

# ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH GIỚI HẠN SẢN XUẤT NGẪU NHIÊN ĐỂ ĐO LƯỜNG HIỆU QUẢ MÔI TRƯỜNG CỦA HOẠT ĐỘNG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

Võ Hồng Tú

*Khoa Phát triển Nông thôn, Đại học Cần Thơ*

*Email: vhtu@ctu.edu.vn*

Ngày gửi bài: 16.06.2015

Ngày chấp nhận: 23.12.2015

## TÓM TẮT

Bài viết giới thiệu về phương pháp đo lường hiệu quả môi trường của hoạt động sản xuất nông nghiệp bằng cách sử dụng phương pháp tiếp cận hàm giới hạn sản xuất ngẫu nhiên. Kết quả từ phương pháp này mang tính chất thực tiễn và ứng dụng cao do có thể tách được các tác động nhiễu trong quá trình đo lường và đảm bảo sự phân bố độc lập giữa hai chỉ tiêu hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra và hiệu quả môi trường. Hiệu quả môi trường được định nghĩa là khả năng giảm các đầu vào gây ảnh hưởng xấu đến môi trường trong khi giữ cố định các đầu vào khác và đầu ra ở mức hiện tại. Đây là một chỉ tiêu đầy hứa hẹn giúp cho nhà sản xuất, người tiêu dùng và nhà làm chính sách có căn cứ thực tiễn để có những giải pháp phù hợp nhằm đảm bảo hài hòa quá trình phát triển và bảo vệ môi trường. Bài viết cũng đưa ra một trường hợp nghiên cứu về sản xuất lúa của 199 hộ tại tỉnh An Giang năm 2014 để làm minh họa cho phương pháp và tiến trình tính toán cụ thể. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra của hộ sản xuất lúa trung bình là 93,16% và hiệu quả môi trường là 77,70%. Nghiên cứu cũng cho thấy, hiệu quả môi trường luôn nhỏ hơn so với hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra.

Từ khóa: Hiệu quả môi trường, hiệu quả kỹ thuật, phân tích giới hạn sản xuất ngẫu nhiên.

## Estimating Environmental Efficiency for Agricultural Production: A Case Study of Rice

### ABSTRACT

The paper introduced a methodology to estimate environmental efficiency for agricultural production by applying stochastic frontier analysis. The results estimated from this method are reliable and applicable in reality because the method can separate noise effects from deterministic frontier and ensures the independent distribution of technical and environmental efficiency scores. The so-called environmental efficiency was defined as the ability to reduce environmentally detrimental inputs while keeping other observed inputs and output level constant. The environmental efficiency is a promising and empirical indicator for producers, consumers and decision makers to arrive at proper solutions or interventions that promote the harmonious development respecting the environment. The paper also provided an example of 199 rice farmers in An Giang province in 2014 to demonstrate the detailed steps of the measurement. The results showed that the average technical efficiency and environmental efficiency were 93.16% and 77.70%, respectively. In all cases, the environmental efficiency scores were smaller than those of the technical efficiency.

Keywords: Environmental efficiency, stochastic frontier analysis, technical efficiency.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình phát triển sản xuất, khi đã đạt đủ về lượng cũng như tích lũy đủ về vốn, bảo vệ môi trường là một hoạt động cần thiết để duy trì tính ổn định và bền vững của mô hình sản

xuất. Sau cuộc cách mạng xanh từ những năm 1960 và chính sách đổi mới từ 1986, kinh tế Việt Nam đã đạt những bước tiến vượt bậc, trong đó không thể không kể đến những thành tựu của hoạt động sản xuất nông nghiệp (Can, 2014; Kompas, 2004; Pingali and Xuan, 1992). Từ một

nước thiếu đói, nước ta đã vươn lên trở thành nước xuất khẩu lúa gạo nhất nhì thế giới. Để đạt được những thành tựu này, nhiều chương trình ứng dụng khoa học kỹ thuật mới vào sản xuất như sử dụng phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật và nhiên liệu để tăng năng suất sản xuất đã được triển khai rộng rãi. Tuy nhiên, nhiều vấn đề cũng đã nảy sinh như việc sử dụng không có kiểm soát các hóa chất nông nghiệp đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường sống, hệ sinh thái và sức khỏe của cả người sản xuất và tiêu dùng (Dung and Dung, 1999; Heong, 2009). Đã có rất nhiều nghiên cứu được đề xuất thực hiện nhằm tìm ra mức sử dụng hiệu quả và tối ưu phân bón cho từng địa phương và cây trồng cụ thể. Những kết quả này mang tính ứng dụng thực tiễn cao, tuy nhiên bản chất của nó chưa xem xét đến mối tương quan với đầu ra hay năng suất và khả năng thay thế lẫn nhau giữa chính các đầu vào. Do vậy, việc tìm ra mô hình thể hiện sự tương quan giữa đầu ra và đầu vào để đánh giá hiệu quả sử dụng của các yếu tố đầu vào có ảnh hưởng xấu đến môi trường như phân bón hóa học, thuốc trừ sâu và nhiên liệu là hết sức cần thiết (Reinhard, 1999; 2000; Reinhard and Thijssen, 2000).

Khi nền kinh tế phát triển theo hướng cạnh tranh lành mạnh cùng với nhu cầu ngày càng tăng đối với các sản phẩm nông nghiệp sạch và an toàn, việc sử dụng hiệu quả các yếu tố đầu vào ảnh hưởng xấu đến môi trường và sức khỏe của con người là một trong những mục tiêu hàng đầu của nhà sản xuất. Những chỉ tiêu hiệu quả này sẽ góp phần quan trọng giúp định vị cho các sản phẩm và cũng là tiêu chí để các nhà quản lý và làm chính sách có công cụ can thiệp phù hợp.

Trong nghiên cứu này, hiệu quả sử dụng các đầu vào có ảnh hưởng xấu đến môi trường được gọi là hiệu quả môi trường. Thuật ngữ này được đề xuất đầu tiên bởi Reinhard et al. (1999) để đánh giá cho mô hình nuôi bò sữa. Để đo lường hiệu quả môi trường, cho đến nay có hai cách tiếp cận chính là sử dụng phương pháp phân tích vỏ bọc dữ liệu (DEA - Data Envelopment Analysis) và phân tích giới hạn sản xuất ngẫu nhiên (SFA - Stochastic Frontier

Analysis). Do cách tiếp cận DEA tính toán hiệu quả dựa trên mô hình tuyến tính (mathematic programming) và phi tham số (non-parametric) nên không thể loại bỏ các tác động nhiễu (noise effects) ra khỏi đường giới hạn sản xuất (deterministic frontier), nên bài viết này sẽ tập trung giới thiệu phương pháp đo lường hiệu quả môi trường bằng cách tiếp cận phân tích giới hạn sản xuất ngẫu nhiên. Cách tiếp cận phân tích giới hạn sản xuất ngẫu nhiên dựa trên mô hình kinh tế lượng nên có thể khắc phục các nhược điểm của phương pháp phân tích vỏ bọc dữ liệu.

Để hiểu rõ hơn về cách tiếp cận SFA, bài viết xin đề xuất một số nghiên cứu sử dụng cách tiếp cận này để đánh giá hiệu quả cho mô hình sản xuất nông nghiệp của Việt Nam. Kompas (2004) đã sử dụng số liệu hai chiều (panel data) giai đoạn từ 1991 đến 1999 của 60 tỉnh ở Việt Nam và cách tiếp cận SFA để đánh giá về hiệu quả kỹ thuật của sản xuất lúa. Kết quả cho thấy hiệu quả kỹ thuật cho cả nước năm 1999 là 59,2% và 78% cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa xem xét đến hiệu quả môi trường. Tương tự, Khai and Yabe (2011) sử dụng số liệu từ kết quả điều tra mức sống hộ gia đình năm 2006 của 3.733 nông hộ để đo lường hiệu quả kỹ thuật của sản xuất lúa bằng cách tiếp cận SFA. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu vào trung bình đạt 81,6%, có nghĩa là người dân có khả năng giảm gần 19% nhập lượng và vẫn giữ được mức đầu ra cố định. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ tập trung xem xét tất cả các đầu vào và đầu ra và chưa xem xét đến các yếu tố có tác động xấu đến môi trường.

Do vậy, phương pháp đo lường hiệu quả môi trường bằng cách tiếp cận SFA là rất cần thiết để vừa đánh giá mức độ sử dụng không hiệu quả, vừa phản ánh mức độ thân thiện với môi trường của mô hình sản xuất nông nghiệp.

Để thể hiện rõ tính chất thực tiễn và dễ ứng dụng, bài viết được cấu trúc hai phần chính như sau: 1) Phương pháp tổng quát để đo lường hiệu quả môi trường bằng cách tiếp cận SFA; 2) Trường hợp nghiên cứu minh họa và chi tiết tiến trình tính toán hiệu quả môi trường.

## 2. MÔ HÌNH LÝ THUYẾT

Như đã được đề cập, nghiên cứu sẽ sử dụng phương pháp phân tích giới hạn sản xuất ngẫu nhiên được đề xuất bởi Aigner (1977) và Meeusen and Van Den Broeck (1977) để đánh giá hiệu quả môi trường của hoạt động sản xuất nông nghiệp.

Giả sử một nông hộ sử dụng 2 nhóm yếu tố đầu vào, ký hiệu là  $X$  và  $Z$ , để sản xuất một đầu ra, ký hiệu là  $Y$  ( $Y \in R_+$ ), trong đó  $X$  ( $X \in R_+$ ) là vector các đầu vào thông thường như lao động, vốn,... và  $Z$  ( $Z \in R_+$ ) là những yếu tố đầu vào có tác động hay ảnh hưởng xấu đến môi trường như phân bón hóa học, thuốc trừ sâu, nhiên liệu hoặc là lượng nước ngầm, nước sông trong bối cảnh khan hiếm về nước hoặc có mâu thuẫn về mục đích sử dụng nước. Như vậy, hàm giới hạn sản xuất ngẫu nhiên thể hiện mối tương quan giữa đầu vào và đầu ra của quá trình sản xuất được viết bằng phương trình tổng quát như sau:

$$Y_i = f(X_i, Z_i, \beta, \alpha, \delta) \exp(v_i - u_i)$$

Trong đó,  $\beta$ ,  $\alpha$  và  $\delta$  là những tham số cần ước lượng của mô hình;

$v_i$  là sai số ngẫu nhiên độc lập, đồng nhất và phân phối chuẩn đối xứng ( $v_i \sim N[0, \sigma_v^2]$ ), thể hiện những tác động nhiễu ngoài tầm kiểm soát của nông hộ như thời tiết, sự may rủi và những sai số thống kê khác,...;  $u_i$  là sai số ngẫu nhiên, độc lập và tuân theo phân phối nửa chuẩn (half-normal) ( $u_i \geq 0$ );  $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ , thể hiện sự không hiệu quả kỹ thuật (technical inefficiency) của từng nông hộ của mô hình sản xuất.  $v_i$  và  $u_i$  là độc lập nhau.

Như vậy hiệu quả kỹ thuật (TE) của từng nông hộ sẽ được tính toán bằng cách nhân  $\exp(-v_i)$  cho hai vế của phương trình (1), bằng vài phép biến đổi ta được:

$$\begin{aligned} TE_i = \exp(-u_i) &= \frac{y_i \exp(-v_i)}{f(X_i, Z_i, \beta, \alpha, \delta)} \\ &= \frac{y_i}{\bar{f}(X_i, Z_i, \beta, \alpha, \delta) \exp(v_i)} \end{aligned}$$

Từ phương trình (2) cho ta thấy hiệu quả kỹ thuật trong trường hợp này là hiệu quả định hướng đầu ra, thể hiện khả năng nâng cao năng suất đầu ra mà không cần thêm đầu vào (tất cả các đầu vào của quá trình sản xuất) (Aigner, 1977; Farrell, 1957; Jondrow, 1982).

Để thể hiện chi tiết cho công nghệ sản xuất của mô hình sản xuất theo phương trình (1), có nhiều dạng hàm khác nhau được đề xuất sử dụng như Cobb-Douglas, translog,... (Rao, 2005; Kumbhakar and Lovell, 2003). Tuy nhiên, để đo lường được hiệu quả môi trường và đảm bảo tính biến đổi cũng như độc lập với hiệu quả kỹ thuật, hàm translog sẽ được sử dụng (Reinhard et al., 1999).

Hàm giới hạn sản xuất ngẫu nhiên của phương trình (1) dưới dạng translog được viết lại như sau:

$$\begin{aligned} \ln Y_i = \beta_0 &+ \sum_k \beta_k \ln X_k + \sum_m \alpha_m \ln Z_m \\ &+ \frac{1}{2} \sum_k \sum_n \beta_{kn} \ln X_k \ln X_n \\ &+ \frac{1}{2} \sum_m \sum_h \alpha_{mh} \ln Z_m \ln Z_h \\ &+ \sum_k \sum_m \delta_{km} \ln X_k \ln Z_m + v_i - u_i \end{aligned}$$

Trong đó,  $\ln Y$  là logarit tự nhiên của đầu ra, có thể là năng suất kg/ha/vụ hoặc sản lượng trong 1 năm. Tương tự  $\ln X_k$  và  $\ln Z_m$  lần lượt là logarit tự nhiên của các đầu vào thông thường và đầu vào có ảnh hưởng đến môi trường.

Để đo lường hiệu quả môi trường, Reinhard et al. (1999, 2000) đã đề xuất cho  $u_i$  bằng 0 và sau đó thay thế tất cả các đầu vào có ảnh hưởng xấu đến môi trường  $Z_{im}$  trong phương trình (3) bằng  $\Phi Z_{im}$ , trong đó  $\Phi$  là hiệu quả môi trường, được ký hiệu là  $EE$  ( $EE_i = \Phi_i$ ). Đề xuất này có nghĩa rằng sau khi một nông hộ giảm tất cả những yếu tố đầu vào có ảnh hưởng xấu đến môi trường cũng sẽ đạt được hiệu quả kỹ thuật. Như vậy, sau khi cho  $u_i = 0$  và thay thế  $Z_{im}$  bằng  $\Phi Z_{im}$ , phương trình (3) sẽ trở thành:

$$\begin{aligned} \ln Y_i = \beta_0 &+ \sum_k \beta_k \ln X_k + \sum_m \alpha_m \ln \Phi Z_m \\ &+ \frac{1}{2} \sum_k \sum_n \beta_{kn} \ln X_k \ln X_n \\ &+ \frac{1}{2} \sum_m \sum_h \alpha_{mh} \ln \Phi Z_m \ln \Phi Z_h \\ &+ \sum_k \sum_m \delta_{km} \ln X_k \ln \Phi Z_m + v_i \end{aligned}$$

Do hiệu quả môi trường được định nghĩa là khả năng giảm các yếu tố đầu vào có ảnh hưởng xấu đến môi trường trong khi các đầu vào khác và đầu ra cố định. Như vậy đầu ra hay nói cách

khác là phương trình (3) bằng phương trình (4), cho hai phương trình bằng nhau ta được:

$$\begin{aligned} \sum_m \alpha_m \ln \Phi Z_m - \sum_m \alpha_m \ln Z_m \\ + 1/2 \sum_m \sum_h \alpha_{mh} \ln \Phi Z_m \ln \Phi Z_h \\ - 1/2 \sum_m \sum_h \alpha_{mh} \ln Z_m \ln Z_h \\ + \sum_k \sum_m \delta_{km} \ln X_k \ln \Phi Z_m \\ - \sum_k \sum_m \delta_{km} \ln X_k \ln Z_m + u_i = 0 \end{aligned}$$

Lưu ý:

$$\ln \Phi_i = \ln \Phi_i Z_{im} - \ln Z_{im} = \ln \left( \frac{\Phi_i Z_{im}}{Z_{im}} \right) = \ln EE_i$$

Bằng vài phép biến đổi của phương trình (5) ta được phương trình bậc 2 sau:

$$a_i (\ln EE_i)^2 + b_i (\ln EE_i) + u_i = 0$$

Trong đó,  $a_i = 1/2 \sum_m \sum_h \alpha_{mh} \forall a_i \neq 0$ ;

$$b_i = \sum_m \alpha_m + 1/2 \sum_m \sum_h \alpha_{mh} (\ln Z_m + \ln Z_h) \\ + \sum_k \sum_m \delta_{km} \ln X_k$$

Như vậy, hiệu quả môi trường sẽ là nghiệm của phương trình bậc 2 (6). Công thức tính hiệu quả môi trường của từng nông hộ như sau:

$$EE_i = \exp \left( \frac{-b_i \pm \sqrt{b_i^2 - 4a_i u_i}}{2a_i} \right)$$

Do mỗi nông hộ chỉ có 1 và duy nhất 1 chỉ số thể hiện về hiệu quả môi trường trong khi phương trình (6) có 02 nghiệm, ta cần loại bỏ một nghiệm. Theo Reinhard et al. (1999, 2000) và Reinhard and Thijssen (2000), do nông hộ hiệu quả kỹ thuật ( $u_i = 0$ ) thì phải đạt hiệu quả môi trường nên chỉ nghiệm  $+\sqrt{\phantom{x}}$  của phương trình (7) thỏa mãn được điều kiện này. Như vậy hiệu quả môi trường của mỗi nông hộ được tính theo công thức (8) sau:

$$EE_i = \exp \left( \frac{-b_i + \sqrt{b_i^2 - 4a_i u_i}}{2a_i} \right)$$

Tương tự tiến trình này, ta có thể tính được hiệu quả sử dụng cho từng đầu vào có tác động xấu đến môi trường, như hiệu quả sử dụng nước, phân, thuốc trừ sâu,... Tuy nhiên, cần lưu ý khi muốn tính hiệu quả cho biến nào thì ta chỉ cần thay thế  $Z_{im}$  bằng  $\Phi Z_{im}$  cho biến tương ứng.

### 3. MÔ HÌNH ỨNG DỤNG

Để trình bày một cách đơn giản và dễ hiểu cho người sử dụng, nên bài viết đã sử dụng số liệu nghiên cứu của Tu, Yabe, Trang, and Khai (2015) và chỉ sử dụng 2 yếu tố đầu vào thông thường ( $X_1$  là lao động và  $X_2$  là vốn) và 2 yếu tố đầu vào có ảnh hưởng xấu đến môi trường ( $Z_1$  là phân đạm và  $Z_2$  là thuốc bảo vệ thực vật). Xem nghiên cứu của Tu (2015) để thấy rõ thống kê mô tả về các đầu vào và đầu ra của mô hình. Bộ số liệu này được thu thập ngẫu nhiên trên 199 hộ sản xuất lúa vào năm 2014 tại 4 huyện gồm Thoại Sơn, Châu Đốc, An Phú và Tân Châu của tỉnh An Giang. Đầu ra của quá trình sản xuất được đo lường bằng năng suất lúa trên 1 ha. Hai đầu vào thông thường được đo lường như sau: lao động được lượng hóa bằng tổng số ngày lao động bao gồm cả lao động gia đình và lao động thuê, trong đó một ngày lao động là 8 h làm việc; đầu vào vốn được đo lường bằng tổng giá trị các vật dụng sử dụng cho sản xuất lúa như máy xới, ghe/xuồng, máy bơm nước,... đã được khấu hao theo hecta trên 1 vụ lúa sản xuất. Đối với yếu tố đầu vào phân đạm được đo lường bằng tổng lượng đạm nguyên chất (kg/ha), ví dụ như nông hộ sử dụng 100 kg phân urê (hàm lượng là 46-0-0) và 50 kg phân NPK với hàm lượng 20-20-15 cho 1 ha thì tổng lượng phân đạm nguyên chất là  $[(46\% \times 100 \text{ kg}) + (20\% \times 50 \text{ kg})] = 56 \text{ kg/ha}$ . Đối với đầu vào thuốc bảo vệ thực vật được đo lường bằng tổng giá trị của các loại thuốc bảo vệ thực vật (trừ cỏ, trừ sâu bệnh, trừ nấm,...) cho 1 ha thay vì lượng nguyên chất do sự đa dạng về hoạt chất của các loại thuốc mà nông hộ sử dụng. Cách tiếp cận này vẫn còn nhiều hạn chế do chưa loại bỏ được sự ảnh hưởng của giá đến tổng giá trị nhưng do giả định là thị trường thuốc bảo vệ thực vật ngày càng trở nên cạnh tranh nên sự khác biệt về giá không đáng kể giữa các hộ. Từ trường hợp này và phương pháp tổng quát ở phần trên, người đọc có thể tự mở rộng nghiên cứu của mình trong các trường hợp có nhiều đầu vào hơn, tuy nhiên có sự đánh đổi giữa việc tăng thêm hoặc sử dụng nhiều yếu tố đầu vào và hiện tượng đa cộng tuyến trong mô hình (Reinhard et al., 2000).

Như vậy, hàm giới hạn sản xuất ngẫu nhiên translog của mô hình sản xuất lúa với 2 đầu vào thông thường và 2 đầu vào có ảnh hưởng xấu đến môi trường được viết lại như sau:

$$\begin{aligned} \ln Y_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \alpha_1 \ln Z_1 + \alpha_2 \ln Z_2 \\ & + 1/2 \beta_{11} \ln X_1 \ln X_1 \\ & + 1/2 \beta_{22} \ln X_2 \ln X_2 \\ & + 1/2 \alpha_{11} \ln Z_1 \ln Z_1 \\ & + 1/2 \alpha_{22} \ln Z_2 \ln Z_2 + \beta_{12} \ln X_1 \ln X_2 \\ & + \delta_{11} \ln X_1 \ln Z_1 + \delta_{12} \ln X_1 \ln Z_2 \\ & + \delta_{21} \ln X_2 \ln Z_1 + \delta_{22} \ln X_2 \ln Z_2 \\ & + \delta_{31} \ln Z_1 \ln Z_2 + v_i - u_i \end{aligned}$$

Lưu ý: Tổng số biến kết hợp của các biến độc lập được sử dụng trong hàm translog được tính theo công thức sau:  $N = \frac{k(k+3)}{2}$ , trong đó k là số biến độc lập và N là tổng số kết hợp. Như vậy, trong trường hợp này, tổng số kết hợp là  $N = \frac{4(4+3)}{2} = 14$ .

Như vậy, hiệu quả môi trường (khả năng giảm phân bón và thuốc trừ sâu) được tính bằng cách thay thế  $Z_1$  và  $Z_2$  lần lượt bằng  $\Phi Z_1$  và  $\Phi Z_2$  và cho  $u_i = 0$ , kết quả ta được:

$$\begin{aligned} \ln Y_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \alpha_1 \ln \Phi Z_1 \\ & + \alpha_2 \ln \Phi Z_2 + 1/2 \beta_{11} \ln X_1 \ln X_1 \\ & + 1/2 \beta_{22} \ln X_2 \ln X_2 \\ & + 1/2 \alpha_{11} \ln \Phi Z_1 \ln \Phi Z_1 \\ & + 1/2 \alpha_{22} \ln \Phi Z_2 \ln \Phi Z_2 \\ & + \beta_{12} \ln X_1 \ln X_2 + \delta_{11} \ln X_1 \ln \Phi Z_1 \\ & + \delta_{12} \ln X_1 \ln \Phi Z_2 + \delta_{21} \ln X_2 \ln \Phi Z_1 \\ & + \delta_{22} \ln X_2 \ln \Phi Z_2 + \delta_{31} \ln \Phi Z_1 \ln \Phi Z_2 \\ & + v_i \end{aligned}$$

Cho (9) và (10) bằng nhau ta có:

$$\begin{aligned} & (\alpha_1 \ln \Phi Z_1 - \alpha_1 \ln Z_1) + (\alpha_2 \ln \Phi Z_2 - \alpha_2 \ln Z_2) \\ & + (1/2 \alpha_{11} \ln \Phi Z_1 \ln \Phi Z_1 \\ & - 1/2 \alpha_{11} \ln Z_1 \ln Z_1) \\ & + (1/2 \alpha_{22} \ln \Phi Z_2 \ln \Phi Z_2 \\ & - 1/2 \alpha_{22} \ln Z_2 \ln Z_2) \\ & + (\delta_{11} \ln X_1 \ln \Phi Z_1 - \delta_{11} \ln X_1 \ln Z_1) \\ & + (\delta_{12} \ln X_1 \ln \Phi Z_2 - \delta_{12} \ln X_1 \ln Z_2) \\ & + (\delta_{21} \ln X_2 \ln \Phi Z_1 - \delta_{21} \ln X_2 \ln Z_1) \\ & + (\delta_{22} \ln X_2 \ln \Phi Z_2 - \delta_{22} \ln X_2 \ln Z_2) \\ & + (\delta_{31} \ln \Phi Z_1 \ln \Phi Z_2 - \delta_{31} \ln Z_1 \ln Z_2) \\ & + u_i = 0 \end{aligned}$$

Bằng một số phép tính toán logarit và biến đổi ta được:

$$\begin{aligned} & \alpha_1 \ln EE_i + \alpha_2 \ln EE_i \\ & + [1/2 \alpha_{11} (\ln EE_i)^2 \\ & + 1/2 \alpha_{11} \ln EE_i (\ln Z_1 + \ln Z_1)] \\ & + [1/2 \alpha_{22} (\ln EE_i)^2 \\ & + 1/2 \alpha_{22} \ln EE_i (\ln Z_2 + \ln Z_2)] \\ & + 1/2 \alpha_{22} (\ln EE_i)^2 + \delta_{11} \ln X_1 \ln EE_i \\ & + \delta_{12} \ln X_1 \ln EE_i + \delta_{21} \ln X_2 \ln EE_i \\ & + \delta_{22} \ln X_2 \ln EE_i \\ & + [\delta_{31} (\ln EE_i)^2 \\ & + \delta_{31} \ln EE_i (\ln Z_1 + \ln Z_2)] + u_i \\ & = 0 \end{aligned}$$

Từ phương trình (12), ta được:

$$\begin{aligned} & (1/2 \alpha_{11} + 1/2 \alpha_{22} + \delta_{31}) (\ln EE_i)^2 \\ & + [\alpha_1 + \alpha_2 + 1/2 \alpha_{11} (\ln Z_1 + \ln Z_1) \\ & + 1/2 \alpha_{22} (\ln Z_2 + \ln Z_2) + \delta_{11} \ln X_1 \\ & + \delta_{12} \ln X_1 + \delta_{21} \ln X_2 + \delta_{22} \ln X_2 \\ & + \delta_{31} (\ln Z_1 + \ln Z_2)] \ln EE_i + u_i \\ & = 0 \end{aligned}$$

Như vậy, hiệu quả môi trường được tính bằng công thức sau:

$$EE_i = \exp \left( \frac{-b_i + \sqrt{b_i^2 - 4a_i u_i}}{2a_i} \right)$$

Với  $a_i = 1/2 \alpha_{11} + 1/2 \alpha_{22} + \delta_{31} \forall a_i \neq 0$ ;

$$\begin{aligned} b_i = & \alpha_1 + \alpha_2 + 1/2 \alpha_{11} (\ln Z_1 + \ln Z_1) \\ & + 1/2 \alpha_{22} (\ln Z_2 + \ln Z_2) + \delta_{11} \ln X_1 \\ & + \delta_{12} \ln X_1 + \delta_{21} \ln X_2 + \delta_{22} \ln X_2 \\ & + \delta_{31} (\ln Z_1 + \ln Z_2) \end{aligned}$$

Dựa trên công thức (14) và kết quả của bảng 1 và 2 sau, ta có thể tính được hiệu quả môi trường cho mỗi nông hộ, trong đó bảng 1 mô tả số liệu điều tra đầu vào và đầu ra của 10 hộ trồng lúa trong tổng số 199 hộ được sử dụng để ước lượng đường giới hạn sản xuất biên bằng phương pháp ước lượng hợp lý tối đa (MLE-Maximum Likelihood Estimation).

Kết quả hồi quy hàm giới hạn sản xuất ngẫu nhiên translog bằng phương pháp MLE cho 199 hộ trồng lúa với trường hợp 2 đầu vào thông thường và 2 đầu vào ảnh hưởng đến môi trường được trình bày ở bảng 2 sau:

Ứng dụng phương pháp phân tích giới hạn sản xuất ngẫu nhiên để đo lường hiệu quả môi trường của hoạt động sản xuất nông nghiệp

**Bảng 1. Mô tả đầu vào và đầu ra của 10 hộ trồng lúa**

Hộ	$\ln Y_i$	$\ln X_1$	$\ln X_2$	$\ln Z_1$	$\ln Z_2$
1	9,032638	5,524543	8,739380	4,703562	8,161400
2	9,029324	5,626821	8,788906	4,696544	8,152550
3	8,854767	5,584262	8,543357	4,761303	8,388939
4	8,743672	5,532205	8,610737	4,710531	7,872248
5	8,737045	5,626821	8,627210	4,660698	8,185340
6	9,023378	5,700433	8,538587	4,794412	8,273784
7	8,889182	5,768996	7,971839	4,662157	8,161400
8	8,975750	5,640615	8,704003	4,803312	8,273784
9	8,946045	5,539810	8,875940	4,602079	8,161400
10	9,089915	5,598651	8,718381	4,809622	8,453477

Nguồn: Kết quả dựa trên số liệu của Tu et al. (2015)

Ghi chú:  $Y$  là năng suất lúa (kg/ha);  $X_1$ : Số ngày lao động (một ngày lao động là 8h làm việc);  $X_2$ : Vốn được đo lường bằng tổng giá trị các vật dụng/thiết bị/máy móc được sử dụng cho sản xuất lúa và đã được khấu trừ hao mòn theo thời gian sử dụng;  $Z_1$ : Phân đạm nguyên chất (kg/ha) và  $Z_2$ : tổng chi phí thuốc bảo vệ thực vật (triệu/ha).

**Bảng 2. Ước lượng hàm giới hạn sản xuất ngẫu nhiên translog bằng MLE**

MLE			MLE		
Biến độc lập	Hệ số	Sai số chuẩn	Biến độc lập	Hệ số	Sai số chuẩn
$\beta_0$	-41,9657	11,7312	$\alpha_{22}$	-0,1169	0,0781
$\beta_1$	6,4942	2,5948	$\beta_{12}$	-0,0638	0,1442
$\beta_2$	1,4093	1,1201	$\delta_{11}$	-0,4825	0,2243
$\alpha_1$	7,4690	1,8412	$\delta_{12}$	0,0029	0,1266
$\alpha_2$	2,0180	0,9399	$\delta_{21}$	0,1032	0,1251
$\beta_{11}$	-0,6492	0,4335	$\delta_{22}$	-0,0652	0,0738
$\beta_{22}$	-0,1085	0,0942	$\delta_{31}$	-0,0908	0,0983
$\alpha_{11}$	-1,0409	0,2232			
$\lambda$	2,4658	0,0180	Wald $\chi^2$ value	127,62	
$\gamma$	0,8591		LR test $\sigma_u = 0$	11,83	
Log Likelihood	228,5568				

Nguồn: Kết quả dựa trên số liệu của Tu et al. (2015)

**Bảng 3. Kết quả tính hiệu quả môi trường của mỗi nông hộ**

Hộ	$u_i$	TE	Hạng	$EE_i$	Hạng
1	0,021613	0,978618	2	0,905542	1
2	0,023928	0,976356	4	0,884977	2
3	0,120349	0,886611	8	0,655788	9
4	0,175090	0,839381	9	0,679731	8
5	0,215159	0,806413	10	0,624461	10
6	0,022860	0,977399	3	0,785679	6
7	0,048985	0,952195	7	0,790959	5
8	0,039522	0,961249	5	0,758673	7
9	0,046618	0,954452	6	0,876166	3
10	0,016286	0,983845	1	0,808574	4
Trung bình		0,931652		0,777055	

Nguồn: Kết quả dựa trên số liệu của Tu et al. (2015)

*Lưu ý:*  $u_i$  là sai số thể hiện sự không hiệu quả về kỹ thuật định hướng đầu ra, là kết quả của mô hình giới hạn sản xuất ngẫu nhiên;  $TE_i = \exp(-u_i)$  là hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra, được tính theo công thức (2);  $EE_i$  là hiệu quả môi trường của từng hộ được tính dựa vào công thức (14) và kết quả của bảng 1 và bảng 2.

Từ kết quả Bảng 3 cho thấy hiệu quả môi trường sẽ luôn nhỏ hơn hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra và hai loại hiệu quả phân bố độc lập nhau. Hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra trung bình của 10 hộ là 93,16%, có nghĩa là ở mức đầu vào hiện tại nông hộ có thể tăng thêm được khoảng 7% đầu ra. Hiệu quả môi trường trung bình của 10 hộ là 77,70%, kết quả này cho thấy nông hộ có thể giảm được khoảng 22% tổng đầu vào là phân bón và thuốc trừ sâu mà vẫn giữ được mức đầu ra hiện tại.

#### 4. KẾT LUẬN

Cách tiếp cận hàm giới hạn sản xuất ngẫu nhiên dưới dạng hàm translog là một trong những phương pháp có độ tin cậy cao trong việc mô tả công nghệ của hoạt động sản xuất thông qua mối tương quan giữa đầu vào và đầu ra. Phương pháp này có thể tách được những tác động nhiễu trong quá trình tính hiệu quả kỹ thuật nên kết quả mang tính chất thực tiễn và ứng dụng cao. Hiệu quả môi trường hay khả năng giảm các đầu vào gây ảnh hưởng xấu đến môi trường trong khi giữ cố định các đầu vào khác và đầu ra là một chỉ tiêu đầy hứa hẹn giúp cho nhà sản xuất, người tiêu dùng và nhà làm chính sách có căn cứ thực tiễn để có những giải pháp và can thiệp phù hợp nhằm đảm bảo hài hòa quá trình phát triển và bảo vệ môi trường. Dựa trên số liệu về sản xuất lúa của 199 hộ tại tỉnh An Giang được điều tra năm 2014, kết quả tính toán cho thấy hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra trung bình của 10 hộ là 93,16% và hiệu quả môi trường là 77,70%. Hiệu quả môi trường luôn nhỏ hơn so với hiệu quả kỹ thuật định hướng đầu ra và hai chỉ tiêu hiệu quả này phân bố độc lập nhau.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aigner, Dennis, Lovell, C A, amp, and Schmidt, Peter (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1): 21-37.
- Can, Nguyen Duy (2014). Understanding "linkage together the four houses" in rice production and commerce: A case study of An Giang Province, Viet Nam and lessons learnt from Chiba Prefecture, Japan. Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization.
- Coelli, Timothy J, Rao, Dodla Sai Prasada, O'Donnell, Christopher J, and Battese, George Edward (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*: Springer.
- Dung, Nguyen Huu, and Dung, Tran Thi Thanh (1999). Economic and health consequences of pesticide use in paddy production in the Mekong Delta, Viet Nam: Economy and environment program for Southeast Asia (EEPSEA).
- Farrell, Michael James (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, pp. 253-290.
- Heong KL, Hardy B, editors (2009). *Planhoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, p. 460.
- Jondrow, James, Knox Lovell, CA, Materov, Ivan S, and Schmidt, Peter (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of econometrics*, 19(2): 233-238.
- Khai, Huynh Viet, and Yabe, Mitsuyasu (2011). Technical efficiency analysis of rice production in Viet Nam. *Journal of ISSAAS*, 17(1): 135-146.
- Kompas, Tom (2004). *Market Reform, Productivity and Efficiency in Vietnamese Rice Production*. International and Development Economics Working Paper 04-4
- Kumbhakar, Subal C, and Lovell, CA Knox (2003). *Stochastic frontier analysis*: Cambridge University Press.
- pingali, Prabhu L, and Xuan, Vo-Tong (1992). Viet Nam: Decollectivization and rice productivity growth. *Economic development and cultural change*, pp. 697-718.
- Reinhard, Stijn, Knox Lovell, CA, and Thijssen, Geert J (2000). Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA. *European Journal of Operational Research*, 121(2): 287-303.

Ứng dụng phương pháp phân tích giới hạn sản xuất ngẫu nhiên để đo lường hiệu quả môi trường của hoạt động sản xuất nông nghiệp

Reinhard, Stijn, Lovell, CA Knox, and Thijssen, Geert (1999). Econometric estimation of technical and environmental efficiency: an application to Dutch dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 81(1): 44-60.

Reinhard, Stijn, and Thijssen, Geert (2000). Nitrogen efficiency of Dutch dairy farms: a shadow cost

system approach. *European Review of Agricultural Economics*, 27(2): 167-186.

Tu, V.H., Yabe, Mitsuyasu, Trang, N.T., and Khai, Huynh Viet (2015). Environmental Efficiency of Ecologically Engineered Rice Production in the Mekong Delta of Viet Nam. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*