

GIẢM PHÁT THẢI TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN CÓ THẬT SỰ LÀ MỘT GÁNH NẶNG CHI PHÍ? TRƯỜNG HỢP NUÔI CÁ TRA Ở VIỆT NAM

Tôn Nữ Hải Âu*

Ngày nhận bài: 16/01/2025

Ngày nhận bản sửa: 22/02/2025

Ngày duyệt đăng: 28/03/2025

Tóm tắt. Nghiên cứu này kết hợp phương pháp mảng bao dữ liệu và mô hình cân bằng sinh khối để đánh giá hiệu quả chi phí, đo lường hiệu quả môi trường và phân tích sự đánh đổi kinh tế - môi trường trong nuôi cá tra tại Việt Nam. Dữ liệu sử dụng cho nghiên cứu là 169 hộ nuôi cá tra tại ba tỉnh dẫn đầu về diện tích và sản lượng gồm An Giang, Đồng Tháp và Cần Thơ. Kết quả cho thấy phần lớn các hộ nuôi hoạt động kém hiệu quả cả về kinh tế lẫn môi trường. Nguyên nhân chính của sự phi hiệu quả này là do các hộ nuôi đang lãng phí đầu vào và phân bổ giữa các yếu tố đầu vào chưa hợp lý, làm tăng chi phí sản xuất và phát thải dinh dưỡng. Đặc biệt, kết quả nghiên cứu cho thấy giảm phát thải không phải là gánh nặng chi phí cho lĩnh vực này. Nếu định hướng sản xuất thân thiện môi trường ngay từ đầu, các hộ nuôi có thể đồng thời giảm chi phí và xây dựng mô hình nuôi bền vững. Từ đó, nghiên cứu đề xuất một số khuyến nghị liên quan đến việc lồng ghép hướng dẫn kỹ thuật vào các buổi tập huấn, kết hợp chính sách khuyến khích giảm yếu tố đầu vào, đặc biệt là thức ăn, để đảm bảo hài hòa lợi ích kinh tế và môi trường.

Từ khóa: Đánh đổi kinh tế - môi trường; Giảm phát thải; Hiệu quả chi phí; Cá tra.

1. Mở đầu

Việt Nam là quốc gia sản xuất cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) lớn nhất thế giới, đóng góp hơn 75% sản lượng toàn cầu (Thong và cộng sự, 2020). Trong hơn hai thập kỷ qua, ngành cá tra đã phát triển mạnh mẽ, trở thành một trong những ngành kinh tế quan trọng của quốc gia. Giá trị xuất khẩu sản phẩm cá tra đạt 2 tỷ USD năm 2024, chiếm 30% tổng giá trị xuất khẩu thủy sản của Việt Nam (Chu Khôi, 2025). Ngành này không chỉ đóng góp đáng kể vào kim ngạch xuất khẩu mà còn tạo việc làm cho hơn 200.000 lao động tại Đồng bằng Sông Cửu Long, với sản phẩm xuất khẩu đến hơn 149 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới (Nhu và cộng sự, 2016).

*Trường Đại học Kinh tế, Đại học Huế, email: tnhau.@hce.edu.vn

Tuy nhiên, bên cạnh những đóng góp tích cực, về kinh tế - xã hội, nuôi cá tra cũng gây ra nhiều tác động tiêu cực đến môi trường, đặc biệt là ô nhiễm nguồn nước và suy giảm đa dạng sinh học (Anh và cộng sự, 2010; Bosma và cộng sự, 2011; Henriksson và cộng sự, 2015). Theo một số nghiên cứu, với năng suất 300 tấn/ha/vụ, mỗi vụ có thể thải ra môi trường khoảng 2.700 tấn bùn ứ đọng, tương đương với trên 900 tấn bùn khô và gần 78.000 m³ nước thải (Phú & Tính, 2012). Nếu không được xử lý đúng cách, bùn thải có thể làm suy giảm chất lượng nước và gia tăng nguy cơ dịch bệnh trong hệ thống nuôi (Anh và cộng sự, 2010; Nhut, 2016; Phú & Tính, 2012). Một trong những nguyên nhân chính của lượng bùn thải cao là hiệu quả chuyển hóa dinh dưỡng kém, khiến phần lớn các chất dinh dưỡng từ thức ăn bị thất thoát ra môi trường (Anh và cộng sự, 2010; Bosma và cộng sự, 2011; Nhu và cộng sự, 2016; Tôn Nữ Hải, 2023). Vì thế, có thể nói sử dụng hiệu quả chất dinh dưỡng là yếu tố then chốt để giải quyết được mục tiêu phát triển bền vững trong nuôi trồng thủy sản (Boyd và cộng sự, 2007). Tuy nhiên, hầu hết các hộ nuôi hiện nay vẫn tập trung vào các biện pháp xử lý chất thải sau khi nuôi thay vì tối ưu hóa hiệu quả sử dụng dinh dưỡng ngay từ đầu. Theo họ, việc thường xuyên hút bùn thải sẽ giúp cải thiện môi trường ao nuôi, giảm dịch bệnh, từ đó tăng năng suất nuôi (Tôn Nữ Hải, 2023). Thường xuyên hút bùn thải cũng là một trong những khuyến cáo thường được nhắc đến ở các nghiên cứu trước nhằm giảm ô nhiễm môi trường (Anh và cộng sự, 2010). Như vậy, hầu hết các bên liên quan đều cho rằng để giảm ô nhiễm môi trường là phải tốn chi phí. Nói cách khác, mọi người đều nhận thức rằng để thân thiện với môi trường thì các hộ nuôi phải đánh đổi yếu tố kinh tế và ngược lại.

Trong bối cảnh này, câu hỏi đặt ra là liệu giảm phát thải trong nuôi cá tra có luôn là một gánh nặng chi phí hay không? Các thông tin đầy đủ về sự đánh đổi giữa yếu tố kinh tế và môi trường sẽ giúp trả lời câu hỏi này và sẽ rất cần thiết để xây dựng các chính sách liên quan nhằm cân bằng giữa lợi ích kinh tế và sự tác động môi trường của lĩnh vực này. Tuy nhiên, hiện nay các nghiên cứu liên kết giữa vấn đề môi trường và kinh tế trong sản xuất cá tra vẫn còn rất hạn chế. Để lấp đầy khoảng trống trên, nghiên cứu này nhằm (1) ước lượng mức hiệu quả chi phí; (2) đo lường mức hiệu quả môi trường; và (3) phân tích sự đánh đổi kinh tế - môi trường trong hoạt động nuôi cá tra ở Việt Nam bằng cách sử dụng phương pháp Phân tích màng bao dữ liệu (Data Envelopment Analysis - DEA) kết hợp với mô hình Cân bằng khối lượng (Mass Balance Principle - MBP). Phương pháp này cho phép đánh giá mức độ hiệu quả trong việc sử dụng các nguồn lực và phát thải chất dinh dưỡng, từ đó cung cấp các khuyến nghị chính sách hướng tới phát triển bền vững trong ngành nuôi cá tra.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp phân tích số liệu

2.1.1. Mô hình cân bằng sinh khối (MBP)

Bất kỳ hoạt động sản xuất nông nghiệp nào cũng tạo ra một lượng phát thải nhất định, đặc biệt là phát thải dinh dưỡng. Lượng dinh dưỡng phát thải này có thể được tính dựa vào mô hình cân bằng sinh khối như sau:

$$Z = a'x - b'y$$

Trong đó, a là thành phần dinh dưỡng trong các yếu tố đầu vào (x) tham gia vào quá trình sản xuất và trực tiếp tạo nên chất dinh dưỡng trong sản phẩm và b là thành phần dinh dưỡng trong sản phẩm đầu ra (y). Như vậy, có thể có một số yếu tố đầu vào tham gia vào quá trình sản xuất nhưng không trực tiếp tạo nên thành phần dinh dưỡng có trong sản phẩm, ví dụ như lao động... Giá trị a của các yếu tố đầu vào đó lúc này là bằng 0. Lượng dinh dưỡng phát thải là lượng dinh dưỡng trong các yếu tố đầu vào ($a'x$) sau khi trừ đi lượng dinh dưỡng trong các sản phẩm đầu ra $b'y$. Với nguyên lý này, khi sản lượng đầu ra không đổi, lượng dinh dưỡng phát thải sẽ ít nhất nếu lượng dinh dưỡng trong các yếu tố đầu vào là thấp nhất.

2.2.2. Phương pháp màng bao dữ liệu (DEA)

Để ước lượng hiệu quả chi phí của hoạt động nuôi cá tra, nghiên cứu này sử dụng phương pháp màng bao dữ liệu với phương trình như sau:

$$C(y, w) = \min\{w'x(x, y) \in T\}$$

Gọi lượng yếu tố đầu vào với mức chi phí thấp nhất là x_{CE} . Mức chi phí tối thiểu được tính bằng $w'x_{CE}$. Mức chi phí thực tế quan sát được là $w'x$. Hiệu quả chi phí (CE) lúc này là tỷ lệ giữa chi phí tối thiểu và chi phí thực tế quan sát được. Công thức tính có dạng như sau:

$$CE = w'x_{CE}/w'x$$

Phương trình này có thể được biến đổi thành:

$$CE = w'x_{CE}/w'x = w'x_{CE}/w'x_{TE} \times w'x_{TE}/w'x$$

Trong đó, $w'x_{TE}/w'x = x_{TE}/x$ chính là hiệu quả kỹ thuật (TE) của một hoạt động sản xuất, $w'x_{CE}/w'x_{TE}$ là hiệu quả phân bổ các yếu tố đầu vào với mức giá cho trước

(CAE). Như vậy, có thể nói hiệu quả chi phí là sự kết hợp giữa hiệu quả kỹ thuật và hiệu quả phân phối yếu tố đầu vào:

$$CE = CAE \times TE$$

2.2.3. Phương pháp màng bao dữ liệu kết hợp với mô hình cân bằng sinh khối (MBP based DEA)

Dựa vào mô hình cân bằng sinh khối và phương pháp màng bao dữ liệu, nghiên cứu này định nghĩa hiệu quả môi trường là khả năng sản xuất lượng sản phẩm đầu ra như cũ với lượng dinh dưỡng tiêu thụ thấp nhất có thể. Đây cũng chính là khái niệm được Coelli và cộng sự (2007) sử dụng trong nghiên cứu của mình.

Để đo lường hiệu quả môi trường của hoạt động nuôi cá tra, nghiên cứu này dựa trên công trình của Coelli và cộng sự (2007), kết hợp mô hình cân bằng sinh khối ở trên với phương pháp màng bao dữ liệu. Không như các nghiên cứu trước đó (Reinhard và cộng sự, 2000) là đưa yếu tố môi trường vào mô hình như một yếu tố đầu vào khác hoặc như một sản phẩm đầu ra, phương pháp màng bao dữ liệu dựa trên mô hình cân bằng sinh khối đo lường hiệu quả môi trường của một hoạt động sản xuất theo phương trình sau:

$$N(y, a) = \min\{a'x(x, y) \in T\}$$

Gọi lượng yếu tố đầu vào cho mức phát thải dinh dưỡng ra môi trường thấp nhất là x_{EE} . Lượng dinh dưỡng sử dụng tối thiểu được tính bằng $a'x_{EE}$. Lượng dinh dưỡng sử dụng thực tế quan sát được là $a'x$. Hiệu quả môi trường (EE) lúc này là tỷ lệ giữa lượng dinh dưỡng sử dụng tối thiểu và lượng dinh dưỡng sử dụng thực tế quan sát được. Công thức tính có dạng như sau:

$$EE = a'x_{EE}/a'x$$

Phương trình này có thể được biến đổi thành:

$$EE = a'x_{EE}/a'x = a'x_{EE}/a'x_{TE} \times a'x_{TE}/a'x$$

Trong đó, $a'x_{TE}/a'x = x_{TE}/x$ chính là hiệu quả kỹ thuật (TE) của một hoạt động sản xuất, $a'x_{EE}/a'x_{TE}$ là hiệu quả phân bổ các yếu tố đầu vào theo thành phần dinh dưỡng (EAE). Như vậy, có thể nói hiệu quả môi trường là sự kết hợp giữa hiệu quả kỹ thuật và hiệu quả phân bổ yếu tố đầu vào theo thành phần dinh dưỡng:

$$EE = EAE \times TE$$

Các chỉ số hiệu quả trên đều có giá trị từ 0 đến 1. Giá trị 1 cho thấy đơn vị sản xuất đó đạt hiệu quả và thấp hơn 1 cho thấy đơn vị sản xuất chưa đạt hiệu quả.

2.2.4. Sự đánh đổi kinh tế - môi trường

(1) Khi các hộ nuôi hiện tại hướng đến tối thiểu hóa chi phí

Từ lượng yếu tố đầu vào có mức chi phí thấp nhất là x_{CE} đã được ước lượng ở trên, tỷ lệ chi phí và dinh dưỡng tiêu thụ thay đổi khi đạt hiệu quả chi phí có thể được tính dựa vào công thức sau:

$$\begin{array}{l} \text{Tỷ lệ chi phí} \\ \text{sản xuất thay} \\ \text{đổi (\%)} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất} \\ \text{tối thiểu (} x_{CE} * w \text{)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất} \\ \text{thực tế (} x * w \text{)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất thực tế (} x * w \text{)} \end{array}} * 100$$

$$\begin{array}{l} \text{Tỷ lệ dinh} \\ \text{dưỡng tiêu thụ} \\ \text{thay đổi (\%)} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ} \\ \text{tại mức chi phí tối thiểu} \\ \text{(} x_{CE} * a \text{)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Lượng dinh dưỡng} \\ \text{tiêu thụ thực tế (} x * a \text{)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ thực tế (} x * a \text{)} \end{array}} * 100$$

(2) Khi các hộ nuôi hiện tại hướng đến giảm thiểu phát thải

Từ lượng yếu tố đầu vào có mức phát thải thấp nhất là x_{EE} đã được ước lượng ở trên, tỷ lệ chi phí và dinh dưỡng tiêu thụ thay đổi khi đạt hiệu quả môi trường có thể được tính dựa vào công thức sau:

$$\begin{array}{l} \text{Tỷ lệ chi phí} \\ \text{sản xuất thay} \\ \text{đổi (\%)} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất tại mức} \\ \text{phát thải thấp nhất (} x_{EE} * w \text{)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất} \\ \text{thực tế (} x * w \text{)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất thực tế (} x * w \text{)} \end{array}} * 100$$

$$\begin{array}{l} \text{Tỷ lệ} \\ \text{dinh dưỡng} \\ \text{tiêu thụ} \\ \text{thay đổi (\%)} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ} \\ \text{tối thiểu (} x_{EE} * a \text{)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ} \\ \text{thực tế (} x * a \text{)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ thực tế (} x * a \text{)} \end{array}} * 100$$

(3) Khi các hộ nuôi đạt hiệu quả chi phí hướng đến giảm thiểu phát thải

$$\begin{array}{l} \text{Tỷ lệ chi phí} \\ \text{sản xuất thay} \\ \text{đổi (\%)} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất tại mức} \\ \text{phát thải thấp nhất (} x_{EE} * w \text{)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất} \\ \text{tối thiểu (} x_{CE} * w \text{)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Chi phí sản xuất tối thiểu (} x_{CE} * w \text{)} \end{array}} * 100$$

$$\begin{aligned} \text{Tỷ lệ} & \quad \text{Lượng dinh dưỡng} - \text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ} \\ \text{dinh dưỡng} & \quad \text{tiêu thụ tối thiểu} \quad \text{tại mức chi phí tối thiểu } (x_{CE} * a) \\ \text{tiêu thụ} & \quad = \frac{(x_{EE} * a)}{\text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ}} * 100 \\ \text{thay đổi (\%)} & \quad \text{tại mức chi phí tối thiểu } (x_{CE} * a) \end{aligned}$$

(4) Khi các hộ nuôi đạt hiệu quả môi trường hướng đến tối thiểu hóa chi phí

$$\begin{aligned} \text{Tỷ lệ chi phí} & \quad \text{Chi phí sản xuất} - \text{Chi phí sản xuất tại mức} \\ \text{sản xuất thay} & \quad \text{tối thiểu } (x_{CE} * w) \quad \text{phát thải thấp nhất } (x_{EE} * w) \\ \text{đổi (\%)} & \quad = \frac{\text{Chi phí sản xuất tại mức}}{\text{phát thải thấp nhất } (x_{EE} * w)} * 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tỷ lệ} & \quad (\text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ} - \text{Lượng dinh dưỡng} \\ \text{dinh dưỡng} & \quad \text{tại mức chi phí tối thiểu} \quad \text{tiêu thụ tối thiểu} \\ \text{tiêu thụ} & \quad = \frac{(x_{CE} * a)}{(x_{EE} * a)} * 100 \\ \text{thay đổi (\%)} & \quad \text{Lượng dinh dưỡng tiêu thụ tối thiểu } (x_{EE} * a) \end{aligned}$$

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

Tại Việt Nam, An Giang, Cần Thơ và Đồng Tháp là ba tỉnh có diện tích nuôi và sản lượng cá tra dẫn đầu. Do đó, các tỉnh này được lựa chọn làm khu vực nghiên cứu và triển khai phỏng vấn 195 hộ nuôi cá tra, được lựa chọn bằng phương pháp lấy mẫu thuận tiện. Tuy nhiên, sau khi kiểm tra và loại bỏ các quan sát mang dấu hiệu khác biệt và ngoại lệ, số liệu của 169 hộ nuôi cá tra được sử dụng và phân tích trong nghiên cứu này.

2.3. Các biến được sử dụng

Dựa trên kết quả điều tra sơ bộ và thảo luận nhóm tập trung vào đầu năm 2021, nhóm nghiên cứu xác định các biến đưa vào mô hình DEA bao gồm khối lượng giống (kg), lượng thức ăn (tấn), số ngày công lao động, cùng với giá và thành phần dinh dưỡng của từng yếu tố đầu vào. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn dựa trên thông tin về thành phần dinh dưỡng có trong cá từ nghiên cứu của Bosma và cộng sự (2011). Những biến này được đưa vào mô hình DEA và MBP based DEA để ước lượng hiệu quả chi phí và hiệu quả môi trường của hoạt động nuôi cá tra. Thống kê mô tả của các biến này được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Thống kê mô tả các biến sử dụng trong mô hình MBP based DEA

	Giá trị trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Độ lệch chuẩn
Thông tin về đầu ra và đầu vào				
Sản lượng cá tra (tấn)	353,9	60,0	2.000,0	323,1
Yếu tố đầu vào				
Con giống (tấn)	15,5	2,5	64,7	13,7
Thức ăn (tấn)	574,2	94,8	3.300,0	535,0
Lao động (ngày)	678,8	200,0	3.000,0	507,4
Thông tin về giá của yếu tố đầu vào				
Con giống (triệu VND/tấn)	22,3	16,0	35,0	2,8
Thức ăn (triệu VND/tấn)	11,4	9,8	14,0	0,6
Lao động (1000 VND/ngày)	203,5	160,0	280,0	19,9
Thông tin về thành phần dinh dưỡng				
Con giống (%)	16			
Thức ăn (%)	26			
Lao động (%)	0			

Nguồn: Số liệu điều tra năm 2021

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Chi phí sản xuất

Thông tin về chi phí cho các yếu tố đầu vào này trong hoạt động nuôi cá tra ở Việt Nam được khảo sát và thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Chi phí cơ bản của hoạt động nuôi cá tra (ĐVT: triệu VNĐ)

	Giá trị trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Độ lệch chuẩn
Tính bình quân hộ				
Chi phí đầu vào	7.684,5	1.162,4	40.366,7	6.909,6
- Thức ăn	7.155,1	1.046,0	38.280,0	6.503,3
- Con giống	388,9	48,0	1.728,0	359,2
- Lao động	140,5	40,0	600,0	100,4
Tính bình quân trên 1 ha				
Chi phí đầu vào	9.390,6	2.963,5	21.636,7	3.678,0
- Thức ăn	8.712,9	2.784,0	20.253,3	3.471,0
- Con giống	472,2	104,5	1.152,0	209,1
- Lao động	205,4	47,1	640,0	113,7
Tính bình quân trên 1 tấn sản phẩm				
Chi phí đầu vào	19,9	15,8	30,7	2,0
- Thức ăn	18,4	13,9	29,2	1,9
- Con giống	1,1	0,4	2,8	0,3

- Lao động	0,5	0,1	1,3	0,2
------------	-----	-----	-----	-----

Nguồn: Số liệu điều tra năm 2021

Kết quả phân tích chi phí sản xuất ở Bảng 2 cho thấy, bình quân mỗi hộ phải đầu tư gần 7,7 tỷ đồng cho giống, thức ăn và lao động. Các chi phí này dao động khá lớn giữa các hộ nuôi, từ 1,16 tỷ đến hơn 40 tỷ đồng. Điều này cho thấy sự chênh lệch về chi phí đầu tư giữa các hộ nuôi là rất lớn, có thể là do quy mô nuôi của các hộ là khác nhau. Trong đó, chi phí thức ăn chiếm phần lớn với 7,15 tỷ đồng/hộ (khoảng 92% tổng chi phí đầu vào). Kết quả phân tích cho còn thấy chi phí sản xuất theo diện tích cũng có sự biến động lớn, đặc biệt là chi phí thức ăn. Điều này cho thấy tối ưu hóa chi phí thức ăn là hướng đi quan trọng để có thể giảm chi phí sản xuất, từ đó đạt hiệu quả kinh tế. Hơn nữa, sự chênh lệch lớn về chi phí giữa các hộ nuôi cho thấy tiềm năng cải thiện hiệu quả kinh tế thông qua việc kiểm soát chi phí các yếu tố đầu vào, nhất là thức ăn.

3.2. Lượng dinh dưỡng phát thải từ hoạt động nuôi cá tra

Để ước tính lượng dinh dưỡng thải ra môi trường, nghiên cứu này sử dụng thông tin về thành phần dinh dưỡng của đầu vào và đầu ra thu thập từ khảo sát và các nghiên cứu trước đó. Cụ thể, kết quả khảo sát cho thấy phần lớn thức ăn được sử dụng trong nuôi cá tra tại địa bàn nghiên cứu có hàm lượng protein khoảng 26%. Ngoài ra, theo nghiên cứu của Bosma và cộng sự (2011), tỷ lệ protein trong cá tra là 16%. Hàm lượng dinh dưỡng trong thức ăn và cá được tính toán dựa trên tỷ lệ vật chất khô lần lượt là 90% và 30% (Bosma và cộng sự, 2011). Sử dụng công thức xác định hàm lượng protein thô ($P = N \times 6.25$), lượng nitơ trong thức ăn, cá giống và cá thu hoạch được ước tính.

Bảng 3. Lượng nitơ phát thải từ hoạt động nuôi cá tra (ĐVT: kg)

	Giá trị trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Độ lệch chuẩn
Tình bình quân hộ				
Lượng nitơ trong sản phẩm	2,718	460	15,360	2,482
Lượng nitơ trong yếu tố đầu vào	21,616	3,568	124,049	20,137
- Thức ăn	21,497	3,549	123,552	20,031
- Con giống	119	19	497	106
Lượng nitơ phát thải	18,898	3,108	108,689	17,655
Tính bình quân trên 1 ha				
Lượng nitơ trong sản phẩm	3,098	1,997	4,389	605
Lượng nitơ trong yếu tố đầu vào	24,421	15,858	35,766	5,163
- Thức ăn	24,284	15,781	35,575	5,111
- Con giống	136	77	191	37
Lượng nitơ phát thải	21,323	13,861	31,377	4,558
Tính bình quân trên 1 tấn sản phẩm				

Lượng nitơ trong sản phẩm	7.68	-	-	-
Lượng nitơ trong yếu tố đầu vào	60.45	52.57	70.56	3.27
- Thức ăn	60.12	52.42	70.01	3.20
- Con giống	0.34	0.15	0.52	0.07
Lượng nitơ phát thải	52.77	45.02	62.71	3.21

Nguồn: Số liệu điều tra năm 2021

Kết quả phân tích ở Bảng 3 cho thấy, trung bình mỗi hộ tiêu thụ gần 22 tấn nitơ từ các yếu tố đầu vào, trong đó phần lớn đến từ thức ăn (99,5%). Tuy nhiên, hàm lượng nitơ trong sản phẩm cá thu hoạch chỉ vào khoảng 2,7 tấn/hộ, chiếm gần 13% lượng nitơ được đưa vào quá trình sản xuất thông qua các yếu tố đầu vào. Dựa trên nguyên tắc cân bằng sinh khối lượng được đề cập ở trên, có thể ước tính rằng gần 19 tấn nitơ/hộ bị thải ra môi trường. Như vậy, các hộ đã thải ra môi trường đến 87,4% lượng nitơ có trong các yếu tố đầu vào.

Kết quả phân tích ở Bảng 2 và 3 cho thấy chi phí thức ăn lớn nhưng hiệu quả chuyển hóa thức ăn kém. Phần lớn nitơ từ thức ăn không được giữ lại trong sản phẩm mà thải ra môi trường. Tỷ lệ thất thoát nitơ cao có thể gây áp lực lớn lên môi trường ao nuôi cũng như hệ sinh thái môi trường nước xung quanh.

3.3. Hiệu quả chi phí và hiệu quả môi trường

Kết quả phân tích về hiệu quả chi phí và hiệu quả môi trường trong Bảng 4 cho thấy hoạt động nuôi cá tra ở Việt Nam đang đối mặt với thách thức kép: vừa chưa đạt hiệu quả chi phí, vừa kém hiệu quả trong việc kiểm soát tác động môi trường.

Bảng 4. Hiệu quả chi phí và hiệu quả môi trường của hoạt động nuôi cá tra

	Giá trị trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Độ lệch chuẩn
TE	0.880	0.521	0.978	0.060
CAE	0.984	0.866	1.000	0.027
CE	0.866	0.496	0.986	0.066
EAE	0.575	0.185	1.000	0.180
EE	0.508	0.160	1.000	0.027

Nguồn: Số liệu điều tra năm 2021

Về hiệu quả chi phí, chỉ số hiệu quả chi phí (CE) đạt trung bình 0,866, dao động từ 0,496 đến 0,986, cho thấy các hộ nuôi đang phải chịu chi phí sản xuất cao hơn khoảng 13,4% so với những hộ nuôi tốt nhất. Kết quả kiểm định Spearman về mối tương quan giữa các chỉ số hiệu quả ở Bảng 5 cho thấy nguyên nhân chính của việc phi hiệu quả chi phí là xuất phát từ hiệu quả kỹ thuật (TE) còn hạn chế. Hiệu quả kỹ thuật trung bình của các hộ nuôi hiện nay là 0,880 (Bảng 4) cho thấy các hộ vẫn có thể cắt giảm tới 12% lượng

đầu vào hiện tại (như thức ăn, con giống, lao động) mà không làm giảm sản lượng. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Nguyen và cộng sự (2017) và Anh Ngọc và cộng sự (2018). Tuy nhiên, điểm đáng chú ý là hiệu quả phân bổ chi phí (CAE) đạt mức khá cao, trung bình 0,984, chứng tỏ các hộ đã phân bổ chi phí giữa các yếu tố đầu vào tương đối hợp lý. Như vậy, vấn đề mấu chốt không nằm ở việc phân bổ chi phí mà nằm ở việc tối ưu hóa hiệu quả kỹ thuật (Bảng 5).

Chỉ số hiệu quả môi trường (EE) chỉ đạt trung bình 0,508 cho thấy các hộ nuôi có thể cắt giảm thêm 49,2% lượng nitơ tiêu thụ, từ đó, giảm lượng nitơ phát thải ra môi trường mà không ảnh hưởng đến sản lượng. Nguyên nhân chính của việc phi hiệu quả môi trường là do các hộ nuôi phân bổ các yếu tố đầu vào chưa hợp lý (Bảng 5) làm lượng dinh dưỡng tiêu thụ bình quân của các hộ nuôi cao hơn nhiều so với các hộ nuôi tốt nhất, vì vậy lượng dinh dưỡng phát thải ra môi trường nhiều. Cụ thể, hiệu quả phân bổ môi trường (EAE) chỉ đạt 0,575, cho thấy việc kết hợp các yếu tố đầu vào để giảm thiểu tác động môi trường chưa được thực hiện hiệu quả.

Bảng 5. Kiểm định Spearman về mối tương quan giữa các chỉ số hiệu quả

Hiệu quả chi phí				Hiệu quả môi trường			
	TE	CAE	CE		TE	EAE	CE
TE	1			TE	1		
CAE	0,093	1		EAE	0,288***	1	
CE	0,871***	0,502***	1	EE	0,485***	0,957***	1

Ghi chú: *** có ý nghĩa thống kê ở mức 1 %

Nguồn: Số liệu điều tra năm 2021

Nhìn chung, để nâng cao hiệu quả sản xuất và hướng đến phát triển bền vững, các hộ nuôi cá tra cần tập trung vào hai hướng cải tiến chính. Thứ nhất, cần nâng cao hiệu quả kỹ thuật thông qua cải tiến quy trình và kỹ thuật nuôi, sử dụng lượng đầu vào hợp lý mà không làm giảm sản lượng. Thứ hai, với thông tin về thành phần dinh dưỡng cho trước, cần chọn các tỷ lệ kết hợp giữa các yếu tố đầu vào một cách hợp lý từ đó cải thiện hiệu quả phân bổ các yếu tố đầu vào. Việc cải thiện hai chỉ số hiệu quả này sẽ có thể giúp hoạt động nuôi cá tra vừa cắt giảm chi phí sản xuất, vừa giảm thiểu tác động môi trường, đảm bảo tính bền vững lâu dài.

3.4. Sự đánh đổi kinh tế - môi trường của các hộ nuôi cá tra ở Việt Nam

Để xem xét sự đánh đổi kinh tế - môi trường của các hộ nuôi cá tra và trả lời cho câu hỏi của nghiên cứu rằng liệu việc giảm phát thải có thật sự là một gánh nặng về chi

phí trong hoạt động nuôi cá tra ở Việt Nam hay không, nghiên cứu này giả định và xem xét sự đánh đổi này trong bốn kịch bản như ở Bảng 6 và 7.

Dựa trên số liệu từ Bảng 6 và Bảng 7, có thể thấy rõ rằng giảm phát thải trong nuôi cá tra không hẳn là một gánh nặng chi phí, mà thực tế còn mở ra cơ hội cải thiện hiệu quả sản xuất nếu áp dụng đúng hướng.

Khi các hộ nuôi hiện tại hướng đến tối thiểu hóa chi phí (kịch bản 1), chi phí sản xuất giảm trung bình 11,4%, và lượng dinh dưỡng tiêu thụ giảm 12,5% (Bảng 6). Số liệu Bảng 7 cho thấy có đến 164 hộ đều ghi nhận kết quả giảm cả chi phí sản xuất lẫn lượng dinh dưỡng phát thải khi hướng đến tối thiểu hóa chi phí và không có hộ nào có dấu hiệu đánh đổi kinh tế - môi trường theo hướng tiêu cực như mọi người vẫn nghĩ.

Bảng 6. Sự thay đổi về chi phí sản xuất và lượng dinh dưỡng tiêu thụ khi các hộ nuôi cá tra đạt hiệu quả kinh tế và hiệu quả môi trường (ĐVT: %)

		Thay đổi về chi phí sản xuất	Thay đổi về lượng dinh dưỡng tiêu thụ
(1) Khi các hộ nuôi hiện tại hướng đến tối thiểu hóa chi phí	Giá trị trung bình	-11,4	-12,5
	Giá trị nhỏ nhất	-49,5	-617,4
	Giá trị lớn nhất	0,0	0,0
	Độ lệch chuẩn	6,9	7,2
(2) Khi các hộ nuôi hiện tại hướng đến giảm thiểu phát thải	Giá trị trung bình	-4,3	-1,7
	Giá trị nhỏ nhất	-44,6	-44,3
	Giá trị lớn nhất	8,0	13,2
	Độ lệch chuẩn	6,9	7,3
(3) Khi các hộ nuôi đạt hiệu quả chi phí hướng đến giảm thiểu phát thải	Giá trị trung bình	8,1	-11,4
	Giá trị nhỏ nhất	0,0	-25,0
	Giá trị lớn nhất	11,5	15,5
	Độ lệch chuẩn	2,8	2,0
(4) Khi các hộ nuôi đạt hiệu quả môi trường hướng đến tối thiểu hóa chi phí	Giá trị trung bình	-7,4	-10,1
	Giá trị nhỏ nhất	-10,4	-13,4
	Giá trị lớn nhất	0	0
	Độ lệch chuẩn	2,5	3,5

Nguồn: Số liệu điều tra năm 2021

Khi các hộ nuôi hướng đến giảm thiểu phát thải, sự thay đổi về chi phí sản xuất và lượng dinh dưỡng tiêu thụ ít hơn so với khi các hộ hướng đến tối thiểu hóa chi phí, tuy nhiên, nhìn chung việc giảm thiểu phát thải vẫn giúp các hộ không chỉ giảm lượng dinh dưỡng tiêu thụ mà còn giúp giảm chi phí sản xuất. Trung bình mỗi hộ khi hướng đến sản xuất bền vững thì sẽ giảm được 4,3% chi phí sản xuất và 1,7% lượng dinh dưỡng tiêu thụ hiện tại (Bảng 6). Mặc dù vẫn có hộ tăng chi phí sản xuất và lượng dinh dưỡng tiêu thụ khi hướng đến mục tiêu môi trường nhưng nhìn chung phần lớn các hộ ghi nhận dấu hiệu

đánh đổi kinh tế - môi trường theo hướng tích cực. Trong tổng số mẫu quan sát, có 128 hộ sẽ giảm chi phí sản xuất và 96 hộ sẽ giảm lượng dinh dưỡng tiêu thụ nếu đạt hiệu quả môi trường (Bảng 7).

Đối với kịch bản khi các hộ nuôi đã đạt hiệu quả chi phí muốn hướng đến giảm phát thải, kết quả phân tích ở Bảng 6 cho thấy chi phí sản xuất của các hộ lúc này sẽ tăng lên (khoảng 8%), tuy nhiên, lượng dinh dưỡng phát thải lại có xu hướng giảm xuống (11,4%). Số liệu ở Bảng 7 cho thấy có 159 hộ sẽ ghi nhận sự đánh đổi kinh tế - môi trường tiêu cực này nếu các hộ thật sự đang sản xuất một cách hiệu quả về chi phí và hướng đến cải thiện hiệu quả môi trường. Ngược lại, kịch bản khi các hộ nuôi đã đạt hiệu quả môi trường ghi nhận phần lớn các hộ (159 hộ) có sự đánh đổi kinh tế - môi trường theo hướng tích cực khi hướng đến tối thiểu hóa chi phí (Bảng 7). Trung bình, các hộ này vừa có thể cắt giảm chi phí sản xuất thêm 7,4% đồng thời giảm lượng dinh dưỡng tiêu thụ thêm 10,1% (Bảng 6).

Bảng 7. Số hộ nuôi có sự đánh đổi kinh tế - môi trường theo hướng tích cực hoặc tiêu cực (ĐVT: hộ)

		Thay đổi về chi phí sản xuất	Thay đổi về lượng dinh dưỡng tiêu thụ
(1) Khi các hộ nuôi hiện tại hướng đến tối thiểu hóa chi phí	(-)	164	164
	(0)	5	5
	(+)	0	0
(2) Khi các hộ nuôi hiện tại hướng đến giảm thiểu phát thải	(-)	128	96
	(0)	6	6
	(+)	35	67
(3) Khi các hộ nuôi đạt hiệu quả chi phí hướng đến giảm thiểu phát thải	(-)	0	159
	(0)	10	10
	(+)	159	0
(4) Khi các hộ nuôi đạt hiệu quả môi trường hướng đến tối thiểu hóa chi phí	(-)	159	159
	(0)	10	10
	(+)	0	0

Ghi chú: (-): thay đổi theo hướng tích cực; (0): không thay đổi; (+): thay đổi theo hướng tiêu cực

Nguồn: Số liệu điều tra năm 2021

Như vậy, kết quả phân tích ở 2 bảng trên cho thấy giảm phát thải trong nuôi cá tra không hẳn là một gánh nặng chi phí. Kết quả phân tích này là tương đồng với các nghiên cứu của Au Ton Nu Hai & Stijn Speelman (2020) đối với hoạt động nuôi tôm hùm lồng trên biển Việt Nam và Thanh Nguyen và cộng sự (2012) cho trường hợp sản xuất lúa ở Hàn Quốc. Thực tế, nếu các hộ nuôi hướng đến tối thiểu hóa chi phí bằng cách cải thiện

hiệu quả kỹ thuật thông qua việc giảm lượng yếu tố đầu vào hiện đang sử dụng, đặc biệt là thức ăn thì không chỉ duy trì được tính bền vững về môi trường mà còn tạo ra lợi ích kinh tế đáng kể. Do đó, việc định hướng đúng chiến lược và áp dụng đồng bộ các biện pháp kỹ thuật sẽ là chìa khóa để vừa giảm phát thải vừa nâng cao hiệu quả kinh tế lâu dài.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã kết hợp phương pháp màng bao dữ liệu và mô hình cân bằng sinh khối để ước lượng hiệu quả chi phí, đo lường hiệu quả môi trường, từ đó phân tích sự đánh đổi kinh tế - môi trường trong hoạt động nuôi cá tra ở Việt Nam. Đây là một trong những công trình đầu tiên tại Việt Nam đi sâu vào việc trả lời câu hỏi liệu giảm thiểu phát thải trong nuôi cá tra có thực sự là một gánh nặng chi phí hay không.

Kết quả phân tích chỉ ra rằng phần lớn các hộ nuôi cá tra đang hoạt động kém hiệu quả cả về kinh tế lẫn môi trường. Nguyên nhân chính là việc sử dụng lãng phí các yếu tố đầu vào, đặc biệt là thức ăn, dẫn đến chi phí sản xuất cao và suy giảm hiệu quả kinh tế. Đồng thời, sự phân bổ chưa hợp lý các yếu tố đầu vào cũng khiến lượng dinh dưỡng tiêu thụ tăng cao, dẫn đến phát thải dinh dưỡng nghiêm trọng. Để cải thiện tình trạng này, các hộ nuôi cần tối ưu hóa quản lý đầu vào và điều chỉnh tỷ lệ phối hợp giữa các yếu tố này một cách hợp lý.

Một phát hiện quan trọng của nghiên cứu là việc giảm phát thải không nhất thiết là một gánh nặng chi phí. Nếu định hướng sản xuất theo mô hình thân thiện môi trường ngay từ đầu, các hộ nuôi không chỉ giảm được chi phí sản xuất mà còn xây dựng được quy trình nuôi hiệu quả, bền vững hơn.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự cần thiết phải lồng ghép nội dung về tối ưu hóa việc sử dụng các yếu tố đầu vào và điều chỉnh tỷ lệ phối hợp hợp lý vào các buổi tập huấn kỹ thuật cũng như tài liệu hướng dẫn thực hành nuôi cá tra. Đồng thời, cần có các chính sách khuyến khích hộ nuôi giảm lượng yếu tố đầu vào, đặc biệt là thức ăn, yếu tố vừa chiếm tỷ trọng lớn trong chi phí sản xuất vừa có thành phần dinh dưỡng cao nhất trong tất cả các yếu tố đầu vào, để vừa đạt hiệu quả kinh tế vừa đảm bảo hướng tới mô hình sản xuất thân thiện với môi trường.

Nghiên cứu này không chỉ cung cấp bằng chứng khoa học khẳng định giảm phát thải không phải là gánh nặng chi phí mà còn chỉ ra một hướng đi cụ thể, giúp các hộ nuôi và nhà quản lý xây dựng chiến lược sản xuất phù hợp. Việc kết hợp đồng bộ giữa chính sách hỗ trợ và thực hành sản xuất sẽ tạo tiền đề vững chắc cho ngành nuôi cá tra Việt Nam phát triển bền vững, hài hòa lợi ích kinh tế và bảo vệ môi trường trong dài hạn. Tuy nhiên, nghiên cứu này mới chỉ tập trung vào phân tích hiệu quả môi trường thông qua

lượng nitơ, mà chưa xem xét các yếu tố khác như photpho, carbon hữu cơ và tác động của tồn dư kháng sinh. Đây là những hướng nghiên cứu tiềm năng để hoàn thiện bức tranh toàn diện về sự đánh đổi giữa kinh tế và môi trường trong nuôi cá tra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anh Ngoc, P. T., Gaitán-Cremaschi, D., Meuwissen, M. P. M., Le, T. C., Bosma, R. H., Verreth, J., & Lansink, A. O. (2018). Technical inefficiency of Vietnamese pangasius farming: A data envelopment analysis. *Aquaculture Economics and Management*, 22(2), 229–243. <https://doi.org/10.1080/13657305.2017.1399296>
- Anh, P. T., Kroeze, C., Bush, S. R., & Mol, A. P. J. (2010). Water pollution by Pangasius production in the Mekong Delta, Vietnam : causes and options for control. *Aquaculture Research*, 42, 108–128. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02578.x>
- Bosma, R., Anh, P. T., & Potting, J. (2011). Life cycle assessment of intensive striped catfish farming in the Mekong Delta for screening hotspots as input to environmental policy and research agenda. *International Journal Life Cycle Assess*, 16, 903–915. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0324-4>
- Boyd, C. E., Tucker, C., Mcnevin, A., Bostick, K., & Clay, J. (2007). Indicators of Resource Use Efficiency and Environmental Performance in Fish and Crustacean Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*, 15(4), 327–360. <https://doi.org/10.1080/10641260701624177>
- Chu Khôi. (2025). Xuất khẩu cá tra thuận lợi, giá tăng cao ngay từ đầu năm mới. *VnEconomy*. <https://vneconomy.vn/xuat-khau-ca-tra-thuan-loi-gia-tang-cao-ngay-tu-dau-nam-moi.htm>
- Coelli, T., Lawers, L., & Huylenbroeck, G. Van. (2007). Environmental efficiency measurement and the materials balance condition. *Journal of Productivity Analysis*, 28, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.10.061>
- Henriksson, P. J. G., Rico, A., Zhang, W., Ahmad-al-nahid, S., Newton, R., Phan, L. T., Zhang, Z., Jaithiang, J., Dao, H. M., Phu, T. M., Little, D. C., Murray, F. J., Satapornvanit, K., Liu, L., Liu, Q., Haque, M. M., Kruijssen, F., Snoo, G. R. De, Heijungs, R., ... Guine, J. B. (2015). Comparison of Asian Aquaculture Products by Use of Statistically Supported Life Cycle Assessment. *Environmental Science & Technology*, 49, 14176–14183. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04634>
- Nguyen, L. A., Leemans, R., & Silva, S. De. (2017). Impact of Climate Change on the Technical Efficiency of Striped Catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*, Farming in the

Mekong Delta, Vietnam. *Journal of the World Aquaculture Society*.
<https://doi.org/10.1111/jwas.12488>

Nhu, T. T., Schaubroeck, T., Henriksson, P. J. G., Bosma, R., Sorgeloos, P., & Dewulf, J. (2016). Environmental impact of non-certified versus certified (ASC) intensive *Pangasius* aquaculture in Vietnam: A comparison based on a statistically supported LCA. *Environmental Pollution*, 219, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.006>

Nhut, N. (2016). *Improving sustainability of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus) farming in the Mekong Delta, Vietnam, through recirculation technology* [PhD Thesis Wageningen University]. <https://doi.org/https://doi.org/10.18174/394644>

Phú, T. Q., & Tính, T. K. (2012). Thành phần hóa học bùn đáy ao cá tra. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 22a, 290–299.

Reinhard, S., Knox Lovell, C. A., & Thijssen, G. J. (2000). Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA. *European Journal of Operational Research*, 121(2), 287–303. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00218-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00218-0)

Thanh Nguyen, T., Hoang, V. N., & Seo, B. (2012). Cost and environmental efficiency of rice farms in South Korea. *Agricultural Economics*, 43(4), 369–378. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2012.00589.x>

Thong, N. T., Ankamah-Yeboah, I., Bronnmann, J., Nielsen, M., Roth, E., & Schulze-Ehlers, B. (2020). Price transmission in the pangasius value chain from Vietnam to Germany. *Aquaculture Reports*, 16(December 2019), 100266. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100266>

Tôn Nữ Hải, Â. (2023). *Báo cáo tổng kết đề tài khoa học & công nghệ cấp Đại học Huế: Giải pháp giảm thiểu phát thải ra môi trường từ hoạt động nuôi cá tra ở Cần Thơ*.

Ton Nu Hai, A., & Speelman, S. (2020). Economic-environmental trade-offs in marine aquaculture: The case of lobster farming in Vietnam. *Aquaculture*, 516. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734593>

DOES IT COST TO BE GREEN IN AQUACULTURE? A CASE OF PANGASIOUS FARMING IN VIETNAM

Tôn Nữ Hải Âu

Abstract: This study combines the Data Envelopment Analysis (DEA) and Materials Balance Principle (MBP) to evaluate cost efficiency, measure environmental performance, and analyze the economic-environmental trade-offs in pangasius farming in Vietnam. The data used for the study consists of 169 pangasius farms across three top provinces in terms of area and production: An Giang, Dong Thap, and Can Tho. The results reveal that most farms operate inefficiently in both economic and environmental aspects. The primary causes of this inefficiency stem from input waste and improper allocation of inputs, leading to higher production costs and increased nutrient emissions. Notably, the findings suggest that emission reduction is not a cost burden for this sector. If environmentally friendly production practices are adopted from the outset, farmers can simultaneously lower costs and build sustainable farming models. Based on these insights, the study proposes several recommendations, including integrating technical guidance into training sessions and implementing policies that encourage input reduction, particularly feed, to balance economic and environmental benefits.

Keywords: Economic-environmental trade-off; Emission reduction; Cost efficiency; Pangasius farming.