



DOI:10.22144/ctu.jos.2025.203

PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KỸ THUẬT CỦA MÔ HÌNH SẢN XUẤT LÚA HỮU CƠ TẠI THỊ XÃ CAI LẬY, TIỀN GIANG

Nguyễn Anh Khoa¹ và Huỳnh Trường Huy^{2*}

¹Học viên cao học ngành Kinh tế học, Trường Kinh tế, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Kinh tế, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): hthuy@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 24/05/2025

Sửa bài (Revised): 16/08/2025

Duyệt đăng (Accepted): 19/09/2025

Title: Analysis of the technical efficiency for the organic paddy production in Cai Lay, Tien Giang

Author(s): Nguyen Anh Khoa¹ and Huynh Truong Huy^{2*}

Affiliation(s): ¹Postgraduate student at School of Economics, Can Tho University, Viet Nam; ²School of Economics, Can Tho University, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm phân tích hiệu quả kỹ thuật (TE) đối với mô hình sản xuất lúa hữu cơ tại thị xã Cai Lay, Tiền Giang, dựa trên dữ liệu khảo sát 120 hộ sản xuất lúa vụ Đông Xuân 2023 – 2024 và phương pháp ước lượng biên ngẫu nhiên (SFA) đã được sử dụng. Kết quả phân tích cho thấy TE trung bình của nhóm hộ sản xuất lúa hữu cơ đạt 0,979, thấp hơn so với hộ sản xuất lúa đối chứng đạt 0,998 với mức ý nghĩa thống kê 5%. Sự chênh lệch này chủ yếu liên quan đến quy trình và giới hạn sử dụng vật tư nông nghiệp trong sản xuất lúa. Bên cạnh đó, kinh nghiệm hạn chế về sản xuất lúa hữu cơ và điều kiện tự nhiên cũng được xem là nguyên nhân ảnh hưởng. Tuy nhiên, hộ sản xuất lúa hữu cơ đạt lợi nhuận ròng cao hơn gần 7 triệu đồng/ha chủ yếu do giá bán lúa được cao hơn. Nhìn chung, sự gia tăng hiệu quả tài chính là nhân tố khẳng định mục tiêu hướng sản xuất lúa hữu cơ lâu dài và cần có chính sách khuyến nông kịp thời để đồng hành với nhà sản xuất lúa.

Từ khóa: Cai Lay, hiệu quả kỹ thuật, hộ sản xuất, lúa hữu cơ

ABSTRACT

The study evaluates the technical efficiency of the organic rice production at the household level in Cai Lay Town, TienGiang Province, using the survey data from 120 rice-producing households during the 2023 – 2024 Winter-Spring season and the application of the stochastic frontier analysis (SFA). Results show that the average technical efficiency score of the organic rice producing households gained at 0.979 lower than that of the referenced households at 0.998 with the statistical significance of 5%. The main reasons include the stringent requirements of organic production, which prohibit chemical fertilizers and pesticides, leading to lower yields. Farmers' limited education and experience, coupled with reliance on natural conditions, increase instability in cultivation. However, organic rice households achieve a net profit nearly 7 million VND/ha higher than their conventional counterparts due to selling at higher level of rice price. These findings confirm that organic rice production is a promising pathway, which should be supported through cooperatives and technology adoption to enhance efficiency and ensure sustainable agriculture development.

Keywords: Cai Lay, organic rice, production household, technical efficiency

1. GIỚI THIỆU

Trong hơn hai thập kỷ qua, việc sản xuất lúa trong nước đã chuyển đổi mạnh từ sản xuất năng suất thấp sang năng suất cao - phục vụ xuất khẩu, với sự hỗ trợ của cơ giới hóa, hệ thống thủy lợi và việc gia tăng sử dụng đầu vào giống, phân bón và thuốc hóa học. Tuy nhiên, phương pháp sản xuất hiện tại đã sử dụng quá mức hóa chất vào trong sản xuất làm suy thoái môi trường và đe dọa sức khỏe con người (Salazar & Rand, 2020). Việc sử dụng liên tục phân bón hóa học có thể gây hại cho môi trường đất, nước và không khí, làm giảm năng suất đất và lợi nhuận (Tran & Tiet, 2022). Hơn nữa, nông nghiệp truyền thống gây áp lực lớn lên hệ sinh thái và đóng góp đáng kể vào hiệu ứng nhà kính (Chang et al., 2024). Vì vậy, việc chuyển đổi sang nền nông nghiệp bền vững là tất yếu, phù hợp với mục tiêu phát triển bền vững. Để đạt được điều này, năng suất của hệ thống canh tác cần được nâng cao và duy trì, các nguồn tài nguyên sẵn có cũng cần được sử dụng hiệu quả (Panpluem et al., 2019).

Phương pháp canh tác hữu cơ được chứng minh là một giải pháp hiệu quả để cải thiện chất lượng đất và giúp hệ sinh thái thích ứng tốt hơn với biến đổi khí hậu, đồng thời tăng khả năng giữ carbon của đất, duy trì hệ sinh thái (Chang et al., 2024; Willer et al., 2025). Tuy nhiên, tỷ lệ diện tích chuyển đổi sang canh tác hữu cơ trên thế giới và tại Việt Nam vẫn ở mức khá thấp. Cụ thể, tại Việt Nam, diện tích sản xuất hữu cơ chỉ chiếm dưới 1% tổng diện tích đất nông nghiệp (Willer et al., 2025). Đồng bằng sông Cửu Long là một trong những khu vực có tiềm năng lớn để phát triển lúa hữu cơ nhờ điều kiện đất đai, khí hậu và hệ thống thủy lợi thuận lợi. Mặc dù mô hình này đã được triển khai tại các tỉnh trong vùng, nhưng phần lớn vẫn đang ở giai đoạn thí điểm do vướng mắc về quy hoạch vùng sản xuất, thị trường tiêu thụ và rào cản kỹ thuật (Nguyen et al., 2020; Khong, 2022). Hơn nữa, các bằng chứng thuyết phục về hiệu quả sản xuất lúa hữu cơ còn rất hạn chế (Khong, 2020; Mazhar et al., 2022; Panpluem et al., 2019; Nguyen et al., 2020). Do đó, việc nghiên cứu TE trong sản xuất lúa hữu cơ có ý nghĩa thiết thực, góp phần bổ sung thêm bằng chứng thực tiễn về lợi ích của mô hình này. Kết quả nghiên cứu này không chỉ giúp nâng cao nhận thức của các hộ sản xuất lúa, mà còn tạo động lực thúc đẩy duy trì và nhân rộng mô hình sản xuất lúa hữu cơ tại nhiều địa phương trong thời gian tới.

Thị xã Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang hiện có gần 9.000 ha diện tích sản xuất lúa (Cai Lay Town Statistics Office, 2024). Năm 2019, thị xã Cai Lậy

đã được quy hoạch thành vùng trọng điểm của tỉnh về sản xuất lúa công nghệ cao, trong đó phát triển mô hình sản xuất lúa hữu cơ được xác định là định hướng trọng tâm. Việc chuyển đổi sang canh tác lúa hữu cơ không chỉ mở ra hướng đi mới theo định hướng thị trường tiêu dùng bền vững, mà còn phù hợp với các chủ trương lớn như Nghị quyết 19-NQ/TW của Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XIII về phát triển nông nghiệp, nông dân và nông thôn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 và Chiến lược phát triển nông nghiệp - nông thôn bền vững theo Quyết định 150/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ. Tuy nhiên, thực tế cho thấy tỷ lệ diện tích chuyển đổi sang sản xuất lúa hữu cơ tại địa phương vẫn còn rất thấp, chỉ chiếm 2% tổng diện tích sản xuất lúa (Cai Lay Town Statistics Office, 2024), đặt ra nhiều thách thức trong việc mở rộng mô hình này.

Xuất phát từ thực tiễn trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân tích TE của hộ sản xuất lúa hữu cơ và hộ sản xuất lúa theo phương thức sản xuất truyền thống tại thị xã Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang, dựa trên dữ liệu khảo sát 120 hộ trong vụ Đông Xuân 2022 – 2024. Trong đó, nhóm sản xuất lúa hữu cơ (nhóm can thiệp) gồm hộ đã hoàn thành giai đoạn chuyển đổi và được chứng nhận theo TCVN 11041-5:2018, để đảm bảo tính đồng nhất khi so sánh với nhóm hộ sản xuất theo phương pháp sản xuất truyền thống (nhóm đối chứng). Kết quả nghiên cứu cung cấp bằng chứng thực nghiệm làm cơ sở đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả sản xuất lúa và thúc đẩy mở rộng mô hình lúa hữu cơ tại địa bàn nghiên cứu và những vùng có điều kiện tương đồng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình giới hạn biên ngẫu nhiên

Phương pháp kinh tế lượng được sử dụng trong nghiên cứu là mô hình biên ngẫu nhiên (Stochastic Frontier Analysis, viết tắt tiếng Anh là SFA). Phương pháp SFA được đánh giá là có một số ưu điểm hơn so với phương pháp phân tích bao dữ liệu (Data Envelopment Analysis, viết tắt tiếng Anh là DEA), đặc biệt trong nghiên cứu TE (Huynh, 2009; Huynh & Yabe, 2011; Quan, 2006). SFA có khả năng kiểm soát tốt hơn các yếu tố nhiễu thống kê và ảnh hưởng của các giá trị ngoại lai, vì nó sử dụng phương pháp ước lượng thống kê tối đa hóa hàm hợp lý (Maximum Likelihood) để xây dựng đường biên sản xuất (Huynh, 2009). Điều này đặc biệt quan trọng trong sản xuất lúa gạo, nơi dữ liệu từ các hộ sản xuất lúa có thể biến động lớn do quy mô sản xuất hoặc điều kiện địa phương (Huynh & Yabe, 2011). SFA không chỉ ước lượng TE mà còn cho phép phân

tích các yếu tố ảnh hưởng đến sự kém hiệu quả qua mô hình hai giai đoạn đồng thời (Nguyen & Ahamed, 2022). Ví dụ, trong nghiên cứu sản xuất lúa, SFA có thể được dùng để xác định liệu trình độ, kinh nghiệm nông dân hoặc điều kiện kỹ thuật có tác động đến kém hiệu quả hay không (Huynh, 2009).

Vì vậy, phương pháp SFA được sử dụng trong nghiên cứu này để phân tích TE của hộ sản xuất lúa hữu cơ tại thị xã Cai Lậy. Mô hình lý thuyết SFA được đề xuất đồng thời bởi Aigner et al. (1977) và Meeusen and van den Broeck (1977). Mô hình này phân tách phần sai số thành hai phần: phần sai số ngẫu nhiên và phần sai số kém (phi/không) hiệu quả. Phần sai số ngẫu nhiên biểu diễn sự biến động ngẫu nhiên thuần túy quanh đường giới hạn giữa các hộ sản xuất và ảnh hưởng của sai số trong đo lường. Phần sai số kém hiệu quả biểu diễn sự kém hiệu quả của hộ sản xuất so với hộ sản xuất hiệu quả. Sai số kém hiệu quả có thể có nhiều phân phối khác nhau và luôn có giá trị dương. Hai phần sai số này được giả định là độc lập với nhau, giúp mô hình có thể phân biệt giữa sự biến động ngẫu nhiên và sự kém hiệu quả trong sản xuất. Mô hình có thể được ước tính bằng các kỹ thuật có hợp lý tối đa. Hàm sản xuất biên ngẫu nhiên tổng quát được viết như sau:

$$y_i = f(x_i; \beta) + v_i - u_i \quad (1)$$

Trong đó,

y_i : Sản lượng đầu ra của đơn vị sản xuất thứ i .

$f(x_i; \beta)$: Hàm sản xuất (thường là *Cobb-Douglas* hoặc *Translog*) với x_i là vector các đầu vào và β là vector các tham số cần ước lượng. Trong nghiên cứu này, hàm *Cobb-Douglas* được chọn vì tính đơn giản, phù hợp với sản xuất lúa ở quy mô hộ (Nguyen & Ahamed, 2022; Huynh, 2009; Huynh & Yabe, 2011; Thapa & Dhakal, 2024) và cho phép so sánh với các nghiên cứu tương tự.

v_i : Phần sai số ngẫu nhiên, biểu diễn sự biến động ngẫu nhiên thuần túy quanh đường giới hạn, được giả định theo phân phối chuẩn $N(0, \sigma_v^2)$.

u_i : Phần sai số phi (không) hiệu quả, biểu diễn sự kém TE của đơn vị sản xuất i , có giá trị dương ($u_i \geq 0$) và thường được giả định theo phân phối nửa chuẩn $N^+(0, \sigma_u^2)$.

Các giả định của mô hình (1):

v_i và u_i độc lập với nhau.

v_i tuân theo phân phối chuẩn với trung bình bằng 0 và phương sai σ_v^2 .

u_i có phân phối dương và biểu diễn mức độ kém TE.

Ước lượng mô hình (1): Phương pháp ước lượng hợp lý tối đa được sử dụng để ước lượng các tham số β , σ_v^2 , và σ_u^2 . Quy trình bao gồm tối đa hóa hàm hợp lý (Likelihood Function) để tìm ra các tham số β , σ_v^2 , và σ_u^2 tốt nhất phù hợp với dữ liệu. Việc tính toán các giá trị này có thể thông qua các phần mềm xử lý thống kê, ví dụ như Stata (StataCorp, 2017). β , là vector tham số không được biết (Huynh & Yabe, 2011). Tham số $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ phản ánh tổng biến động trong mô hình, bao gồm cả sự kém TE và sự biến động ngẫu nhiên. Nó giúp hiểu rõ mức độ phân tán của dữ liệu xung quanh đường biên sản xuất. Ước tính tham số γ đại diện cho tỷ lệ của tổng phương sai (σ^2) được giải thích bởi phương sai của sai số phi hiệu quả σ_u^2 : $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2 = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$. Giá trị của γ nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Nếu γ gần bằng 1, điều đó có nghĩa là phần lớn biến động trong sản lượng được giải thích bởi sự phi TE, nếu γ gần bằng 0, biến động chủ yếu do sai số ngẫu nhiên (Huynh, 2009; Huynh & Yabe, 2011; Quan, 2006).

Kiểm định giả thuyết là một bước quan trọng khi sử dụng SFA đo lường TE (Huynh, 2009). Giả thuyết H_0 : không tồn tại hiệu ứng phi TE trong mô hình ($\sigma_u^2 = 0$) và giả thuyết H_a : tồn tại hiệu ứng phi TE ($\sigma_u^2 > 0$). Để kiểm định, kiểm định tỷ lệ khả năng một phía (Likelihood Ratio) được thực hiện sau khi ước lượng khả năng tối đa (Maximum Likelihood) vì kiểm định này có độ chính xác cao (Coelli et al., 2005). Nếu kết quả kiểm định chấp nhận H_0 ($p > 0,05$) thì không có sự kém TE của hộ sản xuất i (tức là hộ sản xuất đạt sản lượng tối đa với tập hợp đầu vào nhất định) và ngược lại nếu bác H_0 ($p < 0,05$) thì tồn tại sự kém TE. Việc kiểm định này có thể thực hiện trực tiếp từ Stata (StataCorp, 2017)

TE được hiểu như một thước đo khả năng của một đơn vị sản xuất (ví dụ: hộ sản xuất) đạt được mức sản lượng tối đa với công nghệ hiện có (Farrell, 1957). Sau khi ước lượng các tham số của mô hình (1), TE của từng đơn vị sản xuất i (hộ) có thể được tính toán như sau:

$$TE_i = \exp(-u_i) \quad (2)$$

TE này cho thấy khoảng cách của đơn vị (hộ) sản xuất thứ i so với đường biên giới hạn sản xuất tối ưu. Giá trị TE dao động từ 0 đến 1, trong đó 1 biểu thị TE tối ưu.

2.2. Mô hình thực nghiệm đề xuất

Dựa trên hàm sản xuất dạng hàm sản xuất biên ngẫu nhiên (1) và các mô hình thực nghiệm trước (Huynh, 2009; Huynh & Yabe, 2011; Lambert, 2022; Thapa & Dhakal, 2024), mô hình hàm sản xuất biên ngẫu nhiên được sử dụng trong nghiên cứu này để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất và *phi* TE (u_i) sản xuất lúa (hữu cơ và truyền thống) của các hộ sản xuất lúa tại thị xã Cai Lậy, Tiền Giang. Mô hình (3) được trình bày như sau:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^8 \beta_i \ln X_i + v_i - u_i \quad (3)$$

Đồng thời, việc xác định các yếu tố ảnh hưởng đến *phi* TE (u_i) của hộ sản xuất được trình bày như sau:

$$u_i = \alpha_0 + \sum_{i=1}^9 \alpha_i Z_i \quad (4)$$

Trong đó: Mô hình (3), biến phụ thuộc là $\ln Y_i$ là *năng suất lúa* được thu hoạch trong vụ Đông Xuân năm 2023 - 2024 của hộ sản xuất thứ i , biến phụ thuộc đo lường bằng tấn/ha và được chuyển đổi sang dạng $\ln$. β_0 là hằng số (tương ứng với $\ln A$ trong hàm Cobb-Douglas), β_1 đến β_8 là tham số ước lượng, v_i là thành phần sai số ngẫu nhiên, u_i là thành phần sai số do *phi* TE (Technical Inefficiency) trong sản xuất của hộ, $u_i \geq 0$, giả định phân phối nửa chuẩn $N^+(0, \sigma_u^2)$; X_i là ký hiệu các yếu tố đầu vào được sử dụng bởi hộ i , phương pháp đo lường các yếu tố này được trình bày ở Bảng 1. Trong mô hình (4), là các yếu tố ảnh hưởng đến *phi* TE (u_i) trong vụ Đông Xuân 2023 - 2024 của hộ i , được xác định đồng thời với mô hình (3), α_0 là các tham số cần ước lượng trong mô hình *Phi* TE. Z_i ký hiệu các yếu tố ảnh hưởng đến *phi* TE, phương pháp đo lường các yếu tố này cũng được trình bày ở Bảng 1.

2.3. Phương pháp thu thập số liệu

Phương pháp chọn mẫu phân tầng đã được áp dụng. Quá trình phân tầng dựa trên ba yếu tố: (1) hộ sản xuất lúa hữu cơ, (2) hộ sản xuất lúa truyền thống và (3) khu vực hành chính thị xã Cai Lậy. Cụ thể, ở tầng 1, sáu xã được chọn vào mẫu bao gồm Mỹ Phước Tây, Mỹ Hạnh Đông, Mỹ Hạnh Trung, Tân Phú, Tân Bình và Tân Hội. Các xã này đều có hoạt động sản xuất lúa theo mô hình hữu cơ và mô hình truyền thống và cũng là khu vực sản xuất lúa lớn nhất của thị xã. Tại tầng 2, trong mỗi xã có hai ấp

được chọn ra để thực hiện khảo sát, danh sách các ấp và khu vực trồng lúa hữu cơ được thu thập từ cán bộ quản lý thống kê của mỗi xã. Ở tầng 3, mỗi ấp chọn ra 10 hộ để phỏng vấn, phương pháp chọn mẫu phi xác suất được áp dụng với sự hướng dẫn, giới thiệu của cán bộ ấp tại địa bàn nghiên cứu. Danh sách các hộ trồng lúa được cung cấp bởi các Trưởng ấp.

Hộ sản xuất lúa hữu cơ (mô hình hữu cơ), gồm những hộ đã hoàn thành giai đoạn chuyển đổi và được chứng nhận theo TCVN 11041-5:2018 (Ministry of Science and Technology, 2018). Các hộ tuân thủ nghiêm ngặt quy trình canh tác hữu cơ như không sử dụng phân bón hóa học hay thuốc bảo vệ thực vật tổng hợp, thay vào đó áp dụng các biện pháp sinh học và quản lý dịch hại tổng hợp (IPM), nhằm duy trì cân bằng sinh thái và môi trường.

Hộ sản xuất lúa truyền thống được hiểu là những hộ sản xuất lúa chưa theo bất kỳ một quy trình sản xuất nào được khuyến cáo hoặc tham gia chương trình từ ngành nông nghiệp như sản xuất theo chuẩn VietGAP, cánh đồng mẫu lớn hoặc chứng nhận sản xuất lúa giống. Những hộ sản xuất lúa trong nhóm đối chứng này thường sử dụng vật tư nông nghiệp và kỹ thuật canh tác lúa theo kinh nghiệm sản xuất qua nhiều năm và họ thường quan tâm nhiều đến yếu tố năng suất hơn chất lượng lúa và bảo vệ tài nguyên đất, nước, cũng như duy trì cân bằng sinh thái môi trường.

Số liệu sơ cấp được thu thập bằng phiếu khảo sát được thiết kế sẵn để tiến hành phỏng vấn trực tiếp. Bảng câu hỏi được điều chỉnh qua bước lấy ý kiến chuyên gia và phỏng vấn thử. Thời gian khảo sát từ tháng 10 đến tháng 12 năm 2024. Trong đó, 60 hộ sản xuất lúa hữu cơ và 60 hộ sản xuất lúa truyền thống (nhóm đối chứng) đã được khảo sát. Tổng số quan sát là 120 hộ sản xuất lúa tại địa bàn nghiên cứu.

2.4. Phương pháp phân tích số liệu

Số liệu được phân tích bằng các phương pháp thống kê bao gồm thống kê mô tả, kiểm định trung bình hai mẫu độc lập (T-test) và ước lượng biên ngẫu nhiên (SFA) bằng lệnh Frontier. Tất cả các phân tích được thực hiện bằng công cụ Stata 15.0.

Bảng 1. Diễn giả các biến đo lường trong mô hình ước lượng

Tên biến	Kí hiệu	Đo lường	Kỳ vọng	Cơ sở thực nghiệm
<i>Biến thuộc hàm sản xuất biên (phương trình 3)</i>				
Diện tích canh tác	X ₁	m ² được tính dạng ln	+	(1) (2) (3) (4) (5)
Chi phí phân bón (*)	X ₂	1000Đ/ha, được tính dạng ln	+	(1) (2) (3) (4) (5)
Chi phí thuốc bảo vệ thực vật (*)	X ₃	1000Đ/ha, được tính dạng ln	+	(1) (2) (3) (5)
Lượng giống sạ	X ₄	Kg/ha, được tính dạng ln	+	(1) (2) (4) (5)
Số ngày công thuê lao động	X ₅	Ngày/ha, được tính dạng ln	+	(1) (2) (5) (8)
Chi phí làm đất và thu hoạch	X ₆	1000 Đ/ha, được tính dạng ln	+	(1) (2) (3) (4)
Chi phí khác (trúi tiêu, khác)	X ₇	1000 Đ/ha, được tính dạng ln	+	(1) (2) (4)
Số ngày công lao động nhà	X ₈	Ngày/ha, được tính dạng ln	+	(1) (2) (7)
<i>Các biến thuộc hàm phi hiệu quả kỹ thuật (phương trình 4)</i>				
Giới tính của người quyết định sản xuất	Z ₁	Biến giả, 1 = nam; 0 = nữ	-	(2) (5)
Kinh nghiệm sản xuất lúa	Z ₂	Số năm bắt đầu tham gia sản xuất lúa đến thời điểm khảo sát	-	(2) (5)
Độ tuổi của người quyết định sản xuất của hộ	Z ₃	Số năm (2024 - năm sinh)	+	(7)
Số năm đi học của người quyết định sản xuất	Z ₄	Số năm đi học	-	(1) (2)
Tập huấn kỹ thuật sản xuất	Z ₅	Số lần/vụ	-	(2) (3) (4) (5)
Áp dụng kỹ thuật tiên tiến	Z ₆	Số kỹ thuật tiên tiến được áp dụng vào sản xuất	-	(1) (3) (5) (7)
Thành viên hợp tác xã (HTX) nông nghiệp	Z ₇	Biến giả, 1 = đang là thành viên HTX, 0 = khác	-	(8)
Số lao động gia đình tham gia vào sản xuất	Z ₈	Số người/hộ	+	(2)
Hộ sản xuất lúa hữu cơ	Z ₉	Biến giả, 1 = sản xuất lúa hữu cơ, 0 = khác	+	(6)

Ghi chú: (1) Huynh (2009); (2) Huynh and Yabe (2011); (3) Kea et al. (2016); (4) Majumder et al. (2016); (5) Bui et al. (2018); (6) Wibowo et al. (2019); (7) Nguyen et al. (2024); (8) Thapa and Dhakal (2024).

(*) Việc nghiên cứu quy đổi phân bón và thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) về đơn vị chi phí (1000 đồng/ha) thay vì số lượng (kg/ha hoặc lít/ha) để đảm bảo tính đồng nhất khi so sánh giữa mô hình lúa hữu cơ và truyền thống. Lý do là các đầu vào trong hai mô hình khác nhau về loại, thành phần và cách sử dụng: Mô hình hữu cơ dùng phân bón sinh học, BVTV sinh học, còn mô hình phi hữu cơ dùng phân hóa học, BVTV hóa học. Việc so sánh bằng số lượng không chính xác do sự không đồng nhất này. Chi phí là thước đo đại diện chung, phản ánh giá trị kinh tế và mức độ đầu tư, giúp loại bỏ sự khác biệt về đơn vị vật lý, tạo cơ sở so sánh công bằng. Hơn nữa, chi phí phản ánh điều kiện thị trường và khả năng tiếp cận nguồn lực của hộ sản xuất, hỗ trợ phân tích hiệu quả tài chính và kỹ thuật được đầy đủ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm mẫu khảo sát

Bảng 2 trình bày đặc điểm của các hộ sản xuất lúa, được chia thành hai nhóm: nhóm sản xuất lúa hữu cơ và nhóm sản xuất lúa truyền thống, cùng với tổng mẫu khảo sát. Về giới tính của chủ hộ, tổng số 120 hộ được khảo sát, trong đó 81% chủ hộ là nam và 19% là nữ. Phân tích theo từng nhóm, tỷ lệ nam giới trong nhóm sản xuất lúa hữu cơ chiếm 88% và nhóm sản xuất lúa truyền thống 73%. Về tình trạng

hôn nhân: 93% chủ hộ đã kết hôn (có vợ/chồng đủ) và 7% là độc thân. Kết quả phân tích theo từng nhóm cho thấy tỷ lệ đã kết hôn trong nhóm sản xuất lúa hữu cơ chiếm 95% và nhóm sản xuất lúa truyền thống là 92%.

Về độ tuổi: Tuổi trung bình của nông dân sản xuất lúa trên địa bàn là khoảng 48 tuổi (47,85), người có tuổi nhỏ nhất là 31 và người có tuổi cao nhất là 72, độ lệch chuẩn 11,16 cho thấy mức độ phân tán khá cao về độ tuổi của chủ hộ. Tuổi trung bình của chủ hộ trong nhóm sản xuất lúa hữu cơ là

52 (độ lệch chuẩn 9,27), cao hơn nhóm sản xuất lúa truyền thống là 43,40 (độ lệch chuẩn 11,18).

Về kinh nghiệm sản xuất lúa: Kinh nghiệm trung bình của nông dân là 20 năm, nhưng kinh nghiệm phân bố không đều vì độ lệch chuẩn khá cao (9,11). *Về trình độ học vấn:* Số năm đi học của nông dân, trung bình là 8,5 năm (độ lệch chuẩn 3,22). Nhóm

sản xuất lúa hữu cơ có số năm đi học trung bình là 7,45 và nhóm hộ sản xuất truyền thống là 9,62.

Số lao động của hộ: Tổng mẫu trung bình là 3,42 người (ĐLC = 0,98). Số lao động trung bình của hộ sản xuất lúa hữu cơ là 3,60 người và nhóm hộ sản xuất lúa truyền thống là 3,23 người.

Bảng 2. Diễn giải các biến đo lường trong mô hình ước lượng

Chỉ tiêu	Đơn vị	Hộ sản xuất lúa theo mô hình				Tổng hộ (n =120)	
		Hữu cơ (n ₁ = 60)		Truyền thống (n ₀ = 60)			
		Trung bình	ĐLC	Trung bình	ĐLC	Trung bình	ĐLC
Giới tính Nam	%	88	-	73	-	81	-
Hôn nhân (có vợ/chồng)	%	95	-	92	-	93	-
Độ tuổi	Năm	52,30	9,27	43,40	11,18	47,85	11,16
Số năm đi học	Năm	7,45	2,83	9,62	3,24	8,5	3,22
Kinh nghiệm sản xuất lúa	Năm	21,05	8,58	19,02	9,56	20,03	9,11
Số lao động của hộ	Người	3,60	1,04	3,23	0,89	3,42	0,98
Tham gia HTX	%	100	-	45,00	-	72,50	-
Diện tích đất sản xuất	Ha	3,16	1,57	2,97	1,47	3,06	1,52
Số năm sản xuất lúa hữu cơ	Năm	4,63	0,99	-	-	2,32	2,43

Ghi chú: ĐLC = độ lệch chuẩn.

Diện tích đất sản xuất: Diện tích đất sản xuất trung bình của hộ sản xuất lúa hữu cơ là 3,16 ha (ĐLC: 1,57) và nhóm hộ sản xuất lúa truyền thống là 2,97 ha (ĐLC: 1,47). Tổng mẫu, trung bình là 3,06 ha (ĐLC: 1,52). Giá trị độ lệch chuẩn cao cho thấy nguồn lực sản xuất đất đai phân bố không đều.

Tham gia HTX: Tỷ lệ hộ tham gia HTX của nhóm sản xuất lúa hữu cơ là 100%, trong khi nhóm truyền thống chỉ đạt 45%. Điều này cho thấy các hộ sản xuất lúa hữu cơ có xu hướng tham gia HTX nhiều hơn, do yêu cầu của các chương trình hỗ trợ hiện đang được triển khai qua HTX nông nghiệp. Ngoài ra, quy trình canh tác hữu cơ đòi hỏi sự liên kết chặt chẽ giữa các hộ.

Số năm sản xuất lúa hữu cơ: Nhóm sản xuất lúa hữu cơ có số năm sản xuất trung bình là 4,63 năm (ĐLC: 0,99). Số năm tham gia thấp nhất là 3 năm, số năm tham gia cao nhất là 6 năm, trung vị là 4,5 năm. Kết quả cho thấy nhóm sản xuất lúa hữu cơ đã có thời gian thực hành mô hình này chưa đủ dài, nhưng với hơn 4 năm cũng chứng tỏ sự ổn định và cam kết cao trong quá trình sản xuất.

Tóm lại, thông tin mô tả về mẫu khảo sát phản ánh các đặc điểm cơ bản của từng nhóm hộ sản xuất, gồm quy mô sản xuất, lao động, trình độ học vấn và mức độ tham gia tổ chức sản xuất. Các đặc điểm này

là cơ sở để thực hiện các phân tích đánh giá TE của từng mô hình canh tác.

3.2. Hiệu quả kỹ thuật sản xuất lúa hữu cơ

3.2.1. Yếu tố đầu vào và đầu ra

Bảng 3 trình bày kết quả phân tích các yếu tố đầu vào, năng suất và lợi nhuận sản xuất lúa vụ Đông Xuân 2023 - 2024 của hai mô hình sản xuất: sản xuất hữu cơ và sản xuất truyền thống.

Về các yếu tố đầu vào: Phân tích được dựa trên các chỉ tiêu quan sát được bao gồm: giống, phân, thuốc, lao động và các chi phí khác như tưới tiêu, thu hoạch, xới đất cho thấy sự khác biệt rõ giữa hai mô hình sản xuất lúa truyền thống và hữu cơ. Cụ thể, hộ sản xuất lúa truyền thống sử dụng số lượng lúa giống (120,92 kg/ha) và phân bón (8.343,95 ngàn đồng/ha) cao đáng kể so với hộ sản xuất lúa hữu cơ (76,03 kg/ha và 5.837,63 ngàn đồng/ha). Nguyên nhân là mô hình hữu cơ phải tuân thủ cao các khuyến cáo kỹ thuật về sử dụng lượng giống và phân cân đối hợp lý, trong khi mô hình truyền thống hộ sản xuất áp dụng theo kinh nghiệm. Về chi phí thuốc BVTV và lao động, hộ sản xuất hữu cơ chi cao hơn cho thuốc (2.546,98 ngàn đồng/ha) và thuê lao động (1.470,00 ngàn đồng/ha), do áp dụng các biện pháp sinh học và lao động đảm bảo tiêu chuẩn sản xuất hữu cơ. Các khoản chi phí gồm làm đất, tưới tiêu, thu hoạch và chi phí khác, không khác biệt (p >

0,05). Điều này cho thấy hộ sản xuất lúa hữu cơ ưu tiên các phương pháp canh tác thân thiện môi trường, dẫn đến chi phí cao hơn ở một số hạng mục nhưng có thể mang lại lợi ích lâu dài về chất lượng và tính bền vững.

Về năng suất và lợi nhuận: Năng suất trung bình của mẫu là 7,71 tấn/ha. Giá trị độ lệch chuẩn là 0,41 cho thấy rằng năng suất trên ha có mức độ khá đều giữa các hộ sản xuất lúa. So sánh trung bình cho thấy năng suất trung bình của hộ sản xuất lúa truyền thống 8,06 tấn/ha, cao hơn so với nhóm sản xuất lúa hữu cơ (7,37 tấn/ha), với chênh lệch 0,68 tấn/ha ($p = 0,00$). Điều này cho thấy tác động tích cực của phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật trong mô hình sản xuất truyền thống, giúp cây lúa sinh trưởng nhanh và cho năng suất cao. Ngược lại, mô hình sản xuất hữu cơ bị giới hạn các loại phân, thuốc hóa học, quy trình chăm sóc theo tiêu chuẩn bền vững, vì vậy khó đạt được năng suất tương đương. Nhìn chung, cả hai mô hình đều đạt năng suất trung bình trong vụ Đông Xuân 2023 - 2024 cao hơn năm 2022 - 2023 (7,5 tấn/ha). Do điều kiện thời tiết thuận lợi, sâu hại, dịch bệnh là không đáng kể trên địa bàn.

Lợi nhuận (ngàn đồng/ha): Lợi nhuận trung bình của hộ sản xuất hữu cơ đạt 41.775 ngàn đồng/ha, cao hơn đáng kể so với hộ sản xuất lúa truyền thống (34.811 ngàn đồng/ha), với chênh lệch là 6.964 ngàn

đồng/ha, có ý nghĩa thống kê ($p = 0,00$). Nguyên nhân chính là lúa hữu cơ có giá bán cao hơn (8,07 ngàn đồng/kg, cao hơn so với lúa truyền thống 6,77 ngàn đồng/kg), giúp bù đắp phần giảm về sản lượng. Phân tích tổng chi phí sản xuất của mô hình hữu cơ cũng thấp hơn đáng kể (17.686 ngàn đồng/ha so với 19.740 ngàn đồng/ha), góp phần gia tăng lợi nhuận. Ngược lại, mô hình sản xuất lúa truyền thống mặc dù có sản lượng cao hơn nhưng giá bán thấp và chi phí đầu vào cao hơn (đặc biệt là lúa giống và phân), dẫn đến mức lợi nhuận thấp hơn mô hình sản xuất lúa hữu cơ.

Các kết quả cho thấy hộ sản xuất lúa hữu cơ có lợi thế về giá bán, chi phí sản xuất thấp hơn và thu nhập cao hơn so với hộ sản xuất lúa truyền thống. Mặc dù sản lượng thấp hơn, nhưng lợi nhuận vượt trội nhờ giá trị gia tăng của sản phẩm lúa hữu cơ. Kết quả này cung cấp thêm một bằng chứng thực tiễn thuyết phục trong việc mở rộng sản xuất hữu cơ là hướng đi mang lại giá trị kinh tế cao. Nhưng cần phải có chính sách hỗ trợ để đảm bảo đầu ra ổn định, giảm rủi ro về thị trường và tạo động lực cho người dân chuyển đổi sang hữu cơ. Nguyen et al. (2020) cho thấy hộ sản xuất lúa hữu cơ tại tỉnh Vĩnh Long có lợi nhuận trung bình cao hơn so với hộ sản xuất lúa truyền thống là 11.000 ngàn đồng/ha/vụ.

Bảng 3. Chi phí đầu vào, năng suất và lợi nhuận vụ Đông Xuân 2023 - 2024

Chỉ tiêu		Mô hình truyền thống ($n_0 = 60$)	Mô hình hữu cơ ($n_1 = 60$)	Tổng hộ ($n = 120$)
Số lượng giống(kg/ha)	Trung bình	120,92	76,03	98,47
	Độ lệch chuẩn	28,49	10,50	31,06
	Chênh lệch giá trị t	44,88	11,45**	
Chi phí thuốc BVTV (1.000 đồng/ha)	Trung bình	1.739,77	2.546,98	2.143,38
	Độ lệch chuẩn	151,70	251,89	455,12
	Chênh lệch giá trị t	-807,22	-21,26**	
Chi phí phân (1.000 đồng/ha)	Trung bình	8.343,95	5.837,63	7.090,79
	Độ lệch chuẩn	605,23	303,05	1.345,64
	Chênh lệch giá trị t	2.506,32	28,68**	
Chi phí làm đất (1.000 đồng/ha)	Trung bình	1.215,33	1.236,87	1.226,10
	Độ lệch chuẩn	148,57	36,72	108,30
	Chênh lệch giá trị t	-21,54	-1,09 ^{ns}	
Chi phí tưới tiêu (1.000 đồng/ha)	Trung bình	1.176,71	1.150,00	1.163,36
	Độ lệch chuẩn	596,74	0,00	420,40
	Chênh lệch giá trị t	26,71	0,35 ^{ns}	
Chi phí lao động (1.000 đồng/ha)	Trung bình	995,00	1470,00	1232,50
	Độ lệch chuẩn	633,37	537,51	631,68
	Chênh lệch giá trị t	-475,00	-4,43**	
Chi phí cắt lúa (1.000 đồng/ha)	Trung bình	1684,5	1714,1	1699,3
	Độ lệch chuẩn	206,1	53,0	150,6
	Chênh lệch giá trị t	-29,55	-1,08 ^{ns}	
Năng suất (tấn/ha)	Trung bình	8,06	7,37	7,71

Chỉ tiêu		Mô hình truyền thống (n ₀ = 60)	Mô hình hữu cơ (n ₁ = 60)	Tổng hộ (n = 120)
Lợi nhuận (1000 đồng/ha)	Độ lệch chuẩn	0,18	0,25	0,41
	Chênh lệch giá trị t	0,68	17,01**	-
	Trung bình	34.811	41.775	38.293
	Độ lệch chuẩn	3.210	2.580	4.542
	Chênh lệch giá trị t	-6.964	-13,10**	-

Ghi chú: ** Kiểm định T-test với $p < 0,05$; $ns = p > 0,05$; chênh lệch = số trung bình của mô hình truyền thống – số trung bình của mô hình hữu cơ,

3.2.2. Hiệu quả kỹ thuật sản xuất lúa

Bảng 4 trình bày kết quả TE (TE) sản xuất lúa vụ Đông Xuân 2023 - 2024 giữa hai nhóm hộ sản xuất lúa: sản xuất lúa truyền thống và sản xuất lúa hữu cơ. TE trung bình của nhóm sản xuất lúa truyền thống đạt 0,998 (tiệm cận giới hạn biên 1) và nhóm lúa hữu cơ là 0,979. Kết quả cho thấy cả hai mô hình sản xuất đều đạt TE cao. Nguyên nhân là do tình hình thời tiết thuận lợi nhưng sâu hại (sâu cuốn lá, kim,...) và dịch bệnh (rầy, đạo ôn, cháy lá bia,...) không đáng kể trên toàn địa bàn, Trung tâm Khuyến nông cũng triển khai tập huấn cho nông dân để chủ động quản lý dịch bệnh trên lúa (People's Committee of Cai Lay Town, 2024). Kết quả này cho thấy phù hợp với các nghiên cứu trước như nghiên cứu của Quan (2006) tại An Giang cho thấy hộ sản xuất lúa đạt TE là 97,3%. Nguyen và Nguyen (2022) cho thấy TE của hộ sản xuất lúa tại Đồng Tháp đạt 93%. Nguyen et al. (2019) cho thấy TE của các hộ sản xuất lúa áp dụng phương pháp bền vững tại Hà Nội đạt 97,7%.

Kiểm định T-test cũng cho thấy có khác biệt TE giữa hộ sản xuất lúa hữu cơ so với hộ sản xuất lúa truyền thống là 0,018 ($p < 0,05$). Sự khác biệt có thể

được giải thích từ mức độ kiểm soát quy trình và điều kiện sản xuất của hai mô hình sản xuất. Trong mô hình sản xuất lúa hữu cơ đòi hỏi quy trình nghiêm ngặt, việc phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật tổng hợp không được sử dụng, dẫn tới năng suất dễ bị ảnh hưởng nếu khâu quản lý kỹ thuật chưa tối ưu. Đồng thời, trình độ và kinh nghiệm sản xuất hữu cơ của hộ còn chưa nhiều (trung bình 4,6 năm). Ngược lại, trong mô hình sản xuất truyền thống, hộ có thể linh hoạt áp dụng các kỹ thuật thâm canh, phân bón hóa học và thuốc BVTV, giúp tối ưu hóa sản lượng. Ngoài ra, sự khác biệt về giống lúa giữa hai nhóm hộ cũng có thể ảnh hưởng đến sự khác biệt về TE.

Tổng hợp các yếu tố trên cho thấy, mặc dù TE của nhóm hộ sản xuất lúa hữu cơ thấp hơn nhưng mô hình sản xuất hữu cơ vẫn đạt ngưỡng TE cao (97,9%) và mang lại lợi thế tài chính đáng kể như phân tích ở Bảng 3. Đây là cơ sở thực nghiệm quan trọng cho thấy tiềm năng của sản xuất lúa hữu cơ như một hướng đi bền vững, vừa đáp ứng yêu cầu thị trường, vừa nâng cao thu nhập cho nông dân và cả lợi ích về cân bằng sinh thái.

Bảng 4. So sánh hiệu quả kỹ thuật sản xuất lúa vụ Đông Xuân 2023 - 2024

Chỉ tiêu	N	Trung bình (TE)	Độ lệch chuẩn	Giới hạn dưới*	Giới hạn trên*
Hộ sản xuất lúa truyền thống (1)	60	0,998	0,003	0,997	0,998
Hộ sản xuất lúa hữu cơ (2)	60	0,979	0,012	0,976	0,982
Chênh lệch [(1)-(2)]	-	0,018**	-	0,015	0,021
Tổng hộ sản xuất lúa	120	0,988	0,013	0,986	0,991

Ghi chú: ** Kiểm định T-test với $p < 0,05$; * khoảng tin cậy 95%; chênh lệch = số trung bình của nhóm truyền thống – số trung bình của nhóm hữu cơ; TE được ước lượng từ mô hình SFA với giả định biên chung, do công nghệ của hai nhóm khác nhau, một phần chênh lệch TE có thể phản ánh khoảng cách công nghệ, vì vậy kết quả được hiểu là khác biệt hiệu suất tương đối so với chuẩn chung.

3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả kỹ thuật

3.3.1. Kiểm định mô hình ước lượng

Bảng 5 trình bày kết quả phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến TE sản xuất lúa ở quy mô hộ tại thị xã Cai Lậy bằng phương pháp ước lượng mô hình SFA

và mô hình phi hiệu quả (u_i). Các yếu tố đầu vào ảnh hưởng đến năng suất lúa (tấn/ha) bao gồm: diện tích đất canh tác, số ngày lao động (lao động thuê, lao động gia đình), phân, thuốc, chi phí thu hoạch và làm đất, chi phí khác, các yếu tố trong mô hình năng suất biên đã được chuyển đổi sang đơn vị là $\ln$. Các yếu tố ảnh hưởng đến u_i bao gồm: đặc điểm chủ hộ

(giới tính, số năm đi học, kinh nghiệm, độ tuổi), số lao động của hộ, tham gia vào HTX, số lần tập huấn/vụ, hộ sản xuất lúa hữu cơ, và số công nghệ kỹ thuật được áp dụng.

Kết quả ước lượng cho thấy mô hình có ý nghĩa thống kê với $p < 0,01$. Giá trị $\text{Insig}2v = -7.376$, có ý nghĩa thống kê $p = 0,00$ điều này cho thấy phương sai của thành phần sai số ngẫu nhiên có ảnh hưởng đáng kể đến năng suất, nhưng khá nhỏ. Giá trị $\text{Insig}2u = -10.833$ ý nghĩa thống kê $p = 0,00$, nghĩa là phương sai của thành phần phi TE có ảnh hưởng đáng kể đến năng suất, nhưng kết quả cho thấy mức độ phi hiệu quả không cao trong mẫu dữ liệu này. Tương tự, độ lệch chuẩn của thành phần sai số ngẫu nhiên $\sigma_v = 0,025$, cho thấy có một mức độ biến động nhỏ trong sản xuất do các yếu tố ngẫu nhiên (v_i) và độ lệch chuẩn của thành phần phi TE (u_i) khá thấp $\sigma_u = 0,005$, cho thấy mức độ phi hiệu quả giữa các hộ sản xuất không lớn.

Tổng phương sai được tính theo công thức: $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2 = 0,00065$ và chỉ số Gamma (γ) được tính toán $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} = 0,03$. Gamma (γ) = 0,03, cho thấy tỷ lệ phương sai của phi TE (σ_u^2) trong tổng phương sai ($\sigma_u^2 + \sigma_v^2$) là rất nhỏ, chỉ chiếm 3%. Điều này có nghĩa là sự biến động trong sản lượng lúa chủ yếu

đến từ các yếu tố ngẫu nhiên (σ_v^2) như thời tiết, sâu, bệnh, hoặc các yếu tố không kiểm soát được, thay vì từ phi TE (do quản lý hoặc kỹ thuật canh tác của nông dân).

Trong kết quả sản xuất lúa vụ Đông Xuân 2023 - 2024, cho thấy rằng các hộ đã áp dụng kỹ thuật canh tác tương đối đồng đều, nhưng sản lượng vẫn bị ảnh hưởng bởi các yếu tố tự nhiên (như đất, nước,...). Kết quả kiểm định tỷ số khả năng (LR test): $p = 0,01 < 0,05$ bác bỏ giả thuyết $H_0 (\sigma_u^2 = 0)$, không có tác động của yếu tố phi TE trong sản xuất lúa), xác nhận ($\sigma_u^2 > 0$) rằng phi TE vẫn tồn tại và có ý nghĩa thống kê, dù mức độ nhỏ (Huynh, 2009). Mặc dù yếu tố ngẫu nhiên chiếm ưu thế, các hộ sản xuất lúa vẫn có tiềm năng cải thiện TE thông qua quản lý và kỹ thuật canh tác tốt hơn.

Kết quả kiểm định đa cộng tuyến cho thấy một số biến độc lập như giống, phân bón, thuốc, hộ sản xuất lúa hữu cơ, tuổi và số công nghệ được áp dụng có chỉ số VIF > 2 , nhưng theo Vo và Huynh (2015) và Huy (2009) cho rằng nếu chỉ số VIF < 10 thì vẫn cho thấy không có đủ bằng chứng để kết luận có đa cộng tuyến nghiêm trọng, mô hình ước lượng vẫn phù hợp với dữ liệu khảo sát.

Bảng 5 Kết quả ước lượng hàm biên ngẫu nhiên và hàm phi hiệu quả kỹ thuật

Biến phụ thuộc: <i>ln năng suất (tấn/ha)</i>	Kí hiệu	Hệ số hồi quy	Sai số chuẩn	Giá trị p
<i>Hàm sản xuất biên (Frontier production function – mô hình 3)</i>				
Hằng số	β_0	2.004***	0,399	0,000
ln diện tích đất sản xuất	β_1	-0,002	0,010	0,816
ln số lượng giống gieo sạ	β_2	0,004	0,017	0,813
ln chi phí phân bón	β_3	0,089**	0,037	0,016
ln chi phí thuốc bảo vệ thực vật	β_4	-0,079***	0,025	0,002
ln chi phí làm đất và thu hoạch	β_5	-0,014	0,028	0,609
ln chi phí khác	β_6	0,002	0,006	0,782
ln số ngày công lao động thuê	β_7	-0,011***	0,003	0,001
ln số ngày công lao động gia đình	β_8	-0,008	0,006	0,144
<i>Hàm phi hiệu quả kỹ thuật (Technical inefficiency function – mô hình 4)</i>				
Z1: Giới tính chủ hộ	α_1	0,611	0,412	0,138
Z2: Số năm đi học chủ hộ	α_2	-0,011	0,170	0,949
Z3: Độ tuổi chủ hộ	α_3	0,041	0,059	0,487
Z4: Số lao động của hộ	α_4	0,183	0,312	0,559
Z5: Kinh nghiệm sản xuất lúa	α_5	-0,024	0,072	0,744
Z6: Không tham gia HTX $\times$ Tập huấn	α_6	-1.130	3.949	0,775
Z7: Có tham gia HTX $\times$ Tập huấn	α_7	-25.663***	3.272	0,000
Z8: Hộ sản xuất lúa hữu cơ	α_8	29.610***	2.990	0,000
Z9: Số công nghệ kỹ thuật được áp dụng	α_9	-0,421***	0,160	0,009
Log pseudolikelihood		264,06		
<i>lnsig2v</i>	<i>lnσ_v^2</i>	-7.376***	0,146	0,000
<i>lnsig2u</i>	<i>lnσ_u^2</i>	-10.833***	4.143	0,009
<i>sigma v</i>	<i>σ_v</i>	0,025***	0,002	0,000

Biến phụ thuộc: <i>ln năng suất</i> (tấn/ha)	Kí hiệu	Hệ số hồi quy	Sai số chuẩn	Giá trị p
<i>sigma_u</i> (σ_u)	σ_u	0,005		
<i>Gamma</i>	γ	0,030		
Hiệu quả kỹ thuật trung bình	TE	0,988		
Kiểm định LR test of $\sigma_u = 0$	$\sigma_u^2 = 0$	4,54**		0,01
Kiểm định đa cộng tuyến	VIF	< 10		
Số quan sát	N	120		

Ghi chú: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ tương ứng mức ý nghĩa thống kê 1% và 5%; sai số chuẩn đã được hiệu chỉnh theo cụm xã (cluster xã). Kết quả ước lượng bằng lệnh Frontier trong Stata 15.0.

Các yếu tố tác động đến năng suất lúa

Kết quả ước lượng cho thấy rằng yếu tố phân bón ($\beta_3 = 0,089$, $p = 0,016$) có tác động tích cực đến năng suất lúa, tuy nhiên hệ số co giãn ở mức thấp, nghĩa là khi tăng 1% chi phí phân bón, năng suất chỉ tăng khoảng 0,089%, nếu các yếu tố không đổi. Điều này phản ánh thực tế rằng cả hộ sản xuất lúa hữu cơ và truyền thống tại Cai Lậy đều đang bón phân ở ngưỡng gần tối ưu, nên việc cải thiện năng suất thông qua tăng thêm lượng phân bón là rất hạn chế. Tác động biên thấp cũng phù hợp với quy luật lợi suất giảm dần, khi mà dinh dưỡng được cung cấp ở mức đáp ứng nhu cầu sinh trưởng, tăng thêm lượng phân chỉ làm năng suất tăng nhẹ, đồng thời tiềm ẩn sự lãng phí và gây hại môi trường. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trước, như Nguyen et al. (2024) với hệ số co giãn 0,03 ($p < 0,05$) và Bui et al. (2018) với hệ số co giãn 0,02 ($p < 0,05$), cho thấy tác động của phân bón đến năng suất lúa thường ở mức hạn chế. Như vậy, thay vì tiếp tục tăng lượng phân bón, cần ưu tiên duy trì kỹ thuật bón phân hợp lý và kết hợp tối ưu các yếu tố khác như giống, quản lý nước và cơ giới hóa khâu chăm sóc để nâng cao năng suất và TE.

Thuốc bảo vệ thực vật ($\beta_4 = -0,079$, $p = 0,002$) có tác động đáng kể và tiêu cực đến năng suất lúa. Nghĩa là toàn bộ mẫu được xét trung bình, khi chi phí thuốc BVTV tăng 1%, năng suất lúa giảm khoảng 0,079%, nếu các yếu tố khác giữ nguyên. Tác động nghịch chiều phản ánh sự kém hiệu quả trong việc sử dụng thuốc BVTV ở cả hai nhóm hộ: đối với hộ sản xuất hữu cơ, việc sử dụng thuốc sinh học có hiệu lực phòng trừ thấp, kỹ thuật áp dụng chưa chuẩn và giá thành cao làm chi phí tăng nhưng năng suất không cải thiện đáng kể. Đối với hộ sản xuất truyền thống, việc lạm dụng thuốc hóa học hoặc phun không đúng kỹ thuật có thể gây hại cho lúa và làm giảm năng suất. Kết quả này cho thấy, dù ở hình thức mô hình sản xuất nào thì gia tăng chi phí thuốc BVTV khi đã tiệm cận ngưỡng sử dụng hợp lý sẽ không làm năng suất tăng, ngược lại tạo ra tác động bất lợi. Kết quả của Nguyen et al. (2024) chỉ ra rằng chi phí thuốc BVTV có tác động cùng chiều đến

năng suất lúa với hệ số co giãn 0,017 ($p < 0,05$). Điều này cho thấy việc sử dụng gia tăng thêm nhập lượng đầu vào là thuốc BVTV nói chung không làm gia tăng đáng kể sản lượng lúa đầu ra cho nông dân, tức là thuốc BVTV đang được nông dân sử dụng ở ngưỡng tiệm cận biên. Tuy nhiên, nhiều bằng chứng cho thấy mối quan hệ nghịch chiều giữa lượng thuốc BVTV và năng suất lúa, như Kea et al. (2016), Bui et al. (2018), Mazhar et al. (2022).

Số ngày công lao động thuê ($\beta_7 = -0,011$, $p = 0,003$) có ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất lúa. Nghĩa là toàn bộ mẫu được xét trung bình, khi số ngày công thuê tăng 1%, năng suất lúa sẽ giảm khoảng 0,011%, nếu các yếu tố khác giữ nguyên. Tác động này xuất phát từ hai nguyên nhân chính. Thứ nhất, lao động thuê ngoài thường ít gắn bó hoặc chưa nắm vững kỹ thuật canh tác, dẫn đến hiệu suất công việc thấp hơn lao động gia đình. Thứ hai, việc gia tăng ngày công thuê làm tăng chi phí sản xuất nhưng không đảm bảo cải thiện năng suất nếu không kết hợp với cơ giới hóa hoặc kỹ thuật canh tác tiên tiến. Ở nhóm hộ sản xuất lúa hữu cơ, yêu cầu chăm sóc thủ công nhiều hơn nên số ngày lao động thuê cao, trong khi ở nhóm hộ sản xuất lúa truyền thống, lao động thuê cũng khó nâng cao năng suất nếu không được đào tạo hoặc giám sát chặt. Thực tiễn trong sản xuất lúa, phần lớn công việc dựa vào sức lao động chân tay như gieo sạ, làm cỏ, dặm lúa, bón phân và phun thuốc. Điều này làm cho năng suất lao động phụ thuộc nhiều vào kỹ năng và sự tận tâm của người lao động. Vì vậy, hiệu quả công việc thường thấp hơn, từ đó ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước như Ho và Nguyen (2024) với hệ số co giãn $-0,08$ và Huynh (2009) với hệ số $-0,036$, đều cho thấy mối quan hệ nghịch chiều giữa lao động thuê và năng suất lúa.

Các yếu tố không có ảnh hưởng ($p > 0,05$) gồm: Diện tích đất, số lượng giống gieo sạ, chi phí làm đất và thu hoạch, chi phí khác, số ngày công lao động gia đình đều không có tác động đến năng suất. Từ kết quả này, có thể thấy tối ưu hóa phân bón, hạn chế lạm

dụng thuốc BVTV và cải thiện chất lượng lao động thuê sẽ giúp nâng cao năng suất lúa.

3.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến phi hiệu quả

Kết quả phân tích hàm phi TE từ SFA cho thấy các yếu tố ảnh hưởng đến phi TE trong sản xuất lúa gồm: Thứ nhất, biến tương tác *có tham gia HTX × tập huấn* có tác động nghịch chiều với phi TE và có ý nghĩa thống kê ($p = 0,000$), hàm ý rằng khi hộ vừa là thành viên HTX vừa được tham gia tập huấn, phi TE sẽ giảm đáng kể (tức là TE sẽ tăng lên). Điều này có thể được giải thích qua vai trò của HTX trong việc tổ chức tập huấn sát với nhu cầu thực tế sản xuất và duy trì hỗ trợ kỹ thuật sau tập huấn. Thông qua HTX, hộ sản xuất được tiếp cận dễ dàng hơn với vật tư đạt chuẩn, thông tin thị trường và các dịch vụ đồng bộ (cây, xới, thu hoạch, tưới tiêu), nên kiến thức học được từ tập huấn có điều kiện áp dụng hiệu quả ngay trong vụ sản xuất.

Ngược lại, ở biến tương tác *không tham gia HTX × tập huấn*, không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,775$), hàm ý rằng việc tập huấn chưa mang lại hiệu quả cải thiện TE. Nguyên nhân là do chương trình tập huấn không đi sâu vào kỹ thuật canh tác lúa mà chủ yếu mang tính chất giới thiệu sản phẩm, đặc biệt là phân bón và thuốc bảo vệ thực vật của các doanh nghiệp tài trợ. Nội dung đào tạo thiếu tính thực hành và không bám sát nhu cầu kỹ thuật thực tế của hộ, và không có cơ chế hỗ trợ sau đào tạo. Hộ không tham gia HTX cũng khó tiếp cận nguồn vật tư đạt chuẩn và dịch vụ kỹ thuật đồng bộ. Điều này cho thấy tập huấn chỉ thực sự phát huy hiệu quả khi được thiết kế đúng về kỹ thuật, gắn với hỗ trợ thực hành và cơ chế điều phối của HTX. Tóm lại, các kết quả này đã chỉ rõ vai trò của tập huấn để tăng TE sản xuất cho nông dân, tương tự như các nghiên cứu trước (Bui et al., 2018; Lambert, 2022; Mazhar et al., 2022), đồng thời kết quả còn bổ sung thêm làm rõ tác động hiệu ứng giữa vai trò của HTX và tập huấn kỹ thuật cùng đóng góp đáng kể vào việc cải thiện TE.

Thứ hai, *hộ sản xuất lúa hữu cơ* có hệ số 29,610 với $p = 0,000$ trong phương trình phi TE, có ý nghĩa thống kê. Điều này có nghĩa là khi giữ nguyên các yếu tố khác, hộ sản xuất lúa hữu cơ làm tăng giá trị phần dư phi TE (u_i), dẫn đến TE giảm so với mô hình lúa truyền thống. Điều này phản ánh thực tiễn sản xuất rằng mô hình hữu cơ đòi hỏi tuân thủ nghiêm ngặt các quy trình kỹ thuật và phụ thuộc nhiều vào yếu tố tự nhiên. Việc không sử dụng phân bón và BVTV tổng hợp làm cho năng suất lúa hữu cơ phụ thuộc lớn vào điều kiện tự nhiên, thời điểm gieo sạ, quản lý sinh trưởng, quản lý cỏ dại và phòng trừ sâu bệnh sinh học. Thêm vào đó, trình độ và kinh nghiệm của hộ sản xuất lúa hữu cơ trong mẫu điều

tra còn hạn chế (kinh nghiệm trung bình 4,6 năm; số năm đi học trung bình 7,5 năm), cho thấy họ vẫn đang trong giai đoạn học hỏi và thích nghi kỹ thuật mới.

Kết quả này cho thấy, mô hình hữu cơ tuy có TE thấp hơn mô hình truyền thống, nhưng không có nghĩa là mô hình hữu cơ không hiệu quả, kết quả đã cho thấy được khoảng cách về các rào cản kỹ thuật, qua đó tiếp tục cải thiện và nhân rộng mô hình sản xuất lúa hữu cơ. So với các nghiên cứu trước (Krisdiyanto et al., 2021; Mazhar et al., 2022; Panpluem et al., 2019; Wibowo et al., 2019), mặc dù đã phân tích TE của hai mô hình sản xuất lúa (hữu cơ và truyền thống), nhưng điểm khác biệt này chưa được phân tích rõ. Kết quả nghiên cứu này cho thấy mô hình sản xuất lúa hữu cơ tuy vẫn tồn tại một số rào cản về kỹ thuật, nhưng nhìn chung vẫn mang lại hiệu quả trên phương diện về lợi ích kinh tế và tiềm năng lớn về môi trường sinh thái.

Thứ ba, *số công nghệ kỹ thuật được áp dụng* có hệ số ước lượng -0,421 với $p = 0,009$ trong phương trình phi TE. Điều này nghĩa là khi giữ nguyên các yếu tố khác, mỗi công nghệ kỹ thuật hiện đại được bổ sung vào quy trình canh tác sẽ giúp giảm trung bình 0,421 đơn vị giá trị phần dư phi TE (u_i). Nói cách khác, việc áp dụng nhiều công nghệ hơn sẽ giúp hộ nông dân tiến gần hơn tới đường biên sản xuất tối ưu, qua đó nâng cao TE. Khi các công nghệ như ủ giống, gieo sạ máy, quản lý dịch hại tổng hợp, tưới ngập khô xen kẽ, gặt máy, cây xới cơ giới hóa,... đều góp phần giảm sai sót kỹ thuật, tối ưu quy trình và nâng cao tính ổn định của sản xuất. Việc đo lường biến này thông qua số lượng công nghệ áp dụng tuy không phản ánh hết hiệu quả riêng lẻ của từng công nghệ, nhưng vẫn cho thấy mối liên hệ có ý nghĩa thống kê. Cả hai mô hình sản xuất, hộ (hữu cơ, truyền thống) càng áp dụng nhiều giải pháp kỹ thuật tiên tiến thì khả năng sản xuất hiệu quả càng cao. Kết quả này cũng có quan điểm và khẳng định vai trò tích cực của công nghệ trong sản xuất lúa ở quy mô hộ và phù hợp với kết quả trước đây như Huynh (2007, 2009) cho thấy việc áp dụng công nghệ kỹ thuật mới vào sản xuất lúa làm tăng đáng kể hiệu quả sản xuất cả TE và hiệu quả tài chính. Bui et al. (2018) cũng đã cho thấy việc áp dụng kỹ thuật IPM vào quản lý sâu dịch bệnh tăng TE đáng kể.

Các yếu tố khác bao gồm giới tính, số năm đi học, độ tuổi và kinh nghiệm sản xuất lúa và số lao động của hộ không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), cho thấy chúng không ảnh hưởng đáng kể đến phi TE. Tóm lại, các kết quả này không chỉ xác nhận sự tồn tại của rào cản kỹ thuật, mà còn gợi mở hướng

can thiệp chính sách nhằm rút ngắn khoảng cách hiệu quả giữa hai mô hình sản xuất.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã giúp đánh giá TE chuyển đổi sang sản xuất lúa hữu cơ tại thị xã Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang, dựa trên dữ liệu khảo sát 120 hộ sản xuất lúa (hữu cơ và truyền thống) vụ Đông Xuân 2023 – 2024. Phương pháp SFA được sử dụng để phân tích. Kết quả ước lượng cho thấy nhóm sản xuất lúa hữu cơ có $TE = 0,979$, thấp hơn mức $TE = 0,998$ của nhóm hộ sản xuất truyền thống, vì vậy nhóm hộ sản xuất lúa hữu cơ vẫn có thể nâng cao hiệu quả thêm khoảng 2,1% để đạt hiệu quả tối ưu. Về mặt kết quả sản xuất, năng suất của mô hình hữu cơ thấp hơn mô hình truyền thống do đặc thù của quy trình canh tác dựa nhiều vào điều kiện tự nhiên. Tuy nhiên, nhờ lợi thế giảm chi phí phân bón và đặc biệt là mức giá bán cao hơn, mô hình hữu cơ cho thấy hiệu quả kinh tế ròng vượt trội, qua đó có thể khẳng định tính khả thi và lợi ích của chuyển đổi sang mô hình lúa hữu cơ trong khu vực Cai Lậy. Về mặt cơ chế, kết quả cũng đã chỉ ra vai trò tích cực của HTX trong tổ chức sản xuất, đặc biệt là thông qua các hoạt động như tập huấn kỹ thuật, giúp nâng cao hiệu quả cho hộ sản xuất lúa. Đồng thời, việc tăng cường áp dụng công nghệ vào quy trình sản xuất góp phần giảm đáng kể mức độ kém TE, qua đó hỗ trợ hộ sản xuất lúa tiếp cận gần hơn với mức hiệu quả tối ưu.

Từ các kết quả phân tích, một số giải pháp nhằm cải thiện TE của mô hình lúa hữu cơ tại thị xã Cai Lậy đã được đề xuất trong bài báo, qua đó tiệm cận mức hiệu quả tối ưu. Trong đó, vai trò của HTX và áp dụng công nghệ hiện đại được xác định là những yếu tố rất quan trọng giúp giảm kém TE. Vì vậy, các giải pháp trọng tâm cần được tập trung vào ba hướng như sau: Thứ nhất, HTX nông nghiệp cần tổ chức các chương trình tập huấn kỹ thuật theo từng giai đoạn vụ sản xuất (trước – trong – sau vụ), ưu tiên cho hộ mới chuyển đổi sang hữu cơ. Nội dung tập huấn cần đi vào thực tiễn như: điều chỉnh mật độ gieo sạ phù hợp từng loại giống, quản lý sâu bệnh bằng thuốc sinh học và thiên địch, kỹ thuật làm cỏ thủ công tiết kiệm thời gian và chi phí và quản lý phân bón hữu cơ hợp lý. Các HTX nông nghiệp cần tăng cường chia sẻ kinh nghiệm sản xuất giữa các hộ, cung cấp dịch vụ nông nghiệp, và đảm bảo nguồn vật tư đầu vào đạt chuẩn hữu cơ.

Thứ hai, công nghệ cần được ứng dụng để tối ưu khâu chăm sóc. Do chi phí nhân công cao của mô hình hữu cơ chủ yếu phát sinh ở khâu chăm sóc (làm cỏ, bón phân sinh học, phun chế phẩm), cần hỗ trợ

các hộ sản xuất tiếp cận thiết bị làm cỏ cơ giới nhỏ, máy bay nông nghiệp để phun chế phẩm sinh học và bón phân nhanh chóng, cũng như hệ thống cảm biến và phần mềm theo dõi dinh dưỡng và dịch bệnh. Bên cạnh đó, ứng dụng máy sạ cụm giúp đảm bảo mật độ gieo sạ đồng đều, tiết kiệm thời gian, giảm công lao động và nâng cao độ chính xác trong canh tác. Điều này làm tối ưu các công đoạn đang tiêu tốn nhiều lao động, qua đó cải thiện TE.

Thứ ba, việc xây dựng cơ chế hợp tác sản xuất giữa HTX và doanh nghiệp xuất khẩu gạo hữu cơ, gắn với hợp đồng bao tiêu dài hạn cần được thực hiện để bảo đảm đầu ra ổn định. Hệ thống truy xuất nguồn gốc điện tử và nâng cấp chứng nhận hữu cơ đạt chuẩn quốc tế cần được áp dụng nhằm nâng cao uy tín và giá trị sản phẩm. Đồng thời, việc phát triển liên kết vùng trồng cần được thực hiện để tạo nguồn cung ổn định, gia tăng sức cạnh tranh trên thị trường quốc tế và củng cố thương hiệu gạo hữu cơ Cai Lậy. Huỳnh (2019) cũng nhấn mạnh rằng phát triển nông sản theo chuỗi giá trị là hướng đi phù hợp, giúp nâng cao hiệu quả và tính bền vững của ngành hàng.

Sau cùng, để bảo đảm tính bền vững và khả năng nhân rộng, cần có sự hỗ trợ tích cực từ cơ quan quản lý nhà nước, đặc biệt trong việc xây dựng hệ thống giám sát dự báo thời tiết và sâu bệnh với độ chính xác cao, kết hợp cơ chế cảnh báo sớm cho nông dân. Đồng thời, việc tạo điều kiện về chính sách, nguồn lực và liên kết với doanh nghiệp để ổn định được đầu ra. Những giải pháp này không chỉ giúp hộ sản xuất lúa hữu cơ chủ động ứng phó rủi ro, duy trì TE ở mức tối ưu mà còn tạo nền tảng để mô hình lúa hữu cơ phát triển tốt và mở rộng quy mô.

Mặc dù đạt được những kết quả nhất định, nghiên cứu vẫn tồn tại một số hạn chế: Thứ nhất, do việc sử dụng giả định biên sản xuất chung cho cả hai mô hình sản xuất nên chỉ số TE có thể bao hàm một phần khoảng cách công nghệ giữa hai mô hình sản xuất. Vì vậy, các nghiên cứu tiếp theo khi được thực hiện nên ước lượng riêng từng nhóm với một cỡ mẫu đủ lớn để đo lường chính xác hơn sự khác biệt công nghệ. Thứ hai, việc sử dụng một số biến chi phí/ha làm đại diện cho đầu vào có thể mang theo tín hiệu giả, dẫn đến sai lệch khi tính toán TE, do đó nghiên cứu tiếp theo khi được tiến hành nên đo lường TE dựa trên các biến đầu vào theo lượng, đồng thời phân tích hiệu quả chi phí bằng mô hình hàm chi phí ngẫu nhiên (Stochastic Cost Frontier) để có đánh giá toàn diện hơn. Ngoài ra, sự khác biệt về giống lúa giữa các hộ có thể ảnh hưởng đến kết quả ước lượng. Do vậy, các nghiên cứu trong tương lai khi được thực hiện cần kiểm soát hoặc phân tích riêng theo từng loại giống để đảm bảo tính chính xác của kết quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Aigner, D., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21–37. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- Bui, T. L., Tran, H. C., Azadi, H., & Lebailly, P. (2018). Improving the technical efficiency of Sengcu rice producers through better financial management and sustainable farming practices in mountainous areas of Vietnam. *Sustainability*, 10(7), 2279. <https://doi.org/10.3390/su10072279>
- Cai Lay Town Statistics Office. (2024). *Cai Lay Town Statistical Yearbook 2023*. Statistical Publishing House (in Vietnamese).
- Chang, S. H. E., Benjamin, E. O., & Sauer, J. (2024). Factors influencing the adoption of sustainable agricultural practices for rice cultivation in Southeast Asia: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 44(3), 27–56. <https://doi.org/10.1007/s13593-024-00960-w>
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer Science & Business Media.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253–281. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ho, T. N. M., & Nguyen, Đ. H. (2024). Production efficiency of the rice-sesame rotation model in the Mekong Delta. *CTU Journal of Science*, 60(1D), 211-223 (in Vietnamese).
- Huynh, H. T. (2009). Technical efficiency of rice producing households in the Mekong delta of Vietnam. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, 30610, 25. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/30610/>
- Huynh, H. T. (2007). Analysis of impact of advanced techniques on efficiency of rice production in Can Tho and Soc Trang. *CTU Journal of Science*, 8, 47-56 (in Vietnamese).
- Huynh, H. T. (2019). Value Chain Approach to Agricultural Commodity Development - Some Practical Issues in the Mekong Delta. *Journal of Ethnic Minorities Research*, 8(2), 1–7 (in Vietnamese).
- Huynh, K. V., & Yabe, M. (2011). Technical efficiency analysis of rice production in Vietnam. *J. ISSAAS*, 17(1), 135–146.
- Kea, S., Li, H., & Pich, L. (2016). Technical efficiency and its determinants of rice production in Cambodia. *Economies*, 4(4), 22. <https://doi.org/10.3390/economies4040022>
- Khong, D. T. (2020). Financial efficiency and willingness to convert to organic rice model of farm households in the Mekong Delta. *CTU Journal of Science*, 56(5D), 218–226 (in Vietnamese).
- Khong, D. T. (2022). Recommendations to convert from conventional to organic rice production in the Mekong Delta: Vinh Long province case study and policy implications. *Ho Chi Minh City Open University Journal of Science (HCMCOUJS)*, 17(1), 5-18 (in Vietnamese).
- Krisdiyanto, R., Harisudin, M., & Irianto, H. (2021). Technical efficiency of organic rice farming in Ngawi Regency (The case of the Komunitas Ngawi Organic Center). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 824(1), 12103. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/824/1/012103>
- Lambert, A. G. P. (2022). Technical efficiency analysis of organic rice production in Leyte, Philippines: a stochastic frontier approach. *Review of Socio-Economic Research and Development Studies*, 6(2), 1–20.
- Majumder, S., Bala, B. K., Arshad, F. M., Haque, M. A., & Hossain, M. A. (2016). Food security through increasing technical efficiency and reducing postharvest losses of rice production systems in Bangladesh. *Food Security*, 8, 361–374. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0558-x>
- Mazhar, R., Xuehao, B., Dogot, T., Skominas, R., Tanaskovik, V., Azadi, H., & Wei, Z. (2022). Contract Farming and Technical Efficiency: A Case of Export-Oriented Organic Rice Farmers in Pakistan. *Land*, 11(11), 1953. <https://doi.org/10.3390/land11111953>
- Meeusen, W., & van den Broeck, J. (1977). Technical efficiency and dimension of the firm: Some results on the use of frontier production functions. *Empirical Economics*, 2, 109–122. <https://doi.org/10.1007/BF01767476>
- Ministry of Science and Technology. (2018). *Decision No. 3965/QĐ-BKHCN on the Announcement of the National Standard (in Vietnamese)*.
- Nguyen, C. T., & Ahamed, T. (2022). Analyzing factors that affect rice production efficiency and organic fertilizer choices in Vietnam. *Sustainability*, 14(14), 8842. <https://doi.org/10.3390/su14148842>
- Nguyen, D. H., Ngo, T., Le, Q. T. D., Ho, H., & Nguyen, H. H. T. (2019). The role of knowledge in sustainable agriculture: Evidence from rice farms' technical efficiency in Hanoi, Vietnam. *Sustainability*, 11(9), 2472. <https://doi.org/10.3390/su11092472>

- Nguyen, A. V. T., Vo, T. T., & Dang, A. T. T. (2020) Solutions to Improve the Production Efficiency of Organic Rice in Vinh Long Province. *Journal of Industry and Trade*, 23, 302–307. (in Vietnamese).
- Nguyen, T. V., & Nguyen, T. T. (2022). Factors affect technical efficiency of rice farming households in Tam Nong district, Dong Thap province. *Journal of Science and Development Economics*, 19, 93–100.
- Nguyen, H. T. T., Le, P. N. M., Pham, H. X., & Hoang, T. L. (2024). The effect of hybrid rice seeds adoption on the technical efficiency of rice farmers in Vietnam. *Hue University Journal of Science: Economics and Development*, 133(5A), 35–54 (in Vietnamese).
- Panpluem, N., Mustafa, A., Huang, X., Wang, S., & Yin, C. (2019). Measuring the technical efficiency of certified organic rice producing farms in Yasothon province: Northeast Thailand. *Sustainability*, 11(24), 6974. <https://doi.org/10.3390/su11246974>
- People's Committee of Cai Lay Town. (2024). *Report on the Socio-economic Development, National Defense - Security Situation in March 2024 and Orientations, Tasks for April 2024*.
- Quan, N. M. (2006). A technical efficiency analysis of the monoculture with three rice crops and crop rotation pattern with two rice crops and one cash crop in Cho Moi district, An Giang province in the year 2004-2005. *CTU Journal of Science*, 6, 203–212 (in Vietnamese).
- Salazar, C., & Rand, J. (2020). Pesticide use, production risk and shocks. The case of rice producers in Vietnam. *Journal of Environmental Management*, 253, 109705. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109705>
- StataCorp. (2017). *Stata: Release 15* (Statistical Software (ed.)). College Station, TX: StataCorp LLC.
- Thapa, R., & Dhakal, S. C. (2024). Technical efficiency of rice seed production and their determinants in Chitwan, Nepal—A one-step scaling stochastic frontier approach. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2353668. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2353668>
- Tran, N. Q., & Tiet, T. (2022). The role of peer influence and norms in organic farming adoption: Accounting for farmers' heterogeneity. *Journal of Environmental Management*, 320, 115909. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115909>
- Vo, L. T. T., & Huynh, T. H. (2015). *Textbook on Scientific Research Methods and Research Proposal Writing* (2nd ed.). Can Tho University Publishing (in Vietnamese).
- Wibowo, R. P., Raihan, A., & Gunawan, D. (2019). Comparative analysis of technical efficiency between organic and non-organic rice farming in North Sumatera Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 648(1), 12038. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/648/1/012038>
- Willer, H., Schlatter, B., Trávníček, J., Lernoud Julia, & Kemper, L. (2025). *The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2025* (Eds). Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2025.html>