

Áp dụng công cụ đánh giá vòng đời (LCA - Life Cycle Assessment) và chi phí vòng đời (LCC - Life Cycle Costing) cho mô hình thu hồi chất thải trong hệ thống nuôi tôm siêu thâm canh tỉnh Cà Mau

Nguyễn Việt Thắng^{1,*}, Nguyễn Thị Thu Thảo², Lê Thanh Hải¹, Nguyễn Thị Phương Thảo¹

TÓM TẮT

Bài viết này nhằm đánh giá tính bền vững về mặt môi trường và hiệu quả kinh tế của các giải pháp thu hồi chất thải từ một hộ nuôi tôm siêu thâm canh (nuôi tôm trên ao trải bạt) điển hình tại tỉnh Cà Mau dựa trên công cụ đánh giá vòng đời (LCA - Life Cycle Assessment) tập trung đánh giá phát thải khí nhà kính kết hợp với đánh giá chi phí vòng đời (LCC - Life Cycle Costing) cho các sản phẩm sau thu hồi. Các phương án được xem xét để xử lý nước thải và bùn hướng tới không phát thải của hộ nuôi tôm bao gồm: i) xử lý nước thải bằng hệ thống các ao lắng và ao xử lý sinh học; ii) xử lý bùn bằng bể biogas và làm compost. Kết quả cho thấy phát thải khí nhà kính phần lớn thuộc giai đoạn vận hành (điện năng tiêu thụ do vận hành máy bơm nước tuần hoàn từ Ao sinh học thứ 2 về hệ thống canh tác hiện tại của hộ), chiếm tỉ lệ 29,5% so với các giai đoạn khác. Hệ thống các giải pháp tuần hoàn nước thải và bùn thải nuôi tôm siêu thâm canh đã đề xuất cho thấy lợi ích về kinh tế khi mỗi 1m³ nước được tái sử dụng người dân được hưởng lợi 32,22 đồng và 1kg phân Compost người dân được hưởng lợi 786,67 đồng. Giới hạn của nghiên cứu là chưa tính toán được lượng khí nhà kính phát sinh từ hồ hấp của động vật, thực vật thủy sinh tham gia vào quá trình xử lý nước thải trong Ao xử lý sinh học. Cuối cùng, tính toán lượng phát thải CO₂ của các công trình phụ trợ được tính cho vụ nuôi đầu tiên. Khi mô hình vận hành ổn định cho những năm tiếp theo, lượng phát thải CO₂ sẽ giảm đi đáng kể do không xây dựng mới.

Từ khoá: Đánh giá vòng đời, Đánh giá chi phí vòng đời, Nuôi tôm siêu thâm canh, Nước thải ao tôm, Bùn thải ao tôm

¹Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

²Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Việt Thắng, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: Nguyenvietthang.ier@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 11-01-2024
- Ngày chấp nhận: 03-3-2024
- Ngày đăng: 30-6-2024

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v8i1.753>



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.



ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Cà Mau đang phát triển lợi thế của ngành thủy sản, đặc biệt là nuôi tôm do tỉnh có đường bờ biển dài. Theo *Niên giám thống kê năm 2022*, tỉnh Cà Mau có 268.535 ha diện tích mặt nước nuôi tôm với sản lượng 227.768 tấn. Tuy nhiên, hoạt động nuôi tôm phát sinh một lượng lớn nước thải và bùn thải gây ảnh hưởng tiêu cực cho môi trường^{1,2}. Lượng bùn thải từ ao nuôi tôm dao động từ 123-151 tấn/ha/vụ³. Hàm lượng chất dinh dưỡng trong bùn đáy ao nuôi tôm khá cao⁴, vì vậy việc tận dụng được một phần chất dinh dưỡng là cần thiết nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường^{5,6}.

Đã có nhiều giải pháp xử lý chất thải nuôi tôm, chẳng hạn như sử dụng bùn đáy ao nuôi tôm để sản xuất phân Compost^{3,7}, sử dụng bùn từ ao nuôi tôm để sản xuất khí sinh học⁸, ứng dụng vi tảo để loại bỏ chất thải trong nước thải nuôi tôm⁹,... Các giải pháp trên ngoài việc giúp giảm ô nhiễm còn có thể giúp ích cho canh tác nông nghiệp⁴. Trong các giải pháp này, việc tích hợp nhiều giải pháp giúp thu hồi và tuần hoàn

chất thải được xem là xu thế của kinh tế tuần hoàn giúp phát triển ngành nuôi tôm.

Phương pháp đánh giá tính bền vững vòng đời (LCA) giúp phân tích các tác động toàn diện đến môi trường bắt đầu từ quá trình sản xuất cho tới khi sản phẩm được sử dụng và tạo thành các loại chất thải, bằng cách xác định đầu vào là nguyên liệu thô và đầu ra là sản phẩm chất thải và khí thải trong toàn bộ vòng đời, có thể cung cấp một bức tranh hoàn chỉnh về tổng tác động môi trường¹⁰. Việc áp dụng đánh giá vòng đời của sản phẩm có thể cho phép cải tiến công nghệ, hỗ trợ về quyết định trong việc cải thiện môi trường trong tương lai¹¹. Đã có các nghiên cứu đánh giá vòng đời môi trường cho hệ thống nuôi tôm bao gồm: Đánh giá vòng đời của hệ thống nuôi tôm tuần hoàn trong nhà cho thấy nuôi tôm chiếm 95% năng lượng sử dụng trong vòng đời và gây ra 82-99,6% của các tác động môi trường trong hệ thống vòng đời¹². Kết quả phân tích vòng đời của hệ thống ao nuôi ngoài trời ở Trung Quốc cho thấy giai đoạn canh tác ngoài trời là giai đoạn quan trọng gây ra nhiều tác động đáng kể nhất và chiếm 50-77% tổng số tác động (chủ yếu

Trích dẫn bài báo này: Thắng N V, Thảo N T T, Hải L T, Thảo N T P. **Áp dụng công cụ đánh giá vòng đời (LCA - Life Cycle Assessment) và chi phí vòng đời (LCC - Life Cycle Costing) cho mô hình thu hồi chất thải trong hệ thống nuôi tôm siêu thâm canh tỉnh Cà Mau** . *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024; 8(1):850-863.

do sử dụng thức ăn, sử dụng điện và xả nước thải)¹³. Nghiên cứu đã chỉ ra để sản xuất 1 kg tôm cần 78-97 MJ năng lượng, tạo ra 5,7- 7,7 kg CO₂ và 0,11-0,19 kg PO₄¹³. Theo nhóm tác giả Carlos Jamil Bastidas, S., và cộng sự (năm 2023)¹⁴ đã phân tích vòng đời của nuôi tôm thẻ chân trắng ở tỉnh Guaya chỉ ra rằng các giai đoạn chính gây ra tác động môi trường với tỷ lệ đóng góp là 58,26%, trong khi việc sản xuất thức ăn cho tôm tại trang trại chiếm 80,01% lượng khí thải CO₂. Theo tác giả Fernández-González và cộng sự (năm 2021)¹⁵ đã đánh giá hiệu quả sinh thái của sản xuất nuôi tôm ở Mexico dựa trên việc áp dụng phương pháp LCA để đánh giá hiệu quả sinh thái của 38 trang trại nuôi tôm bán thâm canh ở Bang Sonora, kết quả cho thấy quản lý thức ăn và tiêu thụ điện là những điểm quan trọng chính trong hầu hết các loại tác động. Theo tác giả Hernández Orozco và cộng sự (năm 2015) đã xác định hiệu suất môi trường của nghề nuôi tôm ở vùng Caribe của Colombia từ góc độ phân tích vòng đời, kết quả của nghiên cứu chỉ ra rằng canh tác trong các hồ chiếm từ 83% đến 88% tổng tác động (liên quan đến việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch và tiêu thụ thực phẩm cân bằng), tiếp theo là vận chuyển, chế biến và trại giống. Giảm tiêu thụ dầu Diesel và cải thiện tỷ lệ chuyển đổi thức ăn được coi là giải pháp thay thế quan trọng nhằm giảm tác động môi trường của các sản phẩm tôm có nguồn gốc từ Colombia¹⁶. Theo tác giả Chang và cộng sự (năm 2017)¹⁷ đã xác định 05 yếu tố hàng đầu về lượng khí thải carbon với đơn vị chức năng là 1kg tôm, ước tính lượng khí thải carbon của do sử dụng điện là 2,0093 kgCO₂/kg (chiếm 29,39%), lượng khí thải carbon của thức ăn là 1,6395 kgCO₂/kg (chiếm 23,98%), lượng khí thải carbon của nguyên liệu thô gián tiếp là 1,4782 kgCO₂/kg (chiếm 21,62%), lượng khí thải carbon của xử lý chất thải là 0,7783 kgCO₂/kg (chiếm 11,40%), lượng khí thải carbon của vận chuyển và làm lạnh là 0,7524 kgCO₂/kg (chiếm 11,01%), đồng thời, kết quả cho thấy xử lý nước thải là một trong những điểm nóng phát thải trong toàn bộ vòng đời. Mặc dù vậy, các đánh giá này vẫn thiếu cho hệ thống nuôi tôm có tích hợp các giải pháp xử lý chất thải trong hệ thống này.

Vì vậy, thông qua việc áp dụng hai phương pháp đánh giá vòng đời (LCA – Life Cycle Assessment) và đánh giá chi phí vòng đời (LCC – Life Cycle Costing) trong công cụ đánh giá tính bền vững vòng đời môi trường (LCSA – Life Cycle Sustainability Assessment), nghiên cứu này ền cạnh việc tính toán phát thải khí nhà kính trong vòng đời của các sản phẩm từ xử lý chất thải nuôi tôm, các dòng tài chính trong vòng đời của chúng cũng được theo dõi và phân tích. Nghiên cứu xem xét đánh giá tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP – Global warming potential) khi áp dụng LCA và đánh giá tính

kinh tế của sản phẩm qua tất cả các giai đoạn trong vòng đời. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp các nhà quản lý xác định các giải pháp hiệu quả về kinh tế và môi trường để làm cơ sở triển khai rộng rãi cho toàn tỉnh.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu

Nghiên cứu này sẽ đánh giá vòng đời và chi phí vòng đời của các giải pháp thu hồi nước thải và bùn ao hệ thống nuôi tôm siêu thâm canh cho hộ dân điển hình là hộ dân Mạch Đồng Khởi tại xã Tạ An Khương Nam, huyện Đầm Dơi, tỉnh Cà Mau (9°00'37.4"N 105°12'16.6"E). Khu vực nghiên cứu có diện tích khoảng 2,5 ha (Hình 1) bao gồm ao trữ lắng, ao xử lý cấp, ao sẵn sàng, ao ương, ao nuôi và các công trình phụ trợ. Đặc điểm của hộ nuôi được thể hiện tại Bảng 1. Đây là hộ điển hình cho nuôi tôm siêu thâm canh (nuôi tôm trên ao trải bạt) ở tỉnh Cà Mau.

Hình 2 mô tả hệ thống canh tác hiện tại, trong đó nguồn nước cấp cho các ao nuôi từ kênh gần đó (được nối thông bằng ống nhựa PVC đường kính 114 mm) và được lưu chứa trong Ao trữ lắng có diện tích là 5.000 m². Sau đó, nước được chảy tràn vào Ao xử lý cấp có diện tích 5000 m² nhằm lắng, lọc, sử dụng một số hóa chất vôi, thuốc tím để xử lý nước cấp trước khi cho vào ao nuôi nhằm đảm bảo chất lượng nước tốt nhất từ ao nuôi. Ao sẵn sàng của hộ có diện tích 5000 m² được dùng để trữ nước từ ao xử lý cấp phục vụ cấp nước cho ao ương và ao nuôi. Ao ương với có diện tích 300 m² được dùng để nuôi tôm thời kỳ còn nhỏ (dưới 20 ngày tuổi). Ao nuôi có hộ có tổng diện tích 4.800 m² được được chia làm 04 ao có kích thước như nhau (mỗi ao 1.200 m²) dùng để nuôi tôm đến thu hoạch, mỗi vụ nuôi khoảng 90 ngày. Các ao nuôi được lót bạt chống thấm nên trong quá trình nuôi, lượng nước phục vụ cho nuôi tôm chỉ bị thất thoát do bốc hơi. Lượng thức ăn hộ cung cấp cho 04 ao nuôi trong toàn vụ là 25 tấn.

Các hạng mục đầu tư sản xuất được sử dụng cho nuôi tôm siêu thâm canh của hộ trong 1 vụ nuôi được thể hiện tại Bảng 2.

Trong hệ thống canh tác hiện tại, nước trong ao nuôi sẽ được thay thế khoảng 20% lượng nước trong ao nuôi trong 1 ngày. Trong quá trình canh tác, sẽ có một lượng nước thất thoát do quá trình bốc hơi và nước thải từ ống siphon (chiếm khoảng 2% thể tích ao nuôi). Như vậy, mỗi ngày ao tôm thải ra môi trường một lượng nước thải khoảng 1.478,4 m³ (khoảng 133.056 m³ trong 1 vụ nuôi). Các ao lắng bùn và ao sinh học là những ví dụ về ao xử lý chất thải

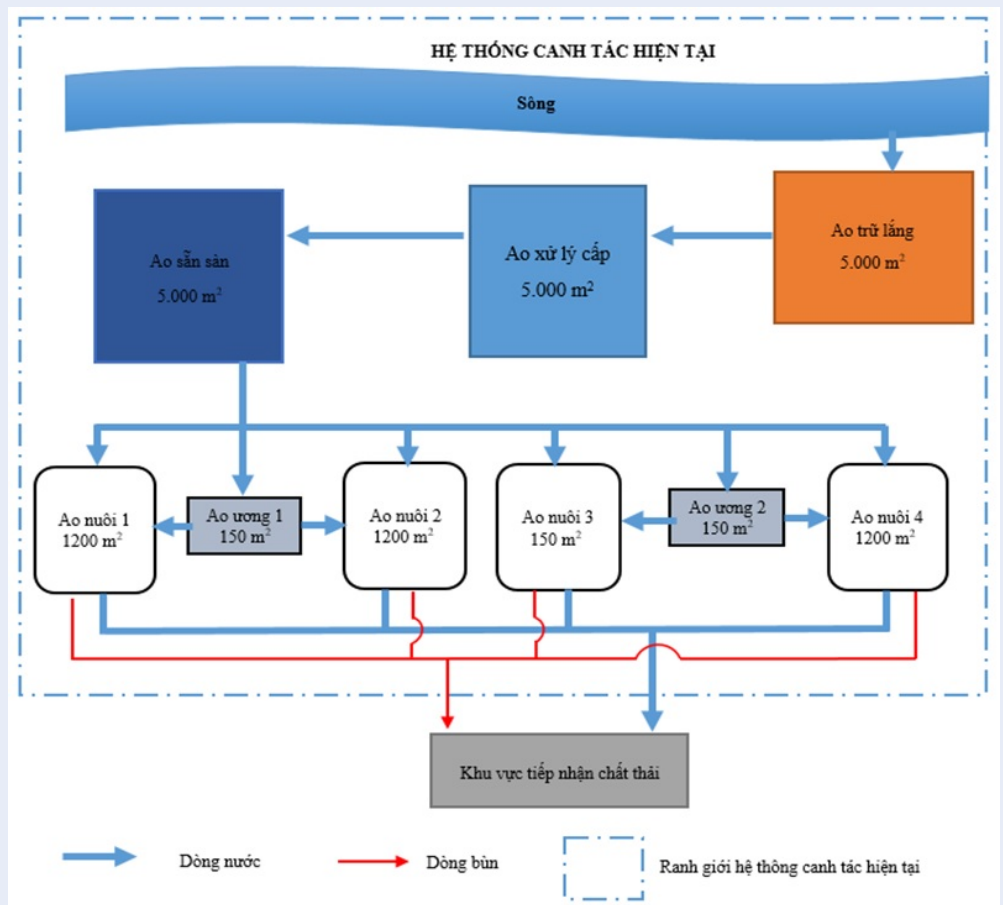


Khu vực ao nuôi tôm siêu thâm canh



Vị trí tiếp nhận chất thải

Hình 1: Hiện trạng hộ nuôi tôm điển hình tại tỉnh Cà Mau



Hình 2: Sơ đồ hệ thống canh tác hiện tại

Bảng 1: Đặc điểm ao nuôi của hộ

Loại ao	Diện tích (S, m ²)	Số lượng	Độ sâu (m)	Thể tích (m ³)
Ao trữ lắng	5000	1	2	10000
Ao xử lý cấp	5000	1	2	10000
Ao sẵn sàng	5000	1	1,4	6720
Ao ương	150	2	1,4	420
Ao nuôi	1200	4	1,4	6720

Bảng 2: Các hạng mục đầu tư sản xuất hiện tại trong 1 vụ nuôi

TT	HẠNG MỤC	ĐVT	SỐ LƯỢNG
1	Bạt che ao sẵn sàng	m ²	6.500
2	Bạt lót ao ương	m ²	1.300
3	Bạt lót ao nuôi	m ²	7.800
4	Máy bơm nước 3Hp, 2,2 kW	Cái	12
5	Máy sục khí 3Hp, 2,2 kW; 1.500 vòng/phút	Cái	12
6	Quạt 15 cánh 3kW	Bộ	20
7	Tôm giống	Con	1.200.000
8	Thức ăn	Tấn	25
9	Nhiên liệu (điện)	kWh	30.000

cho hệ thống để xuất. Kích thước của chúng được lấy từ kết quả tính toán lượng nước siphon và lượng nước thay thế (Hình 3). Các giải pháp xử lý nước không tốn nhiều chi phí cho chủ hộ nuôi tôm.

Dựa trên các số liệu thu thập về hiện trạng nuôi tôm siêu thâm canh của hộ, hệ thống tích hợp dùng để tuần hoàn nước và xử lý bùn ao nuôi tôm được đề xuất như sau:

Nước thải từ quá trình nuôi tôm và nước thải siphon được cho chảy tràn về ao lắng. Tại đây, bổ sung các giá thể vi sinh (dùng lưới đánh cá cũ) để lọc các bùn lơ lửng. Sau đó, nước tiếp tục được cho chảy tràn qua ao xử lý sinh học có diện tích 2.400m² được chia làm 02 ao, mỗi ao có diện tích 1.200 m². Ao xử lý sinh học thứ 1 có nuôi cá như rô phi để tiêu thụ các chất hữu cơ còn trong nước. Sau đó nước thải được chảy tràn qua Ao xử lý sinh học thứ 2, tại đây sử dụng các loại thực vật để lọc nước tự nhiên như cây đước, cỏ năng để loại bỏ dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng còn lại. Nước sau đó, được tuần hoàn về ao xử lý (sử dụng bơm 4HP) của hộ nuôi để chuẩn bị cho quá trình nuôi tiếp theo. Đồng thời, nước xử lý còn bị thất thoát do quá trình bốc hơi.

Bùn thải ao nuôi có nguồn gốc từ thức ăn thừa, chất thải của tôm được siphon hàng ngày. Nước siphon (ước tính mỗi ngày có khoảng 134,4 m³ nước siphon)

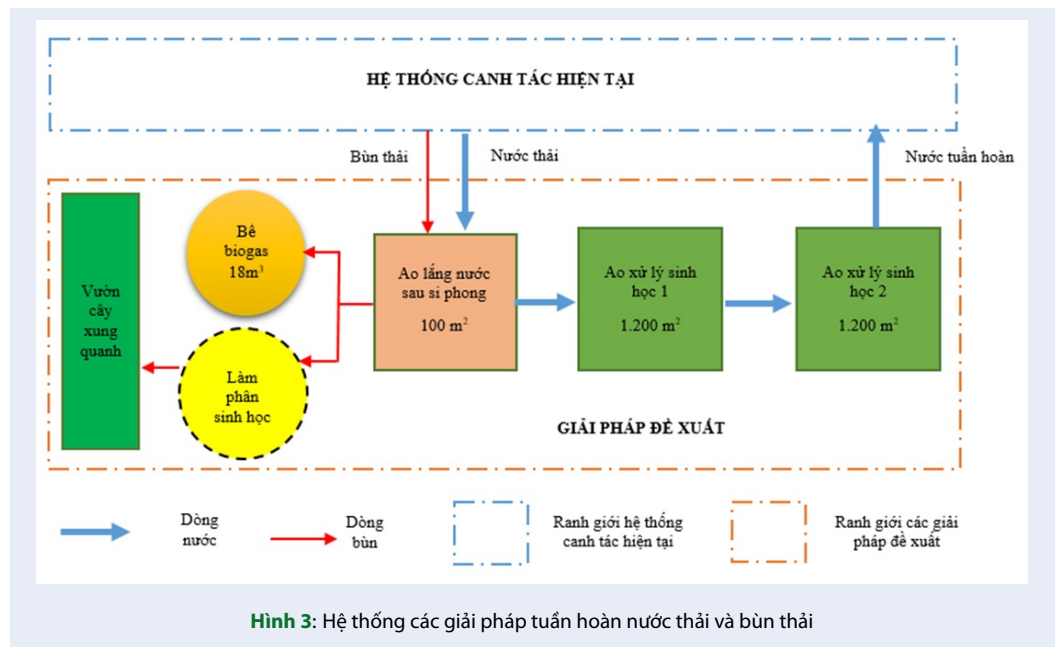
được đưa vào Ao lắng với thể tích 140 m³ để tách cặn bùn và nước nhằm giảm tải lượng xử lý cho ao sinh học, thời gian lắng tại đây là 7-8 tiếng. Bùn cặn được đưa vào biogas 18m³, thông qua quá trình phân hủy kỵ khí thu hồi được khí sinh học, lượng khí sinh học này được sử dụng cho mục đích sinh hoạt (thay thế nhiên liệu nấu ăn) của 06 công nhân tại trại nuôi tôm. Ngoài ra, lượng bùn thải còn lại sẽ được đưa về khu ủ phân Compost có diện tích 20 m² để ủ phân Compost để bán cho các hộ dân trồng cây xung quanh. Bùn được trộn với mụn dừa theo tỷ lệ 7:3¹⁸. Hỗn hợp phân bón được ủ theo mô hình luống, được thông khí tự nhiên và được đảo trộn 1 ngày/1 lần. Đối với 100kg phân hỗn hợp sử dụng 04 lít chế phẩm sinh học là EM2 (200g Bio-EM + 2 lít mật rỉ đường + 18 lít nước). hân được ủ trong 65 ngày và duy trì độ ẩm 60-70%¹⁸.

Phương pháp nghiên cứu

Đánh giá vòng đời (LCA - Life Cycle Assessment)

Công cụ đánh giá vòng đời (LCA) được áp dụng để đánh giá những tác động môi trường của mô hình tuần hoàn chất thải, đánh giá gồm bốn bước như Hình 5:

- Bước 1: Xác định mục tiêu và phạm vi đánh giá



- Bước 2: Phân tích kiểm kê
- Bước 3: Đánh giá tác động

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá phát thải CO₂ và chi phí vòng đời tính bền vững trong vòng đời của các giải pháp tuần hoàn nước và bùn thải từ hệ thống nuôi tôm siêu thâm canh. Nghiên cứu đánh giá dựa trên các giải pháp tái chế tài nguyên nước và bùn sau quá trình nuôi của hộ dân, không can thiệp vào quá trình nuôi tôm của hộ.

Hình 4 mô tả ranh giới của hệ thống. Phạm vi của nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá vòng đời và chi phí vòng đời của mô hình ở giai đoạn xây dựng các hạng mục và vận hành để tái sử dụng nước và thu hồi khí sinh học, sản xuất phân Compost từ bùn. Đầu vào là nước thải, bùn thải từ ao, năng lượng sử dụng và các vật liệu xây dựng các hạng mục. Đầu ra là nguồn nước được tuần hoàn, phân Compost, khí sinh học được tạo ra từ hệ thống. Trong suốt chu trình sống của một hệ thống, giai đoạn xây dựng các hạng mục và vận hành có tác động lớn đến môi trường. Do đó, nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào các tác động liên quan đến giai đoạn này.

Đơn vị chức năng (FU) trong nghiên cứu này được xác định là “1 m³ nước thải được xử lý” đối với các giải pháp xử lý và thu hồi nước thải” và “1 kg bùn khô được xử lý” đối với các phương án xử lý bùn.

Lượng phát thải CO₂ của hệ thống sẽ liên quan đến tiêu thụ năng lượng và nguyên liệu: Việc ước lượng phát thải CO₂ liên quan đến tiêu thụ điện để bơm nước và vật liệu xây dựng các hạng mục thu bùn và sản xuất phân Compost.

Công thức từ (1) và (2) được sử dụng để tính lượng phát thải CO₂ trong hệ thống các giải pháp được đề xuất gồm tính toán lượng phát thải CO₂ liên quan đến tiêu thụ điện, tính toán lượng phát thải CO₂ liên quan đến các vật liệu, hóa chất sử dụng trong quá trình sản xuất phân Compost và tái sử dụng trong hệ thống tuần hoàn nước thải. Công thức (3) dùng để tính toán lượng phát thải CO₂ liên quan bùn thải mà hệ thống đã giảm thiểu phát thải ra môi trường.

Lượng phát thải CO₂ liên quan đến tiêu thụ điện ($P_{CO_2, \text{đin}}$) được xác định bằng công thức:

Lượng phát thải CO₂ liên quan đến tiêu thụ điện ($P_{CO_2, \text{đin}}$) được xác định bằng công thức:

$$CO_{2, \text{đin}} = E_{\text{tiụ th}} \times EF \quad (1)$$

Trong đó: $E_{\text{tiụ th}}$ là sản lượng điện tiêu thụ (kW); EF là hệ số phát thải CO₂ từ việc sản xuất điện.

Lượng phát thải CO₂ liên quan đến các nguyên vật liệu tham gia vào quá trình xây dựng, vận hành hệ thống:

$$CO_{2, i} = Q_i \times EF_i \quad (2)$$

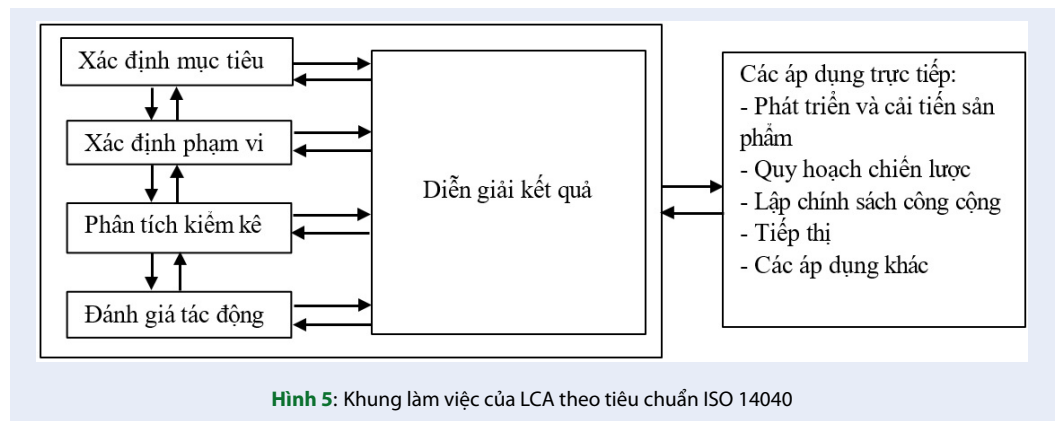
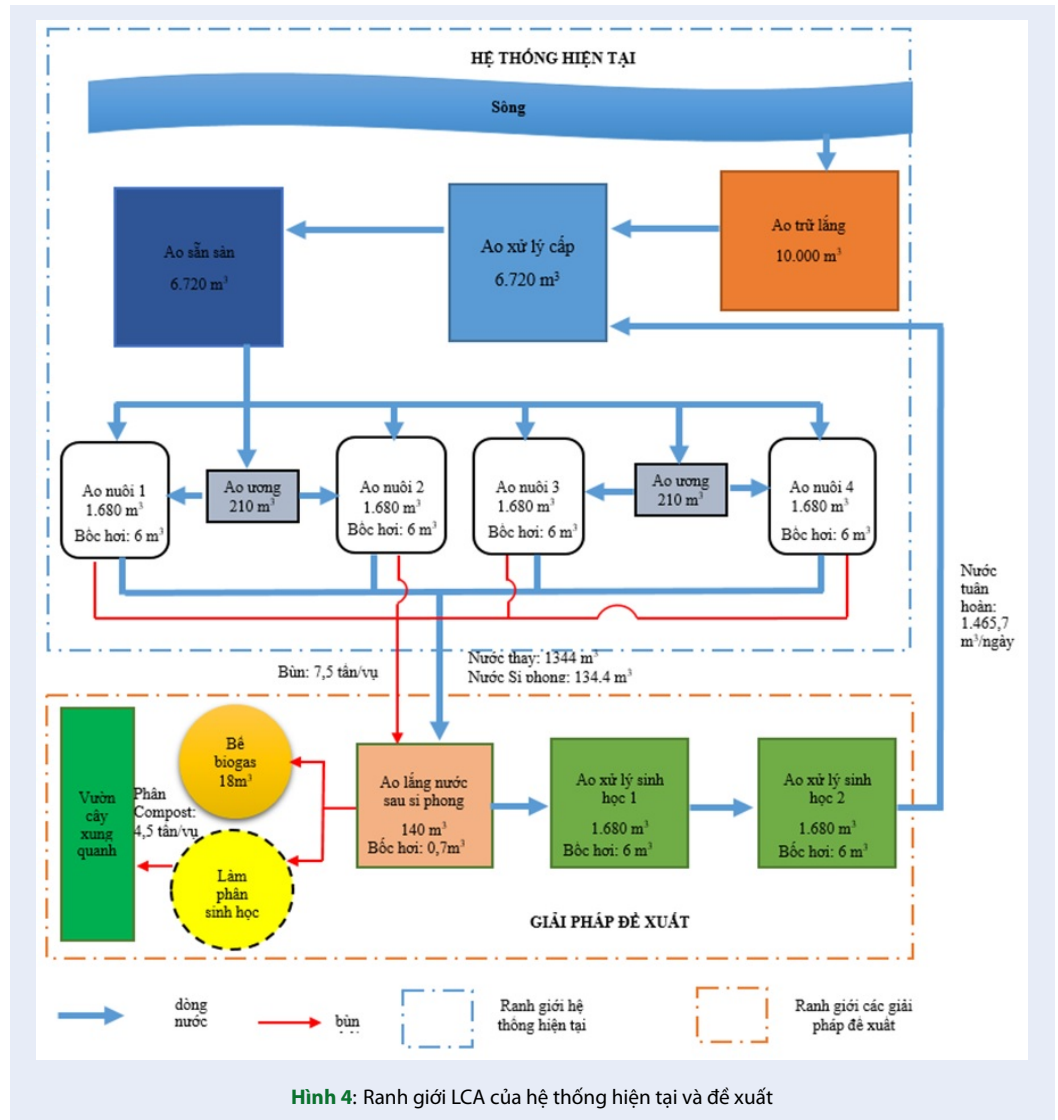
Trong đó: Q_i là khối lượng vật liệu đã được sử dụng (kg), EF_i là hệ số phát thải CO₂ từ việc sản xuất vật liệu đó. Ví dụ về i là loại vật liệu gạch, xi măng, Composite, sắt.

Lượng phát thải CO₂ liên quan đến bùn thải của ao nuôi:

$$CO_{2, j} = Q_j \times EF_j \quad (3)$$

Trong đó: Q_j là khối lượng bùn thải ao nuôi tôm (kg), EF_j là hệ số phát thải CO₂ của bùn thải ao nuôi tôm.

- Bước 4: Trình bày kết quả



Hình 5 thể hiện khung làm việc của LCA theo tiêu chuẩn ISO 14040.

Đánh giá chi phí vòng đời (LCC)

Để giải quyết hiệu quả kinh tế của các giải pháp tuần hoàn nước và bùn thải ao nuôi tôm siêu thâm canh, LCC đã được tiến hành song song với LCA. Nghiên cứu này dựa trên dòng tiền thực tế để tránh chồng chéo giữa LCA môi trường và LCC¹⁹.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đánh giá vòng đời (LCA - Life Cycle Assessment)

Phân tích kiểm kê

Các dữ liệu được thu thập trong giai đoạn phân tích kiểm kê gồm: tiêu thụ điện, khối lượng nguyên vật liệu dùng để xây dựng các hạng mục, nguồn nước thải, bùn thải đầu vào, lượng thất thoát. Các dữ liệu được thu thập từ hộ dân, đảm bảo độ tin cậy cao.

Lượng điện tiêu thụ cho quá trình vận hành hệ thống xử lý được ghi nhận bằng đồng hồ ghi chỉ số riêng, bao gồm điện tiêu thụ cho việc vận hành các thiết bị, ở đây mô hình chỉ sử dụng thiết bị điện cho hệ thống máy bơm nước từ hệ thống xử lý và tới ao xử lý cấp. Các giải pháp không sử dụng hóa chất. Bùn thải ao nuôi tôm được tính toán dựa vào bảng tổng hợp lượng thức ăn do công nhân vận hành cung cấp.

Các số liệu thu thập được về điện, khối lượng nước thải và bùn thải cũng như kích thước các hạng mục bố trí được sử dụng cho tuần hoàn nước và bùn thải được tóm tắt như Bảng 3.

Dữ liệu kiểm kê cho hệ thống tuần hoàn nước thải và bùn thải ao nuôi tôm siêu thâm canh được mô tả trong sơ đồ Hình 6.

Đánh giá phát thải khí nhà kính

Kết quả kiểm kê phát thải KNK của hệ thống tuần hoàn nước thải và bùn thải ao nuôi tôm siêu thâm canh được thể hiện ở Bảng 4.

Khối lượng KNK từ lượng năng lượng, nguyên liệu tiêu thụ và lượng nước được tái sử dụng, phân compost được sản xuất từ bùn ủ được sơ đồ hóa bằng sơ đồ Hình 7.

Ứng dụng LCA cho hệ thống hiện tại cho thấy để tái sử dụng 1m³ nước thải nuôi tôm (bao gồm nước thay và nước siphon hằng ngày) yêu cầu phải sử dụng 0,01491 kW điện (tương đương 0,0108 kg CO₂), ở đây được dùng để vận hành máy bơm nước từ Ao xử lý sinh học thứ 2 về lại Ao xử lý cấp với lượng nước là 1.465,7 m³ nước (hao hụt 0,0127 m³ nước so với nước thải từ Ao nuôi do quá trình bốc hơi). Đồng thời, để tạo ra 1 m³ nước tuần hoàn, yêu cầu phải xây dựng các hạng mục

yêu cầu 0,00603 kg màng chống thấm HDPE (tương đương 0,00964 kg CO₂), 0,00245 kg nhựa PVC từ ống nhựa và lưới (tương đương 0,00501 kg CO₂). Bên cạnh đó, để sản xuất ra phân Compost từ bùn siphon hằng ngày yêu cầu phải lắp đặt, xây dựng các hạng mục phụ trợ vì vậy phát thải 1 lượng CO₂ vào môi trường. Theo kết quả tính toán, để sản xuất ra 1 kg phân Compost từ bùn siphon hằng ngày yêu cầu phải sử dụng 1,667 kg bùn ao nuôi tôm (tương đương 0,187 kg CO₂), 0,28444 kg gạch (tương đương 0,00005 kg CO₂), 0,06667 kg xi măng (tương đương 0,0054 kg CO₂), 0,04444 kg Composite (tương đương 0,085 kg CO₂).

Đánh giá chung

Quá trình khảo sát, kiểm kê, thu thập số liệu tại hộ Mạch Đồng Khởi, xã Tạ An Khương Nam, huyện Đầm Dơi, tỉnh Cà Mau được thực hiện đầy đủ, đảm bảo độ tin cậy cao. Các số liệu tính toán phát thải CO₂ được tính toán đảm bảo độ chính xác. Trong đó, phát thải chiếm tỉ lệ lớn trong hệ thống liên quan đến giai đoạn vận hành do điện năng tiêu thụ để vận hành máy bơm nước tuần hoàn từ Ao sinh học thứ 2 về hệ thống canh tác hiện tại của hộ, với 1.420,62 kgCO₂/vụ, chiếm tỉ lệ 29,5% so với các giai đoạn khác. Trong 1 vụ nuôi, hệ thống xử lý chất thải của ao nuôi tôm được để xuất bao gồm tuần hoàn nước thải và bùn thải đã phát thải 4.823,54 kgCO₂/vụ, kết quả này thấp hơn so với hệ thống xử lý nước thải con số nuôi tôm sinh thái¹⁷ thâm canh và bán thâm canh¹³.

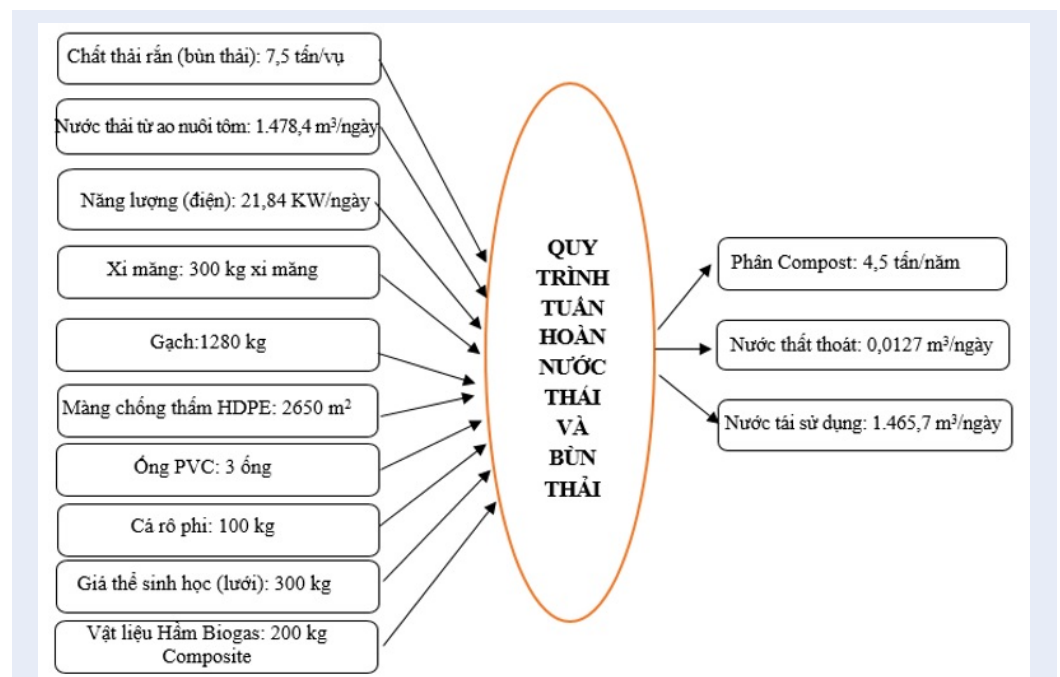
Đánh giá chi phí vòng đời (LCC)

Áp dụng các giải pháp tuần hoàn nước và bùn thải ao nuôi tôm siêu thâm canh tại hộ dân điển hình bao gồm các hạng mục như đã trình bày tại Hình 4. Chi phí, doanh thu và lợi nhuận được tổng hợp như Bảng 5:

Chi phí lắp đặt ao lắng là 7.850.000 đồng bao gồm thả các giá thể vi sinh (lưới cũ) là 6.000.000 đồng, màng chống thấm HDPE là 1.650.000 đồng với giá 11.000 đồng cho 1 m² và ống nhựa PVC giá 200.000 đồng. Ao sinh học 1 được lắp đặt với chi phí 19.950.000 đồng bao gồm màng chống thấm HDPE, ống nhựa và nuôi 100 kg cá rô phi với giá 6.000.000 đồng. Chi phí lắp đặt ao Ao sinh học thứ 2 là 18.950.000 đồng bao gồm màng chống thấm HDPE, áo nhựa và máy bơm nước giá 5.000.000 đồng. Chi phí lắp đặt 02 bể biogas có thể tích 9 m³ (bao gồm cả tiến nhân công lắp đặt, đường ống dẫn khí và bếp) là 30.400.000 đồng. Khu ủ phân Compost được xây dựng 20m² bao gồm vật tư xây dựng có giá 1.560.000 đồng và 2.000.000 đồng/vụ tiến vi sinh để ủ phân 7,5 tấn bùn/vụ. Bên

Bảng 3: Tóm tắt các thông số điều tra về các hạng mục đã được xây dựng của hệ thống tuần hoàn nước thải và bùn thải

Tiêu chí	Đơn vị	Kết quả
Tổng lượng nước Siphon	m ³ /ngày	134,4
Tổng lượng nước thay hàng ngày	m ³ /ngày	1.344
Tổng lượng nước sau xử lý	m ³ /ngày	1.465,7
Lượng nước thất thoát	m ³ /ngày	12,7
Số vụ nuôi trong năm	Vụ	2
Lượng thức ăn	Tấn/vụ	25
Lượng bùn thải phát sinh	Tấn/vụ	7,5
Máy bơm 4Hp	Cái	1
Lượng điện sử dụng vận hành máy bơm	kW/ngày	21,85
Khối lượng 1 Bồn Biogas 9m3	Kg	100
Thể tích Bồn Biogas	m ³	18
Kích thước khu ủ phân	m ²	20
Số lượng gạch sử dụng	Viên	800
Khối lượng 01 viên gạch	Kg	1,6
Kích thước màng chống thấm HDPE	m ²	2650
Ống PVC	Cái	3
Lưới (vật liệu PVC)	Kg	300



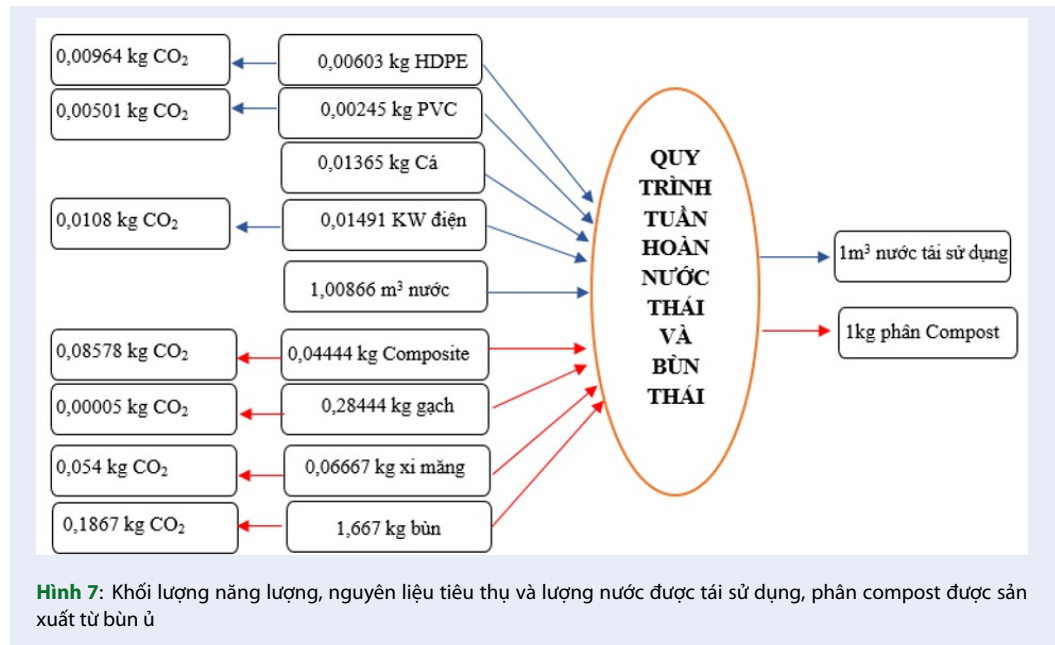
Hình 6: Sơ đồ vòng đời của hệ thống tuần hoàn nước thải và bùn thải

Bảng 4: Lượng CO₂ phát thải từ trong tuần hoàn nước thải và bùn thải

Giai đoạn LCA	Nguyên vật liệu sử dụng	Lượng nguyên vật liệu sử dụng trên mỗi đơn vị chức năng (đơn vị/FU)	Lượng phát thải trên mỗi đơn vị (KgCO ₂ /đơn vị)	Khí thải mỗi chức năng (KgCO ₂ /FU)	Tổng lượng khí thải (KgCO ₂ /vụ)	
Lắp đặt	Ao lắng (*)	Màng chống thấm HDPE	0,000341 kg/m ³	1,60 kg/kg ²⁰	0,000546	72,00
		Ống nhựa PVC	0,000061 kg/m ³	2,04 kg/kg ²⁰	0,000124	16,32
		Lưới dùng để làm giá thể lọc	0,002274 kg/m ³	2,04 kg/kg ²⁰	0,004639	612,00
	Ao sinh học 1 (*)	Màng chống thấm HDPE	0,002843 kg/m ³	1,60 kg/kg ²⁰	0,004548	600,00
		Ống nhựa PVC	0,000061 kg/m ³	2,04 kg/kg ²⁰	0,000124	16,32
	Ao sinh học 2 (*)	Màng chống thấm HDPE	2,84E-03 kg/m ³	1,60 kg/kg ²⁰	0,004548	600,00
		Ống nhựa PVC	6,06E-05 kg/m ³	2,04 kg/kg ²⁰	0,000124	16,32
	Biogas (**)	Composite	0,04444 kg/kg	1,93 kg/kg ²¹	0,085778	386,00
		Ống nhựa PVC	0,000061 kg/m ³	2,04 kg/kg ²⁰	0,000124	0,56
	Khu ủ phân (**)	Gạch	0,28444 kg/kg	1,80E-04 kg/kg ²²	0,000051	0,23
Vận hành		Xi măng	0,06667 kg/kg	0,81 kg/kg ²³	0,054000	243,00
	Ao lắng (*)	-	-	-	-	-
	Ao sinh học 1 (*)	-	-	-	-	-
	Ao sinh học 2 (*)	Máy bơm nước	0,014914 kW/m ³	0,7221 kg/kW ²⁴	0,010769	1.420,62
	Biogas (**)	-	-	-	-	-
Khu ủ phân (**)	Bùn thải ao nuôi tôm	1,667 kg/kg	1,12E-01 kg/kg ^{25,26} (***)	0,186704	840,17	
Tổng					4.823,54	

Ghi chú: (*) Đơn vị chức năng (FU) là 1 m³, (**) Đơn vị chức năng (FU) là 1 kg.

(***) Với hệ số sinh khí đối với 1kg chất thải rắn sinh học ướt là 0,004 kg/kgCH₄²⁵. Theo giá trị quy đổi tiềm năng ấm lên toàn cầu (Global Warming potentials - GWP), 1 tấn khí CH₄ gây hiệu ứng KNK tương đương với 28 tấn CO₂²⁶.



chạy đó, để vận chuyển lượng nước tuần hoàn sau hệ thống xử lý đến Ao xử lý cấp trước khi cấp vào Ao sản sàng cần sử dụng máy bơm với công suất 4HP bơm liên tục tiêu tốn lượng 21,84 kW/ngày, tương đương 3.000.000 đồng. Như vậy, chi phí cho xây dựng các hạng mục bổ sung cần thiết cho hệ thống là 78.710.000 đồng và vận hành là 5.000.000 đồng/năm.

Sau khi các giải pháp tuần hoàn nước thải và bùn thải được tích hợp trong 01 hệ thống và vận hành ổn định thì sản phẩm được tạo ra mang lại giá trị kinh tế đáng kể cho hộ dân nuôi tôm là khí sinh học, phân Compost và cá trong ao sinh học. Đối với lượng khí sinh học tạo ra có thể đáp ứng lượng khí sử dụng cho nhu cầu sử dụng của 06 công nhân, tương đương khoảng 6.000.000 đồng. Doanh thu ủ phân Compost 31.500.000 đồng/vụ với giá thị trường phân hữu cơ khoảng 7.000 đồng/kg. Cá nuôi trong ao sinh học được bán mang lại khoảng 54.000.000 đồng/năm cho hộ dân với giá thị trường 30.000 đồng/kg. Như vậy, tổng doanh thu được từ hệ thống tuần hoàn nước, bùn thải trong ao mang lại thu nhập 91.500.000 đồng cho hộ dân mỗi vụ nuôi. Như vậy, sau khi trừ đi chi phí xây dựng và vận hành trong năm đầu thì hộ vẫn mang lại lợi nhuận 7.790.000 đồng/vụ từ các hạng mục đã đầu tư.

Bảng 5 cho thấy lợi nhuận từ Ao sinh học thứ 1 theo đơn vị chức năng là cao nhất 6.208,89 đồng/FU chủ yếu là do sản xuất phân Compost. Hạng mục ít mang lại kinh tế nhất là tại Ao lắng, ao sinh học thứ 2 do phải tốn 1 khoảng chi phí đầu tư nhưng là hạng mục trung gian để tạo ra các sản phẩm nên không tính nguồn thu

lại được từ các hạng mục này. Bên cạnh đó, khí Biogas cũng mang lại ít giá trị kinh tế, tuy nhiên ở những vụ nuôi tiếp theo giá trị kinh tế sẽ tăng khi không tốn chi phí đầu tư, vận hành nhưng có thể tiếp tục sử dụng nguồn khí sinh học cho mục đích sinh hoạt.

Bảng 5 cho thấy các giải pháp tái sử dụng nước thải và bùn thải ao nuôi tôm tạo ra các sản phẩm có giá trị như cá (do tận dụng ao xử lý sinh học), phân Compost, khí sinh học. Nhìn chung, các giải pháp này mang lại lợi nhuận cho hộ dân, cụ thể với 1m³ nước được tái sử dụng người dân được hưởng lợi 32,22 đồng và 1kg phân Compost người dân được hưởng lợi 786,67 đồng.

KẾT LUẬN

Các hoạt động của hệ thống tuần hoàn nước thải và bùn thải ao nuôi tôm siêu thâm canh mang lại các tác động môi trường khác nhau. Trong đó việc sử dụng vật liệu để lắp đặt, xây dựng các công trình phụ trợ có ảnh hưởng mạnh mẽ đến GWP khi đánh giá khả năng phát thải KNK của chúng dựa trên LCA. Quá trình phát thải năng lượng (điện năng tiêu thụ do vận hành máy bơm nước tuần hoàn từ Ao sinh học thứ 2 về hệ thống canh tác hiện tại của hộ) gây phát thải lượng lớn CO₂. Bên cạnh đó, hệ thống các giải pháp tuần hoàn nước thải và bùn thải nuôi tôm siêu thâm canh đã áp dụng tại hộ nuôi tôm tỉnh Cà Mau cho thấy lợi ích kinh tế khi với 1m³ nước được tái sử dụng người dân được hưởng lợi 32,22 đồng và 1kg phân Compost người dân được hưởng lợi 786,67 đồng.

Bảng 5: Hiệu quả kinh tế của các giải pháp tuần hoàn nước thải và bùn thải nuôi tôm siêu thâm canh đã áp dụng tại hộ Mạch Đồng Khởi, xã Tạ An Khương Nam, huyện Đầm Dơi, tỉnh Cà Mau.

Phương án xử lý	Giá trị kinh tế		Theo đơn vị chức năng				Lợi nhuận
	Giá trị kinh tế		Chi phí đầu tư (đồng/vụ)		Chi phí đầu tư (đồng/FU)		
	Xây dựng	Vận hành	Xây dựng	Vận hành	Xây dựng	Vận hành	
Giải pháp tuần hoàn nước (*)	Ao lắng	0	0	-7.850.000	59,51	0	-59,51
	Ao sinh học 1	0	54.000.000	34.050.000	151,24	0	258,12
	Ao sinh học 2	3.000.000	0	-21.950.000	143,66	22,74	-166,40
Giải pháp tuần hoàn bùn thải (**)	Tổng	3.000.000	54.000.000	4.250.000	354,40	22,74	32,22
	Biogas	0	6.000.000	-24.400.000	6.755,56	0	-5.422,22
	Khu ủ phân	2.000.000	31.500.000	27.940.000	346,67	444,44	6.208,89
Tổng	2.000.000	37.500.000	3.540.000	7.102,22	444,44	786,67	
Tổng	5.000.000	91.500.000	7.790.000				

Chú thích: (*) Đơn vị chức năng (FU) là m³, (**) Đơn vị chức năng (FU) là kg.

Giới hạn của nghiên cứu là chưa tính toán được lượng khí nhà kính phát sinh từ hô hấp của động vật, thực vật thủy sinh tham gia vào quá trình xử lý nước thải trong Ao xử lý sinh học. Đồng thời, tính toán lượng phát thải CO₂ của các công trình phụ trợ được tính cho vụ nuôi đầu tiên. Khi mô hình vận hành ổn định cho những năm tiếp theo, lượng phát thải CO₂ sẽ giảm đi đáng kể do không xây dựng mới.

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

CO₂: Khí carbonic

FU: Đơn vị chức năng

KNK: Khí nhà kính

kg: Kilogram

LCSA: Đánh giá tính bền vững vòng đời (Life Cycle Sustainability Assessment)

LCA: Đánh giá vòng đời (Life Cycle Assessment)

LCC: Đánh giá chi phí vòng đời (Life cycle costing)

S-LCA: Đánh giá tác động xã hội (Social Life Cycle Assessment)

m³: Mét khối

TP.HCM: Thành phố Hồ Chí Minh

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành gửi lời cảm ơn đến Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Cà Mau đã tài trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này thông qua Hợp đồng thực hiện đề tài số 02/HĐ-SKH-CN.

Xin cảm ơn đến Đại học Quốc gia TP.HCM, Viện Môi trường và Tài nguyên đã hỗ trợ, tạo mọi điều kiện thuận lợi để chúng tôi có thể hoàn thành nghiên cứu, xin cảm ơn các Sở Ban Ngành tỉnh Cà Mau đã hỗ trợ và cung cấp số liệu, tạo điều kiện khảo sát thực tế địa phương.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan rằng không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo “**Áp dụng công cụ đánh giá vòng đời (LCA - Life Cycle Assessment) và chi phí vòng đời (LCC - Life Cycle Costing) cho mô hình thu hồi chất thải trong hệ thống nuôi tôm siêu thâm canh tỉnh Cà Mau**”.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Nhóm tác giả Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Thu Thảo, Lê Thanh Hải, Nguyễn Thị Phương Thảo cùng thực hiện quá trình khảo sát thực tế tại tỉnh Cà Mau. Nhóm tác giả cùng thực hiện và thảo luận với nhau để hoàn thành bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Burford MA, Costanzo S, Dennison W, Jackson C, Jones A, McKinnon A, et al. A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments

in NE Australia. Marine pollution bulletin. 2003;46(11):1456-69;PMID: 14607543. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00282-0](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00282-0).

- Biao X, ZhuHong D, Xiaorong W. Impact of the intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creeks from Eastern China. Marine Pollution Bulletin. 2004;48(5-6):543-53;PMID: 14980470. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.10.006>.
- Nguyễn Văn Mạnh, Bùi Thị Nga. Đánh giá mức độ tích tụ và ô nhiễm bùn đáy ao nuôi thâm canh tôm sú. Khoa học công nghệ-nông nghiệp và phát triển nông thôn. 2011;1:73;.
- Epstein E. The science of composting: CRC press; 2017;.
- Funge-Smith S, J. S. Coastal aquaculture: identification of social, economic and environmental constraints to sustainability with reference to shrimp culture. Coast. Aquac. Environ. Strateg. Sustain. ODA Res. Proj. 1996;6011;.
- Shaban AMJWS, Technology. Bacteriological evaluation of composting systems in sludge treatment. 1999;40(7):165-70;Available from: <https://doi.org/10.2166/wst.1999.0354>.
- Nguyễn Khôn Huyền, Lê Quốc Vĩ, Nguyễn Việt Thắng, Trần Thị Hiệu, Trần Trung Kiên, Hồ Thị Thanh Tâm. Tái sử dụng bùn đáy ao nuôi tôm sản xuất phân bón hữu cơ quy mô công nghiệp. Sci Tech Dev J-Sci Earth Environ. 2021;5(1);.
- Nguyễn Công Thuận, Trương Duy Khánh, Đinh Thái Danh, Trần Sỹ Nam. Ảnh hưởng của khuấy trộn đến quá trình sản xuất khí sinh học từ bùn thải nuôi tôm siêu thâm canh. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. 2023;59(CĐ Môi trường & Biển đổi khí hậu):10-20;Available from: <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2023.102>.
- Lâm Văn Tân, Nguyễn Phương Thảo, Nguyễn Công Danh, Phạm Thị Thúy Vi, Trần Thanh. Ứng dụng công nghệ vi tảo loại bỏ đạm và lân trong nước thải ao nuôi tôm. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. 2022;58(3):126-31;Available from: <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2022.084>.
- Kloepffer W. Life cycle sustainability assessment of products. The International Journal of Life Cycle Assessment. 2008;13(2):89-95;Available from: <https://doi.org/10.1065/lca2008.02.376>.
- Vũ Thị Thúy. Đánh giá vòng đời trong hệ thống xử lý nước cấp tại nhà máy cấp nước Long Hậu 1 - KCN Long Hậu (Long An). Tạp chí Khoa học trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Tập 17, Số 6 (2020): 1113-1124. 2022;Available from: [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.17.6.2757\(2020\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.17.6.2757(2020)).
- Sun W. Life cycle assessment of indoor recirculating shrimp aquaculture system 2009;.
- Cao L, Diana JS, Lai Q, Haikou P. Determining the ecological footprint of shrimp aquaculture through life cycle analysis of outdoor pond systems;.
- Carlos Jamil Bastidas S, Gianella Gissel Moreira Z, Johnny Roddy López B, Carlos Andrés Vaca C. Life Cycle Analysis of Farmed Shrimp of the Species Litopenaeus Vannamei in the Province of Guayas. Migration Letters. 2023;20(S9):1254-71;.
- Fernández-González R, Pérez-Pérez MI, Garza-Gil MD. Main issues and key factors for development of turbot aquaculture in Spanish regions: A social-ecological perspective. Aquaculture. 2021;544:737140;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737140>.
- Hernández Orozco J, García Ramírez CJGyA. Environmental performance of shrimp farming in the Caribbean region of Colombia from a life cycle analysis perspective. 2015;18(2):29-49;.
- Chang C-C, Chang K-C, Lin W-C, Wu M-H. Carbon footprint analysis in the aquaculture industry: Assessment of an ecological shrimp farm. Journal of Cleaner Production. 2017;168:1101-7;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.109>.
- Công ty Cổ phần Đầu tư Thương mại Dịch vụ Tin Cây. Công nghệ Vi sinh vật hữu hiệu EM (Effective microorganisms). 2020;.

19. Klöpffer W. Life cycle sustainability assessment of products: (with Comments by Helias A. Udo de Haes, p. 95). The International Journal of Life Cycle Assessment. 2008;13:89-95; Available from: <https://doi.org/10.1065/lca2008.02.376>.
20. Recio JMB, Guerrero PJ, Ageitos MG, Narváez RPJBUPdC. Estimate of energy consumption and CO2 emission associated with the production, use and final disposal of PVC, HDPE, PP, ductile iron and concrete pipes. 2005;.
21. Report E. European Environment Agency - European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy Greenhouse gas emissions and natural capital implications of plastics (including biobased plastics). 2021; Available from: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-wmge-reports/greenhouse-gas-emissions-and-natural-capital-implications-of-plastics-including-biobased-plastics>.
22. Ecoinvent. Life Cycle Inventories of Building Products - Ecoinvent report No.7 - Data V2.0. 2007; Available from: https://db..orgecoinvent/reports/07_BuildingProducts.pdf?area=463ee7e58cbf8.
23. Bernstein L, J. Roy, K. C. Delhotal, J. Harnisch, R. Matsuhashi, L. Price, K. Tanaka, E. Woresource recoveryell, F. Yamba, Z. Fengqi. Industry. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007;.
24. Cục Biến đổi Khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Công văn số 1278/BĐKH-TTBVTOD về việc công bố kết quả tính toán hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2021. 2022;.
25. IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the Nati. 2006;.
26. Ministry of Natural Resources and Environment. Third Biennial Update Report to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dan Tri Publishing House, Hanoi, Vietnamese. 2020;.

Applying life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC) tools for waste recovery model in super-intensive shrimp farming system in Ca Mau province

Nguyen Viet Thang^{1,*}, Nguyen Thi Thu Thao², Le Thanh Hai¹, Nguyen Thi Phương Thao¹

ABSTRACT

This study aims to evaluate the environmental sustainability and economic efficiency of waste recovery solutions from a typical super-intensive shrimp farming household (shrimp farming on tarpaulin ponds) in Ca Mau province based on the life cycle assessment (LCA) tool that focuses on assessing greenhouse gas emissions combined with life cycle cost (LCC) for post-recovery products. Options considered to treat wastewater and sludge towards zero emissions from shrimp farming households include: i) wastewater treatment using a system of settling ponds and biological treatment ponds; ii) sludge treatment with biogas tank and composting. The results show that greenhouse gas emissions are mostly in the operating phase (electricity consumed by operating the circulating water pump from the second biological pond to the household's current farming system), accounting for 29.5% compared to other periods. The proposed system of circulating wastewater and sludge solutions for super-intensive shrimp farming shows economic benefits when for every 1m³ of water reused, people benefit 32.22 VND and 1kg of Compost people benefit 786.67 VND. The limitation of the study is that it has not calculated the amount of greenhouse gases generated from the respiration of animals and aquatic plants participating in the wastewater treatment process in biological treatment ponds. Finally, the CO₂ emissions of the auxiliary facilities are calculated for the first farming crop. When the model operates stably for the following years, CO₂ emissions will be significantly reduced due to no new construction.

Key words: Life cycle assessment, Life cycle cost, Super intensive shrimp farming, Shrimp pond wastewater, Shrimp pond sludge

¹Institute of Environment and Natural Resources, VNUHCM, Vietnam

²Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Vietnam

Correspondence

Nguyen Viet Thang, Institute of Environment and Natural Resources, VNUHCM, Vietnam

Email: Nguyenvietthang.ier@gmail.com

History

- Received: 11-01-2024
- Accepted: 03-3-2024
- Published Online: 30-6-2024

DOI : <https://doi.org/10.32508/stdjsee.v8i1.753>



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 : Thang N V, Thao N T T, Hai L T, Thao N T P. **Applying life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC) tools for waste recovery model in super-intensive shrimp farming system in Ca Mau province.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024, 8(1):850-863.