

Xây dựng mô hình quản lý chi phí dòng nguyên liệu (MFCA) nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi chất thải cho trang trại chăn nuôi heo

Ngô Thị Phương Nam, Lê Thanh Hải, Nguyễn Thị Phương Thảo, Trần Thị Huệ, Nguyễn Việt Thắng, Trần Trung Kiên*

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này phân tích và đánh giá khả năng tuần hoàn của các dòng vật liệu theo hướng tiếp cận kế toán dòng chi phí nguyên liệu (MFCA) đối với mô hình sinh thái tích hợp cho chăn nuôi heo quy mô nông hộ. MFCA được coi là công cụ tiêu biểu về kế toán quản lý môi trường. Việc tính toán thực hiện trên mô hình sinh thái tích hợp với các quy trình chính ban đầu là nuôi heo và trồng dưa, các hệ thống phụ kết nối bổ sung để khép kín vòng sinh thái tuần hoàn gồm hệ thống hầm biogas, ủ phân trùn quế và lò đốt than sinh học tại xã An Định, huyện Mô Cày Nam, tỉnh Bến Tre. Áp dụng phương pháp phân tích dòng vật chất, dòng vào và ra của các quy trình được tính toán chi phí, các chi phí được phân thành 3 nhóm: chi phí nguyên liệu, chi phí năng lượng và chi phí hệ thống. Kết quả tính toán MFCA cho thấy, chi phí nguyên liệu chiếm tỷ trọng lớn nhất cho dòng vào, và khi áp dụng mô hình sinh thái tích hợp, chi phí thất thoát chỉ chiếm 7,87% trong tổng chi phí. Phần thất thoát chỉ còn là heo bệnh và heo chết, là đối tượng cần phải được xử lý, không được tận dụng. Các chất thải còn lại đều biến thành tài nguyên của quy trình khác, mang lại lợi ích kép về kinh tế và môi trường. Dòng chi phí nguyên vật liệu được phát triển cho mô hình tích hợp đối với trang trại chăn nuôi heo đã đưa ra được những tác động tích cực về kinh tế và môi trường, bên cạnh đó mô hình cũng giúp cho người dân thực hiện nông nghiệp xanh, kinh tế tuần hoàn.

Từ khóa: kế toán chi phí dòng nguyên liệu (MFCA), chăn nuôi heo, mô hình tích hợp, tuần hoàn chất thải

Viện Môi Trường và Tài Nguyên, Đại học Quốc gia TP HCM, Việt Nam

Liên hệ

Trần Trung Kiên, Viện Môi Trường và Tài Nguyên, Đại học Quốc gia TP HCM, Việt Nam

Email: trungkienmt95@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 11-12-2023
- Ngày chấp nhận: 03-3-2024
- Ngày đăng: 30-6-2024

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsec.v8i1.750>



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.



MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam, ngành chăn nuôi có vai trò quan trọng trong cơ cấu kinh tế quy mô hộ gia đình. Theo thống kê của Tổng cục Thống kê, năm 2022 tổng đàn heo cả nước là 24.678.360 con heo, Bến Tre là tỉnh có tổng số heo nuôi lớn nhất khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long với 335.650 con¹. Riêng trên địa bàn xã An Định, huyện Mô Cày Nam, tỉnh Bến Tre, số lượng heo nuôi là 125.000 con, chiếm 34,5% tổng số vật nuôi toàn xã. Đi đôi với những lợi ích kinh tế mang lại, việc chăn nuôi heo theo quy mô nhỏ, chủ yếu tại các gia đình sẽ gây ra áp lực đến môi trường nông thôn. Chất thải (rắn và lỏng) từ trại nuôi heo được thải ra môi trường gây ô nhiễm đất và môi trường². Việc quản lý phân không đúng cách có thể gây hại cho môi trường do các loại khí thải khác nhau (ví dụ, NH₃ và khí nhà kính)³. Hầu hết các nhà máy hiện nay đều xử lý phân lợn bằng phương pháp thu hồi năng lượng dựa trên công nghệ phân hủy kỵ khí. Trên toàn thế giới, hệ thống phổ biến nhất là hệ thống xử lý không thu hồi năng lượng hoặc bón trực tiếp phân vào đất. Quản lý phân chuồng là một chủ đề trọng tâm trong các phân tích nông học và môi trường của các hệ thống chăn

nuôi thâm canh⁴. Vì vậy, việc sử dụng tái chế chất thải để giảm ô nhiễm và tăng lợi ích kinh tế là vô cùng cần thiết^{5,6}.

Theo nguyên tắc phát triển bền vững, các trang trại gia đình có thể tối ưu hóa việc tái chế vật liệu, điều này có thể dẫn đến tăng năng suất và lợi nhuận cũng như giảm ô nhiễm nguồn không điểm^{7,8}. Dưới mô hình sản xuất truyền thống, chất thải nông nghiệp như phân chăn nuôi được tạo ra trong quá trình sản xuất được thải trực tiếp mà không qua bất kỳ biện pháp xử lý kỹ thuật nào. Mô hình sinh thái tích hợp sẽ sử dụng chất thải của quy trình sản xuất này làm nguyên liệu cho quy trình sản xuất nối tiếp trong chuỗi tích hợp. Hệ thống nông nghiệp tổng hợp chăn nuôi - vườn - ao cá có mối quan hệ hỗ trợ lẫn nhau trong việc giảm thiểu chất thải phát sinh từ các hoạt động nông nghiệp. Phân gia súc được sử dụng làm phân bón cho vườn và làm thức ăn cho cá, vườn cung cấp thức ăn cho gia súc và cá, và nước trong ao cá được dùng để tưới cây trong vườn⁹. Khi lắp thêm bể biogas, ủ phân trùn quế và lò đốt biochar vào hệ thống trên, hệ thống sẽ trở thành một hệ thống nông nghiệp tích hợp khép kín dòng vật chất, năng lượng, không

Trích dẫn bài báo này: Nam N T P, Hải L T, Thảo N T P, Huệ T T, Thắng N V, Kiên T T. **Xây dựng mô hình quản lý chi phí dòng nguyên liệu (MFCA) nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi chất thải cho trang trại chăn nuôi heo.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024; 8(1):817-828.

phát thải. Trong hệ thống này, chất thải từ vật nuôi được phân hủy kỵ khí trong bể biogas để tạo ra khí đốt, nước thải sau bể biogas được dùng để tưới vườn, phân trùn quế là nguồn phân hữu cơ giàu dinh dưỡng bón cho cây trồng, than sinh học là vật liệu rắn thu được từ quá trình phân hủy nhiệt từ sinh khối, có tiềm năng lớn trong việc giảm phát thải khí nhà kính, cô lập cacbon trong đất, phục hồi đất bị thoái hóa có tác động tích cực đến sự phát triển của cây trồng¹⁰. Hệ thống trồng trọt - chăn nuôi tích hợp là những giải pháp thay thế hiệu quả cho việc tái chế chất dinh dưỡng. ICLS (integrated crop-livestock systems) có thể cải thiện độ phì nhiêu của đất và giảm thiểu phát thải khí nhà kính trong dài hạn. Quản lý phân có tầm quan trọng sống còn để khai thác hiệu quả năng lượng tái tạo¹¹. Bên cạnh đó, các chỉ số kinh tế phản ánh khả năng sinh lợi của nhóm hộ chăn nuôi theo hình thức sinh thái hoặc tích hợp hầu như cao hơn nhóm hộ chăn nuôi theo hình thức truyền thống¹².

MFCA đo lường dòng chảy nguyên vật liệu thô theo cả đơn vị hiện vật và đơn vị tiền tệ. Các loại chi phí liên quan đến MFCA là chi phí vật liệu, hệ thống, năng lượng và quản lý chất thải¹³. Để phản ánh tính bền vững về môi trường và kinh tế của các hệ thống nông nghiệp, MFCA có thể được mở rộng để giải thích và tính toán các thiệt hại về môi trường. MFCA được coi là công cụ kế toán quản lý môi trường tiêu biểu nhất, cho phép quản lý và sử dụng vật liệu hoặc tài nguyên hiệu quả hơn và quản lý môi trường tốt hơn trong phát triển bền vững¹⁴. MFCA được dùng phổ biến để đánh giá cho 1 quy trình sản xuất cho 1 sản phẩm cụ thể, để đánh giá những tiêu hao trong quá trình sản xuất. Tính ứng dụng rộng rãi và hiệu quả của công cụ này được thể hiện qua các nghiên cứu trước đây, áp dụng cho cả lĩnh vực công nghiệp và nông nghiệp. Trong công nghiệp, một số ví dụ điển hình cho việc tiếp cận MFCA như: chế biến thủy sản, nhà máy bia, nhà máy dệt may, dược phẩm¹⁵⁻¹⁸. Trong nông nghiệp, kế toán chi phí dòng nguyên liệu (MFCA) là một công cụ để quản lý môi trường, hỗ trợ nông dân hiểu rõ hơn về chi phí và môi trường của việc sử dụng hiệu quả các đầu vào (nguyên liệu và năng lượng) cho trang trại và tạo cơ hội đạt được sự bền vững về chi phí và môi trường bằng cách cung cấp các giải pháp cải tiến¹⁹⁻²¹. MFCA so sánh chi phí liên quan đến sản xuất nông nghiệp và chi phí liên quan đến lãng phí đầu vào²².

Kế toán chi phí dòng vật liệu (MFCA) đã được ứng dụng khá rộng rãi ngày nay, tuy nhiên các ứng dụng trước đây chỉ ứng dụng cho một quy trình sản xuất đơn lẻ. Đối với mô hình nông nghiệp sinh thái tích hợp, các nghiên cứu hiện nay về tái chế chất thải từ trang trại gia đình chủ yếu tập trung vào các đặc tính kỹ

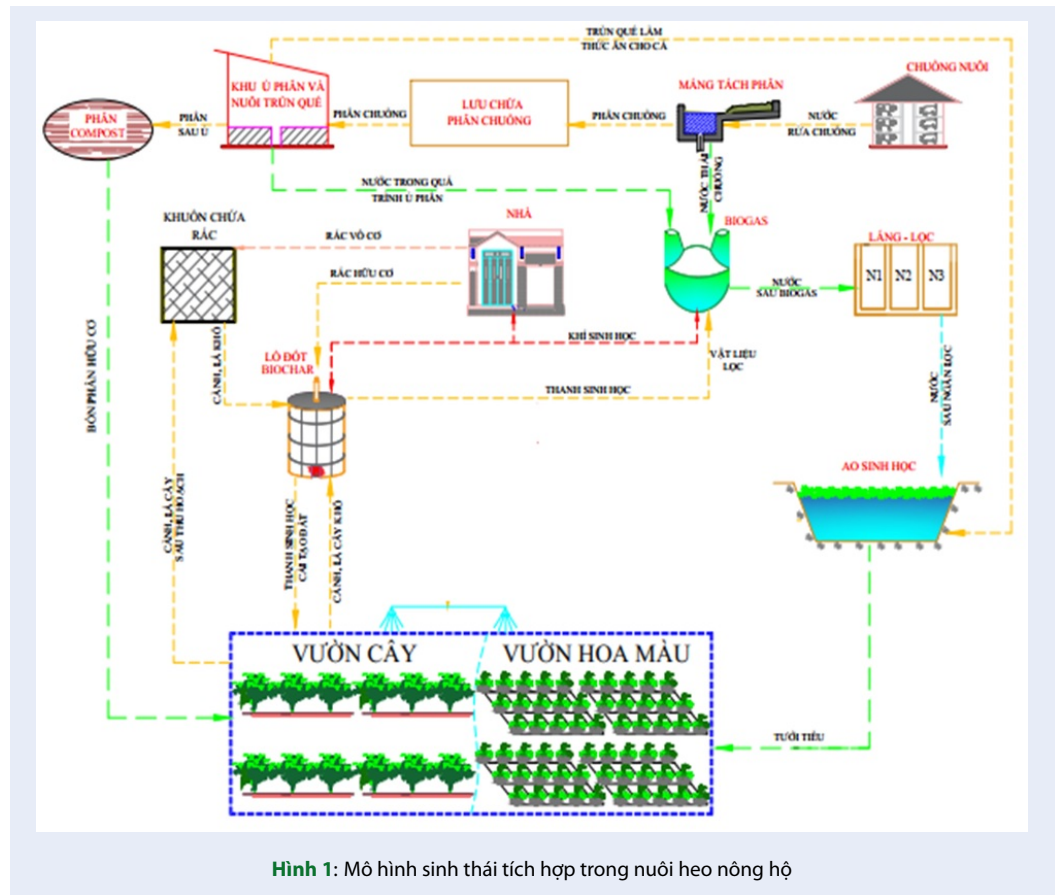
thuật, ít nghiên cứu được thực hiện để tích hợp lợi kinh tế và môi trường dựa trên lý thuyết phát triển bền vững. MFCA là một loại kế toán trong quản lý môi trường, cung cấp một cách để phân tích tổn thất tài nguyên một cách toàn diện hơn ở các trang trại gia đình. Chính vì vậy, theo hướng tiếp cận MFCA, nghiên cứu tiến hành tính toán các chi phí cho từng quy trình sản xuất riêng rẽ và cho cả khung ranh giới mô hình sinh thái tích hợp, từ đó đánh giá hiệu quả tận dụng chất thải khi sử dụng mô hình sinh thái tích hợp so với truyền thống. Kết quả đạt được sẽ thêm một minh chứng cho những lợi ích của việc áp dụng mô hình tích hợp, khuyến khích nhân rộng việc triển khai mô hình này tại các hộ chăn nuôi. Cũng qua đánh giá MFCA, việc có thêm những cải tiến trong mô hình tích hợp cũng được tính tới khi nhận thấy tiềm năng tái sử dụng của các chất thải.

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mô hình sinh thái tích hợp trong nuôi heo nông hộ

Mô hình đề xuất dựa trên định hướng tích hợp, hướng tới không phát thải trong chăn nuôi, canh tác nông nghiệp được thể hiện như Hình 1. Mô hình thí điểm thực hiện tại hộ gia đình nuôi heo quy mô nhỏ, tại xã An Định, huyện Mô Cày Nam, tỉnh Bến Tre. Trước khi triển khai thực hiện mô hình, 2 hoạt động chính của hộ là nuôi heo với tổng số 60 con heo thịt và 4000 m² trồng dừa. Khi triển khai mô hình, các thành phần kết nối được bổ sung gồm hầm biogas, bể ủ phân trùn quế, lò đốt biochar.

Sau quá trình chăn nuôi heo, chất thải sau đó sẽ được tận dụng cho quá trình biogas thu khí sinh học và bùn sinh học. Khí sinh học sẽ cung cấp 1 phần năng lượng cho hoạt động sản xuất của gia đình, bùn sinh học của quá trình biogas có tiếp tục làm nguyên liệu cho quá trình ủ phân trùn quế. Ủ phân trùn quế là quá trình phân hủy chất hữu cơ có sự tham gia của cả vi sinh vật và trùn quế, làm giảm thời gian phân hủy và tạo ra lượng phân bón hữu cơ giàu chất dinh dưỡng cho hoạt động trồng dừa, cải tạo đất. Công nghệ này không tạo ra chất thải và có tiềm năng ứng dụng cao trong xử lý chất thải rắn hữu cơ quy mô nhỏ ở nông thôn^{23,24}. Việc sử dụng phân hữu cơ sẽ giúp tự chủ nguồn phân bón, hạn chế việc dùng phân hóa học, tạo sản phẩm nông nghiệp xanh. Phần nước thải sau hầm biogas được dẫn qua bể lọc nước thải và thải ra ao. Ao sinh học không lớn, sẽ là một thành phần nhỏ trong hệ thống, phục vụ cho quá trình làm sạch nước thải phục vụ tưới tiêu, tận dụng cho một số cây trồng làm thức ăn bổ sung cho heo và một số loài thủy sản nhỏ



phù hợp. Trong hoạt động trồng dưa, phần rác thải như ẹ dừa, lá dừa, vỏ dừa, ... sẽ được đốt tạo ra than sinh học (biochar). Chất thải hữu cơ được đốt trong buồng kín, cháy yếm khí, đảm bảo cho vật liệu cháy hết thu than sinh học. Than sinh học chủ yếu được dùng cho việc cải tạo đất trồng, một phần dùng trong lọc nước thải, trước khi xả ra ao sinh học.

Tiếp cận MFCA trong nông nghiệp sinh thái tích hợp

Trong nghiên cứu này, đối với mỗi trung tâm số lượng, chi phí đầu vào và đầu ra của hệ thống được xác định cho mỗi đầu vào. Trong các tính toán của MFCA, tổng đầu vào, năng suất sản xuất và lượng chất thải đã được xác định. Chi phí nguyên liệu cho mỗi luồng đầu vào được xác định bằng cách nhân lượng nguyên liệu với đơn giá của nó. Trong tính toán MFCA, nguyên liệu đầu vào, số lượng sản phẩm dương và số lượng phát thải và tổn thất năng lượng được biểu thị lần lượt là $M_{pi, wi (in)}$, $M_{pi (in)}$ và $M_{wi (in)}$ ²⁰.

$$\sum M_{pi, wi (in)} = \sum_{i=1}^r M_{pi (in)} + \sum_{i=1}^r M_{wi (in)} \quad (1)$$

Mục đích của MFCA trong nghiên cứu này là để hình dung sự mất mát tài nguyên, chi phí khi sử dụng mô

hình tích hợp so với chăn nuôi truyền thống. Thông thường MFCA sẽ được tính cho 1 quy trình sản xuất, trong nghiên cứu này, kế thừa các nghiên cứu trước đây, vẫn tuân theo nguyên tắc của MFCA cho mỗi quy trình, tiếp cận MFCA cho mô hình sinh thái tích hợp gồm 4 bước:

Bước 1: Xác định các khoản mục chi phí tại mỗi trung tâm chi phí

Trong nghiên cứu MFCA có khái niệm về Trung tâm chi phí. Trung tâm chi phí (QC) là đơn vị kiểm tra các luồng đầu vào, lãng phí thất thoát và đầu ra. Bước đầu tiên là xác định các khoản mục chi phí cho mỗi trung tâm chi phí. Khác với phương pháp kế toán chi phí tiêu chuẩn, hệ thống MFCA chia các khoản mục chi phí thành ba loại, đó là chi phí vật liệu, chi phí hệ thống và chi phí năng lượng không thể được tính trực tiếp vào một trung tâm chi phí. Các thành phần của mỗi trung tâm chi phí bao gồm: Chi phí nguyên vật liệu (Material cost – MC): Nguyên liệu sản xuất chính và phụ; chi phí hệ thống (System cost- SC): Chi phí nhân công, khấu hao thiết bị, v.v; chí phí năng lượng (Energy Cost – EC) (Chi phí điện và nhiên liệu.)

Bước 2: Xác định sản phẩm dương và sản phẩm âm của mỗi trung tâm chi phí (QC). Tính tỷ lệ sản

phẩm dương (sản phẩm) và sản phẩm âm (chất thải)
 Σ Đầu ra = Σ Sản phẩm dương + Σ Sản phẩm âm (2)
 Theo nguyên tắc cân bằng vật chất, nếu lượng đầu vào nguyên liệu bằng nguyên liệu đầu ra trong hệ thống thì lượng nguyên liệu đầu vào và sản phẩm dương đầu ra có thể được tính toán trước. Những đại lượng này có thể được xác định chính xác được đo lường, trong khi số lượng sản phẩm tiêu cực rất khó đo lường. Tiêu cực sản phẩm có thể thu được bằng cách khấu trừ các sản phẩm tích cực từ nguyên liệu đầu vào, sản phẩm dương và sản phẩm âm của từng trung tâm chi phí sẽ trực quan hóa sự mất mát tài nguyên.

Bước 3: Chuẩn bị lưu đồ chi phí dựa trên phân tích dòng nguyên vật liệu trong khung mô hình sinh thái

Theo dòng nguyên liệu của mỗi trung tâm chi phí, lượng nguyên liệu đầu vào và đầu ra được chuyển thành biểu diễn chi phí. Ở cuối đầu ra của trung tâm chi phí lượng, tổng chi phí được phân bổ theo một tiêu chuẩn nhất định và sơ đồ kế toán chi phí dựa trên phân tích dòng nguyên vật liệu được lập. Bước này là cốt lõi của Kế toán chi phí dòng nguyên liệu, tính toán được chi phí cho sản phẩm dương, chi phí thất thoát vào sản phẩm âm cho mỗi quy trình tương ứng với 1 trung tâm chi phí (Hình 2). Trong sơ đồ dòng chảy, việc tuần hoàn chất thải được thể hiện trong khung mô hình sinh thái, biến sản phẩm âm của quy trình này thành tài nguyên của quy trình khác.

Bước 4: Đánh giá chi phí dòng vật chất trong theo ranh giới của mô hình sinh thái tích hợp

Trước khi thực hành mô hình tích hợp, các quy trình sản xuất riêng rẽ tương ứng với 1 trung tâm chi phí, với đầu vào, sản phẩm đầu ra và thất thoát (Hình 3). Sau khi thực hiện sinh thái tích hợp, ranh giới của MFCA là sự liên kết giữa các trung tâm chi phí, đầu ra, sản phẩm hay sản phẩm âm của trung tâm chi phí này có thể là nguyên liệu cho trung tâm chi phí tiếp theo, hạn chế sự phát thải, biến chất thải thành tài nguyên, các sản phẩm âm không còn được tận dụng trong ranh giới mô hình chính là sản phẩm âm trong tính toán MFCA. Từ việc xác định sản phẩm dương, sản phẩm âm của mỗi trung tâm chi phí (bước 3), lưu đồ chi phí và ranh giới của toàn bộ mô hình sinh thái, các đánh giá về lợi ích kinh tế và sự thất thoát cho chất thải trước và sau khi áp dụng mô hình sinh thái tích hợp sẽ được cụ thể hóa, nhìn nhận rõ khả năng tận dụng chất thải trong nông nghiệp, phát triển nông nghiệp theo hướng hữu cơ.

Phương pháp thu thập, xử lý dữ liệu, tính toán

Nguồn dữ liệu phục vụ cho tính toán từ khảo sát thực tế tại hộ gia đình triển khai mô hình tích hợp, từ định mức kỹ thuật của cơ quan chuyên môn về chăn nuôi. Các dữ liệu được thống kê đầu vào, đầu ra theo cân bằng vật chất. Phụ vụ cho kiểm toán chi phí, các

dòng vật chất sẽ được tính toán ra chi phí. Trong đó, chi phí nguyên liệu được tính bằng cách lấy khối lượng nguyên liệu nhân với đơn giá, chi phí hệ thống gồm chi phí lao động và khấu hao hệ thống, chi phí năng lượng gồm điện, nước, cùi. Đơn giá các thành phần được lấy đồng thời ngay tại thời điểm triển khai dự án.

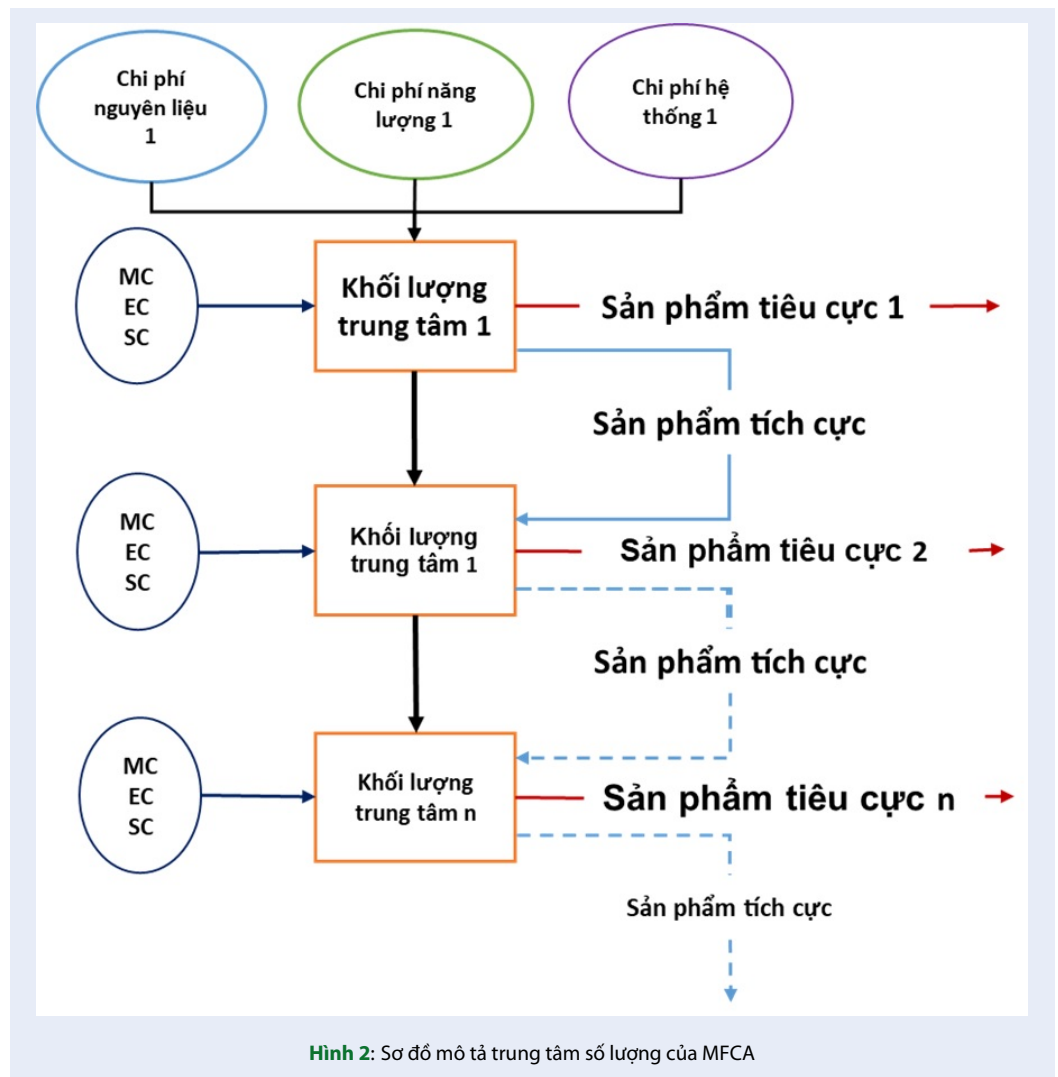
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Xác định các khoản chi phí tại các trung tâm chi, sản phẩm dương và sản phẩm âm

Theo nguyên tắc hạch toán chi phí dòng nguyên liệu và cân bằng dòng nguyên liệu, dữ liệu liên quan chủ yếu bao gồm nguyên liệu thô đầu vào, nguyên liệu cơ bản, sản phẩm đầu ra, chất thải và khí thải liên quan. Theo phương án tính toán MFCA cho mô hình này, giống và thức ăn được tiêu thụ trong quá trình sản xuất được tính vào chi phí nguyên vật liệu ở trung tâm chi phí; chi phí thủy điện, điện năng được tính vào chi phí năng lượng; chi phí lao động, chi phí chung và khấu hao là được tính vào chi phí hệ thống. Trong sơ đồ mô hình tích hợp, việc tính toán MFCA gồm có 5 quy trình tương ứng với 5 trung tâm chi phí. Các dòng vật chất, sản phẩm dương và sản phẩm âm cho mỗi trung tâm chi phí được thể hiện trong Bảng 1.

Tính toán chi phí cho các trung tâm chi phí

Tại trung tâm chi phí QC1, chi phí nguyên liệu gồm chi phí heo giống, thức ăn, nước, thuốc thú y. Sản phẩm là heo trưởng thành (đạt 120kg), chất thải gồm phân, nước thải, heo chết do bệnh. Chi phí điện, nước được tính vào chi phí năng lượng, chi phí hệ thống gồm chi phí nhân công, khấu hao sửa chữa cơ sở vật chất chuồng nuôi heo và các công trình phụ trợ. Theo giá thị trường, mỗi con heo giống đạt cân nặng dao động trên dưới 10kg, có giá 1.500.000VNĐ. Như vậy chi phí heo giống tính toán 90.000.000 VNĐ. Theo thực tế chăn nuôi tại hộ, lượng thức ăn tiêu tốn tính trên đầu heo là 4.180.000 VND/con, thuốc thú y tiêu tốn 230.000 VNĐ/ con. Như vậy chi phí vật liệu cho trung tâm chi phí này vào khoảng 354.600.000 VNĐ. Chu kỳ nuôi heo thịt rơi vào 5-6 tháng cho mỗi lứa, thực tế tại cơ sở, chu kỳ nuôi heo được tính là 6 tháng (180 ngày). Lượng nước được sử dụng trong quá trình sản xuất này chủ yếu dùng cho việc cung cấp nước uống cho heo, tắm cho heo và vệ sinh chuồng. Qua kết quả thu thập dữ liệu tại hộ triển khai mô hình như Hình 4, lượng nước dùng cho vệ sinh chuồng vào khoảng 3m³/ ngày, lượng nước tắm heo là 15 lít/con/ngày. Lượng nước tắm heo, vệ sinh chuồng trại được lấy từ nguồn nước giếng của hộ gia đình, nên có thể bỏ qua, chi phí năng lượng ở trung tâm



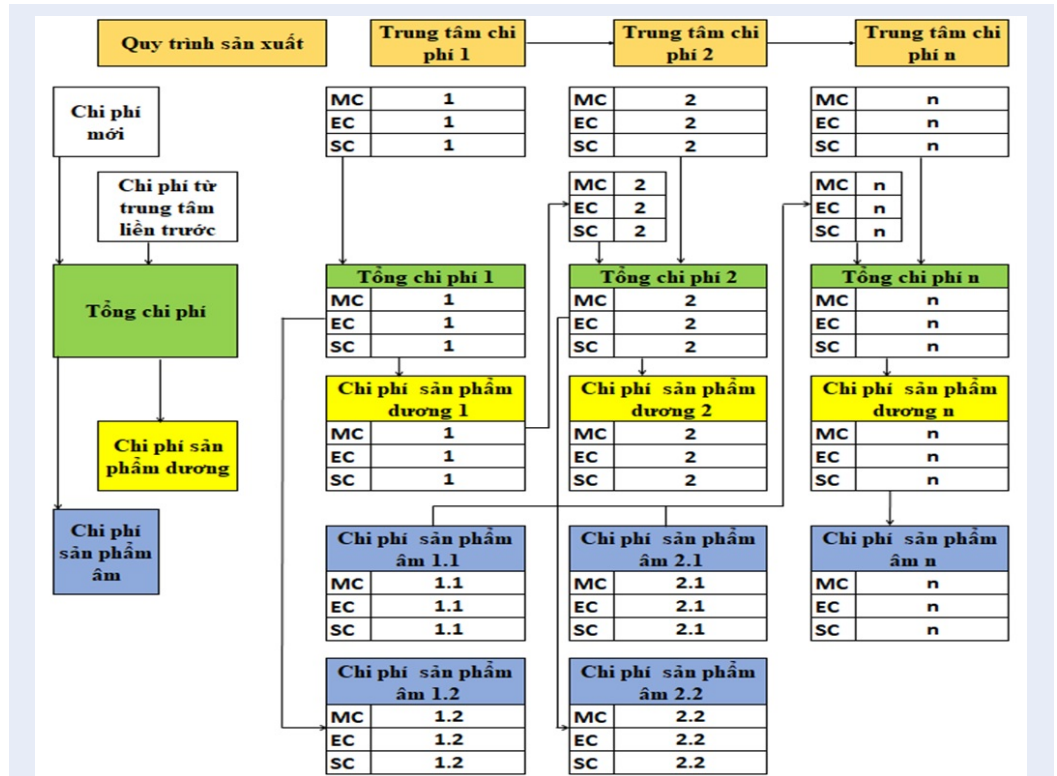
Hình 2: Sơ đồ mô tả trung tâm số lượng của MFCA

chi phí 1 sẽ là nước uống và chi phí điện. Điện chiếu sáng, sưởi ấm từ nguồn khí sinh học ủ phân biogas, chi phí nước tính toán là điện dùng cho máy bơm, chi phí này ước tính 180.000 VNĐ (máy bơm công suất 1,5Hp, lưu lượng 145L/phút). Nước uống cho heo sẽ là nguồn nước sạch, lượng nước uống cho heo sẽ thay đổi theo quá trình trưởng thành của con heo (tuổi và trọng lượng cơ thể), và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thức ăn, nhiệt độ môi trường... giá trị định lượng trung bình là khoảng 7 lít/con/ngày, tiêu tốn cho nước cho một chu kỳ nuôi là 748.440 VNĐ. Chi phí hệ thống gồm nhân công (1 nhân công) và khấu hao sửa chữa cơ sở vật chất tính cho 1 chu kỳ nuôi. Tổng tính toán chi phí hệ thống cho 1 chu kỳ nuôi tính toán vào 58.500.000 VNĐ.

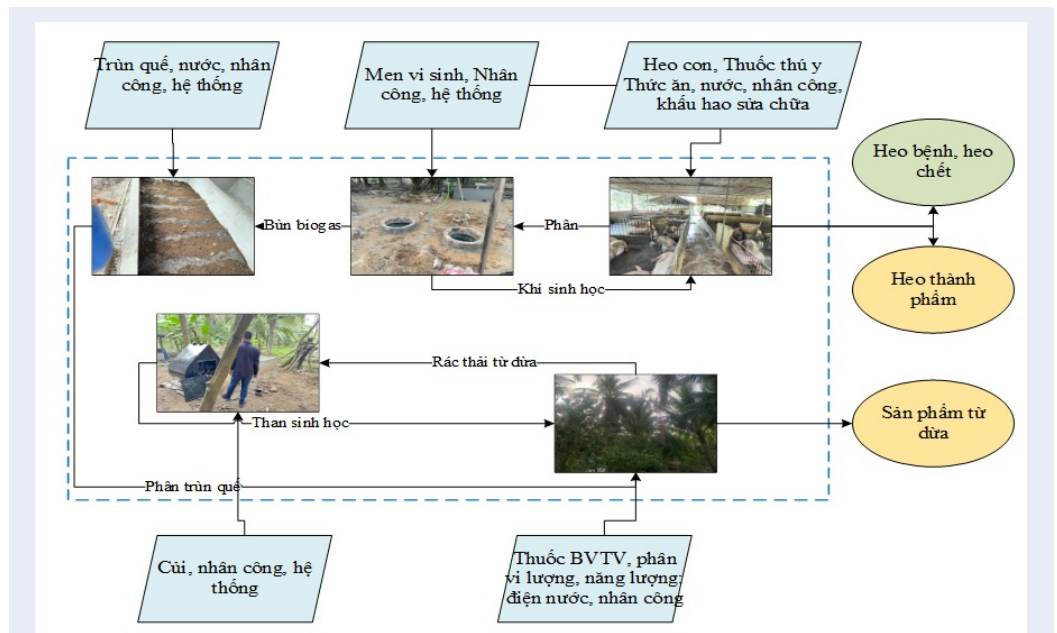
Sản phẩm đầu ra của trung tâm 1 gồm sản phẩm heo thành phẩm (khối lượng heo dao động 100-120kg/con), chất thải gồm phân và nước thải, heo chết

cho bệnh trong quá trình chăn nuôi, tỷ lệ sống tính toán là 90%. Lượng phân thải thay đổi theo từng giai đoạn tuổi và trọng lượng của heo, theo định mức kỹ thuật Dự án khí sinh học Tổ chức Phát triển Hà Lan (SNV) thực hiện tại Việt Nam, lượng phân thải heo định mức là 2,5 kg/con/ ngày. Với chuồng nuôi 60 con heo, trong 180 ngày, lượng phân thải tính toán được là 27.000 kg cho 1 lứa nuôi.

Tại trung tâm số 2, nguồn nguyên liệu là chất thải heo từ chuồng heo, ước tính mỗi ngày, mỗi con heo thải 2,5 kg chất thải tươi, nguyên liệu phụ trợ cho quá trình ủ biogas. Ở hầm biogas, chi phí nguyên liệu chủ yếu đến từ chi phí xử lý phân gia súc ở chuồng heo, chi phí năng lượng không đáng kể, chi phí hệ thống sẽ bao gồm nhân công và chi phí khấu hao hệ thống hầm biogas. Ở đây, chi phí được phân bổ là cho việc xử lý phân gia súc được tính khoảng 400 VNĐ/ kg tương ứng với 27.000 kg phân thải ra, chi phí khấu hao hệ



Hình 3: Lưu đồ dòng chảy chi phí nguyên vật liệu



Hình 4: Hình ảnh triển khai mô hình nuôi heo sinh thái tích hợp và dòng vật chất

Bảng 1: Bảng liệt kê các dòng vật chất được tính toán trong MFCA

Trung tâm chi phí	Đầu vào		Đầu ra	
	Loại	Tên	Loại	Tên
Chuồng heo (QC1)	Nguyên liệu	Heo con	Sản phẩm	Heo trưởng thành
		Thức ăn		
		Thuốc thú y		
Biogas (QC2)	Nguyên liệu	Năng lượng	Điện	Chất thải
		Nước		Chất thải heo
		Chất thải heo	Sản phẩm	Khí sinh học
Ủ phân trùn quế (QC3)	Nguyên liệu	Nguyên liệu phụ trợ (men vi sinh)	Chất thải	Bùn thải
		Bùn thải	Sản phẩm	Phân sinh học (phân trùn quế)
		Trùn quế		
Trồng dưa (QC4)	Nguyên liệu	Năng lượng	Nước	Trùn quế sinh khối
		Điện		
		Phân sinh học	Sản phẩm	Sản phẩm từ dưa
Sản xuất biochar (QC5)	Nguyên liệu	Thuốc BVTV	Chất thải	Thân dưa, bẹ dưa, xơ dưa
		Năng lượng	Nước	
		Điện		
	Nguyên liệu	Thân dưa, bẹ dưa, xơ dưa	Sản phẩm	Biochar
		Năng lượng	Củ bổ sung	

thống cho vào khoảng 900.000 VNĐ, nhân công ước tính 9.600.000 VNĐ. Tùy theo loại nguyên liệu vào sản lượng khí sinh học là khác nhau. Nguyên liệu nạp phổ biến nhất hiện nay là phân động vật, theo tính toán 1 kg phân lợn sản sinh 35-45 lít khí sinh học, với lượng phân trung bình hàng ngày là 150kg/ ngày, lượng khí sinh học phát sinh tương ứng là 5,25 -6,75 m³. Theo Long²⁵ tính toán thực nghiệm, 1m³ hỗn hợp khí có thể tương đương với 1 lít cồn, 0,8 lít xăng, 0,6 lít dầu thô, 1,4 kg than hay 1,2kWh điện năng; cho 1 bóng đèn 100W thấp sáng trong 12 giờ. Theo khối lượng phân thải ra trong hoạt động chăn nuôi, lượng khí sinh học sẽ được sử dụng, phục vụ nhu cầu thấp sáng và sưởi ấm cho vật nuôi.

Tại trung tâm chi phí QC3: ủ phân trùn quế. Bùn thải từ hầm biogas với các giá trị định lượng từ trung tâm chi phí 2 sẽ được dùng làm chất nền cho việc ủ phân sinh học và nuôi trùn quế. Với cơ chế hoạt động của trùn quế như một máy trộn cung cấp khí, việc tiêu tốn năng lượng trong hoạt động này không đáng kể,

chi phí cho lượng trùn quế bổ sung ban đầu 400.000 VNĐ. Chi phí hệ thống cho riêng quá trình ủ phân trùn quế gồm chi phí khấu hao hệ thống và nhân công, con số tính toán là 9.750.000 VNĐ.

Trung tâm chi phí QC4 – Trồng dưa. Dưa là một giống cây trồng lâu năm, có thể sinh trưởng trong thời gian dài từ 50 – 60 năm, cho thu hoạch sản phẩm sau 5-7 năm²⁵, việc tính toán so sánh giữa 2 phương án tích hợp và không sẽ không tính đến chi phí cho cây giống, do giai đoạn áp dụng mô hình là giai đoạn dưa ở thời điểm đã cho thu hoạch định kỳ. Nguyên liệu cung cấp cho hoạt động trồng dưa là phân sinh học, phân vi lượng và thuốc bảo vệ thực vật phòng ngừa sâu bệnh. Phân hữu cơ được lấy từ quá trình ủ phân trùn quế, tuy nhiên để đảm bảo yếu tố dinh dưỡng cũng cần bổ sung một lượng phân bón vi lượng, theo định mức sử dụng, tiêu tốn 2.500.000 VNĐ cho 6 tháng. Thuốc bảo vệ thực vật được rải theo công thuê bằng máy rải trên cao, ước tính 300.000 VNĐ/6 tháng. Cây dưa là họ cây trồng tốn ít công chăm sóc, nước

tưới cho dừa thay đổi theo mùa, theo thiết kế vườn có rãnh nước, chi phí tưới dừa có thể bỏ qua. Chi phí nhân công cho 6 tháng ước tính 24.000.000 VNĐ.

Trung tâm chi phí 5 – Sản xuất than sinh học (biochar). Chi phí cho nguyên liệu chính là chi phí cho phần thải bỏ từ việc trồng dừa, chi phí ở đây rơi vào chi phí hệ thống (nhân công và lò đốt). Với chi phí đầu tư ban đầu cho lò đốt là 6.000.000 VNĐ, khấu hao trong 6 tháng, được tính toán 300.000 VNĐ, chi phí hệ thống mới bổ sung cho quy trình là 9.900.000 VNĐ.

Lưu đồ chi phí theo MFCA trong mô hình sinh thái tích hợp

Dựa trên khung phân tích sản xuất của trang trại, kế toán chi phí có thể được sử dụng để xác định dòng chi phí tái chế chất thải. Tổng chi phí nguyên vật liệu, chi phí năng lượng và chi phí hệ thống của các sản phẩm tích cực và tiêu cực được tính toán (Hình 5). Nếu chỉ tính cho mô hình trong hộ gia đình với 2 sinh kế chính là nuôi heo và trồng dừa, 2 sản phẩm thu được là heo thành phẩm và các sản phẩm từ dừa. Các sản phẩm âm gồm phân, nước thải, heo bệnh, heo chết, rác thải từ trồng dừa. Khi bổ sung các hạng mục phụ, khép kín vòng vật chất, phần thải còn lại duy nhất là heo bệnh, heo chết. Xét từ góc độ môi trường, nếu không được xử lý, 27.000 kg chất thải là nguồn gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, ô nhiễm môi trường đất, nước, không khí, ảnh hưởng đến sức khỏe con người và vật nuôi. Các chất thải trở thành nguồn tài nguyên, tạo ra các sản phẩm giá trị gồm phân hữu cơ (nguồn phân bón cho hoạt động trồng dừa) than sinh học (bổ sung cho việc cải tạo đất, xử lý nước), khí sinh học cung cấp một phần năng lượng. Xét về mặt kinh tế, được tận dụng ngay trong khung sinh thái. Về tổng thể, nguồn doanh thu không đổi, đến từ heo thành phẩm và sản phẩm từ trồng dừa. Tuy nhiên khi chất thải, sản phẩm âm đã được tận dụng, trở thành tài nguyên, làm giảm chi phí đầu vào, tăng giá trị sản phẩm, mang lại nhiều lợi ích kinh tế cho người dân về lâu dài, phát triển nông nghiệp xanh, bền vững.

Dòng chảy chi phí MFCA có thể xác định chi phí tổn thất tài nguyên trong sản xuất nông nghiệp trang trại hộ gia đình, thể hiện rõ các chi phí được tận dụng từ quy trình khác trong mô hình tích hợp. Theo sơ đồ, MFCA thể hiện sự linh hoạt trong định nghĩa sản phẩm và sản phẩm phụ, chất thải khi được tận dụng sẽ trở thành sản phẩm phụ mang lại lợi ích, giảm chi phí xử lý chất thải và giảm chi phí cho nguyên liệu đầu vào mới.

Đánh giá hiệu quả mô hình sinh thái khép kín theo MFCA

Khi áp dụng mô hình sinh thái tích hợp, với việc tận dụng chất thải của quy trình này làm tài nguyên, vật

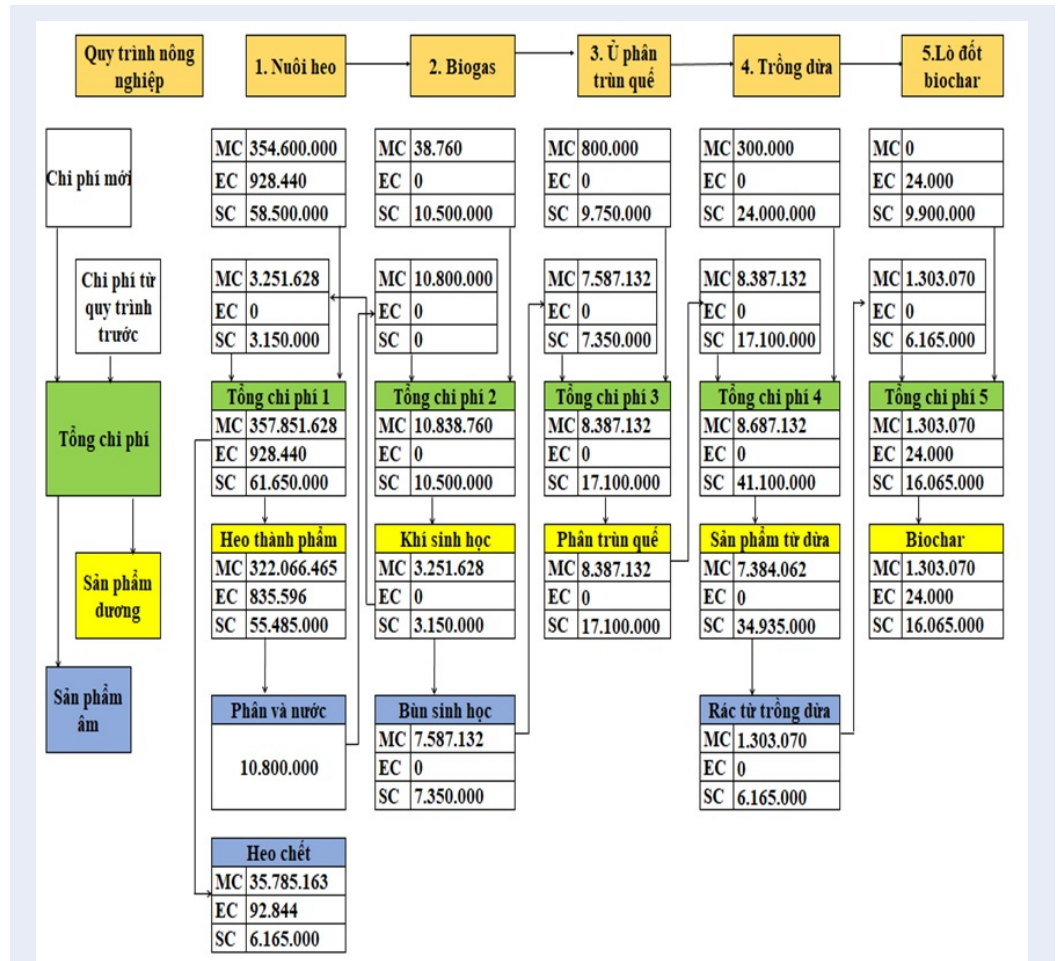
liệu của quy trình tiếp theo, sẽ làm giảm đáng kể lượng chất thải phát sinh, đồng nghĩa với giảm chi phí tiêu hao cho việc thải bỏ, xử lý, cũng như giảm các tác động đến môi trường.

Hình 6 thể hiện hiệu quả của việc sử dụng mô hình, chi phí cho thải bỏ tính toán giảm xuống 7,87% trong tổng chi phí (42.043.007 VNĐ), so với 14,08% khi không tích hợp trong nuôi trồng (75.248.208 VNĐ). Trong mô hình sinh thái tích hợp này, lượng chất thải không tận dụng được duy nhất là heo bệnh tại quy trình nuôi heo thành phẩm. Đây là nguồn thải bỏ bắt buộc do các vấn đề an toàn dịch bệnh theo quy định, chỉ có một giải pháp là tiêu hủy đảm bảo vệ sinh. Mô hình đã tận dụng các chất thải một cách tối ưu, khép kín dòng vật chất năng lượng. Như vậy theo dòng vật chất và tính toán (MFCA), các chất thải có tiềm năng tái sử dụng đã được dùng làm nguyên liệu trong mô hình tích hợp. Kết quả khảo sát, thống kê so sánh lợi ích giữa hộ gia đình nuôi heo truyền thống và sinh thái¹², cùng các nghiên cứu triển khai²⁶⁻²⁸ đều cho thấy hiệu quả của mô hình tích hợp. Công cụ MFCA với sự tính toán, thể hiện dòng chảy chi phí, là sự thể hiện rõ nét, trực quan cho lợi ích của việc áp dụng mô hình sinh thái tích hợp.

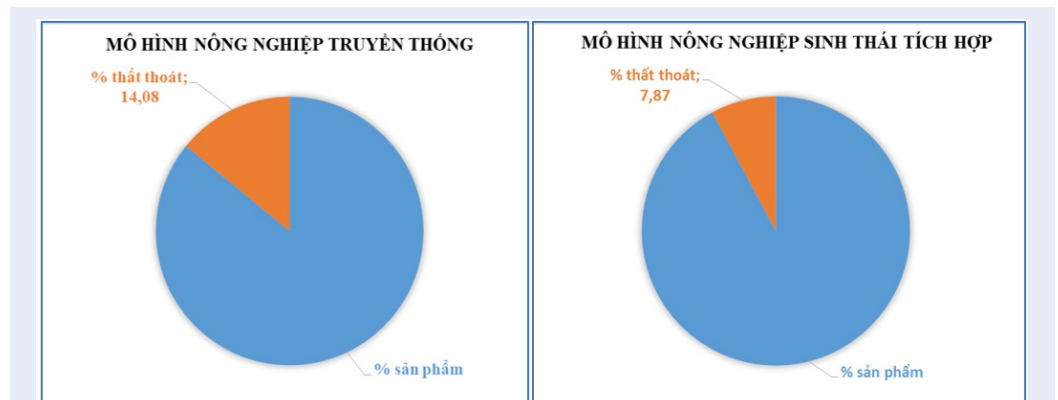
Với lượng chất thải phát sinh từ hoạt động nuôi heo, việc tận dụng sẽ giải quyết được cả vấn đề về môi trường và chi phí xử lý chất thải. Sản phẩm khí sinh học phục vụ nhu cầu năng lượng, sản phẩm tiếp tục ủ phân phục vụ cho việc trồng trọt. Trong trồng dừa, phân bón sử dụng với lượng lớn là phân hữu cơ, như vậy từ quá trình ủ phân trùn quế, lượng bùn biogas được xử lý và tận dụng được lượng phân hữu cơ lớn, mang lại lợi ích kép về mặt kinh tế và môi trường. Than sinh học có ý nghĩa lớn cho nền nông nghiệp và môi trường bền vững, bên cạnh ý nghĩa trong việc cải tạo đất, tăng độ phì nhiêu, tăng năng suất cây trồng, than sinh học còn có khả năng cô lập Cacbon, giảm khí nhà kính. Như vậy, việc đầu tư hầm biogas, lò đốt than sinh học, với kinh phí nhỏ, vừa tận dụng được chất thải, vừa tạo ra được một lượng phân bón hữu cơ, than sinh học hữu ích trong việc trồng dừa của hộ gia đình. MFCA đã đánh giá được dòng chảy chi phí được tận dụng trong khung sinh thái tích hợp, kiểm toán

KẾT LUẬN

MFCA được áp dụng rộng rãi cả trong các ngành sản xuất công nghiệp và nông nghiệp, tuy nhiên thường áp dụng trong 1 quy trình sản xuất đơn lẻ. Trong nghiên cứu này, MFCA đã được tiếp cận cho một mô hình sinh thái tích hợp, sơ đồ dòng chảy chi phí MFCA thể hiện rõ chi phí khi được tận dụng, chi phí thất thoát, là một phương thức kiểm toán tiếp cận tốt



Hình 5: Dòng chảy chi phí theo MFCA cho mô hình sinh thái nuôi heo tích hợp



Hình 6: Chi phí thất thoát trong hình nông nghiệp không tích hợp và tích hợp

đến các hộ gia đình sản xuất nông nghiệp trên địa bàn. Kết quả tính toán đã ghi nhận được tương quan so sánh trong chi phí thất thoát giữa mô hình tích hợp và khi canh tác chăn nuôi đơn thuần, tỷ lệ thất thoát giảm đáng kể. MFCA còn được mở rộng cho việc tính toán những tác động đến môi trường từ chất thải, nước thải, khí thải. Đây sẽ là một hướng mở rộng trong bối cảnh việc kiểm kê phát thải, đặc biệt là các khí gây nên hiệu ứng nhà kính mà nhân loại đang phải đối mặt.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bến Tre theo hợp đồng số 1481/HĐ-SKHCN với tên đề tài là “Nghiên cứu đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải, sức chịu tải của kênh, rạch, mương trong chăn nuôi heo tại huyện Mỏ Cày Nam, tỉnh Bến Tre”

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 quản lý chi phí dòng nguyên liệu (MFCA) nhằm nâng cao hiệu suất thu hồi chất thải cho trang trại chăn nuôi heo”

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Ngô Thị Phương Nam: Phân tích hình thức, Điều tra, Quản lý dữ liệu, Phương pháp luận, Viết – bản thảo gốc, Viết – rà soát & chỉnh sửa.

Lê Thanh Hải: Phương pháp luận, phân tích dữ liệu, Giám sát, Quản lý đề tài.

Nguyễn Thị Phương Thảo: Khái niệm hóa, Phương pháp luận, Nguồn tài liệu, Viết – rà soát & chỉnh sửa.

Trần Thị Huệ: Điều tra, Kiểm chứng, Phân tích hình thức, Viết – bản thảo gốc.

Trần Trung Kiên: Điều tra, Quản lý dữ liệu.

Nguyễn Việt Thắng: Khảo sát, Triển khai mô hình.

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

QC: Quality center

MFCA: Material flow cost analysis

ICLS: Integrated crop – livestock system

EC: Energy cost

MC: Material cost

SC: System cost

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- GSO. Số lượng lợn phân theo địa phương chia theo Tỉnh, thành phố và năm. 2022;.
- Radhakrishnan M, Saseendran PC, Anil KS, George S, Usha AP, Kannan A, et al. Analysis of waste management system followed in pig farms in Kerala. Anim Sci Report. 2018;11(4):1-10;.

- Prapasongsat T, Christensen P, Schmidt JH, Thrane M. LCA of comprehensive pig manure management incorporating integrated technology systems. J Clean Prod. 2010;18(14):1413-22; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.05.015>.
- Makara A, Kowalski Z, Sówka I. Possibility to eliminate emission of odor from pig manure treated using AMAK filtration method. Desalin Water Treat. 2016;57(3):1543-51; Available from: <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.1002274>.
- Bell LW, Moore AD, Kirkegaard JA. Evolution in crop-livestock integration systems that improve farm productivity and environmental performance in Australia. Eur J Agron. 2014;57:10-20; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.04.007>.
- Blades L, Morgan K, Douglas R, Glover S, De Rosa M, Cromie T, et al. Circular biogas-based economy in a rural agricultural setting. Energy procedia. 2017;123:89-96; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.255>.
- Latruffe L, Diazabakana A, Bockstaller C, Desjeux Y, Finn J, Kelly E, et al. Measurement of sustainability in agriculture: a review of indicators. Stud Agric Econ. 2016;118(3):123-30; Available from: <https://doi.org/10.7896/j.1624>.
- Hodobod J, Barreteau O, Allen C, Magda D. Managing adaptively for multifunctionality in agricultural systems. J Environ Manage. 2016;183:379-88; PMID: 27349502. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.064>.
- Nhan DK, Phong LT, Verdegem MJC, Duong LT, Bosma RH, Little DC. Integrated freshwater aquaculture, crop and livestock production in the Mekong delta, Vietnam: determinants and the role of the pond. Agric Syst. 2007;94(2):445-58; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.11.017>.
- Thanh Hai Le, et al. Integrated farming system producing zero emissions and sustainable livelihood for small-scale cattle farms: Case study in the Mekong Delta, Vietnam. Environmental Pollution, 265, Part B, 114853. 2020; PMID: 32480006. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114853>.
- Buller LS, Bergier I, Ortega E, Moraes A, Bayma-Silva G, Zanetti MR. Soil improvement and mitigation of greenhouse gas emissions for integrated crop-livestock systems: Case study assessment in the Pantanal savanna highland, Brazil. Agric Syst. 2015;137:206-19; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.11.004>.
- Nghi NQ, Oanh NTT, Căn TTD. So sánh hiệu quả tài chính giữa chăn nuôi sinh thái và chăn nuôi truyền thống: Trường hợp nghiên cứu nông hộ chăn nuôi ở huyện Phong Điền, Thành phố Cần Thơ. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 2017;(50):80-6; Available from: <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.055>.
- Schmidt M, Nakajima M. Material flow cost accounting as an approach to improve resource efficiency in manufacturing companies. Resources. 2013;2(3):358-69; Available from: <https://doi.org/10.3390/resources2030358>.
- Schaltegger S, Zvezdov D. Expanding material flow cost accounting. Framework, review and potentials. J Clean Prod. 2015;108:1333-41; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.040>.
- Châu VTTB. Effect of Material Flow Cost Accounting (Mfca) in Aquaculture Processing Chain. Tạp chí Khoa học và Công nghệ-Đại học Đà Nẵng. 2017;6-12;.
- Fakoya MB, van der Poll HM. Integrating ERP and MFCA systems for improved waste-reduction decisions in a brewery in South Africa. J Clean Prod. 2013;40:136-40; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.013>.
- Kasemset C, Chersupornchai J, Pala-ud W. Application of MFCA in waste reduction: case study on a small textile factory in Thailand. J Clean Prod. 2015;108:1342-51; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.071>.
- Onishi Y, Kokubu K, Nakajima M. Implementing material flow cost accounting in a pharmaceutical company. In: Environmental management accounting for cleaner production. Springer; 2008. p. 395-409; Available from: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8913-8_22.

19. Kokubu K, Kitada H. Material flow cost accounting and existing management perspectives. *J Clean Prod.* 2015;108:1279-88; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.037>.
20. Mahmoudi E, Jodeiri N, Fatehifar E. Implementation of material flow cost accounting for efficiency improvement in wastewater treatment unit of Tabriz oil refining company. *J Clean Prod.* 2017;165:530-6; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.137>.
21. Doorasamy M, Rhodes B. Effectiveness of MFCA as a tool to improving sucrose quality in sugarcane production. *Environ Econ.* 2017;(8, Iss. 3 (contin.)):102-10; Available from: [https://doi.org/10.21511/ee.08\(3-1\).2017.02](https://doi.org/10.21511/ee.08(3-1).2017.02).
22. Dekamin M, Barmaki M. Implementation of material flow cost accounting (MFCA) in soybean production. *J Clean Prod.* 2019;210:459-65; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.057>.
23. Lazcano C, Gómez-Brandón M and Domínguez J 2008 Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure *Chemosphere* 72 1013-9 ;PMID: 18511100. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.04.016>.
24. Mistry J 2015 Vermicompost, a best superlative for organic farming: a review *J. Adv. Stud. Agric. Biol. Environ. Sci.* 2 38-46;.
25. Long. Sử dụng khí sinh học phát điện, góp phần giảm phát thải khí nhà kính. *Tạp chí Môi trường*, 2022;.
26. Batugal P, Bourdeix R. Conventional coconut breeding. *Coconut Genet Resour.* 2005;251;.
27. Thao NTT, Hieu TT, Thao NTP, Vi LQ, Schnitzer H, Son LT, et al. An economic-environmental-energy efficiency analysis for optimizing organic waste treatment of a livestock-orchard system: a case in the Mekong Delta, Vietnam. *Energy Sustain Soc.* 2022;12(1):1-15; Available from: <https://doi.org/10.1186/s13705-022-00347-3>.
28. Yang L, Xiao X, Gu K. Agricultural waste recycling optimization of family farms based on environmental management accounting in rural china. *Sustainability.* 2021;13(10):5515; Available from: <https://doi.org/10.3390/su13105515>.

Implementation of material flow cost accounting (MFCA) to improve waste recovery efficiency for pig farming

Ngo Thi Phuong Nam, Le Thanh Hai, Nguyen Thi Phuong Thao, Tran Thi Hieu, Nguyen Viet Thang, Tran Trung Kien*

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze and evaluate the circularity of material flows according to the material cost flow accounting (MFCA) approach for an integrated ecological model for small-scale pig farming. MFCA is considered a typical tool for environmental management accounting. The calculation is carried out on an integrated ecological model in An Dinh commune, Mo Cay Nam district, Ben Tre province, with two main initial processes: pig farming and coconut cultivation, and additional connected sub-systems to close the circular ecological loop, including biogas, vermicomposting and biochar systems. Applying material flow analysis, the inflow and outflow of processes are costed. Costs are divided into three groups: material costs, energy costs, and system costs. MFCA calculation results show that, when applying the integrated ecological model, the percentage of lost costs is only 7.87%, compared to 14.08% when not applying the integrated model. The only lost part is dead pigs, which need to be handled and cannot be utilized in any form. Other wastes from one process are turned into resources for another process, bringing dual economic and environmental benefits. Flowing material costs in the research framework clearly demonstrate the benefits of applying Integral Ecology, promoting widespread application by farmers in agricultural production, and implementing green agriculture and circular economies.

Key words: Material flow cost analysis, pig farming, integrated system, waste recovery

Institute for Environment and Resources,
VNUHCM, Vietnam

Correspondence

Tran Trung Kien, Institute for
Environment and Resources, VNUHCM,
Vietnam

Email: trungkienmt95@gmail.com

History

- Received: 11-12-2023
- Accepted: 03-3-2024
- Published Online: 30-6-2024

DOI : <https://doi.org/10.32508/stdjsee.v8i1.750>



Copyright

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



Cite this article : Nam N T P, Hai L T, Thao N T P, Hieu T T, Thang N V, Kien T T. **Implementation of material flow cost accounting (MFCA) to improve waste recovery efficiency for pig farming.** *Sci. Tech. Dev. J. -Sci. Earth Environ.* 2024, 8(1):817-828.