiệu suất năng lượng, đất phèn

ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề canh tác trên đất chua phèn luôn gặp trở ngại và thách thức. Mặc dù đất phèn có hàm lượng hữu cơ và ni tơ cao nhưng hàm lượng các chất độc hại cũng rất cao như Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , SO_4^{2-} ¹. Long An là một trong các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long với diện tích đất nhiễm phèn lớn trong đó đất phèn ở Thạnh Hóa - Long An thuộc loại phèn hoạt động nặng². Có thể nói vùng đất phèn nặng quanh năm là một trong các vùng có điều kiện tự nhiên khó khăn nhất về cấp nước ngọt, thoát nước, canh tác nông nghiệp cũng như các vấn đề về vệ sinh môi trường. Tác động của các chất độc trong đất phèn kìm hãm sự phát triển của cây và sinh kế của người dân cũng bị giới hạn³. Để phát triển sinh kế địa phương cần đánh giá đầy đủ và huy động tất cả các nguồn tài nguyên sẵn có. Sự tích hợp các cấu phần sinh kế và sự quay vòng chất thải từ hệ thống sẽ góp phần khép kín các dòng nguyên vật liệu, chất thải và năng lượng gắn với hệ sinh thái vùng phèn giúp cải thiện môi trường nông trại, hợp lý về kinh tế và hiệu quả về năng lượng.

Hiện nay vẫn chưa có một nghiên cứu nào đánh giá đầy đủ khả năng tích hợp sinh kế, nói cách khác là

tích hợp các nguồn tài nguyên tại chỗ tại các nông trại thuộc vùng phèn tại Long An cũng như chưa có các phân tích chi tiết tất cả các phương án tiềm năng để khép kín dòng vật chất - năng lượng giúp xử lý chất thải giảm thiểu ô nhiễm môi trường và phát triển sinh kế. Mô hình tích hợp là cấp thiết cần được triển khai cho hộ nông dân trên vùng phèn, giải quyết vấn đề quan tâm bức thiết vùng nông thôn bị nhiễm phèn ở các phương diện kinh tế, xã hội và môi trường, đặc biệt là lợi ích kinh tế mà để tài đem lại trong việc nâng cao năng suất sản xuất và canh tác, tức là tạo ra sinh kế nhiều mặt cho nhiều đối tượng khác nhau có liên quan. Một số nghiên cứu về mô hình tích hợp trên vùng đất phèn như nghiên cứu về hệ thống nông - lâm kết hợp, nhóm tác giả *Tân và cộng sự* (2010) đã tiến hành thí nghiệm trên nghiệm lúa cá, tràm địa phương (có kê líp) - cá, tràm Úc - cá, bạch đàn - cá để đánh giá tính khả thi về kỹ thuật và kinh tế của các mô hình này⁴. Các mô hình canh tác trên vùng đất phèn tỉnh Kiên Giang⁵ cho thấy tính hiệu quả kinh tế xã hội của mô hình lúa - khóm và lúa - khóm - tôm sú đem lại hiệu quả cao nhất. Phân tích kinh tế thông thường cho thấy việc phân bổ nguồn lực trong

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

²Viện Môi trường và Tài nguyên – ĐHQG-HCM

Liên hệ

Nguyễn Thị Thu Thảo, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Email: thaontt@hcmute.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 16-7-2020
- Ngày chấp nhận: 25-11-2020
- Ngày đăng: 03-12-2020

DOI :10.32508/stdjsee.v4i2.539



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Thảo N T T, Vĩ L Q, Tung T V, Kiên T T, Thảo N T P. **Xây dựng mô hình tích hợp đáp ứng sinh kế bền vững cho hộ nông dân khu vực bị nhiễm phèn tỉnh Long An.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 4(2):218-230.

canh tác nông nghiệp tạo ra các vấn đề xã hội và môi trường nghiêm trọng chẳng hạn như mùi hôi, ô nhiễm đất, nước⁶. Khi hiệu quả sử dụng các nguồn lực vật chất và năng lượng trong nông nghiệp và ảnh hưởng của nó đến môi trường là một vấn đề nghiêm trọng cần được quan tâm, một số xem xét cần thiết để mang lại hiệu quả tối ưu bao gồm: tối đa hóa sản lượng dưới dạng năng lượng, tối đa hóa hiệu quả từ sự chuyển đổi dòng vật chất - năng lượng, nhất là chuyển đổi dòng chất thải dưới dạng có ích. Khi tất cả các dòng vật chất được chuyển đổi sang cùng một giá trị là năng lượng sẽ giúp tính toán cân bằng cho toàn hệ thống dễ dàng hơn. Do đó, để đánh giá hiệu quả của nông trại, phân tích vật chất và năng lượng sẽ cung cấp cơ sở lựa chọn các phương án thay thế cho loại hình hiện tại⁶. Kết quả là năng lượng đóng vai trò là thước đo vật lý cho các giá trị kinh tế. Các nghiên cứu về dòng năng lượng vận chuyển trong hệ thống nông nghiệp đã sử dụng một số chỉ thị để đánh giá tính bền vững. Tiêu chuẩn nông nghiệp bền vững - SAN năm 2017 được áp dụng trên toàn thế giới cho các hệ thống sản xuất cây trồng và gia súc⁷. Để đánh giá tính bền vững trong nông nghiệp, các chỉ tiêu chung được thiết lập dựa trên hiệu quả của 3 nhóm sau: kinh tế, xã hội và môi trường⁸. Các khía cạnh nói trên sẽ được phân tích trong phần thảo luận để lựa chọn một nông trại tối ưu cho một nông trại đặc thù của vùng nhiễm phèn ở Long An tuân theo các mục tiêu và hạn chế trên. Phân tích năng lượng thông thường (energy analysis) của một hệ thống chuyển đổi năng lượng về cơ bản là tính toán năng lượng đi vào và đi ra. Đối với dạng phân tích này thì hiệu suất của hệ thống chuyển đổi năng lượng không thể được đánh giá một cách hiệu quả và chính xác. Phân tích exergy bổ sung và nâng cao phân tích năng lượng thông thường. Phân tích năng lượng được gọi là “*exergy analysis*” là một cách tiếp cận thực tế để đánh giá giá trị của các quá trình và hệ thống chuyển đổi hoặc phân phối năng lượng, tính toán dòng vật chất dưới dạng năng lượng để đánh giá hiệu quả sử dụng tài nguyên từ các dòng vật chất và năng lượng đầu vào và đầu ra của hệ thống⁹. Exergy gần đây đã được coi là một phương pháp nhiệt động lực học thực tế để đánh giá năng lượng của hệ thống¹⁰. Nó bao gồm việc áp dụng các khái niệm, cân bằng và hiệu suất exergy để đánh giá và cải thiện năng lượng¹¹. Theo *Taheri và cộng sự* (2014), phân tích exergy nhấn mạnh việc sử dụng năng lượng không hiệu quả (sự thất thoát năng lượng) trong các quy trình thay thế¹⁰. Năng lượng bị thất thoát trong quá trình không thể đảo lại được như ma sát, giãn nở, thủy lực ... Khái niệm exergy được sử dụng để định lượng cho các dòng vật chất trong một đơn vị chung là năng lượng (joules). Tổng năng lượng của hệ thống

được tính toán và thông qua các chỉ thị để tối ưu hóa dòng vật chất cho nông nghiệp bền vững^{12,13}.

Năng lượng của đầu vào và đầu ra của mỗi cấu phần sản xuất trong hệ thống (như chuồng heo và ao cá) được tính toán thông qua hệ số chuyển đổi của phân tích exergy. Nghiên cứu này chọn một số hệ số chuyển đổi năng lượng trong các đầu vào và đầu ra của các tài liệu nghiên cứu sao cho phù hợp với điều kiện nông trại. Phương pháp phân tích năng lượng và kinh tế được sử dụng nhằm tìm kiếm các phương án tích hợp các sinh kế qua việc quay vòng chất thải để khép kín dòng vật chất và năng lượng của nông trại đồng thời tạo cơ hội lựa chọn phương án tối ưu với hiệu suất năng lượng cao nhất. Nhìn chung, sự phân tích theo exergy tính đến sự bền vững của nông nghiệp thông qua hiệu quả của quá trình canh tác. Hệ số chuyển đổi hệ thống (System transformity - STr) đại diện cho tính bền vững của hệ thống, là tỷ lệ giữa tổng tài nguyên đầu vào so với sản phẩm đầu ra (bao gồm cả nông sản và chất thải). Tính bền vững của hệ thống càng cao khi STr càng thấp¹².

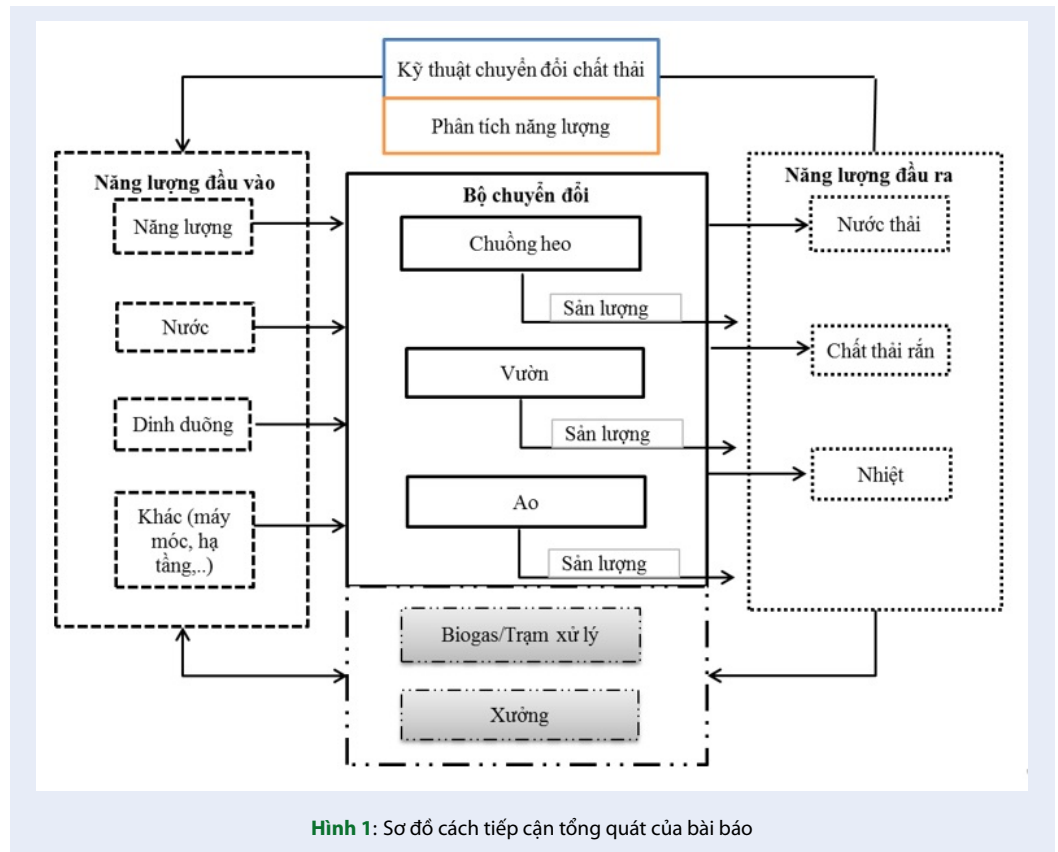
PHƯƠNG PHÁP

Trên cơ sở phân tích dòng vật chất - năng lượng đầu vào và đầu ra của nông trại, các cấu phần sản xuất cũng như thành phần cụ thể tham gia vào hệ thống sản xuất của nông trại được lựa chọn và hiệu suất năng lượng của hệ thống cũng được phân tích¹⁴. Do chất lượng tài nguyên sẽ thấp khi được chuyển đổi trong quy trình sản xuất sau đó, phân tích năng lượng exergy xem xét cả chất lượng và số lượng tài nguyên trên cùng một thang đo năng lượng. Tỷ lệ sản lượng (sản phẩm) và đầu vào nói lên hiệu suất năng lượng của quy trình¹⁵. Các tính toán hiệu suất năng lượng và kinh tế cho hệ thống nông trại nhằm cân đối dòng ra và dòng vào sao cho giải quyết bài toán về sự năng lượng mất mát trong hệ thống, đặc biệt là xem xét các khả năng tận dụng tất cả nguồn năng lượng được thải bỏ từ hệ thống để quay vòng lại quy trình góp phần giảm thất thoát và tái bổ sung năng lượng (Hình 1). Quyết định lựa chọn mô hình nông trại phụ thuộc vào kết quả so sánh hiệu suất năng lượng toàn vòng đời của quy trình¹⁶:

$$\int_0^t (E \text{ tiêu thụ} - E \text{ tích lũy}) dt \rightarrow \min \quad (1.1)$$

Trong đó, *E tích lũy* đại diện cho năng lượng tiết kiệm trong toàn vòng đời. *E tiêu thụ* đại diện cho tổng giá trị năng lượng thâm hụt do sự kéo dài thời gian trong suốt quá trình vận hành của hệ thống. Quá trình đạt tối ưu khi sự chênh lệch giá trị năng lượng giữa *E tích lũy* và *E tiêu thụ* đạt giá trị nhỏ nhất.

Mục tiêu chính của bài báo chủ yếu tập trung vào tối ưu hóa hiệu suất năng lượng khi tích hợp các dòng vật chất và năng lượng trong hệ thống nông nghiệp.



Hình 1: Sơ đồ cách tiếp cận tổng quát của bài báo

Các phương án lựa chọn hệ thống tối ưu được thiết kế bằng cách loại bỏ hoặc thêm các thành phần tương tác với hệ thống, từ đó lựa chọn phương án có thể đem lại hiệu suất năng lượng cao nhất với chi phí hợp lý nhất (Hình 2). Do đó, phương án tối ưu của mô hình nhằm khép kín các dòng nguyên vật liệu, chất thải và năng lượng tại chỗ của vùng phèn vừa giúp cải thiện môi trường nông trại vừa hợp lý về kinh tế và hiệu quả về năng lượng.

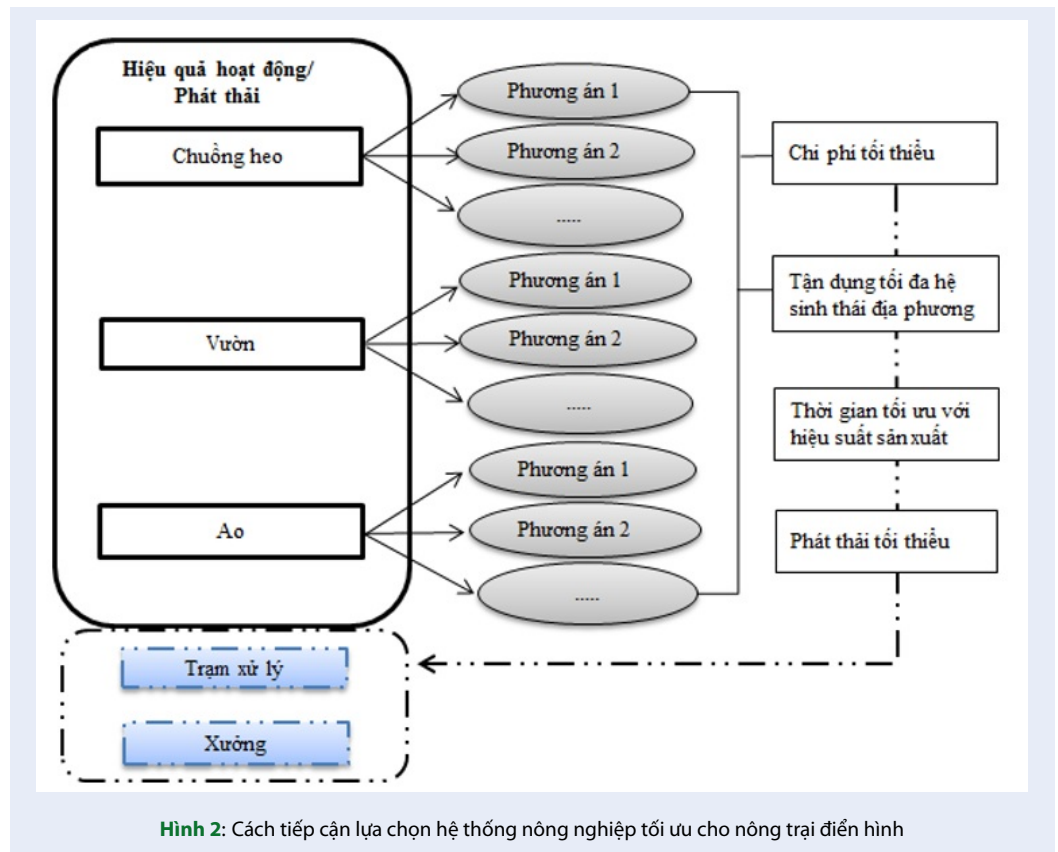
Để lựa chọn các mô hình tích hợp trên cần dựa trên các tiêu chí phù hợp. Nông trại được lựa chọn để xây dựng mô hình tích hợp đáp ứng các yêu cầu về: vị trí thuộc nông thôn vùng phèn Long An; hệ sinh thái tự nhiên đặc trưng có thể được sử dụng để xử lý chất thải; hoạt động sinh kế đa dạng và đặc trưng cho vùng nông thôn gồm trồng trọt, chăn nuôi và nuôi cá; và khả năng áp dụng vào thực tế cao sau khi đề xuất các phương án phù hợp. Đối với các giới hạn về điều kiện tự nhiên của vùng phèn, việc tận dụng điều kiện sẵn có sẽ góp phần tạo đa dạng sinh kế nhằm cải thiện kinh tế của người dân, do đó các tiêu chí được ưu tiên phân tích đánh giá theo thứ tự như sau: Tiêu chí 1: Chất thải rắn được thu gom, phân loại và xử lý theo hướng tái chế, tái sử dụng; Tiêu chí 2: Sử dụng hệ sinh vật đặc trưng tại chỗ để xử lý chất thải; Tiêu chí

3: Hiệu quả kinh tế của mô hình; Tiêu chí 4: Ngăn ngừa và xử lý ô nhiễm nước thải; Tiêu chí 5: Sử dụng năng lượng sạch, năng lượng tái tạo¹⁷.

KẾT QUẢ

Nghiên cứu tính toán cho một nông trại điển hình của vùng nông thôn nhiễm phèn ở Long An. Nông trại của gia đình chủ hộ Võ Văn Thâm tại ấp 4 xã Thạnh An, huyện Thạnh Hóa, tỉnh Long An. Hiện tại trại đang hoạt động chăn nuôi heo và nuôi cá kết hợp với trồng cây ăn trái. Chủ hộ nuôi heo thịt với quy mô công nghiệp 4.500 con trên diện tích chuồng là 1.800 m². Ao cá với quy mô tổng cộng là 50.000 m² và vườn mít có diện tích 250.000 m². Trại sử dụng 2 máy phát điện công suất 6 lít/giờ, nước sử dụng cho sinh hoạt và chăn nuôi lấy từ giếng khoan khoảng 180 m³/ngày, nước ao trước khi thả cá được khử bằng vôi bột (CaCO₃) để trung hòa axit sao cho pH trong khoảng 6,5 - 8.

Nguyên liệu cung cấp cho chăn nuôi gồm thức ăn và thuốc cung cấp cho các chuồng heo được mua từ bên ngoài. Lượng điện tiêu thụ hàng tháng là 12.000 kWh/tháng, sử dụng cho việc tắm rửa heo, máy quạt thông thoáng chuồng, bơm nước, sinh hoạt ... Tổng tiền điện sử dụng cho nông trại là 30 triệu/tháng.



Kết quả phân tích dòng vật chất - năng lượng của tất cả các hoạt động sản xuất nông nghiệp của nông trại được tính toán và thể hiện ở Bảng 1 và Hình 3. Thời gian toàn vòng đời cho mỗi cấu phần sản xuất trong nông trại gồm chuồng heo, ao cá và vườn mít được xem xét theo thực tế cho mỗi lứa heo, cá và mít, cụ thể tương ứng với 4 tháng, 6 tháng và 3 năm.

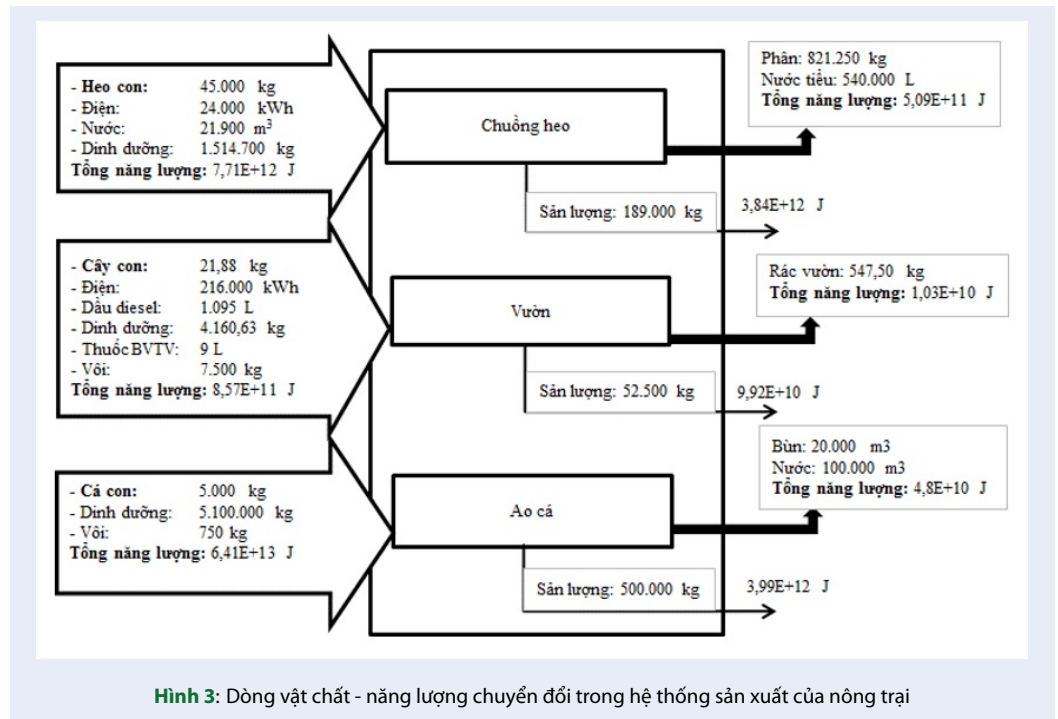
Kết quả phân tích kinh tế dựa trên dòng nguyên nhiên vật liệu đầu vào cho hệ thống sản xuất của nông trại (Bảng 2) cho thấy khả năng thu lời cao từ hoạt động chăn nuôi và trồng mít. Riêng đối với nuôi cá, khả năng thu lời thấp hoặc có khả năng lỗ vốn bởi vì so với các hoạt động chăn nuôi heo và mít thì khối lượng thức ăn phải cung cấp khá lớn trong khi giá thức ăn cho cá khá cao bên cạnh giá cả đầu ra của nhiều loại cá nuôi nước ngọt gần đây không ổn định²⁴. Phân tích năng lượng so sánh hiệu quả về năng lượng giữa các sản lượng so với đầu vào cho thấy hiệu suất của hoạt động nuôi heo đạt hiệu quả nhất (50%) trong khi đó hiệu suất của nuôi cá và trồng mít chưa đạt tới 10%.

THẢO LUẬN

Từ các điều kiện hiện hữu sẵn có của chủ hộ, mô hình kết hợp công nông nghiệp không phát thải (AIZES) bao gồm bổ sung các thành phần tiềm năng cho một

nông trại tối ưu được đề xuất (Hình 4)²⁵. Các thành phần của mô hình như hệ thống xử lý nước thải, vai trò của hệ sinh thái tự nhiên hay nguồn tài nguyên sẵn có của khu vực, đất trồng cũng như con người và hoạt động của họ được thêm vào hệ thống đóng một vai trò hết sức quan trọng trong việc hướng đến tuần hoàn và xử lý triệt để các thành phần gây ô nhiễm môi trường cũng như tạo thêm nguồn thu nhập mới cho người nông dân từ mô hình.

Một số phương án tiềm năng trên cơ sở bổ sung và quay vòng dòng thải nhằm xem xét sự phù hợp các tiêu chí nói trên được thể hiện trong Bảng 3. Do các chất thải cần phải được xử lý trước khi cho quay vòng lại hệ thống sản xuất, chất thải trực tiếp từ ao và chuồng phải qua các quá trình xử lý, chẳng hạn như phân heo phải qua bể chứa biogas và nước ao hay bùn ao thủy sinh chứa thực vật địa phương như lục bình, rau muống. Một nghiên cứu xử lý chất dinh dưỡng trong nước thải đối với lục bình và ngổ trâu cho thấy với thời gian lưu 4 tuần, lục bình và ngổ trâu có khả năng xử lý NH_4^+ với hiệu suất lên tới 88%, và PO_4^{3-} tới 99%²⁶. Xử lý bằng bể lục bình – bể tảo – bể lục bình với thời gian lưu tổng cộng 29 ngày hiệu suất xử lý BOD tới 96,9%, P là 89,2%, COD là 79%²⁷. Ao thủy sinh được xem như trạm xử lý chất thải. Nước



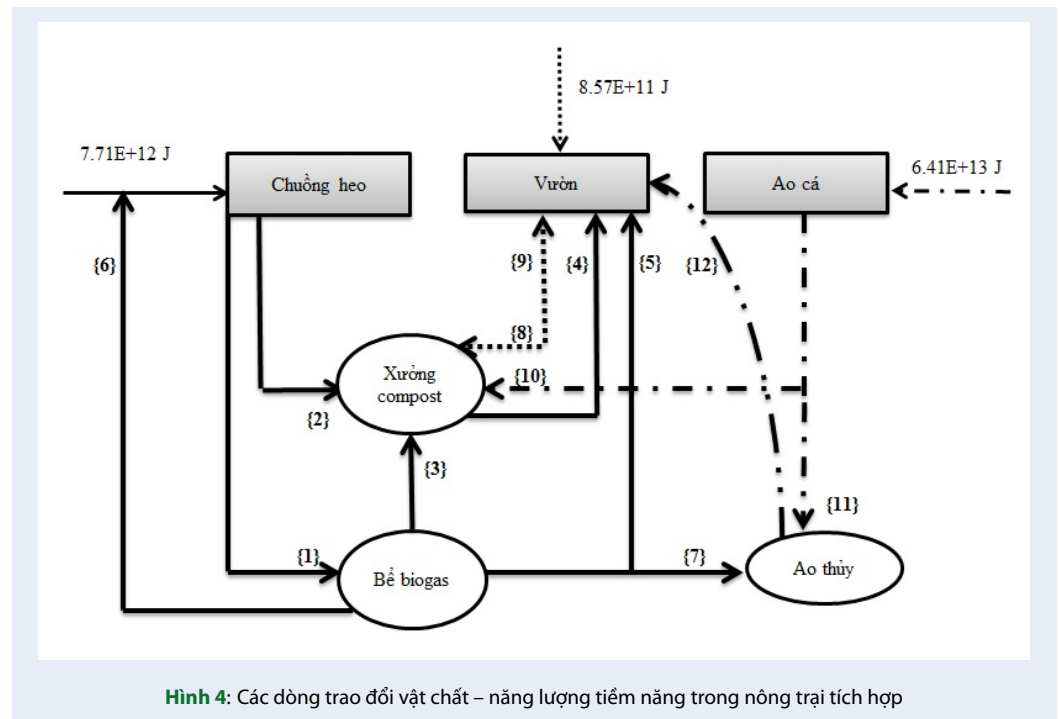
Hình 3: Dòng vật chất - năng lượng chuyển đổi trong hệ thống sản xuất của nông trại

Bảng 1: Vật chất và năng lượng của các cấu phần sản xuất của nông trại

STT	Cấu phần	Thành phần	Số lượng	Đơn vị	Hệ số năng lượng (J/đơn vị)	Tổng năng lượng
1	Vườn	Cây con	21,88	kg	1,44E+07 ¹⁵	3,15E+08
2		Điện	216.000	kWh	3,60E+06 ^{15,18}	7,78E+11
3		Máy phát điện	1.095	L	4,78E+07 ^{15,18}	5,23E+10
4		Vôi	7.500	kg	3,11E+06 ¹⁹	2,33E+10
5		Phân bón	4.160	kg	N: 3,28E+01, P: 7,52E+01, K: 4,56E+01 ^{15,18}	3,84E+11
6		Thuốc trừ sâu	9.000	mL	4,20E+05 ¹²	3,78E+09
7	Ao	Cá con	5.000	kg	7,98E+06 ²⁰	3,99E+10
8		Thức ăn	5.100.000	kg	1,26E+07 ²¹	6,41E+13
9		Vôi	750	kg	3,11E+06 ¹⁹	2,33E+09
10	Chuồng	Heo con	45.000	kg	2,09E+06 ²²	9,41E+10
11		Thức ăn	504.900	kg	1,43E+07 ²³	7,22E+12
12		Nước ngầm	21.900	m ³	2,00E+04 ¹²	4,38E+08
13		Điện	24.000	kWh	3,60E+06 ¹⁵	8,64E+10

Bảng 2: Phân tích kinh tế từ hệ thống sản xuất của nông trại

Stt	Nội dung	Thu nhập (x1,000 VNĐ/lứa)	Chi phí (x1,000VNĐ/lứa)
1	Chuồng trại		60.000
2	Con giống		5.400.000
3	Thức ăn		13.068.000
4	Thuốc thú y		810.000
5	Nhân công		240.000
6	Điện nước		120.000
7	Thu từ bán heo	22.050.000	
8	Cá con		250.000
9	Thức ăn		15.000.000
10	Vôi		75.000
11	Thu từ bán cá	17.150.000	
12	Cây mít giống		15.750
13	Phân bón		124.818,75
14	Thuốc trừ sâu		75.000
15	Vôi		7.500
16	Thu từ bán mít	1.050.000	
Lợi nhuận	Nuôi heo		2.352.000
	Nuôi cá		1.825.000
	Trồng mít		826.931,25



Hình 4: Các dòng trao đổi vật chất – năng lượng tiềm năng trong nông trại tích hợp

Bảng 3: Các phương án khép kín dòng vật chất - năng lượng tiềm năng

Cấu phần	Các phương án tiềm năng	Giải thích	
Vườn	1 {8} - {9}	Rác vườn làm phân compost bón cây.	
Ao	2 {11} - {12}	Nước ao được đưa vào bể thủy sinh để tưới cây.	
Chuồng	3 {1} - {5}	Phân heo được xử lý biogas, bùn bón cây.	
	4 {1} - {6}	Phân heo được xử lý biogas, thu khí gas.	
	5 {1} - {3} + {2} - {4}	Phân heo một nửa được xử lý biogas, một nửa làm compost bón cây.	
	6 {1} - {3}{6} + {2} - {4}	Phân heo một nửa được xử lý biogas, thu khí gas, bùn kết hợp với phân làm compost bón cây.	
	7 {2} - {4}	Phân làm compost bón cây.	
	8 {1} - {6}, {7} + {11} - {12}	Phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	
Ao + chuồng	9 {1} - {5}, {6}, {7} + {11} - {12}	Phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, bùn để bón cây, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	
	10 {1} - {5}, {7} + {11} - {12}	Phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, bùn để bón cây, nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	
	11 {1} - {7} + {11} - {12}	Phân heo được xử lý biogas, bùn để bón cây, nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	
	12 {1} - {3} + {2}, {10} - {4}	Phân heo một nửa được xử lý biogas, bùn ao và bùn biogas kết hợp với phân làm compost bón cây.	
	13 {1} - {3} + {2}, {10} - {4} + {11} - {12}	Phân heo một nửa được xử lý biogas, bùn ao và bùn biogas kết hợp với phân làm compost bón cây, nước ao tưới cây.	
	14 {1} - {6}, {3} + {2}, {10} - {4}	Phân heo một nửa được xử lý biogas, thu khí gas, bùn ao và bùn biogas kết hợp với phân làm compost bón cây.	
	15 {1} - {6}, {7} + {2}, {10} - {4} + {11} - {12}	Một nửa phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, một nửa phân và bùn ao làm compost và bùn biogas để bón cây, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	
	16 {1} - {6}, {7} + {2} {3}, {10} - {4} + {11} - {12}	Một nửa phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, một nửa phân, bùn ao và bùn biogas làm compost để bón cây, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	
	Vườn + chuồng	17 {1} - {6} - {3} + {2}, {8} - {9}	Một nửa phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, một nửa phân, rác vườn và bùn biogas làm compost để bón cây.
		18 {1} - {3} + {2}, {8} - {9}	Một nửa phân heo được xử lý biogas, một nửa phân, rác vườn và bùn biogas làm compost để bón cây.
19 {2}, {8} - {9}		Phân và rác vườn làm compost để bón cây.	
Vườn + ao + chuồng	20 {1} - {6}, {7} + {2} {3}, {10}, {8} - {9} + {11} - {12}	Một nửa phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, một nửa phân, rác vườn, bùn ao và bùn biogas làm compost để bón cây, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	

Bảng 4: Hiệu suất năng lượng của các phương án

Phương án không có biogas	E tích lũy (J)		E tiêu thụ (J)				E toàn vòng đời (J)			
	1 năm	3 năm	1 năm		3 năm		1 năm		3 năm	
1 {8} - {9}	1,97E+07	5,91E+07	1,66E+12		4,98E+12		1,66E+12		4,98E+12	
2 {11} - {12}	9,88E+05	2964000	1,62E+12		4,87E+12		1,62E+12		4,87E+12	
19 {2}, {8} - {9}	4,43E+11	1,33E+12	1,31E+11		3,93E+11		-3,10E+11		-9,40E+11	
Phương án có biogas			Bể gạch	Túi nhựa PE	Bể gạch	Túi nhựa PE	Bể gạch	Túi nhựa PE	Bể gạch	Túi nhựa PE
4 {1} - {6}	1,95E+12	5,85E+12	9,74E+10	1,33E+11	2,92E+11	4,00E+11	-1,90E+12	-1,80E+12	-5,60E+12	-5,50E+12
3 {1} - {5}	7,05E+10	2,12E+11	2,05E+12	2,08E+12	6,15E+12	6,25E+12	1,98E+12	5,93E+12	5,93E+12	6,04E+12
5 {1} - {3} + {2} - {4}	2,37E+11	7,11E+11	2,11E+12	2,15E+12	6,34E+12	6,45E+12	1,88E+12	1,91E+12	5,63E+12	5,74E+12
6 {1} - {3}{6} + {2} - {4}	2,26E+12	6,78E+12	1,61E+11	1,97E+11	4,84E+11	5,92E+11	-2,10E+12	-2,10E+12	-6,30E+12	-6,20E+12
7 {2} - {4}	4,43E+11	1,33E+12	1,35E+11		4,04E+11		-3,10E+11		-9,30E+11	
8 {1} - {6}, {7}+ {11} - {12}	1,95E+12	5,85E+12	9,74E+10	1,33E+11	2,92E+11	4,00E+11	-1,90E+12	-1,80E+12	-5,60E+12	-5,50E+12
9 {1} - {5}, {6}, {7} + {11} - {12}	2,02E+12	6,07E+12	1,23E+11	9,50E+10	3,69E+11	2,85E+11	-1,90E+12	-1,90E+12	-5,70E+12	-5,80E+12
10 {1} - {5}, {7} + {11} - {12}	7,05E+10	2,12E+11	2,07E+12	2,04E+12	6,22E+12	6,12E+12	2,00E+12	1,97E+12	6,01E+12	5,91E+12
11 {1} - {7} + {11} - {12}	2012013	6036038	2,14E+12	2,14E+12	6,43E+12	6,43E+12	2,14E+12	2,14E+12	6,43E+12	6,43E+12
12 {1}- {3} + {2}, {10} - {4}	2,67E+11	8,01E+11	2,02E+12	2,05E+12	6,05E+12	6,16E+12	1,75E+12	1,79E+12	5,25E+12	5,36E+12
13 {1} - {3} + {2}, {10} - {4} + {11} - {12}	2,67E+11	8,01E+11	2,02E+12	2,05E+12	6,05E+12	6,16E+12	1,75E+12	1,79E+12	5,25E+12	5,36E+12
14 {1} - {6}, {3} + {2}, {10} - {4}	1,24E+12	3,73E+12	6,53E+10	1,01E+11	1,96E+11	3,04E+11	-1,20E+12	-1,10E+12	-3,50E+12	-3,40E+12
15 {1} - {6}, {7} + {2}, {10} - {4} + {11} - {12}	1,03E+12	3,08E+12	1,36E+11	1,72E+11	4,07E+11	5,16E+11	-8,90E+11	-8,50E+11	-2,70E+12	-2,60E+12
16 {1} - {6}, {7} + {2} {3}, {10} - {4} + {11} - {12}	1,82E+12	5,45E+12	6,53E+10	1,01E+11	1,96E+11	3,04E+11	-1,80E+12	-1,70E+12	-5,30E+12	-5,10E+12

Continued on next page

Table 4 continued

17	{1} - {6} - {3} + {2}, {8} - {9}	1,02E+12	3,05E+12	1,58E+11	1,94E+11	4,74E+11	5,82E+11	-8,60E+11	-8,20E+11	-3,20E+12	-3,10E+12
18	{1} - {3} + {2}, {8} - {9}	1,51E+10	4,54E+10	2,11E+12	2,15E+12	6,33E+12	6,44E+12	2,09E+12	2,13E+12	6,28E+12	6,39E+12
20	{1} - {6}, {7} + {2} {3}, {10}, {8} - {9} + {11} - {12}	1,82E+12	5,45E+12	6,18E+10	9,79E+10	1,86E+11	2,94E+11	-1,80E+12	-1,70E+12	-5,30E+12	-5,20E+12

thải từ bể chứa biogas và ao cá được cho vào ao chứa lục bình. Dưới tác dụng của kết hợp giữa chất hữu cơ trong nước thải khả năng xử lý chất thải của lục bình sẽ góp phần cải thiện chất lượng nước ao. Nước sau khi qua ao thủy sinh sẽ được sử dụng để tưới cây. Với độ pH thấp trong đất chứa phèn, các nguồn tài nguyên trong hệ thống cần được sử dụng tối đa để cải thiện cả chất lượng đất và nước, đồng thời giảm chi phí cho nông trại.

Từ kết quả ở Bảng 4, sự cân đối giữa năng lượng tích lũy và năng lượng tiêu thụ từ các phương án chỉ ra rằng phương án 6, phương án 9, phương án 16 và phương án 20 là mang tính khả thi cao, hiệu quả tối ưu thuộc về phương án 6. Tính khả thi thấp nhất gồm các phương án 5, phương án 11 và phương án 18. Ngoài ra, phương án theo vòng đời 3 năm có hiệu suất năng lượng tốt hơn so với phương án 1 năm. Bảng 5 cho thấy hiệu suất năng lượng tốt nhất trong hệ thống tích hợp khi sử dụng khí và bùn trong bể biogas và làm phân compost. Thời gian chung cho mô hình tiềm năng là 3 năm (theo vòng đời của cây ăn trái), vòng đời của các cấu phần tham gia dao động từ 4 tháng (nuôi heo) đến 6 tháng (nuôi cá). Do vòng đời của heo và cá chênh lệch vài tháng nên tác giả lựa chọn phân tích năng lượng cho các cấu phần này là một năm. Hiệu suất năng lượng của phương án một năm khá thấp so với vòng đời 3 năm. Trường hợp nếu mô hình trồng loại cây khác với vòng đời ngắn hơn cây mít, ví dụ như chuối thay thế cho cây mít vì cây chuối có thể sống tốt ở khu vực nhiễm phèn, vòng đời của cây chuối khoảng 1 năm nhưng về sản lượng tính theo khối lượng và năng lượng đầu ra tương đương với cây mít. Bài báo cũng cần nhắc khía cạnh kinh tế của các thành phần bổ sung cho các mô hình tối ưu. Vì bể chứa biogas có thể được thiết kế bằng nhiều loại vật liệu khác nhau, chủ yếu là bằng gạch và nhựa PE nhưng chi phí cho bể gạch cao gấp hai lần túi nhựa PE nên vấn đề lựa chọn mô hình và lắp đặt các hạng mục phù hợp sẽ tùy thuộc vào khả năng của từng hộ nông dân. Bên cạnh đó, việc lựa chọn bể chứa biogas thiết kế bằng gạch và nhựa cần cân nhắc thêm độ bền của bể và túi nhựa. Mặc dù bể chứa biogas thiết kế bằng gạch có giá thành đầu tư ban đầu mắc gấp đôi bể chứa biogas thiết kế bằng nhựa, nhưng độ bền của bể sẽ cao hơn. Đặc biệt là nguồn đất đai vốn có của hộ đóng góp vào hiệu suất năng lượng của mô hình vì các bể chứa biogas, nơi chứa chất thải làm phân compost và ao thủy sinh cần một diện tích phù hợp với quy mô sản xuất của hộ nông dân.

Ngoài ra, yếu tố bền vững trong nông nghiệp không chỉ thể hiện ở vấn đề kinh tế mà còn ở hệ số chuyển đổi Str để cập đến tính bền vững của hệ thống. So với hệ số Str của hệ thống hiện tại là 7, 14 thì các phương án tốt nhất (gồm 6, 9, 16, 20) đều có hệ số Str thấp hơn (Bảng 6).

Do nhu cầu canh tác trên đất phèn là tất yếu và các hộ nằm trong cùng một vùng sinh thái như vùng phèn đều có điều kiện tự nhiên tương tự nhau như hệ thực vật, chất lượng nguồn nước, chất lượng đất và vi khí hậu ... nên tiềm năng kết hợp tất cả các thành phần sẵn có của khu vực để phát triển sinh kế là rất cao. Nhờ vào sự tương đồng về tự nhiên và các hoạt động

sinh kế chính nên việc tính toán lựa chọn các phương án tích hợp sinh kế trong hộ dân sẽ giúp cho việc đánh giá, so sánh hiệu quả của mô hình được thuận lợi hơn và dễ triển khai nhân rộng sau này. Nhìn chung, các giải pháp tận dụng và chuyển hóa các loại chất thải trong các phương án tốt nhất góp phần cho một hệ thống chăn nuôi hướng tới không phát thải và tạo sinh kế bền vững hộ nông dân²⁸. Các loại chất thải xung quanh có thể được tái sử dụng và chuyển hóa thành các sản phẩm có giá trị như: năng lượng cho sinh hoạt, phân bón hữu cơ cho cây trồng. Nước thải từ bể biogas có thể được xử lý bằng hệ sinh thái tự nhiên của khu vực. Dòng chất thải từ gia súc làm chất dinh dưỡng để nuôi cây.

KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày các khía cạnh cần thiết để xem xét tiềm năng trao đổi các dòng vật chất và năng lượng trong nông trại nhằm tối ưu về hiệu quả năng lượng lẫn kinh tế. Bài báo cũng thảo luận về một số khía cạnh quan trọng cho mô hình tích hợp hướng đến không chất thải dựa trên phân tích năng lượng, kinh tế nhằm lựa chọn phương án tối ưu. Phân tích kinh tế của bất kỳ hoạt động nào bao gồm cả sản xuất nông nghiệp đều phải xem xét đầy đủ các tác động dài hạn. Quan điểm dài hạn rất cần thiết cho hoạt động nông nghiệp với hiệu quả cao nhất trong sử dụng vật liệu - năng lượng và tác động đến sinh thái được xác định rõ ở mức độ chấp nhận được. Để đạt được những mục tiêu này, nghiên cứu đã thiết kế các cấu phần trong sản xuất nông nghiệp như một hệ thống tích hợp để điều tiết dòng năng lượng. Sự phân tích dòng năng lượng ảnh hưởng đến chiến lược kinh tế cho việc lập kế hoạch sản xuất nông nghiệp⁶.

LỜI CẢM ƠN

Tập thể tác giả xin chân thành gửi lời cảm ơn đến Đại Học Quốc Gia TP.HCM, Viện Môi Trường và Tài Nguyên đã tài trợ và tạo mọi điều kiện thuận lợi để chúng tôi có thể hoàn thành nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài KC.08.19/16-20. Xin cảm ơn hộ dân Võ Văn Thâm đã hỗ trợ cung cấp số liệu, tạo điều kiện khảo sát thực tế tại nông trại cũng như khu vực xung quanh nông trại.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan rằng không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo “Xây dựng mô hình khép kín đáp ứng nông nghiệp bền vững cho hộ nông dân khu vực bị nhiễm phèn”.

Bảng 5: Xu hướng lựa chọn các phương án năng lượng

Phương án		Theo vòng đời lớn nhất của hệ thống (3 năm)	
		a	b
5	Phân heo một nửa được xử lý biogas, một nửa làm compost bón cây.	5,63E+12	5,74E+12
6	Phân heo một nửa được xử lý biogas, thu khí gas, bùn kết hợp với phân làm compost bón cây.	-6,3E+12	-6,2E+12
9	Phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, bùn để bón cây, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	-5,70E+12	-5,78E+12
11	Phân heo được xử lý biogas, bùn để bón cây, nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	6,43E+12	6,43E+12
16	Một nửa phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, một nửa phân, bùn ao và bùn biogas làm compost để bón cây, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	-5,26E+12	-5,15E+12
18	Một nửa phân heo được xử lý biogas, một nửa phân, rác vườn và bùn biogas làm compost để bón cây.	6,28E+12	6,39E+12
20	Một nửa phân heo được xử lý biogas, thu khí gas, một nửa phân, rác vườn, bùn ao và bùn biogas làm compost để bón cây, nước từ biogas và nước ao được xử lý ở bể thủy sinh để tưới cây.	-5,27E+12	-5,16E+12

Ghi chú:

a: Phương án có bể chứa biogas là bể bằng gạch

b: Phương án có bể chứa biogas là túi nhựa

Bảng 6: Tính bền vững của các hệ thống 3 năm

Phương án	Hệ số Str của hệ thống với các phương án tiềm năng	
	Bể gạch	Túi nhựa PE
6	5,88	5,9
9	6,02	6,0
16	6,13	6,15
20	6,12	6,15

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Tác giả Nguyễn Thị Thu Thảo, Lê Quốc Vĩ, Trà Văn Tung, Trần Trung Kiên, Nguyễn Thị Phương Thảo cùng đóng góp vào các nội dung và xây dựng kết quả của nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dang LV, Quyen NK, Vê NB, Toàn LP, Hữu TN, Hưng NN. Ảnh hưởng của bón phân N, P, K lên sự sinh trưởng và năng suất khoai mì trồng trên đất phèn ở Đồng bằng sông Cửu Long. Can Tho University Journal of Science. 2016;4:29–37. Available from: <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2016.100>.
- Hùng TV, Toàn LP, Dũng TV, Hưng NN. Hình thái và tính chất lý, hóa học đất phèn vùng Đồng Tháp Mười. Can Tho University, Journal of Science. 2017; Available from: <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2017.047>.
- Thakuria D, Hazarika S, Krishnappa R. Soil Acidity and Management Options. Indian Journal of Fertilisers. 2016;12(12):40–56.
- Tấn AQ, Sơn NN, Cán ND, Sánh NV, Thành DN, Nhân ĐK. Tính khả thi về kỹ thuật và kinh tế của các hệ thống nông - lâm - ngư

kết hợp tại vùng đệm vườn quốc gia U Minh Thượng - Kiên Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 2010;14:56–65.

- Bình NTS, Hằng NTT. Hiệu quả kinh tế xã hội các mô hình canh tác triển vọng trên vùng đất phèn tại Xã Vĩnh Thắng, Huyện Gò Quao, Tỉnh Kiên Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 2013;26:149–154.
- Mackinnon JC. Design and management of farms as agricultural ecosystems. Agro-Ecosystems. 1976;2:277–291. Available from: [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(76\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0304-3746(76)90143-8).
- Mạng lưới nông nghiệp bền vững. Tiêu chuẩn nông nghiệp bền vững - Dành cho nhóm nông trại sản xuất cây trồng và gia súc. 2017; Available from: www.san.ag.
- Bộ Khoa học và Công nghệ - Cục Thông tin khoa học và Công nghệ quốc gia. Tổng luận số 7/2019 - Chính sách phát triển nông nghiệp bền vững của một số quốc gia và một số khuyến nghị cho Việt Nam trong bối cảnh mới. 2019;.
- Huysveld S. Exergy-based natural resource accounting in sustainability assessment of agricultural production systems. PhD Thesis Ghent University, Belgium. 2016;.
- Taheri K, Gadow R, Killinger A. Exergy Analysis as a Developed Concept of Energy Efficiency Optimized Processes: The Case of Thermal Spray Processes. Procedia CIRP. 2014;17:511–516.

- Available from: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.060>.
11. Terzi R. Application of Exergy Analysis to Energy Systems. Application of Exergy. 2018; Available from: <https://doi.org/10.5772/intechopen.74433>.
 12. Hoang VN, Alauddin M. Analysis of agricultural sustainability: A review of exergy methodologies and their application in OECD countries. International Journal of Energy Research. 2011;35(6):459–476. Available from: <https://doi.org/10.1002/er.1713>.
 13. Liu Z, Wang D-Y, Li G, Ning T-Y, Tian S-Z, Hu H-Y, et al. Cosmic exergy-based ecological assessment for farmland-dairy-biogas agroecosystems in North China. Journal of Cleaner Production. 2017;159:317–325. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.056>.
 14. Kriechbaum L, Scheiber G, Kienberger T. Grid-based multi-energy systems-modelling, assessment, open source modelling frameworks and challenges. Energy, Sustainability and Society. 2018;8(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s13705-018-0176-x>.
 15. Guo B, Yang X, Jin X, Zhou Y. Eco-exergy-based ecological flow accounting of cropland ecosystem and utilisation efficiencies in China. International Journal of Exergy. 2015;17(1). Available from: <https://doi.org/10.1504/IJEX.2015.069319>.
 16. Sciubba E. Extended exergy accounting applied to energy recovery from waste: The concept of total recycling. Energy. 2003;28(13):1315–1334. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(03\)00111-7](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(03)00111-7).
 17. Hải LT. Kỹ thuật và hệ thống không phát thải trong sản xuất công nông nghiệp ở Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2006;.
 18. Hiến PH. Năng lượng trong nông nghiệp. Nhà xuất bản nông nghiệp. 2015;.
 19. Taner TSM. A lime production of the fluidized bed boiler's energy and exergy analyse. Journal of Thermal Engineering. 2017;3:1271–1274. Available from: <https://doi.org/10.18186/journal-of-thermal-engineering.323393>.
 20. Bud ILD, Reka ST, Negrea O. Study concerning chemical composition of fish meat depending on the considered fish species. Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii. 2008;41(2).
 21. Howard TO. Exergy accounting. Bartelms P (eds) Unveiling Wealth Springer, Dordrecht. 2002; Available from: https://doi.org/10.1007/0-306-48221-5_13.
 22. Ramirez C, Patel M, Blok K. How much energy to process one pound of meat? A comparison of energy use and specific energy consumption in the meat industry of four European countries. Energy. 2006;31(12):2047–2063. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.08.007>.
 23. Dung NNX, Mãnh LH, Thảo HTP. Ảnh hưởng các mức độ protein và năng lượng lên năng suất và tiêu tốn thức ăn heo con theo mẹ đến cai sữa. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 2004;1:8–17.
 24. Ban chỉ đạo Bộ công thương. Chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới. Bản tin thị trường sản phẩm nông nghiệp số 15. 2020;.
 25. Le TH, Tran VT, Le QV, Nguyen TPT, Schnitzer H, Braunegg G. An integrated ecosystem incorporating renewable energy leading to pollution reduction for sustainable development of craft villages in rural area: a case study at sedge mats village in Mekong Delta, Vietnam. Energy, Sustainability and Society. 2016;6(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s13705-016-0088-6>.
 26. Hoàng VT, Khánh Duy TP, Khánh Minh TP, Trung LH, Trung NM, Mỹ Trâm PT. Khả năng hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt của lục bình và ngổ trâu. Tạp chí Đại học Thủ Dầu Một. 2014;(14):25–30.
 27. Tripathi BD, Shukla SC. Biological treatment of wastewater by selected aquatic plants. Environmental Pollution. 1991;69(1):69–78. Available from: [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(91\)90164-R](https://doi.org/10.1016/0269-7491(91)90164-R).
 28. Thanh HL, Tran QB, Tra VT, Nguyen TPT, Le TN, Schnitzer H, et al. Integrated farming system producing zero emissions and sustainable livelihood for small-scale cattle farms: Case study in the Mekong Delta, Vietnam. Environ Pollut. 2020;265(B):114853. PMID: 32480006. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114853>.

Design of integrated farming system for sustainable livelihoods within an acidic soil in Long An province

Nguyen Thi Thu Thao^{1,*}, Le Quoc Vi², Tra Van Tung², Tran Trung Kien², Nguyen Thi Phuong Thao²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Long An is a province in the Mekong Delta region. It has a large area of acid sulfate soils, of which appears tremendously high acidic soil of Thanh Hoa ward. Due to the toxic factors in the high acid sulfate soil, the area suffers the harsh natural conditions leading to livelihoods limitation in terms of freshwater supply, drainage, agricultural cultivation, and environmental sanitation as well. The study approach is to build an integrated farming system based on the close loop of material and energy flows for a typical small-scale farm in acidic areas in Long An province for sustainable agriculture. Therefore, the potential systems meet the objectives of recycling waste by the energy efficiency analysis and the economic analysis. The results show that pig production and cultivated orchard obtain high profits. Energy efficiency from raising pigs accounts for a high proportion (50%), whereas both fish production and orchard have not reached 10% total amount of energy. Energy efficiency analysis implies the potential options with optimal efficiencies tend to biogas treatment and composting. Also, the three-year lifetime system is more efficient than the one-year system. However, the household financial capacity plays an important role in selecting the suitable farming system as well as the installation of treatment systems.

Keywords: integrated farming system, sustainable agriculture, sustainable livelihood, energy efficiency, acid soil

¹Ho Chi Minh City University of Technology and Education

²Institute for Environment and Resources, VNU-HCM

Corresponding

Nguyen Thi Thu Thao, Ho Chi Minh City University of Technology and Education

Email: thaontt@hcmute.edu.vn

History

- Received: 16-7-2020
- Accepted: 25-11-2020
- Published: 03-12-2020

DOI :10.32508/stdjsee.v4i2.539



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article: Thao N T T, Vi L Q, Tung T V, Kien T T, Thao N T P. **Design of integrated farming system for sustainable livelihoods within an acidic soil in Long An province.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 4(2):218-230.