

SỬ DỤNG CÔNG CỤ METAFRONTIER VÀ METATECHNOLOGY RATIO ĐỂ MỞ RỘNG ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHÂN TÍCH MÀNG BAO DỮ LIỆU TRONG ĐÁNH GIÁ NĂNG SUẤT VÀ HIỆU QUẢ SẢN XUẤT

Quan Minh Nhật¹

ABSTRACT

This paper focuses to analyse the metafrontier technique and metatechnology ratio, which are applied to solve the limitation of the data envelopment analysis (DEA) approach. The advantage of these methods is to allow the technical efficiencies of the farm households can be compared not only with those of households within a farming pattern but also with those of households from other patterns. In order to help readers easily reach these techniques, the empirical study has been conducted with the data on inputs and outputs of 55 and 46 households who followed the pattern of three-rice monoculture and rotational crops with two-rice and one peanut crop per year, respectively, in Cau Ke district, Tra Vinh province. The empirical results indicate that the households followed the pattern of three-rice monoculture are more technically efficient than those applied the other.

Keywords: *Metafrontier, group frontier, metatechnology ratio, DEA model, technical efficiency*

Title: *Using the Metafrontier technique and metatechnology ratio for extension of application of the DEA model in measurement of productivity and efficiency*

TÓM TẮT

Bài viết tập trung phân tích kỹ thuật xây dựng biên sản xuất chung (metafrontier) và tỷ số siêu kỹ thuật (metatechnology ratio) để khắc phục hạn chế của mô hình phân tích màng bao dữ liệu (DEA). Phương pháp này không những cho phép so sánh hiệu quả kỹ thuật của hộ sản xuất với những hộ trong cùng mô hình mà còn cho phép so sánh với những hộ ở các mô hình khác nhau. Nhằm giúp người đọc dễ dàng tiếp cận, một nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện với dữ liệu thu thập từ 55 hộ sản xuất theo mô hình độc canh ba vụ lúa và 46 hộ ứng dụng mô hình sản xuất luân canh hai vụ lúa một vụ đậu phộng tại huyện Cầu Kè, tỉnh Trà Vinh. Kết quả ước lượng chỉ ra rằng hộ sản xuất theo mô hình độc canh lúa đạt hiệu quả kỹ thuật cao hơn so với hộ ứng dụng mô hình luân canh.

Từ khóa: *Biên sản xuất chung, biên sản xuất theo nhóm, tỷ số siêu kỹ thuật, mô hình DEA, hiệu quả kỹ thuật*

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Năng suất và hiệu quả sản xuất được ước lượng và đánh giá dựa vào hai phương pháp tiếp cận chủ yếu: phương pháp tham số và phương pháp phi tham số². Phương pháp tham số dựa vào lý thuyết thống kê và/ hoặc kinh tế lượng (statistics/econometrics) để đánh giá trong khi phương pháp phi tham số dựa vào chương trình tuyến tính toán học. Phương pháp tham số được biết đến rộng rãi với tên gọi

¹ Khoa Kinh tế - Quản trị kinh doanh, Trường Đại học Cần Thơ

² Một vài sách sử dụng thuật ngữ “deterministic approach” thay cho “non-parametric approach”

phương pháp ước lượng biên ngẫu nhiên trong khi phương pháp phi tham số được các nhà nghiên cứu sử dụng với tên gọi phương pháp phân tích màng bao (bọc) dữ liệu (data envelopment analysis - DEA).

Trong những thập niên gần đây, DEA¹ được xem là một phương pháp hữu ích trong đánh giá năng suất và hiệu quả sản xuất vì những ưu điểm của nó. Thế nhưng, ngoài những ưu điểm, người sử dụng DEA trong nghiên cứu thường gặp phải những hạn chế². Hạn chế lớn nhất của DEA là chỉ cho phép người nghiên cứu so sánh hiệu quả của những đơn vị sản xuất trong cùng một mẫu/ tổng thể nghiên cứu. Điều này có nghĩa là hiệu quả sản xuất của một đơn vị không thể so sánh với hiệu quả của những đơn vị trong mẫu/ tổng thể khác.

Trong thực tế, có rất nhiều nghiên cứu cần thiết phải so sánh hiệu quả sản xuất của các đơn vị giữa các mẫu/ tổng thể khác nhau. Ví dụ như: so sánh hiệu quả của nhóm các ngân hàng quốc doanh và ngoài quốc doanh, so sánh hiệu quả sản xuất của mô hình lúa độc canh và luân canh lúa-màu,...

Để khắc phục hạn chế trên, mục tiêu của nghiên cứu tập trung giới thiệu mô hình metafrontier (MF) và công cụ metatechnology ratio (MTR) như một giải pháp để mở rộng ứng dụng của mô hình DEA trong đánh giá năng suất và hiệu quả sản xuất. Ngoài ra, một nghiên cứu thực nghiệm ứng dụng các công cụ trên được thực hiện đối với hai mô hình sản xuất (sản xuất lúa độc canh ba vụ lúa và luân canh lúa-đậu phộng-lúa) cũng được trình bày trong bài viết.

2 MÔ HÌNH PHÂN TÍCH MÀNG BAO DỮ LIỆU (DEA), CÔNG CỤ METAFRONTIER (MF) VÀ METATECHNOLOGY RATIO (MTR)

2.1 Mô hình DEA

DEA là phương pháp tiếp cận ước lượng biên. Tuy nhiên, khác với phương pháp phân tích biên ngẫu nhiên (Stochastic Frontier) sử dụng phương pháp kinh tế lượng, DEA dựa vào kỹ thuật chương trình tuyến tính toán học (mathematical linear programming) để ước lượng cận biên sản xuất.

Theo C. A. Lovell *et al.* (1993) and T. Coelli *et al.* (2005), hiệu quả kỹ thuật (technical efficiency, TE) được đo lường bởi mô hình phân tích màng bao dữ liệu trên cơ sở định hướng dữ liệu đầu vào theo biên cố định do quy mô (the Constant Returns to Scale Input-Oriented DEA Model, CRS-DEA Model³). Xét một tình huống có N đơn vị tạo quyết định (decision making unit-DMU), mỗi DMU sản xuất S sản phẩm bằng cách sử dụng M biến đầu vào khác nhau. Theo tình huống trên, để ước lượng TE, một tập hợp phương trình tuyến tính được xác lập và giải quyết cho từng DMU. Cụ thể để ước lượng TE cho *DMUp*, mô hình phân tích màng bao dữ liệu định hướng dữ liệu đầu vào theo quy mô cố định được định nghĩa như sau.

¹ DEA được phát triển đầu tiên bởi Farrell (1957), Charnes, Cooper and Rhod (1978) và Banber, Charnes and Cooper (1984).

² Tim Coelli *et al.*, 1998, 2005.

³ Tham khảo T. Coelli *et al.*, 2005.

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta_p, \lambda} \{\theta_p\} \\
 & \text{subject to:} \\
 & -y_{rp} + \sum_{i=1}^N \lambda_i y_{ri} \geq 0, \\
 & \theta_p x_{jp} - \sum_{i=1}^N \lambda_i x_{ji} \geq 0, \\
 & \lambda_i \geq 0, \forall i
 \end{aligned} \tag{1}$$

Trong đó: θ_p = giá trị hiệu quả kỹ thuật của DMU $_p$ đang đánh giá,
 i = 1 to N (số lượng DMU),
 r = 1 to S (số sản phẩm),
 j = 1 to M (số biến đầu vào),
 y_{ri} = lượng sản phẩm r được sản xuất bởi DMU thứ i ,
 x_{ji} = lượng đầu vào j được sử dụng bởi DMU thứ i ,
 λ_i = các biến đối ngẫu.

Việc ước lượng TE theo mô hình (1) có thể được thực hiện bởi nhiều phần mềm thống kê khác nhau. Tuy nhiên, để thuận tiện chúng ta sử dụng phần mềm DEAP¹ phiên bản 2.1 trong nghiên cứu.

2.2 Công cụ MF và MTR

Trong đánh giá năng suất và hiệu quả sản xuất bằng mô hình DEA², giá trị hiệu quả của từng đơn vị cụ thể trong mẫu quan sát được đo lường trên cơ sở so sánh hiệu quả thực tế của đơn vị đó với hiệu quả của những đơn vị có hoạt động sản xuất tốt nhất trong mẫu. Tập hợp những đơn vị có hiệu quả cao nhất sẽ hình thành nên biên sản xuất của mẫu. Dựa trên nguyên lý đo lường hiệu quả của DEA chúng ta thấy rằng hiệu quả của những đơn vị được đánh giá chỉ có thể so sánh được với hiệu quả của những đơn vị trong cùng một mẫu quan sát đang phân tích. Điều này có thể giải thích bởi vì mỗi nhóm quan sát đại diện cho những lĩnh vực khác nhau (ví dụ như nhóm các ngân hàng quốc doanh và nhóm ngoài quốc doanh hay nhóm hộ sản xuất độc canh 3 vụ lúa và nhóm hộ sản xuất luân canh lúa-màu) sẽ có những đặc điểm khác nhau và từ đó sẽ hình thành nên những biên sản xuất riêng biệt cho từng nhóm. Những biên sản xuất này được gọi là biên sản xuất của nhóm.

Thế nhưng trong rất nhiều nghiên cứu, ngoài việc so sánh hiệu quả sản xuất giữa các đơn vị trong cùng một nhóm, các nhà nghiên cứu muốn đánh giá và so sánh hiệu quả của các đơn vị trong những nhóm khác nhau nhưng có mối liên hệ với

¹ Tham khảo T. Coelli (1996), "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program", Coelli T. J. (8/96).

² Có thể tham khảo thông tin liên quan đến Mô hình DEA và những ứng dụng trong đánh giá năng suất và hiệu quả sản xuất trong các bài báo của cùng tác giả (Nhut, 2006, 2007, 2009).

nhau (ví dụ như nhóm các ngân hàng quốc doanh và nhóm ngoài quốc doanh hay nhóm hộ sản xuất độc canh 3 vụ lúa và nhóm hộ sản xuất luân canh lúa-màu). Trong trường hợp này mô hình DEA cơ bản sẽ gặp phải hạn chế như đã trình bày.

Để khắc phục hạn chế trên, các nhà nghiên cứu giả định rằng: các đơn vị trong những nhóm khác nhau ngoài việc có các đặc điểm riêng của nhóm, chúng còn có thể chia sẻ những vấn đề chung với nhau vì đây là những nhóm (tuy khác nhau) nhưng có mối liên hệ với nhau. Ví dụ như nhóm các ngân hàng quốc doanh và ngoài quốc doanh ngoài những đặc thù kinh doanh khác nhau, họ được chia sẻ về các chính sách hỗ trợ tín dụng chung của chính phủ cũng như cùng sử dụng chung hệ thống cơ sở hạ tầng phục vụ cho ngành ngân hàng. Điều này đồng nghĩa rằng ngoài việc các nhóm khác nhau (nhưng có mối liên hệ với nhau) có những biên sản xuất khác nhau, họ còn chia sẻ chung một biên sản xuất – biên sản xuất này được gọi là *biên sản xuất chung*. Biên sản xuất chung được định nghĩa như là biên giới hạn bao bọc tất cả các biên sản xuất riêng của các nhóm khác nhau (O' Donnell *et al.*, 2008).

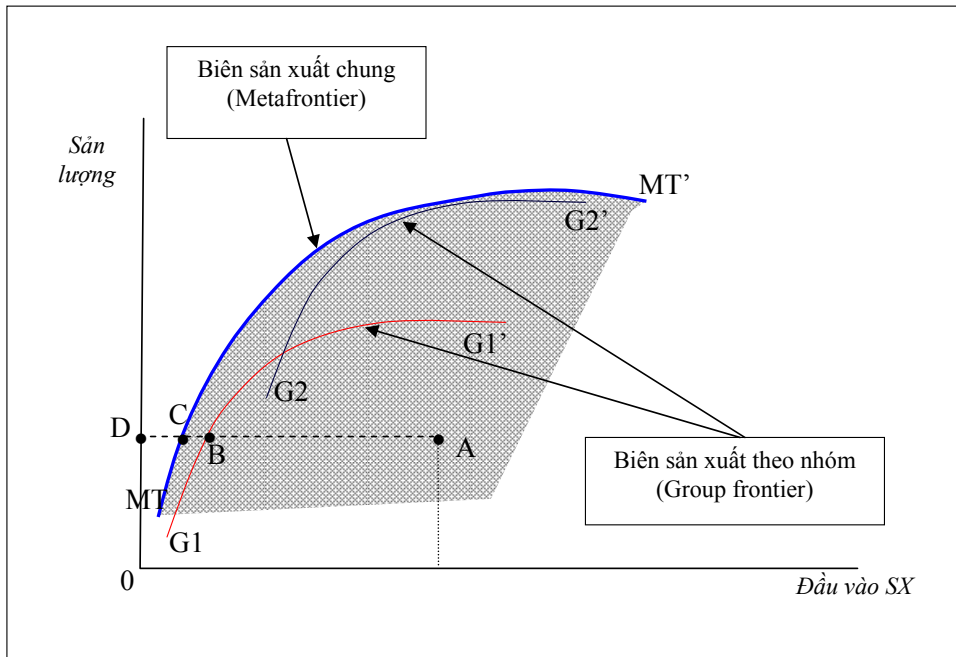
Dựa vào mô hình DEA cùng với kỹ thuật xây dựng biên sản xuất chung, hiệu quả sản xuất của các đơn vị sẽ được đánh giá và so sánh không những với các đơn vị khác trong cùng một nhóm mà còn có thể so sánh với các đơn vị trong các nhóm khác nhau. Điều này được thực hiện bằng cách tính toán và so sánh *tỷ số siêu kỹ thuật* (metatechnology ratio, MTR) của các nhóm với nhau. Tỷ số này được định nghĩa như sau¹.

$$MTR_i(x,y) = \frac{TE_i(x,y)}{TE_i^g(x,y)} \quad (2)$$

- Trong đó: - $MTR_i(x,y)$ là tỷ số siêu kỹ thuật của đơn vị sản xuất thứ i ;
 - $TE_i(x,y)$ là hiệu quả kỹ thuật được ước lượng trên cơ sở so sánh với biên sản xuất chung của tất cả các nhóm của đơn vị thứ i ;
 - TE_i^g là hiệu quả kỹ thuật được ước lượng trên cơ sở so sánh với biên sản xuất của nhóm g của đơn vị thứ i .

Việc so sánh hiệu quả kỹ thuật của những đơn vị trong các nhóm khác nhau sẽ được thực hiện trên cơ sở so sánh giá trị trung bình của MTR của các nhóm với nhau. Nhóm nào có giá trị trung bình MTR lớn hơn sẽ đạt hiệu quả kỹ thuật trung bình cao hơn. Hiệu quả kỹ thuật, biên sản xuất nhóm, biên sản xuất chung và tỷ số siêu kỹ thuật được minh họa bởi đồ thị sau.

¹ Tham khảo O' Donnell *et al.*, 2008.



Hình 1: Hiệu quả kỹ thuật, biên sản xuất nhóm, biên sản xuất chung và tỷ số siêu kỹ thuật

(Nguồn: O'Donnell et al., 2008)

Trong đồ thị trên, các biên sản xuất G1G1' and G2G2' tương ứng là biên sản xuất của các nhóm G1 và G2, trong khi biên sản xuất MTMT' là biên sản xuất chung cho cả hai nhóm G1 và G2. Xem xét đơn vị sản xuất A đang sản xuất tại điểm A như trên đồ thị chúng ta thấy rằng:

- A là một đơn vị sản xuất thuộc nhóm G1;
- Hiệu quả kỹ thuật của A ước lượng theo biên sản xuất của nhóm G1 (G1G1') được tính toán bởi tỷ số $\overline{DB}/\overline{DA}^1$;
- Hiệu quả kỹ thuật của A ước lượng theo biên sản xuất chung (MTMT') được tính toán bởi tỷ số $\overline{DC}/\overline{DA}^2$.

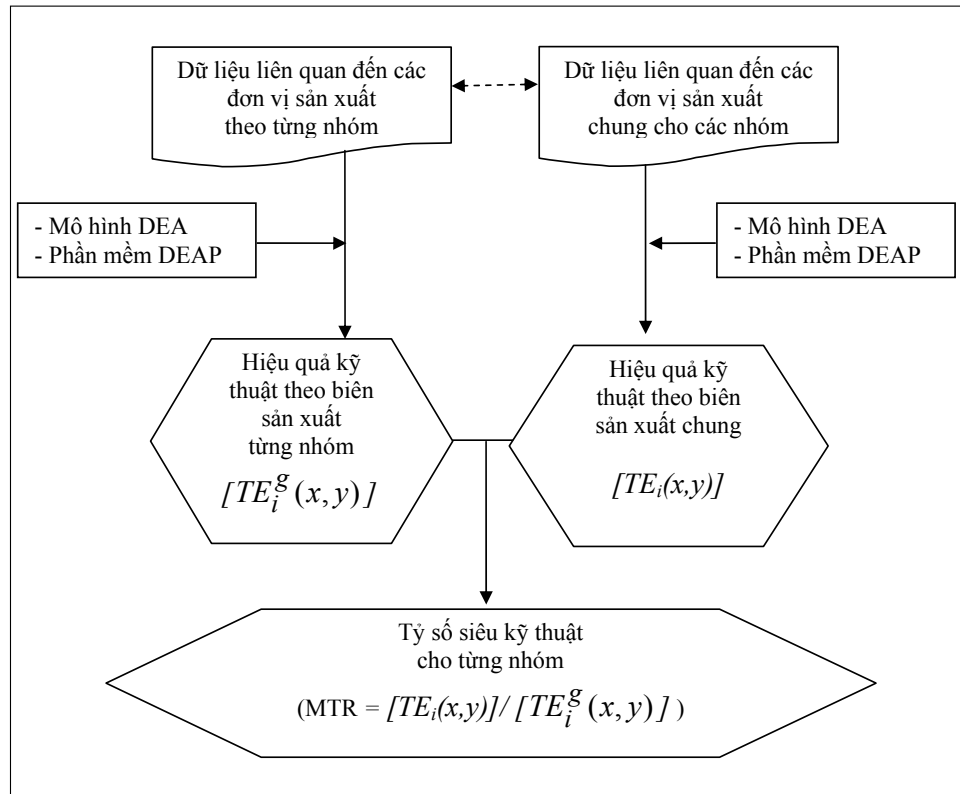
Sử dụng công thức (2), MTR của của đơn vị sản xuất A thuộc nhóm G1 sẽ được tính toán như sau:

$$MTR_A = \frac{\overline{DC}/\overline{DA}}{\overline{DB}/\overline{DA}} = \frac{\overline{DC}}{\overline{DB}} \quad (3)$$

Quy trình ước lượng và so sánh hiệu quả kỹ thuật của các đơn vị sản xuất với nhau có thể được minh họa như sơ đồ sau.

¹ Tham khảo T. Coelli et al., 2005.

² Tham khảo T. Coelli et al., 2005.



Hình 2: Quy trình tính toán tỷ số siêu kỹ thuật

3 NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

3.1 Mục tiêu

Nghiên cứu tập trung phân tích, đánh giá hiệu quả kỹ thuật của các hộ sản xuất của hai mô hình sản xuất: mô hình độc canh 3 vụ lúa/ năm và mô hình luân canh hai vụ lúa – một vụ đậu phộng/ năm. Ngoài việc ước lượng và so sánh hiệu quả sản xuất giữa các hộ sản xuất trong cùng mô hình, nghiên cứu sẽ so sánh hiệu quả sản xuất của những hộ trong hai mô hình sản xuất với nhau.

3.2 Dữ liệu phân tích

Số liệu thu thập bao gồm thông tin về tình hình sản xuất và những đặc điểm của mô hình sản xuất lúa truyền thống (lúa-lúa-lúa) và mô hình sản xuất luân canh lúa-màu (lúa-đậu phộng-lúa), bao gồm: sản lượng, diện tích canh tác, số lượng và giá cả của các nhân tố sản xuất; điều kiện kinh tế-xã hội; tình huống hiện tại và những kế hoạch ngắn và dài hạn đối với sản xuất và phát triển nông nghiệp.

Điều tra được thực hiện đối với hai nhóm hộ sản xuất theo hai mô hình lựa chọn: mô hình sản xuất lúa-lúa-lúa và mô hình sản xuất luân canh lúa-đậu phộng-lúa, và được thực hiện tại huyện Cầu Kè, tỉnh Trà Vinh. Một nhóm gồm 55 hộ sản xuất được chọn ngẫu nhiên đại diện cho những hộ sản xuất độc canh ba vụ lúa và một

nhóm 46 hộ đại diện cho nhóm hộ sản xuất theo mô hình lúa-đậu phộng-lúa trong năm sản xuất 2004/2005 ở huyện Cầu Kè, tỉnh Trà Vinh.

3.3. Kết quả phân tích

Bảng 1 trình bày kết quả ước lượng hiệu quả kỹ thuật của các hộ sản xuất theo hai mô hình canh tác. Chúng ta thấy rằng, hiệu quả kỹ thuật của các hộ sản xuất tương đối lớn. Hầu hết hộ sản xuất trong cả hai mô hình canh tác đều đạt hiệu quả trên 0.70. Trong đó, 49% và 54 % các hộ sản xuất tương ứng trong mô hình độc canh lúa và luân canh lúa – đậu phộng đạt hiệu quả tối đa (1.00). Nhìn chung, kết quả ước lượng cho thấy ở cả hai mô hình đa phần các hộ sản xuất đều nắm bắt được kỹ thuật sản xuất, có kinh nghiệm sản xuất và ứng dụng tốt những tiến bộ kỹ thuật vào sản xuất. Bình quân, hiệu quả kỹ thuật của các hộ độc canh lúa đạt 0.916 với độ lệch chuẩn và độ rộng tương ứng là 0.104 và 0.638-1.000. Đối với các hộ luân canh, hiệu quả kỹ thuật trung bình đạt 0.946 với độ lệch chuẩn là 0.074 và độ rộng của hiệu quả trong khoảng 0.768-1.000.

Bảng 1: Hiệu quả kỹ thuật của các hộ sản xuất theo mô hình canh tác

Giá trị hiệu quả	Hiệu quả kỹ thuật			
	Mô hình Độc canh ba vụ lúa		Mô hình Luân canh lúa – đậu phộng - lúa	
	Số hộ	%	Số hộ	%
1.00	27	49	25	54
0.90 – 0.99	9	16	8	17
0.80 – 0.89	10	18	10	22
0.70 – 0.79	7	13	3	7
0.60 – 0.69	2	4	0	0
< 0.60	0	0	0	0
Trung bình	0.916		0.946	
Nhỏ nhất	0.638		0.768	
Lớn nhất	1.000		1.000	
Độ lệch chuẩn	0.104		0.074	
Tổng số hộ	55		46	

Nguồn: Ước lượng từ số liệu điều tra, sử dụng phần mềm DEAP phiên bản 2.1.

Tuy nhiên, kết quả ước lượng trên chỉ cho chúng ta biết được hiệu quả và sự phân phối hiệu quả của các hộ trong cùng một mô hình sản xuất. Hay nói khác hơn, chúng ta chỉ có thể đánh giá và so sánh hiệu quả giữa các hộ sản xuất trong cùng mô hình sản xuất.

Để có thể ước lượng và so sánh hiệu quả của hộ sản xuất trong mô hình độc canh ba vụ lúa với hiệu quả của hộ sản xuất theo mô hình luân canh lúa-đậu phộng-lúa, chúng ta phải tính toán hiệu quả kỹ thuật của các hộ sản xuất theo biên sản xuất chung cho cả hai mô hình (metafrontier) và xác định tỷ số siêu kỹ thuật (MTR) của các hộ sản xuất trong từng mô hình theo công thức (2).

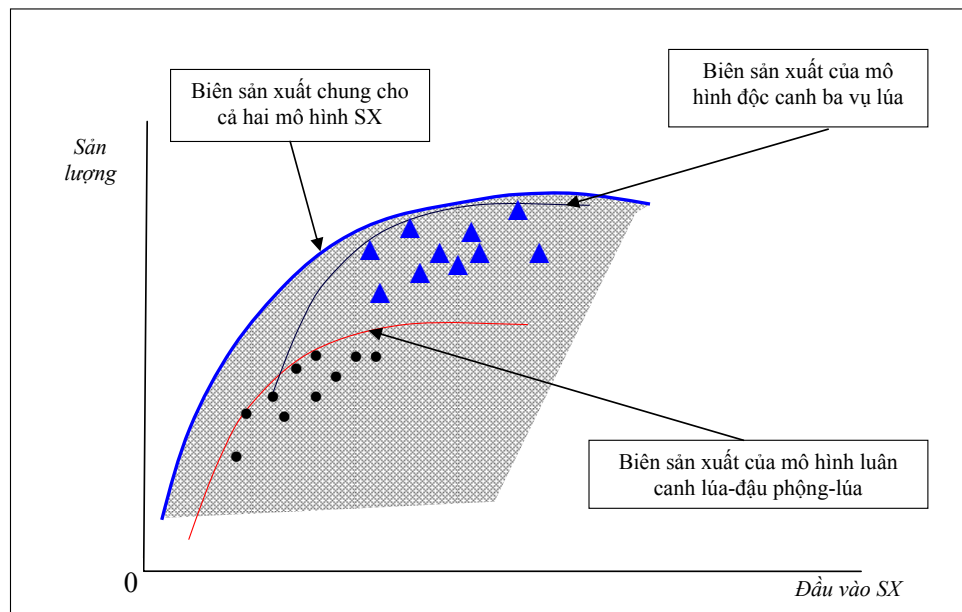
Dựa vào kết quả ước lượng và tính toán trình bày trong Bảng 2, chúng ta thấy rằng tỷ số siêu kỹ thuật bình quân (mean MTR) của các hộ sản xuất theo mô hình độc canh lúa cao hơn so với các hộ ứng dụng mô hình luân canh. Kết quả tính toán chỉ ra rằng: bình quân các hộ sản xuất theo mô hình độc canh ba vụ lúa đạt hiệu quả kỹ thuật cao hơn so với các hộ áp dụng mô hình luân canh lúa-đậu phộng-lúa.

Bảng 2: Tỷ số siêu kỹ thuật trung bình (mean MTR) theo mô hình canh tác

Mô hình canh tác	Hiệu quả kỹ thuật bình quân theo biên sản xuất riêng	Hiệu quả kỹ thuật bình quân theo biên sản xuất chung	Tỷ số siêu kỹ thuật bình quân (mean MTR)
Độc canh ba vụ lúa	0.916	0.915	0.999
Luân canh lúa - đậu phộng - lúa	0.946	0.895	0.946

Nguồn: Tổng hợp từ kết quả ước lượng của phần mềm DEAP phiên bản 2.1.

Chúng ta nhận thấy rằng, nếu quan sát khách quan thì các hộ sản xuất theo mô hình luân canh đạt giá trị hiệu quả kỹ thuật bình quân theo biên sản xuất riêng cao hơn so với các hộ sản xuất của mô hình độc canh lúa. Thế nhưng, theo kết quả tính toán MTR đã chỉ ra kết quả ngược lại. Điều này phản ánh các hộ sản xuất đạt hiệu quả tối ưu trong mô hình luân canh (hiệu quả kỹ thuật = 1.00) có giá trị hiệu quả *thấp tương đối* so với các hộ sản xuất đạt hiệu quả tối ưu trong mô hình độc canh lúa (hiệu quả kỹ thuật = 1.00). Hay nói khác hơn là *vị trí* (kỹ thuật sản xuất) của các hộ sản xuất theo mô hình luân canh mặc dù tập trung gần với biên sản xuất riêng của nó (giá trị bình quân hiệu quả kỹ thuật cao), thế nhưng khoảng cách giữa biên sản xuất riêng với biên sản xuất chung xa hơn khoảng cách giữa biên sản xuất riêng của các hộ sản xuất theo mô hình độc canh với biên sản xuất chung. Đặc điểm sản xuất và khoảng cách giữa biên sản xuất riêng của hai mô hình và biên sản xuất chung được minh họa như trong hình 3.



Hình 3: Biên sản xuất riêng theo nhóm và biên sản xuất chung của hai mô hình SX

4 KẾT LUẬN

Bài viết tập trung phân tích và chỉ ra những hạn chế khi sử dụng phương pháp DEA trong đánh giá năng suất và hiệu quả sản xuất trong trường hợp cần so sánh mức hiệu quả giữa các nhóm mẫu có liên quan. Trên cơ sở đó, bài viết giới thiệu công cụ *biên sản xuất chung* và *tỷ số siêu kỹ thuật* để khắc phục những hạn chế vừa đề cập của mô hình DEA.

Ngoài ra, hiệu quả kỹ thuật của các hộ sản xuất theo mô hình sản xuất ba vụ lúa liên tục và mô hình luân canh hai vụ lúa một vụ đậu phộng được tính toán và so sánh trong nghiên cứu. Kết quả ước lượng chỉ ra rằng hiệu quả kỹ thuật bình quân của các hộ sản xuất theo mô hình độc canh ba vụ lúa cao hơn so với các hộ sản xuất ứng dụng mô hình luân canh hai vụ lúa một vụ đậu phộng tại huyện Cầu Kè, tỉnh Trà Vinh năm 2005.

Kết quả nghiên cứu đã phần nào hỗ trợ thông tin cho chính quyền địa phương, các đơn vị nông nghiệp và khuyến nông địa phương trong hoạt động tư vấn và định hướng chính sách chuyển đổi các mô hình canh tác giữa luân canh và độc canh lúa truyền thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abay Mulatu (2005), "Efficiency among Private Railway Companies in a weakly Regulated System: The Case of Britain's Railways in 1893-1992". Working paper No. 08/05.
- Boris E.Bravo-Ureta;Antonio E.Pinheiro (1997), "Technical, Economic, and Allocative Efficiency in peasant farming: evidence from the Dominican Republic". The Developing Economics, XXXV-1 (March 1997): 48-67.
- Broeck J. Van Den (1995), On the Relative Efficiency of Firms: A Frontier Production Function Approach, Department of Applied Economics, University of Antwerp.
- Charnes, A. and William Cooper (1994), Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications, Kluwer Academic Publishers, 23-47.
- Charnes, A., W.W. Cooper and E. Rhodes (1978), 'Measuring the Efficiency of Decision Making Units', European Journal of Operational Research, 2, 429-444.
- Chavas, J.P., R. Petrie, and M. Roth (2005), 'Farm Household Production Efficiency: Evidence from The Gambia', American Journal of Agricultural Economics 87 (1), 160-179.
- Coelli T. J. (1996), A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. Center for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia.
- Coelli T. J., D. S. P. Rao, O'Donnell C. J., G. E. Battese (2005), "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis". Second Edition, Kluwer Academic Publishers, Chapter 8, 9, 10.
- Daehoon Nahm and Niramon Sutummakid (2003), "Efficiency of Agricultural Production in the Central Region of Thailand". Macquarie University.
- G. E. Battese and T. J. Coelli (1995) "A model for technical inefficiency effects". Economics, Volume 20, 325-332.
- Krasachat, W. (2001b.), 'Performance measurement of the Thai oil palm farms: a non-parametric approach', Songklanakarin Journal of Science and Technology 23(Suppl.), 763-69.

- Krasachat, W. (2004b.), 'Technical efficiencies of rice farms in Thailand: a non-parametric approach', *The Journal of American Academy of Business, Cambridge* 4(1), 64-69.
- O'Donnell, C.J., D.S.P. Rao and G.E. Battese (2008), 'Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios', *Empirical Economics*, 34:231-255.
- Quan Minh Nhựt, "Phân tích hiệu quả kỹ thuật (Technical Efficiency) của mô hình độc canh ba lúa và luân canh hai lúa một màu tại Huyện Chợ Mới-An Giang năm 2004-05", *Tạp chí Nghiên cứu khoa học - Đại học Cần Thơ*, số 6-2006.
- Quan Minh Nhựt, "Phân tích lợi nhuận (Profitability) và hiệu quả theo quy mô sản xuất (Scale Efficiency) của mô hình độc canh ba vụ lúa và luân canh hai lúa một màu tại Chợ Mới – An Giang năm 2005", *Tạp chí Nghiên cứu khoa học - Đại học Cần Thơ*, số 7-2007.
- Quan Minh Nhựt, "Allocation and cost efficiency analysis of selected farming patterns within and outside boundary irrigated systems in Tri Ton and Cho Moi district, An Giang province (Mekong River Delta, Vietnam)", *CAS Discussion paper No 54, October 2007*.
- Quan Minh Nhựt, "Phân tích hiệu quả kỹ thuật (Technical Efficiency), hiệu quả phân phối nguồn lực (Allocative Efficiency) và hiệu quả sử dụng chi phí (Cost Efficiency) của doanh nghiệp chế biến thủy sản và xay xát lúa gạo ở đồng bằng sông Cửu Long năm 2007", *Tạp chí Nghiên cứu khoa học - Đại học Cần Thơ*, số 12-2009.