

วิธีวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิตผลผลิตทางการเกษตร ด้วยตัวแบบการวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม

Technical Efficiency Approach of Agricultural Producers by Stochastic Frontier Analysis

ปิยะวิทย์ ทิพรส¹

Piyavit Thipbharos

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอความสำคัญและวิธีการศึกษาการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตผลผลิตทางการเกษตรแบบมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตด้วยตัวแบบการวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม (SFA) ประสิทธิภาพทางเทคนิคมีความสำคัญที่จะทำให้เกิดการผกผันกันของนักวิจัยและ/หรือนักขับเคลื่อนนโยบายทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาและประเทศพัฒนาแล้ว นิยมใช้ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะการผลิตข้าวหรือผลิตผลอื่นๆ เนื่องจากมีผลต่อการเติบโตทางด้านการผลิตภาพการผลิตข้าวของประเทศ ประสิทธิภาพการผลิตถูกนำเสนอตามแนวคิดของ Farrell (1957) ทั้งนี้ ในส่วนของประสิทธิภาพทางเทคนิคแบบมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิต Farrell อธิบายว่าเป็นความสามารถของผู้ผลิตในการใช้ปัจจัยการผลิตหรือเทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่ให้น้อยที่สุดเพื่อผลิตผลผลิตให้ได้สูงสุดที่เป็นไปได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ สามารถใช้ปัจจัยการผลิตน้อยแต่ได้ผลผลิตมาก จากแนวคิดของ Farrell นำไปสู่การกำหนดค่าระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค 2 แบบ คือ (1) แบบพาราเมตริก ซึ่งเป็นเทคนิคทางเศรษฐมิติที่ใช้การประมาณค่าขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่มด้วยตัวแบบ SFA ร่วมกับตัวแบบอิทธิพลความไม่มีประสิทธิภาพ (IEM) (2) แบบนอนพาราเมตริก ซึ่งเป็นเทคนิคการวัดด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยตัวแบบ DEA สำหรับเครื่องมือวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิตผลผลิตทางการเกษตรในระดับสากล ตัวแบบ SFA จะได้รับ

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำกลุ่มวิชาการประกอบอาหารเพื่อสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยบูรพา หนองคาย

Assistant Professor, Major of Science Program in Culinary for Health, College of Integrative Medicine, Dhurakij Pundit University

ความนิยมมากที่สุด เนื่องจากสามารถวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ในช่วงการผลิต ไม่ว่าจะเป็นความคลาดเคลื่อนจากตัวผู้ผลิตหรือความคลาดเคลื่อนจากภายนอกที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อขอบเขตผลผลิตทั้งสิ้น

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพการผลิต ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค ผลผลิตทางการเกษตร ฟังก์ชันขอบเขตผลผลิต การวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม ตัวแบบอิทธิพลความไม่มีประสิทธิภาพ

Abstract

The purpose of this article is to present the crucial role and studying approach of agricultural produce input-saving oriented technical efficiency measurement by stochastic frontier analysis ; SFA . They have been widely collaborated by both researchers and policy makers around the globe. Measurement of technical efficiency (*TE*) score in agricultural produce namely rice and others have received particular attention in developing and developed countries because of the importance of productivity growth in country rice production . The concept of production efficiency as proposed by Farrell (1957) describes a measure of input-saving oriented technical efficiency. In addition, Farrell defined *TE* as the producer's ability to produce maximum output given a set of input bundles and technology. Farrell's definition illustrated above led to the development of methods for estimating the *TE* score of producer. Two quantitative approaches are developed to conceptualize Farrell's definition of efficiency measurement of unobservable frontier that is parametric based on the econometric estimation of the production frontier (one step simultaneously stochastic frontier analysis incorporated with inefficiency effect model ; IEM) and non-parametric based on the linear programming techniques (Data envelopment analysis (DEA) model). Most of the cited studies employed SFA by the fact that the technique is capable of capturing technical inefficiency (*TI*) in the production process, measurement error as well as other statistical noise effecting the shape and position of the producer's frontier production.

Keywords: Production efficiency, Technical efficiency score, Agricultural produce, Frontier production function, Stochastic frontier analysis (SFA, Inefficiency effect model (IEM)

1

บทนำ

การวัดประสิทธิภาพการผลิต (Production efficiency measurement) ของผู้ผลิตในภาคการเกษตรไม่ใช่ข้อเท็จจริงใหม่ แต่มีความสำคัญและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับสากล มีผลการวิจัยเชิงประจักษ์มากมายที่เกิดจากความร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยและนักขับเคลื่อน

นโยบายของแต่ละประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศที่พัฒนาแล้ว นิยมนำระดับประสิทธิภาพการผลิต (Production efficiency score) เป็นมาตรวัดความสามารถของผู้ผลิตในด้านการลดต้นทุนและการเพิ่มขึ้นของผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ (Ogundari et al., 2010; Rhaman & Barmon, 2015)

การวัดประสิทธิภาพการผลิตถูกนำเสนอโดย Farrell (1957) ซึ่งได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต ทั้งนี้ในทางเศรษฐศาสตร์ คำว่า“ผู้ผลิต” จะเรียกว่า“หน่วยผลิตหรือหน่วยตัดสินใจ” (Decision making units; DMUs) ที่ดำเนินการผลิตภายใต้ข้อสมมติทางสถิติของฟังก์ชันผลผลิตที่มีลักษณะให้ผลตอบแทนต่อการขยายขนาดการผลิตคงที่ (Constant return to scale) หรือ CRS และข้อสมมติการทดแทนกันของปัจจัยการผลิตได้ (Battest, 1992; Ogundari et al., 2010) ทั้งนี้การวัดประสิทธิภาพการผลิตประกอบด้วย 3 ประสิทธิภาพ ดังนี้

(1) **ประสิทธิภาพทางเทคนิค** (Technical efficiency) หรือค่า *TE* หมายถึง ประสิทธิภาพแสดงความสามารถของผู้ผลิตในการเพิ่มผลผลิตให้ได้มากที่สุดภายใต้ความเป็นไปได้ของระดับปัจจัยการผลิตที่มี (Output-increasing oriented technical efficiency) หรือการวัดความสามารถของผู้ผลิตในการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ให้น้อยที่สุดสำหรับการผลิตระดับผลผลิตจำนวนคงที่ที่กำหนด (Input-saving oriented technical efficiency) (Farrell, 1957; Tzouvelekas et al., 2002; Coelli et al., 2005; Backman et al., 2012; Rhaman, 2013) ทั้งนี้ เราจะทราบว่าผู้ผลิตมีค่า *TE* แบบมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีระดับน้อยที่สุดหรือมุ่งเน้นผลผลิตระดับสูงสุดที่เป็นไปได้ นั่น Farrell (1957) เสนอแนะว่าสามารถทำนายได้จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนต่อ

การขยายขนาดการผลิต (Return to scale) หรือ ค่า RTS (Ogundari et al., 2010; Rhaman & Barmon, 2015)

(2) ประสิทธิภาพทางจัดสรรปัจจัยการผลิตหรือประสิทธิภาพด้านราคาปัจจัยการผลิต (Allocative efficiency) หรือค่า AE หมายถึง ประสิทธิภาพที่แสดงความสามารถของผู้ผลิตในการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดในสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ราคาของปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ผู้ผลิตกำลังเผชิญ (Farrell, 1957; Kumbhakar & Lovell, 2000; Tzouvelekas et al., 2002; Coelli et al., 2005; Rhaman, 2013)

(3) ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic efficiency) หรือค่า EE หมายถึง ประสิทธิภาพที่แสดงความสามารถของผู้ผลิตในการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนน้อยที่สุดและทำให้เกิดต้นทุนการผลิตต่ำสุดจากผลผลิตที่กำหนดให้จำนวนคงที่ค่าหนึ่ง (Farrell, 1957; Kumbhakar & Lovell, 2000; Tzouvelekas et al., 2002; Coelli et al., 2005; Rhaman, 2013)

สำหรับบทความนี้จะนำเสนอเทคนิคการวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค หรือค่า TE score ของผู้ผลิตผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะการผลิตข้าว ซึ่งจะเริ่มจากการอธิบายแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตรวม วิธีวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค ตัวแบบการวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม (Stochastic frontier analysis; SFA) ตัวแบบอิทธิพลความไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficiency effect model; IEM) ในช่วงท้ายจะเป็นข้อสรุปและเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์สามารถนำไปประยุกต์และ/หรือศึกษาช่องว่างการวิจัยเพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดนโยบาย สำหรับการเพิ่มระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคให้แก่ผู้ผลิตผลผลิตในภาคการเกษตรของไทย ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหนึ่งของความมั่นคงด้านอาหาร (Food security) (Majumder et al., 2016)

2

แนวคิดการวัด ประสิทธิภาพการ ผลิต

ดังที่ได้กล่าวข้างต้นว่า Farrell (1957) เป็นผู้นำเสนอแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตแบบมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิต (Input-saving oriented technical efficiency) แสดงถึง ภาพที่ 1 โดยสมมติว่าผู้ผลิตมีการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่จำนวน 2 ชนิด (X_1, X_2) เพื่อผลิตผลผลิต (Y) จำนวนคงที่ที่

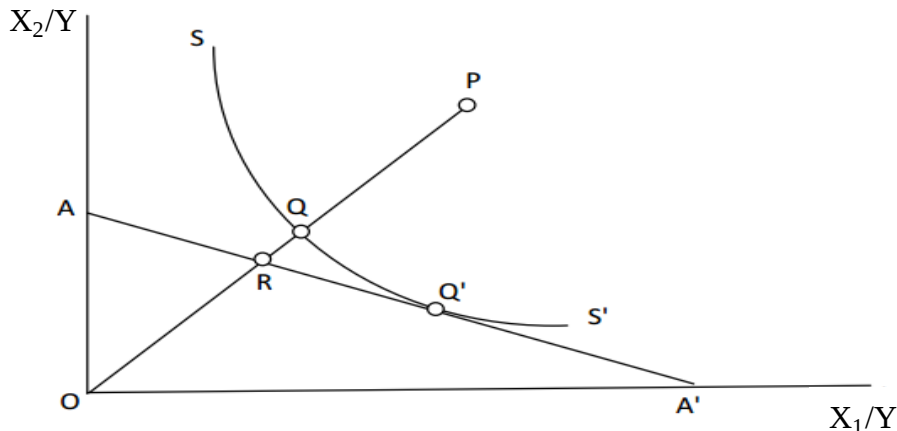
กำหนด โดยให้เส้นผลผลิตเท่ากันจำนวนหนึ่งหน่วย (Unit isoquant) (SS') เส้นนี้จะแสดงความเป็นไปได้สำหรับวัดค่า TE ตลอดทั้งเส้น ทุกจุดบนเส้นผลผลิตเท่ากัน

ผู้ผลิตจะทำการผลิตภายใต้ค่า TE score เท่ากัน หมายถึง ทุกจุดบนเส้นนี้ผู้ผลิตจะใช้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำที่สุดที่เป็นไปได้สำหรับการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่งหน่วย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ณ ระดับปัจจัย X_1 ที่กำหนดให้ในการผลิตผลผลิตจำนวน 1 หน่วยจะมีการใช้ X_2 เป็นจำนวนน้อยที่สุด หรือในทางกลับกัน ณ ระดับ X_2 ที่กำหนดให้ในการผลิตผลผลิตจำนวน 1 หน่วยจะมีการใช้ X_1 เป็นจำนวนน้อยที่สุด เช่นเดียวกัน

เส้น AA' คือ เส้นค่าใช้จ่ายรวม (Isocost) ในการผลิตผลผลิต 1 หน่วย โดยมีความชัน (Slope) เท่ากับอัตราส่วนของราคาปัจจัยการผลิตทั้งสองชนิด ส่วนจุด Q และจุด P หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลผลิตจำนวน 1 หน่วยที่สูงขึ้นตามลำดับ จุด Q คือ จุดที่มีค่า TE จุดหนึ่ง เนื่องจากอยู่บนเส้น SS' ซึ่งจุด Q นี้เพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวน 1 หน่วย ผู้ผลิตจะต้องใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน OX_1 และ OX_2 หน่วย ขณะที่จุด P คือ จุดที่ไม่มีค่า TE (หรือมีค่า $1-TE$) เนื่องจากจุดนี้อยู่นอกเส้น SS' ดังนั้น การผลิตที่จุด P เพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวน 1 หน่วยผู้ผลิตจะต้องใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน OX_1 และ OX_2 ที่เพิ่มขึ้นเพื่อผลิตให้ได้ผลผลิตจำนวน 1 หน่วย นอกจากนี้จาก ภาพ 1 จะเห็นอีกว่า การวัดค่า TE ที่จุด Q จะวัดด้วยอัตราส่วน OQ/OP แสดงดังสมการที่ (1)

$$TE(OQ/OP) = 1 - (QP/OP) \quad (0 \leq TE \leq 1) \quad (1)$$

ซึ่งค่า TE ที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0 และ 1.0 เช่น ผู้ผลิตรายหนึ่งมีค่า TE score 0.88 หมายถึง ผู้ผลิตรายนี้มีค่า TE ร้อยละ 88 ซึ่งสามารถเพิ่มค่า TE ได้อีกร้อยละ 22 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งผู้ผลิตมีระดับความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical inefficiency score) หรือ ค่า TI ร้อยละ 22 ถ้าค่า TE score เท่ากับ 1.0 หมายถึง ผู้ผลิตรายนี้มีระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุดที่เป็นไปได้ (Full TE score) ซึ่งจาก ภาพ 1 หมายถึงที่จุด Q นั่นคือ สอดคล้องกับการอธิบายของ Farrell (1957) ที่กล่าวว่า ถ้าสมมุติว่าจุด P มาที่จุด Q ที่อยู่บนเส้น SS' จะได้อัตราส่วนนี้ เท่ากับ 1.0 หมายความว่า ผู้ผลิตรายนี้มีค่า TE score ร้อยละ 100 แสดงว่าผู้ผลิตมีค่า TE สูงสุดที่เป็นไปได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ผู้ผลิตรายนี้มีคะแนนประสิทธิภาพ เท่ากับ 1.0 ซึ่งในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยากหรือแทบเป็นไปไม่ได้เลย



ภาพ 1 Technical and allocative efficiency

ที่มา: Farrell (1957); Coelli et al. (2005)

จากภาพ 1 ข้างต้นจะพบอีกว่า ถ้าจุด P อยู่ห่างไกลออกไปจากเส้น SS' มากเท่าใดอัตราส่วนนี้จะเข้าใกล้ศูนย์มากขึ้น หมายความว่าผู้ผลิตอาจมีค่า TE ลดลงมากขึ้นเนื่องจากอาจเป็นได้ว่า ณ จุดนี้มีการใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม ขณะที่จุด Q เป็นจุดที่ผู้ผลิตมีค่า TE แต่ไม่ใช่จุดที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ นั่นคือ ระหว่างจุด Q และ Q' ต่างอยู่บนเส้น SS' ซึ่งแสดงถึงจุดที่ผู้ผลิตมีค่า TE ด้วยกันทั้งคู่ แต่จุด Q' เป็นจุดที่สัมผัสกับเส้นค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าการผลิตสำหรับผลผลิตจำนวน 1 หน่วย โดยใช้ปัจจัยการผลิต ที่จุด Q' จึงทำให้ผู้ผลิตเสียต้นทุนการผลิตต่ำกว่าจุด Q และเป็นจุดเสียต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดด้วย เนื่องจากเป็นจุดที่สัมผัสกับเส้นค่าใช้จ่ายเส้นที่ต่ำที่สุด ดังนั้น การผลิตที่จุด Q' จึงเป็นจุดที่ผู้ผลิตมีทั้งประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพการจัดสรรปัจจัยการผลิต

Farrell (1957) ยังอธิบายว่าการวัดค่า AE ที่จุด Q ซึ่งหาได้โดยใช้อัตราส่วนของ OR/OQ แสดงถึงสมการที่ (2) ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 1.0 ส่วนที่จุด Q' มีค่า AE เท่ากับ OQ'/OP ซึ่งเท่ากับ 1.0 แสดงว่าผู้ผลิตมีค่า AE สูงสุดที่เป็นไปได้สามารถอธิบายได้ว่าถ้าอัตราส่วนราคาของปัจจัยการผลิตทั้งสองสามารถแสดงโดยความชันของเส้นต้นทุนเท่ากับ AA' (Isocost) ดังนั้น การวัดค่า AE แบบมุ่งเน้นปัจจัยการผลิต (Input-oriented allocative efficiency) สามารถวัดได้จากการใช้คำนวณอัตราส่วนแสดงดังสมการที่ (2)

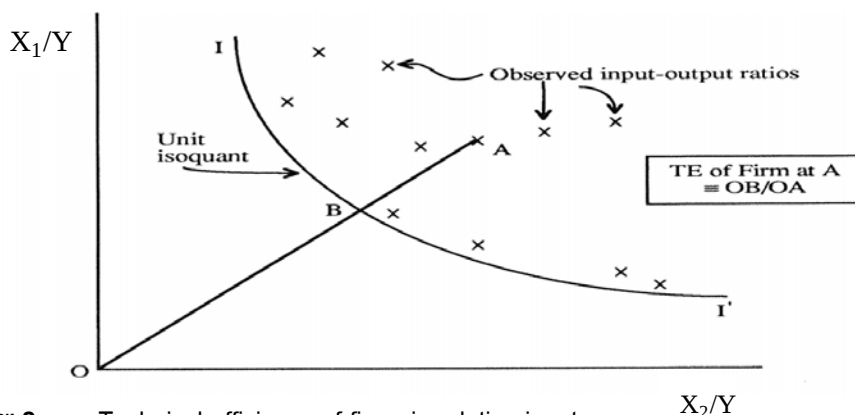
$$AE = (OR/OQ) \quad (2)$$

สำหรับมาตรวัดค่า EE ของผู้ผลิตเราสามารถหาได้จากผลคูณของค่า TE กับค่า AE แสดงดังสมการที่(3) ดังนั้นผู้ผลิตที่มีค่า EE ที่จุด P จะมีค่าเท่ากับ $(OQ/OP) \times (OR/OQ)$ จะได้สมการ OR/OP แสดงดังสมการที่ (4) ทั้งนี้ การวัดค่า EE ของผู้ผลิตแบบมุ่งเน้นปัจจัยการผลิตสามารถวัดได้จากการคำนวณอัตราส่วนดังสมการที่ (3) ถึงสมการ (4) (Farrell, 1957; Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al., 2005; Ogundari et al., 2010 ; Rhaman , 2013) ดังนี้

$$EE = TE \times AE = (OQ/OP) \times (OR/OQ) \quad (3)$$

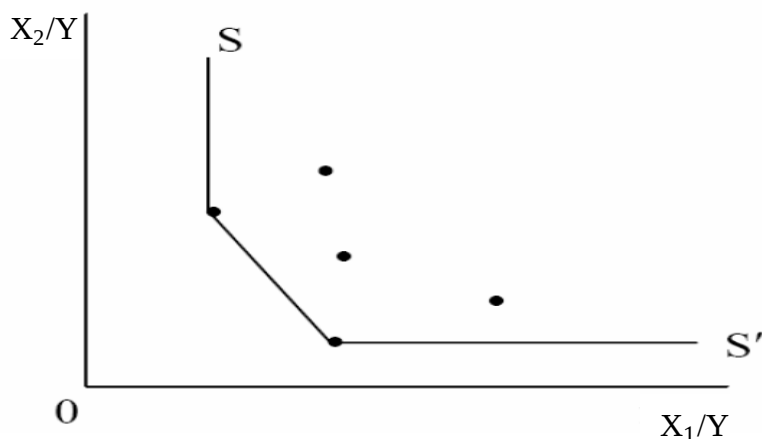
$$EE = (OR/OP) \quad (4)$$

ต่อมา Battest (1992) ได้สนับสนุนแนวคิดของ Farrell (1957) โดยได้อธิบายว่า ที่จุด P , Q หรือ Q' แสดงดัง ภาพ 1 ข้างต้นนั้น Battest (1992) หมายถึง จุดที่แสดงถึงอัตราส่วนของปัจจัยการผลิตต่อผลผลิตจำนวน 1 หน่วย หรือเรียกว่า Input-per-unit-of-output $(X_1/Y, X_2/Y)$ เหนือเส้น II' ของผู้ผลิต A แสดงดัง ภาพ 2 จะเห็นว่าค่า TE ของผู้ผลิตจะเท่ากับ OB/OA ที่จุด A แต่เส้น II' มีลักษณะ Convex function ที่อยู่ใต้ค่า Input-per-unit-of-output ratios ทั้งนี้ Farrell (1957) อธิบายว่าในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถทำได้ แต่จะสามารถประมาณค่าเส้นผลผลิตเท่ากันในรูปแบบ Piecewise linear convex isoquant โดยผ่านตัวแบบนอนพาราเมตริก (Non-parametric) เช่น การใช้ตัวแบบการวิเคราะห์โอบล้อมข้อมูล (Data envelopment analysis ; DEA) ซึ่งเป็นเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear programming techniques) จะไม่นำเสนอในบทความนี้ ทั้งนี้ ค่าสังเกตหรือค่า Observed input-output ratios นั้นจะต้องอยู่บนเส้นหรือเหนือเส้นนี้ขึ้นไป แสดงดัง ภาพ 3



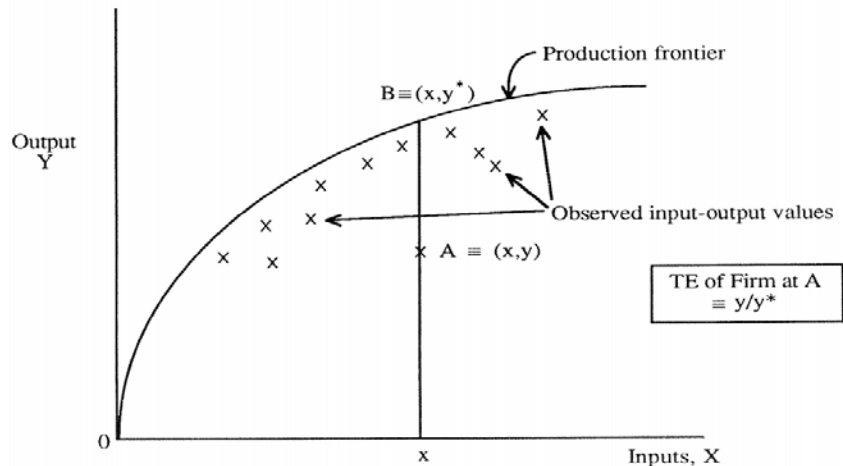
ภาพ 2 Technical efficiency of firms in relative input space.

ที่มา: Battese (1992)



ภาพ 3 เส้นผลผลิตเท่ากันในรูปแบบ piecewise linear convex isoquant
ที่มา: Farrell (1957) และ Songsrirote & Singhapreecha (2007)

อีกแนวทางหนึ่งที่ Farrell (1957) แนะนำ คือ สามารถประมาณค่าฟังก์ชันผลผลิตหรือฟังก์ชันขอบเขตผลผลิต ด้วยการสร้างเส้นขอบเขตผลผลิตผ่านตัวแบบพาราเมตริก (Parametric frontier production function) ที่เหมาะสมภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อการขยายขนาดการผลิตคงที่หรือค่า CRTS และตัวแบบนี้ต้องสามารถอธิบายตัวแปรผลผลิต (Response function) ได้ด้วย แสดงดัง ภาพ 4 จะเห็นว่าแกนนอนเป็นปัจจัยการผลิต (X) ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลผลิต (Y) ค่า Observed input-output values จะอยู่ใต้เส้นขอบเขตผลผลิตทุกจุด แสดงว่าผู้ผลิต A ไม่สามารถใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อผลิตผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด (Maximum output possible) ภายใต้เทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่ แต่ผู้ผลิต A สามารถวัดค่า TE ได้จากสมการ $TE = Y/Y^*$ เมื่อ Y คือ ผลผลิตที่ผลิตได้จริง (Produces or observed outputs) ภายใต้ระดับปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ แสดงด้วยจุด A ขณะที่ Y^* คือ ผลผลิตที่อยู่บนเส้นหรือใกล้เส้นขอบเขตผลผลิต (Frontier output) ภายใต้เงื่อนไขระดับปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ซึ่งแสดงด้วยจุด B



ภาพ 4 Technical efficiency of firms in input-output space.

ที่มา: Battese (1992)

3

ตัวแบบวัดระดับ ประสิทธิภาพทาง เทคนิคและความไม่ มีประสิทธิภาพทาง เทคนิค

การวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค หรือการวัดค่า *TE score* เป็นวิธีวัดที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางสำหรับวัดประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตผลผลิตทางการเกษตรในระดับสากล ปัจจุบันวิธีวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคมี 2 แบบ ดังนี้

(1) แบบนอนพาราเมตริก (Non-parametric approach) เป็นวิธีวัดที่ไม่มีการกำหนดรูปแบบฟังก์ชันขอบเขตผลผลิตและรูปแบบการกระจาย

ของความคลาดเคลื่อนองค์ประกอบ (Composed error) หรือค่า ε ตัวแบบที่ใช้วัด เช่น เทคนิควิเคราะห์การโอบล้อมข้อมูล (Data envelopment analysis ; DEA) การประมาณค่าขอบเขตผลผลิต (Frontier production) จะสร้างจากข้อมูลของตัวอย่างที่เก็บมาเรียกว่า Piecewise linear frontier production แสดงดัง ภาพ 3 ข้างต้น วิธีนี้สามารถวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตและผลผลิตได้มากกว่า 1 ชนิด ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเด่นของวิธีนี้ แต่วิธี DEA จะไม่ได้นำค่าความคลาดเคลื่อนทางสถิติมาพิจารณาและไม่ต้องกำหนดข้อสมมติทางสถิติ จึงทำให้ตัวแบบนี้มีความอ่อนไหว (Sensitivity) หรือไวต่อความคลาดเคลื่อนจากการวัดที่อาจเกิดขึ้นมาในช่วงการผลิต (Charnes et al., 1978; Coelli et al., 2005; Takara et al., 2010)

(2) แบบพาราเมตริก (Parametric approach) เป็นวิธีวัดด้วยตัวแบบทางเศรษฐมิติที่ต้องกำหนดรูปแบบฟังก์ชันขอบเขตผลผลิตและกำหนดรูปแบบการกระจายของความคลาดเคลื่อนองค์ประกอบ วิธีนี้ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดในสากล ดังแสดงในตาราง 1 ตัวแบบที่นิยมใช้มากที่สุด เช่น การวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม (Stochastic frontier analysis ; SFA) โดยวิธีนี้จะพิจารณาความคลาดเคลื่อนทางสถิติ (Statistical (noise) errors) หรือค่า v และความคลาดเคลื่อนจากความไม่มีประสิทธิภาพของผู้ผลิต (Inefficiency errors) หรือค่า μ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ต้องกำหนดรูปแบบฟังก์ชันผลผลิตและข้อสมมติการกระจาย (Distribution assumption) ของความไม่มีประสิทธิภาพของผู้ผลิต แต่วิธีนี้จำเป็นต้องกำหนดฟังก์ชันผลผลิตให้ถูกต้องและเหมาะสม (Farrell, 1957; Meeusen & Van den Broeck, 1977; Aigner, Lovell, & Schmidt, 1977; Coelli, 1996; Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al., 2005; Songsrirote & Singhapreecha, 2007) ซึ่งฟังก์ชันผลผลิตที่นิยมกำหนดให้กับตัวแบบ SFA สำหรับการวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคได้แก่ Cobb-Douglas production function และ Translogs production function (Ogundari et al., 2010; Rhaman, 2013; Rhaman & Barmon, 2015)

สำหรับบทความนี้จะอธิบายแนวคิด ความสำคัญและวิธีวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค และความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสำหรับการผลิตผลผลิตทางการเกษตรด้วยตัวแบบ SFA ร่วมกับตัวแบบ IEM เท่านั้น

4

SFA: ตัวแบบวัด ระดับประสิทธิภาพ ทางเทคนิค

ตัวแบบ SFA ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในระดับสากลทั้งประเทศกำลังประเทศและประเทศพัฒนาแล้ว สำหรับใช้เป็นเครื่องมือวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคด้านการเกษตร เนื่องจากสามารถทำนาย (Predict) ค่า TE score ของผู้ผลิตหรือเกษตรกรได้ว่ามีประสิทธิภาพการผลิตมากน้อยเพียงใด (Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al.,

2005)

SFA เป็นตัวแบบทางเศรษฐมิติ (Econometric model) ซึ่งพัฒนาโดย 3 ผลงานวิจัยในปี ค.ศ. 1997 ได้แก่ Meeusen, & Van den Broeck (1977); Aigner et al. (1977) และ Battese & Corra (1977) ทั้ง 3 ผลงาน อธิบายว่า ตัวแบบ SFA ที่แสดงดังสมการ (7) คล้ายกับตัวแบบ Deterministic frontier analysis (DFA) แสดงดังสมการ (6) ก่อนหน้านี้นี้ตัวแบบ DFA ซึ่งพัฒนาโดย Aigner & Chu (1968) ใช้สมการ

ของ Cobb-Douglas เป็นฟังก์ชันผลผลิต แสดงดังสมการ(5) เรียกว่า Cobb-Douglas frontier production function ยกเว้น จะมีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มสมมาตร (Symmetric random (noise) error; ν) เพิ่มเข้ามาในตัวแบบ (Coelli et al., 2005; Orgaundari et al., 2010; Backman et al., 2012; Rhaman, 2013; Rhaman & Barmon, 2013) นอกจากนี้ ทั้ง 3 ผลงานวิจัยยังได้พิจารณาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น 2 องค์ประกอบที่เป็นอิสระจากกันเสมอ คือ ค่า ν และ μ ทั้งนี้แต่ละผลงานยังได้พัฒนาเส้นขอบเขตผลผลิต (Frontier production) และกำหนดข้อสมมติการกระจายของค่า ν , μ ในตัวแบบ SFA ด้วย (Kumbhakar & Lovell, 2000; Majumder et al., 2016)

$$\text{ตัวแบบทั่วไปของ Cobb-Douglas } q_i = \beta_0 \prod_{i=1}^I x_i^{\beta_i} \quad (5)$$

$$\text{ตัวแบบ DFA } q_i = f(x_i; \beta) - \mu_i \quad (6)$$

$$\text{ตัวแบบ SFA } q_i = f(x_i; \beta) + \varepsilon_i \quad (7)$$

$$\text{เมื่อ } \varepsilon_i = \nu_i - \mu_i \quad ; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

สามารถเปลี่ยนสมการ (6) และ (7) ซึ่งเป็นสมการเส้นตรง โดยใส่ Natural logarithm (ฐาน e) จะได้สมการ (8) และ (9) ตามลำดับ

$$\ln q_i = \beta \ln x_i - \mu \quad (8)$$

$$\ln q_i = \beta \ln x_i + \varepsilon_i \quad (9)$$

เมื่อ	q_i	คือ	ระดับผลผลิต (Output level) ของผู้ผลิตที่ i
	x_i	คือ	ปริมาณปัจจัยการผลิต (หน่วย: ปริมาณ) ของผู้ผลิตที่ i
	$f(x_i; \beta)$	คือ	ฟังก์ชันขอบเขตผลผลิต (เช่น ฟังก์ชันผลผลิตของ Cobb-Douglas หรือ Translog)
	ν_i	คือ	ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (random error) ภายนอกของผู้ผลิตที่ i ที่พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนจากการวัดปัจจัยเชิงสุ่ม อื่นๆ (measurement errors) ความคลาดเคลื่อนทางสถิติ (Statistical (noise) error) หรือความคลาดเคลื่อนจากการรบกวนแบบฉับพลัน (random shock) ซึ่งอยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้ผลิต

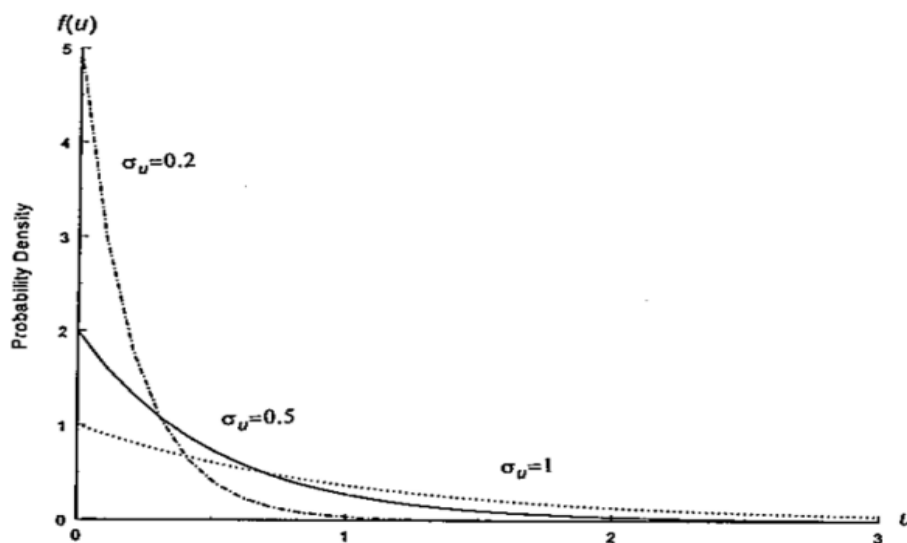
μ_i	คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่มภายในของผู้ผลิตที่ i จากความไม่มีประสิทธิภาพ (Random (inefficiency) error) เป็นตัวแปรสุ่มที่มีค่าไม่ติดลบ (Non-negative random variable) ($\mu \geq 0$)
β	คือ พารามิเตอร์ที่ไม่ทราบที่ต้องการประมาณค่า
$\ln$	คือ natural logarithm (ฐาน e)

จะเห็นว่าในสมการที่ (7) ข้างต้น จะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น 2 องค์ประกอบ (v, μ) และเป็นอิสระจากกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) องค์ประกอบแรก คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (v) ซึ่งค่านี้จะสะท้อนถึงความคลาดเคลื่อนสุ่มที่มีลักษณะเป็นตัวรบกวนแบบสมมาตรที่เบี่ยงเบนรอบๆ ขอบเขตผลผลิต $f(x; \beta)$ ของผู้ผลิตทั้ง 2 ด้าน (Symmetric two-sided error) คือ เมื่อค่า $v \geq 0$ (ค่าบวก) หรือเมื่อค่า $v < 0$ (ค่าลบ) จะสะท้อนถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัด หรือความคลาดเคลื่อนทางสถิติ หรือความคลาดเคลื่อนจากการรบกวนแบบฉับพลัน ซึ่งอยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้ผลิต ได้แก่ โรคระบาด สภาพภูมิอากาศแปรปรวน ภัยธรรมชาติ การประท้วงรัฐบาล การขึ้นลงของราคาน้ำมันในตลาดโลก ฯลฯ ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดคลาดเคลื่อนที่สามารถเบี่ยงเบนไปจากขอบเขตผลผลิตทั้งสิ้น ในทางเศรษฐมิติจึงกำหนดให้ข้อสมมติการกระจายของค่า v มีลักษณะ *iid* (Identically and independently distributed) คือ มีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และมีความแปรปรวนคงที่ σ_v^2 ตามข้อสมมติดังนี้ $v \sim iid N(0, \sigma_v^2)$ และค่า v กระจายอย่างอิสระกับค่า μ เสมอ (Coelli & Battese, 1997; Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al., 2005; Orgaundari et al., 2010; Backman et al., 2012; Rhaman, 2013; Rhaman & Barmon, 2015; Majumder et al., 2016)

(2) องค์ประกอบที่สอง คือ ตัวแปรสุ่ม (Random variable) (μ) ซึ่งจะสะท้อนถึงค่า *TI score* ที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของความไม่มีประสิทธิภาพของผู้ผลิต (Random (inefficiency) error) และค่านี้มีค่าไม่ติดลบ ($\mu \geq 0$) หมายความว่า ถ้าค่า $\mu > 0$ จะมีความคลาดเคลื่อนเบี่ยงเบนออกไปจากขอบเขตผลผลิต ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ในทางกลับกันถ้าค่า $\mu = 0$ แสดงว่าผู้ผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุดที่เป็นไปได้ (Full *TE*) ดังนั้น ผู้ผลิตควรผลิตให้อยู่บนเส้นหรือใต้เส้นขอบเขตผลผลิตที่แสดงถึงการมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al., 2005; Ogundari et al., 2010; Rhaman, 2013;

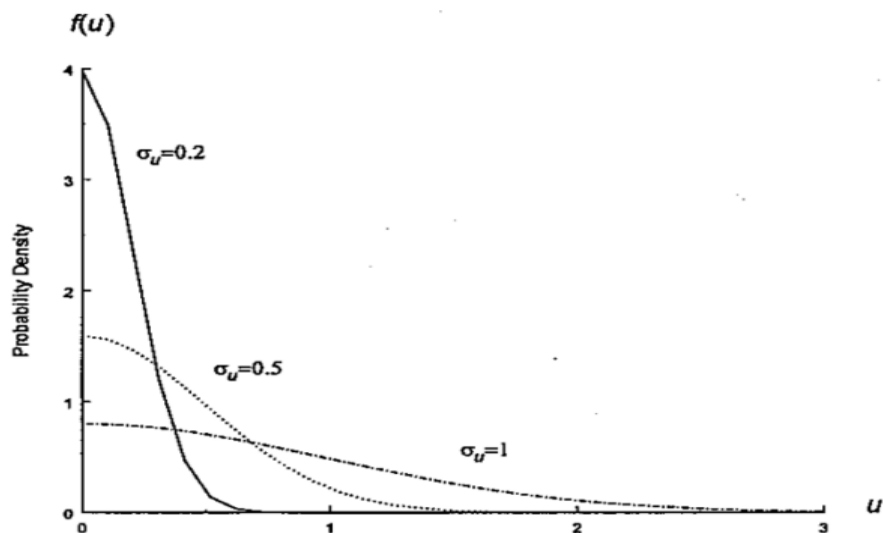
Majumder et al., 2016) ทั้งนี้ในทางเศรษฐมิติจึงกำหนดให้ค่า μ มีข้อสมมติ $\mu \sim iidN^+(0, \sigma_\mu^2)$ และมีการกระจายแบบ Non-negative half - normal distributions (Coelli & Battese, 1997; Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al., 2005; Majumder et al., 2016) โดยที่ Meeusen & van den Broeck (1977) กำหนดการกระจายของความคลาดเคลื่อน μ เป็นแบบ Exponential normal distributions (Coelli & Battese, 1997; Kumbhakar & Lovell, 2000) แสดงดัง ภาพ 5



ภาพ 5 การกระจายแบบ exponential normal สำหรับค่า μ

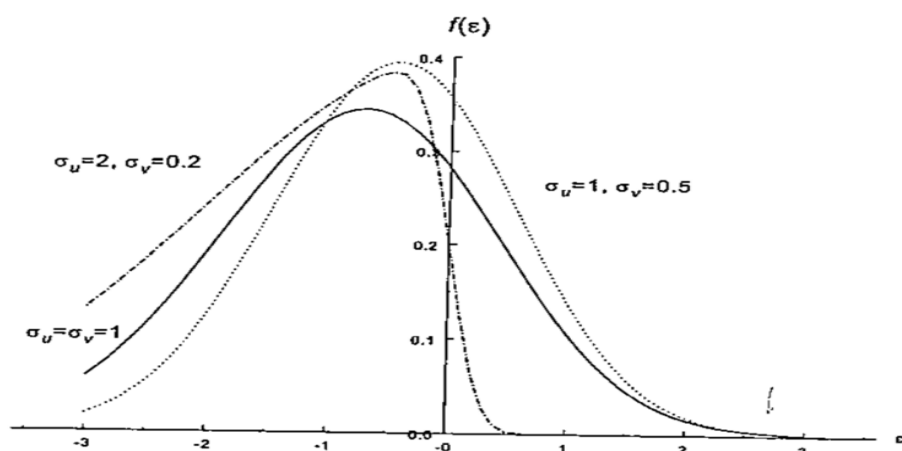
ที่มา: Kumbhakar & Lovell (2000)

ส่วน Battese & Corra (1977) ได้กำหนดการกระจายสำหรับค่า μ เป็นแบบกึ่งเส้นโค้งปกติ (Half - normal distribution) แสดงดัง ภาพ 6 ขณะที่ Aigner et al. (1977) นำค่าการกระจายของ μ และค่า ν มาพิจารณาร่วมกัน แสดงดัง ภาพ 7 (Coelli & Battese, 1997; Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al., 2005)



ภาพ 6 การกระจายแบบ Half - normal สำหรับค่า μ

ที่มา: Kumbhakar & Lovell (2000) ; Coelli et al. (2005)

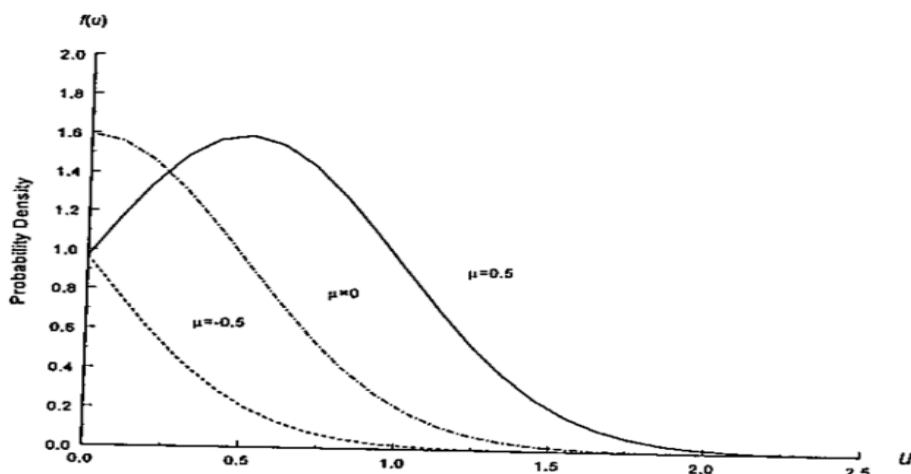


ภาพ 7 การกระจายแบบ normal-half normal สำหรับค่า μ และค่า V

ที่มา: Kumbhakar & Lovell (2000)

นอกจากนี้ Stevenson (1980) ได้กำหนดการกระจายความคลาดเคลื่อนสำหรับค่า μ เป็นแบบ Truncated (at zero) - normal distribution (Coelli & Battese, 1997; Kumbhakar & Lovell, 2000; Coelli et al., 2005) แสดงดัง ภาพ 8

ไม่ว่าข้อสมมติการกระจายของค่า μ จะเป็นแบบใด Kumbhakar & Lovell (2000) อธิบายว่า ค่า μ นี้จะแสดงถึงความคลาดเคลื่อนซึ่งมีความเบ้ (Skewness) หรือการกระจายไม่เป็นเส้นโค้งปกติ (Non-normal distribution)



ภาพ 8 การกระจายแบบ truncated (at zero) normal สำหรับค่า μ

ที่มา: Kumbhakar & Lovell (2000)

นอกจากนี้ Coelli et al.(2005) อธิบายการใช้ตัวแบบ Cobb-Douglas เป็นฟังก์ชันผลผลิตเพื่อทำนาย (predict) ขอบเขตผลผลิตให้เข้าใจมากขึ้น โดยเริ่มด้วยตัวแบบ SFA แสดงดังสมการ (10) ดังนี้

$$\text{ตัวแบบ SFA} \quad q = f(x; \beta) + \varepsilon \quad (10)$$

$$\text{โดยที่องค์ประกอบความคลาดเคลื่อน} \quad \varepsilon = v - \mu$$

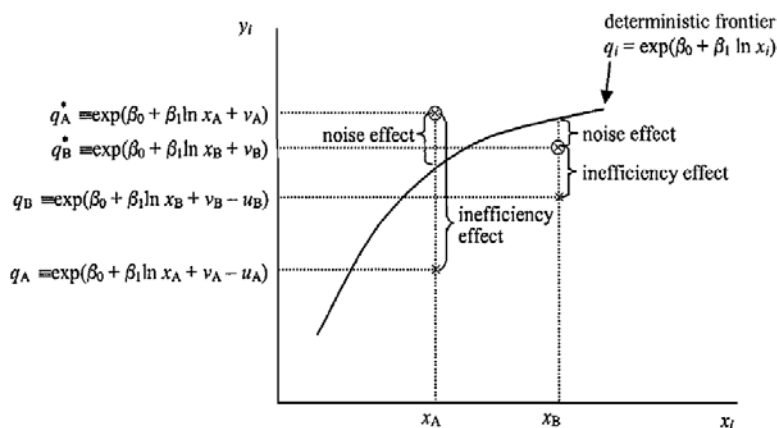
สามารถเปลี่ยนสมการ (10) ให้อยู่ในรูปฟังก์ชันเชิงเส้นตรง โดยใช้ natural logarithm (ฐาน e) แสดงดังสมการ (11) ถึง (13) ดังนี้

$$\ln q_i = \beta_0 + \beta_1 \ln x + (v - \mu) \quad (11)$$

$$\text{หรือ} \quad q = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x + v - \mu) \quad (12)$$

$$\text{หรือ} \quad q = \underbrace{\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x)}_{\text{deterministic component}} \times \underbrace{\exp(v)}_{\text{noise error}} \times \underbrace{\exp(-\mu)}_{\text{inefficiency error}} \quad (13)$$

ตัวแบบในสมการ (10) ถึง (13) ข้างต้นนั้น Coelli et al. (2005) ได้อธิบายถึงขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม ซึ่งแสดงดัง ภาพ 9 โดยที่ Coelli et al. (2005) ได้สร้างกราฟแสดงถึง 2 ผู้ผลิต (สมมติผู้ผลิต A และ B) มีการใช้ปัจจัยการผลิต (x) เพื่อให้ได้ผลผลิต (q) จะเห็นว่า สมการของ Deterministic component นั้นสะท้อนถึงการลดน้อยถอยลงของการขยายขนาดการผลิต (Diminishing return to scale ; DRTS) ทั้งนี้ ค่า x และ q จะถูกวัดในแนวแกนนอนและแกนตั้ง ตามลำดับ โดยที่ผู้ผลิต A จะใช้ระดับ x เพื่อผลิตผลผลิต q_A ขณะที่ผู้ผลิต B ผลิตผลผลิต q_B (จะเห็นเครื่องหมายค่าสังเกต $\times$) ทั้งนี้จะเห็นว่าถ้าผู้ผลิต A และ B ไม่มีความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค หมายความว่า ทั้งผู้ผลิต A และ B มีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มในลักษณะ $\mu_A = 0$ และ $\mu_B = 0$ ตามลำดับ ดังนั้นเราสามารถกำหนด “Frontier production output” ของ ผู้ ผลิต A และ B ดัง ตัว แบบ $q_A^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_A + \nu_A)$ และ $q_B^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_B + \nu_B)$ ตามลำดับ จะเห็นว่าที่ขอบเขตผลผลิตจะแสดงด้วยเครื่องหมาย $\otimes$ ซึ่งแสดงดัง ภาพ 9 จะเห็นว่า “Frontier production output” สำหรับผู้ผลิต A จะสูงกว่าเส้น Deterministic frontier production: $q_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i)$ เนื่องจากผู้ผลิต A เกิดความคลาดเคลื่อนแบบ Statistical noise effect ซึ่งมีอิทธิพลเชิงบวก ($\nu_A > 0$) ขณะที่ผู้ผลิต B นั้นจะต่ำกว่าเส้น Deterministic frontier production เนื่องจากผู้ผลิต B เกิดความคลาดเคลื่อนแบบ Statistical noise effect ซึ่งมีอิทธิพลเชิงลบ ($\nu_B < 0$) จะสังเกตว่าค่า “Observed output” ของผู้ผลิต A อยู่ต่ำกว่าเส้น Deterministic frontier production เนื่องจากเกิดอิทธิพลร่วมระหว่าง Statistical noise effect และ Technical inefficiency effect และมีค่าเป็นลบ ($\nu_A - \mu_A < 0$)



ภาพ 9 การวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่มของผู้ผลิต A และ B
ที่มา: Coelli et al. (2005)

นอกจากนี้ Coelli et al. (2005) อธิบายตัวแบบ SFA เพิ่มเติมว่า วิธีนี้สามารถนำมาประยุกต์เพื่อวัดค่า TE score และ TI score ของผู้ผลิตสำหรับการผลิตที่มีปัจจัยการผลิตหลายชนิด (Multiple inputs) ที่จะใช้ผลิตผลผลิต 1 ชนิด (Single output) ได้ ทั้งประเภทข้อมูล Cross sectional data หรือ Panel data (Kebede, 2001) เพราะตัวแบบ SFA สามารถทำนายค่าได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากได้ตัดความแปรปรวน (Variance) ของค่า ε ที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป (Meeusen & van den Broeck, 1977; Aigner et al., 1977; Battese & Corra, 1977; Coelli & Battese, 1997)

Coelli et al. (2005) อธิบายเพิ่มเติมว่า ค่า “Unobserved frontier outputs” มีแนวโน้มการกระจายอยู่สูงและต่ำกว่าเส้น Deterministic frontier ในขณะที่ “Observed outputs” มีแนวโน้มการกระจายอยู่ต่ำกว่าเส้น Deterministic frontier เสมอ เนื่องจากอิทธิพลของความคลาดเคลื่อน Statistical noise effect มีอิทธิพลเชิงบวกและมีขนาดใหญ่กว่าความคลาดเคลื่อนจาก Technical inefficiency effect ($q^* > \exp(x'; \beta)$ if $\varepsilon = v - \mu > 0$) ดังนั้น ตัวแบบ SFA ตั้งแต่สมการที่ (10) ถึงสมการ (13) ข้างต้น สามารถวัดค่า TE score และ TI score ของผู้ผลิตรวม (Total TE) หรือวัดแต่ละราย (Individual TE) ได้โดยตรง โดยที่ TE score สามารถวัดจากการเปรียบเทียบระหว่างระดับผลผลิตสามารถผลิตได้จริง (Observed output; q) เทียบกับระดับผลผลิตที่สามารถผลิตได้สูงสุดที่เป็นไปได้ตามเส้นขอบเขตผลผลิต (Stochastic frontier output; $\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x + v)$) หาได้จากการทำนายด้วยตัวแบบ SFA

ในทางคณิตศาสตร์การศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค สามารถกำหนดให้มีลักษณะเป็นเส้นขอบเขตผลผลิตได้ตามแนวคิดของ Farrell (1957) เกี่ยวกับประสิทธิภาพทางเทคนิคแบบมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิต (Input-saving oriented TE) หมายถึงอัตราส่วนที่เกิดจากการที่ผู้ผลิตสามารถผลิตผลผลิตได้จริง เทียบกับผลผลิตสูงสุดที่เป็นไปได้ตามขอบเขตผลผลิตเนื่องจากอิทธิพลของ $\exp(v)$ นั้นเอง (Ogundari et al., 2010) ซึ่งแสดงดังสมการที่ (14) และ (15)

$$q = \exp(x; \beta + v) \cdot TE \quad (14)$$

เมื่อ q คือ ผลผลิตที่ผลิตได้จริง (Observed output)

$\exp(x; \beta + \nu)$ คือ ฟังก์ชันขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม ซึ่งประกอบด้วย ส่วนของ deterministic effect; $\exp(x; \beta)$ และส่วนของ noise effect; $\exp(\nu)$

จะได้
$$TE = \frac{q}{\exp(x; \beta + \nu)} = \frac{\exp(x; \beta + \nu - \mu)}{\exp(x; \beta + \nu)} = \exp(-\mu) \quad (15)$$

เมื่อ ν คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Random error) มีลักษณะการกระจายแบบ *iid* (Identically and independently distributed) ภายใต้ข้อสมมติการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีความแปรปรวนคงที่ σ_ν^2 ดังนั้น $\nu \sim iid N(0, \sigma_\nu^2)$ และค่า ν กระจายอย่างอิสระกับค่า μ เสมอ

μ คือ ตัวแปรสุ่ม (Random variables) ที่มีค่าไม่ติดลบ หรือ Non-negative random (inefficiency error ภายใต้ข้อสมมติ $\mu \sim iid N^+(0, \sigma_\mu^2)$ และค่า μ มีการกระจายแบบ Non-negative half - normal distributions

จากสมการที่ (15) ข้างต้นเป็นตัวแทนสามารถทำนายเส้นขอบเขตผลผลิต ซึ่งสมมติให้ผู้ผลิตสามารถวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่น้อยที่สุดเพื่อผลิตผลผลิตจำนวนคงที่ที่กำหนด (Input-oriented *TE*) คือ วัดประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตมากกว่า 1 ชนิดที่จะผลิตผลผลิต 1 ชนิด (Ogundari et al., 2010) นอกจากนี้ Coelli et al. (2005) เสนอแนะว่าค่า *TE* score เป็นตัวแปรสุ่มที่ไม่ใช่ค่าพารามิเตอร์ ดังนั้น ควรใช้คำว่า “การทำนาย” (Predict) ค่า *TE* score แทน “การประมาณค่า” (Estimate) *TE* score

5

DEM: ตัวแบบ อิทธิพลความไม่มี ประสิทธิภาพ

Battese & Coelli (1995) ได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยนำ ตัวแบบ SFA ของ Aigner et al. (1977) และ Meeusen & van den Broeck (1977) มาศึกษาเพิ่มเติมจนได้ตัวแบบที่เรียกว่า ตัวแบบอิทธิพลความไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficiency Effect Model) หรือ ตัวแบบ “Battese & Coelli (1995) Model”

แสดงดังสมการที่ (16) ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมใน Kumbhakar & Lovell (2000) ซึ่งตัวแบบ Inefficiency Effect Model นี้ไม่เพียงทำนายค่า TE score เท่านั้น แต่ยังสามารถกระจายค่า μ เฉลี่ยของตัวแปรปัจจัยกำหนด (Determinants) ระดับความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต หรือเรียกว่า ตัวแปร “Farmer's-Specific Factor mean inefficiency” ตัวแบบ IEM จะสามารถศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคไปพร้อมกันในขั้นตอนเดียว (Ogundari et al., 2010; Rhaman & Barmond, 2015; Majumder et al., 2016) เรียกว่า ตัวแบบ “One-Step Estimation of The Stochastic Frontier Production Model” แสดงดังสมการ (16) ถึง (18)

$$\mu = Z\delta + W \quad \text{หรือ} \quad \mu = \delta_0 + Z\delta \quad (16)$$

- เมื่อ μ คือ Farmer's-Specific Factor mean inefficiency : non-negative random variables (one-sided error) ภายใต้ข้อสมมติ $\mu \sim \mu \sim iid N^+(\mu, \sigma_u^2)$ สมมติให้ μ กระจายแบบ Truncated (at zero)-normal distribution
- δ คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัย Farmer's - Specific Factors ที่ใช้อธิบายความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค
- Z คือ ตัวแปรปัจจัย Farmer's - Specific Factors ที่ใช้อธิบายความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละรายและตัวแปรนี้อาจไม่ขึ้นกับปริมาณผลผลิต (Y) ก็ได้
- W คือ ตัวแปรสุ่ม (random variable) ที่มีค่าติดลบ สมมติให้มีการกระจายแบบ truncated (at zero)-normal distribution คือ $W \sim N(Z\delta, \sigma^2)$ โดยที่ $W \geq -Z\delta$ เมื่อ $Z\delta > 0$ ($-Z\delta$ คือ Point of truncation) (Battese and Coelli, 1993, 1995)

ดังนั้น ตัวแบบ One-Step Estimation of The Stochastic Frontier Production Model สามารถแสดงดังนี้

$$\begin{aligned} \text{โดยแทนค่า } \mu &= \delta_0 + Z\delta \quad \text{ลงในสมการ } TE = \exp(-\mu) \\ \text{จะได้ค่า } TE &= \exp(-\delta_0 - Z\delta) \end{aligned} \quad (17)$$

$$\text{ขณะที่ } TI = 1 - [\exp(-\delta_0 - Z\delta)] \quad \text{หรือ} \quad TI = 1 - TE \quad (18)$$

ค่า TE score มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1.0 ซึ่งเทียบเท่าระหว่าง 0% และ 100% ตามลำดับ

ดังนั้น วิธีวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคด้วยตัวแบบ SFA ร่วมกับ IEM จำเป็นต้องผ่านการกำหนดฟังก์ชันขอบเขตผลผลิต Cobb-Douglas และ Translog และวิธีนี้ส่วนใหญ่จะได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในระดับสากล แต่ละประเทศจะนิยมศึกษาค่า TE score หรือค่า TI score ของผู้ผลิตผลผลิตทางการเกษตร (Orgaundari et al., 2010; Backman et al., 2012; Rhaman, 2013; Marjumder et al., 2016) ที่เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของโลก ได้แก่ ข้าว ธัญพืชทั่วไป ถั่ว มันฝรั่ง มันสำปะหลัง ทูเรียน มะเขือเทศ ฯลฯ โดยข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ได้รับความนิยมศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคมากที่สุด จะเห็นได้จากในรอบหลายปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน (ปี 1992 - 2016) ดังแสดงในตาราง 1 ดังนั้น บทความนี้จะเน้นการอธิบายและยกตัวอย่างผลการศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคสำหรับการผลิตข้าวที่เพาะปลูกแบบเกษตรเคมีเท่านั้น ส่วนใหญ่การศึกษานี้จะใช้ข้อมูล 2 ประเภท คือ Cross-sectional data และ Panel data และจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผลงานที่ศึกษาจะกำหนดฟังก์ชันขอบเขตผลผลิตประมาณ 4 ตัวแบบ ดังนี้

(1) Stochastic Translog Frontier Production Function สำหรับตัวแบบนี้มีหลายผลงานวิจัยที่รายงานว่าการเกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีระดับ TE เฉลี่ยตั้งแต่ 80% ขึ้นไป ได้แก่ ผลงานของ Tijani (2006) Taraka (2011) Donkoh et al. (2013) และ Mailena et al. (2014) พร้อมกับรายงานว่ามีปัจจัยการผลิตหลักทุกปัจจัย ได้แก่ ขนาดพื้นที่ ปุ๋ยเคมี/สารเคมี แรงงานคน (แรงงานจ้าง แรงงานครอบครัว) และเมล็ดพันธุ์ มีอิทธิพลทำให้เกษตรกรมี TE มากน้อยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และ/หรือแต่ละประเทศ เช่น เกษตรกรประเทศปากีสถานมีระดับค่า TE เฉลี่ยสูงสุด (89%) (Abedullah et al., 2010) ขณะที่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวประเทศกานาต่ำสุด (53%) (Seidu Al-hassan, 2008) และเมื่อวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ Inefficiency Effect Model พบว่า มีหลายผลงานวิจัยซึ่งรายงานว่าการศึกษาระดับการศึกษาระดับการปลูกข้าว เป็นปัจจัยกำหนด (Determinants) ที่มีอิทธิพลต่อค่า TE ของเกษตรกรในประเทศของตนเอง รองลงมาเป็น อายุ เพศ การฝึกอบรม การส่งเสริมความรู้จากภาครัฐที่น่าสนใจ คือ Taraka (2010) เก็บข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในประเทศไทย รายงานว่า น้ำมันเชื้อเพลิง เมล็ดพันธุ์ข้าวเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่ม TE ของเกษตรกร และเมื่อวิเคราะห์ความไม่มีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ Inefficiency Effect Model นอกจากปัจจัย ระดับการศึกษา และ ประสิทธิภาพการปลูกข้าว นอกจากนี้ยังมีปัจจัย GAP ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มค่า TE ของเกษตรกรด้วย

(2) Stochastic Cobb-Douglas Frontier Production Function ตัวแบบ

นี้มีผลงานวิจัยปรากฏมากที่สุดประมาณ 42 ผลงานที่ผู้เขียนรวบรวมได้ คือ ตั้งแต่ปี 1992 ถึงปี 2016 ทั้งนี้ มีประมาณ 16 ผลงานที่รายงานว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีระดับ *TE* เฉลี่ยตั้งแต่ 80% ขึ้นไป และยังมีรายงานว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวของประเทศจีนและพม่ามีค่า *TE* มากที่สุด (90% ขึ้นไป) (Xu & Jeffrey, 1998; Kyi & Oppen, 1999) และมีหลายงานวิจัยที่ให้ผลตรงกันว่านอกจาก 4 ปัจจัยหลัก (เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยเคมี/สารเคมี แรงงาน และที่ดิน) แล้วยังมีปัจจัยด้านการจัดการระบบน้ำ หรือ ระบบชลประทานที่สามารถช่วยเพิ่มค่า *TE* ของเกษตรกรอีกด้วย (Kyi & Oppen, 1999; Kouser & Mashtaq, 2007; Khan et al., 2010; Backman et al., 2011; Khai & Yabe, 2011; Goldman, 2013) นอกจากนี้ มีประมาณ 2 ผลงานที่วัดประสิทธิภาพการผลิตข้าวทั้ง 3 มาตรการ คือ *TE* , *AE* และ *EE* ไปพร้อมกันด้วยตัวแบบนี้ ได้แก่ ผลงานของ Xu & Jeffrey (1998) และ Wadud (2003) ขณะที่เมื่อวัดความไม่มีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ Inefficiency Effect Model พบว่า ประสิทธิภาพการทำนาและระดับการศึกษา มีอิทธิพลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวอย่างมาก นอกจากนี้ มีหลายผลงานที่รายงานว่านอกจากประสิทธิภาพ และระดับการศึกษาแล้ว ยังมีปัจจัยการฝึกอบรมหาความรู้เพิ่มเติม การส่งเสริมความรู้ การดูแลจากภาครัฐมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าว

(3) Stochastic Translog Frontier Production Function ตัวอย่าง

ผลงานสำหรับการใช้ตัวแบบนี้ เช่น ผลงานของ Vaillano & Fleming (2004) (ฟิลิปปินส์) และ Magreta et al. (2013) (ตูนิเซีย) ให้ผลการศึกษาที่แตกต่างกันมาก งานวิจัยชิ้นแรกพบว่า แรงงาน ขนาดพื้นที่ ปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเพิ่ม *TE* แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าว คือ มีค่า *TE* เฉลี่ยเท่ากับ 79% ที่ระดับนัยสำคัญ 5% ขณะที่งานวิจัยชิ้นที่สอง พบว่า เมล็ดพันธุ์ และแรงงานคนเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพทางเทคนิค คือ มีระดับค่า *TE* เฉลี่ยเท่ากับ 65% ที่ระดับนัยสำคัญ 1% และเมื่อทดสอบความไม่มีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ Inefficiency Effect Model พบว่า ขนาดครัวเรือน ระดับการศึกษา ประสิทธิภาพเป็นตัวแปรที่ช่วยเพิ่มค่า *TE* ของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวทั้ง 2 ประเทศ คือ ฟิลิปปินส์ และตูนิเซีย ตามลำดับ

(4) Stochastic Cobb-Douglas Frontier Production Function มี

ผลงานวิจัยที่ปรากฏประมาณ 8 ผลงาน คือ ตั้งแต่ปี 1992 ถึง 2014 ส่วนใหญ่มีระดับค่า *TE* เฉลี่ยของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวสูง (ตั้งแต่ 80% ขึ้นไป) ได้แก่ ผลงานของ Battese & Coelli (1992)(อินเดีย) Selim (2009)(บังคลาเทศ) Ogundele & Okoruwa (2014)(ไนจีเรีย) และมีประมาณอีก 7 ผลงาน รายงานว่า ปุ๋ยเคมี/สารเคมี มีอิทธิพล

ต่อการเพิ่มค่า TE ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว คือ Battese & Coelli (1992)(อินเดีย) Rola et al. (1993), Sherlund et al. (2002), Selim (2009)(บังคลาเทศ) Srisompun & Isvilanonda (2012)(ไทย) Baten & Hossain (2014)(บังคลาเทศ) Ogundele & Okoruwa (2014)(ไนจีเรีย) รองลงมาเป็นปัจจัยแรงงาน (Battese & Coelli, 1992; Sherlund et al., 2002; Pate & Tan-Cruz, 2007; Selim, 2009) ส่วนปัจจัยอื่น เช่น

ตาราง 1 ผลงานที่ศึกษาการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (TE score) ของเกษตรกรผู้ผลิตผลผลิตทางการเกษตรด้วยตัวแบบการวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม (SFA)

ผู้วิจัย	ผลิตผล การเกษตร	ฟังก์ชันผลผลิต	ประเภทข้อมูล	เก็บข้อมูล ประเทศ
Battese & Coelli (1992)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	อินเดีย
Rola et al. (1993)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	ฟิลิปปินส์
Xu & Jeffrey (1998)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	จีน
Kyi & Oppen (1999)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	เมียนมาร์
Sherlund et al. (2002)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	สหรัฐอเมริกา
Vaillano & Fleming(2004)	ข้าว	Translog	panel data	ฟิลิปปินส์
Chi & Yamada (2005)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	เวียดนาม
Tijani (2006)	ข้าว	Translog	cross section	ไนจีเรีย
Kouser & Mashtaq (2007)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	ปากีสถาน
Madau (2007)	ธัญพืช	Cobb-Douglas	cross section	อิตาลี
Pate & Tan-Cruz (2007)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	ฟิลิปปินส์
Shehu, et al. (2007)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	ไนจีเรีย
Abedullah et al. (2007)	ข้าว	Translog	cross section	ปากีสถาน
Seidu Al-hassan (2008)	ข้าว	Translog	cross section	กานา
Selim (2009)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	บังคลาเทศ
Khan et al. (2010)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	บังคลาเทศ
Ogundari et al. (2010)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	ไนจีเรีย
Butso & Isvilanonda (2010)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	ไทย
Khan et al. (2010)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	บังคลาเทศ
Taraka (2010)	ข้าว	Translog	cross section	ไทย
Backman et al. (2011)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	บังคลาเทศ
Haider (2011)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	บังคลาเทศ
Khai & Yabe (2011)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	เวียดนาม
Srisompun & Isvilanonda (2012)	ข้าว	Translog	panel	ไทย

ตาราง 1 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ผลิตภัณฑ์ การเกษตร	ฟังก์ชัน ผลผลิต	ประเภทข้อมูล	เก็บข้อมูล ประเทศ
Piya et al. (2012)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	เนปาล
Linh (2012)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	เวียดนาม
Okpe et al. (2012)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	ไนจีเรีย
Alam et al. (2012)	มันฝรั่ง	Cobb-Douglas	cross section	ปากีสถาน
Krasachat (2012)	ทุเรียน	Cobb-Douglas	cross section	ไทย
Zarra-Nezhad et al. (2012)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	อิหร่าน
Awunyo-Vitor et al.(2013)	ถั่ว cowpea	Cobb-Douglas	cross section	กานา
Asante et al. (2013)	มะเขือเทศ	Cobb-Douglas	panel	กานา
Ojehomon et al. (2013)	ข้าว	Translog	cross section	เอธิโอเปีย
Donkoh et al. (2013)	ข้าว	Translog	cross section	กานา
Audu et al. (2013)	มันสำปะหลัง	Cobb-Douglas	cross section	ไนจีเรีย
Onyango & Shikuku (2013)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	เคนยา
Akond & Dutta (2013)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	อินเดีย
Goldman (2013)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	อินเดีย
Magreta et al. (2013)	ข้าว	Translog	panel data	ตูนิเซีย
Sibiko et al. (2013)	ถั่ว	Cobb-Douglas	cross section	อูกานดา
Ataboh et al. (2014)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	ไนจีเรีย
Athipanyakul et al. (2014)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	ไทย
Baten & Hossain (2014)	ข้าว	Translog	panel	บังกลาเทศ
Mailena et al. (2014)	ข้าว	Translog	cross section	มาเลเซีย
Ogundele & Okoruwa (2014)	ข้าว	Cobb-Douglas	panel	ไนจีเรีย
Ng'ombe & Kalinda (2015)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	แซมเบีย
Rhaman & Barmon (2015)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	บังกลาเทศ
Marjumder et al. (2016)	ข้าว	Cobb-Douglas	cross section	บังกลาเทศ

ปริมาณธาตุไนโตรเจนก็มีผลต่อค่า TE มากเช่นกัน (Rola et al., 1993) นอกจากนี้ เมื่อวัดความไม่มีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ Inefficiency Effect Model พบว่า มีประมาณ 6 ผลงานวิจัยที่รายงานว่า ระดับการศึกษาที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มค่า TE ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว คือผลงานของ Battese & Coelli (1992)(อินเดีย) Sherlund et al. (2002) Selim (2009)(บังกลาเทศ) Pate & Tan-Cruz (2007)(ฟิลิปปินส์) Srisompu & Isvilanonda (2012)(ไทย) Baten & Hossain (2014)(บังกลาเทศ) Ogundele & Okoruwa (2014)(ไนจีเรีย) รองลงมาเป็น เพศ อายุ และการเข้าถึงแหล่งสินเชื่อ

ฉะนั้น 4 ตัวแบบข้างต้นที่ใช้วัดประสิทธิภาพการผลิตผลทางเกษตร โดยเฉพาะการผลิตข้าว เป็นเพียงบางส่วนของผลงานวิจัยที่ผู้เขียนนำมาอภิปราย ถ้าท่านใดสนใจในรายละเอียดเชิงลึกสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมดังผลงานวิจัยที่ปรากฏในตาราง 1 และเอกสารอ้างอิงในส่วนท้ายของบทความนี้

ทั้งนี้ จากตารางข้างต้นจะเห็นว่ามีความหมายเกือบทั่วโลก ศึกษาการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตผลทางเกษตรโดยเฉพาะการผลิตข้าว อาจเป็นเพราะผู้วิจัยและ/หรือนักกำหนดนโยบายของแต่ละประเทศตระหนักถึงประโยชน์ของตัวแบบ SFA ในด้านเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด และเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ต้องการ คือ ให้ผู้ผลิตหรือเกษตรกรในประเทศของตนสามารถลดต้นทุนการผลิต(สามารถจัดสรรปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ)และเพิ่มผลผลิตที่เป็นไปได้ภายใต้การใช้ปัจจัยการผลิตที่มีให้น้อยที่สุด (Ogundari et al., 2010; Rhaman, 2013) หรือกล่าวให้เข้าใจง่าย ๆ คือให้ผู้ผลิตหรือเกษตรกรมีการใช้ปัจจัยการผลิตน้อยแต่ได้ผลผลิตมากตามแนวคิดของโครงการประเทศไทยสู่ยุค 4.0 หรือ THAILAND 4.0 (กระทรวงพาณิชย์, 2559) ที่กำลังกล่าวถึงมากในขณะนี้ นอกจากนี้ Marjumder et al. (2016) ยังกล่าวว่า ประสิทธิภาพทางเทคนิคยังเป็นตัวชี้วัดความมั่นคงด้านอาหาร (Food security) ที่สำคัญอีกด้วยนอกเหนือจากการหาวิธีการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว (Reducing postharvest loss) และการลงทุนในด้านเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology investment)

6

ข้อดีของตัวแบบ

SFA

(1) ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับวัดประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตมากกว่า 1 ชนิดเพื่อผลิตผลผลิต 1 ชนิด (Multiple input and single output)ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) เหมาะสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จากแหล่งข้อมูลทั้งแบบ Cross-sectional data และ Panel data

(3) มีความน่าเชื่อถือเพราะอาศัยทฤษฎีทางสถิติมาประมาณค่า

(4) คำนึงถึงความแปรปรวนของการผลิต โดยแยกความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพของผู้ผลิต (μ) และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ (ν)

(5) สามารถพิจารณาทั้งระดับปัจจัยการผลิตและผลผลิตไปพร้อมกัน อีกทั้งยังสามารถอธิบายตัวแปรปัจจัยกำหนดการผลิตที่เรียกว่า Farmers - specific factors หรือ Determinants ที่มีผลกระทบต่อระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค

(6) สามารถทำนายประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าได้อย่างถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบของความคลาดเคลื่อน ($\varepsilon = \nu - \mu$) เมื่อนำมาหาค่า TE จะตัดความแปรปรวนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป (Meeusen & van den Broeck, 1977; Aigner et al., 1977; Battese & Corra, 1977; Coelli, 1992, 1995, 2005; Kumbhakar & Lovell, 2000; Rhaman, 2013; Rhaman & Barmon, 2013; Marjumder et al., 2016)

7 วิธีวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค หรือค่า TE score ของผู้ผลิตผลผลิตทางการเกษตรด้วยตัวแบบ SFA สามารถสรุปได้ดังนี้

1. มาตรฐานวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวัดประสิทธิภาพการผลิตนอกเหนือจากมาตรฐานวัดประสิทธิภาพด้านการจัดสรรทรัพยากรการผลิต (AE) และมาตรฐานวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (EE) ซึ่งถูกนำเสนอโดยตามแนวคิดของ Farrell (1957) ซึ่งค่า TE score จะอธิบายความสามารถของผู้ผลิตในการใช้ปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่ให้น้อยที่สุดอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อผลิตให้ได้ผลผลิตสูงสุด (คือใช้ปัจจัยการผลิตน้อยแต่ได้ผลผลิตมาก)

2. จากแนวคิดของ Farrell (1957) นำมาซึ่งหาวิธีศึกษาเพื่อทำนายระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคหรือค่า TE score ปัจจุบันมีวิธีศึกษา 2 แบบ คือ แบบพาราเมตริก และ แบบนอนพาราเมตริก ทั้งนี้แบบพาราเมตริกจะนิยมวัดด้วยตัวแบบการวิเคราะห์ขอบเขตผลผลิตเชิงสุ่ม (Stochastic frontier analysis ; SFA) จะเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในระดับสากล เนื่องจากสามารถวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค

และความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ในช่วงการผลิต ไม่ว่าจะเป็นความคลาดเคลื่อนจากผู้ผลิตเองหรือความคลาดเคลื่อนจากภายนอกที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อเส้นขอบเขตผลผลิตทั้งสิ้น โดยนำตัวแบบ SFA วัดร่วมกับตัวแบบอิทธิพลความไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficiency effect model; IEM) ไปพร้อมกันที่เรียกว่า ตัวแบบ “One-Step Estimation of The Stochastic Frontier Production Model” โดยทั่วไปจะนิยมวัดผ่านฟังก์ชันผลผลิต 2 ฟังก์ชัน คือ Cobb-Douglas และ Translog production functions

3. ประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นตัวชี้วัดการลดต้นทุนจากการที่สามารถจัดสรรปัจจัยการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพจนเพิ่มผลผลิตได้ จะเห็นได้จากมีนักวิจัยและ/หรือนักขับเคลื่อนนโยบายทั่วโลก ต่างพยายามร่วมมือกันอย่างจริงจัง โดยเฉพาะภาคการผลิตข้าวซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญมากทั้งในประเทศกำลังพัฒนาและประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงนิยมนำผู้ผลิต (เกษตรกร) มาวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตกันอย่างแพร่หลาย เพราะมีความสำคัญต่อการเติบโตของผลิตภาพ (Productivity) ในภาคการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร (Food security) (Majumder et al., 2016)

8

ข้อเสนอแนะ

1. บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจ ความสำคัญ และวิธีศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคด้วยตัวแบบ SFA และ IEM ซึ่งไม่ใช่การพัฒนาตัวแบบขึ้นมา ทั้งนี้เพียงชี้ให้เห็นทางเลือกแก่ผู้สนใจศึกษาและ/หรือนักวิจัยในทุกหน่วยงาน นอกเหนือจากภาคการเกษตร ได้แก่ อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิจัย หรือนักพัฒนาทั้งที่สังกัดหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ที่ต้องการศึกษาการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคแบบมุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตให้เต็มประสิทธิภาพ

2. สามารถเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยแก่นักขับเคลื่อนนโยบายของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องในด้านการเกษตรและอาหาร โดยเฉพาะการผลิตอาหารอินทรีย์ส่งออก สามารถหาช่องว่างการวิจัยใหม่ๆ สำหรับการศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรผู้ผลิตผลผลิตผลทางการเกษตรของพืชเศรษฐกิจสำคัญของไทย เช่น ผลผลิตผลการเกษตรอินทรีย์ต่างๆ ที่จะเป็นประโยชน์มากขึ้นซึ่งอาจจะส่งผล

ต่อการเติบโตของผลิตภาพการผลิตและความมั่นคงทางอาหาร (Food security) (Marjumder et al., 2016)

3. ในการวัดประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรเมื่อวัดได้แล้ว เราควรทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความไม่มีประสิทธิภาพนั้น จากการทบทวนผลงานวิจัย ส่วนใหญ่ผู้ผลิตหรือเกษตรกรยังมีปัจจัยที่เป็นตัวกำหนด (Determinants) ถึงความไม่มีประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ เพศ อายุ ประสบการณ์ การฝึกอบรม การบริหารจัดการ รายได้อื่นๆนอกเหนือจากการทำการเกษตร(คือพึ่งพาตนเองจากการทำการเกษตรเชิงเดี่ยวอย่างเดียว) องค์ความรู้ตามหลักวิชาการ จำนวนปีที่ศึกษาเล่าเรียน การเข้าถึงแหล่งเงินทุน ซึ่งล้วนแต่เป็นแนวทางที่เหมาะสมให้แก่ภาครัฐในการกำหนดนโยบายเพื่อพัฒนาเกษตรกรได้มากขึ้น นอกเหนือจากการบริหารจัดการด้านปัจจัยการผลิต

4. ในช่วงขั้นการวิเคราะห์ตัวแปร และพารามิเตอร์ต่างๆในแบบ SFA ไม่ยุ่งยาก หรือซับซ้อนเท่าใดนัก เนื่องจากมีโปรแกรมสำเร็จรูปให้เลือกใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประมาณค่าหรือการทำนายค่า ได้แก่ Frontier 4.0, STATA, LIMDEP

ปัจจุบันสามารถวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคและความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคด้วยแบบ SFA และ IEM ไปพร้อมกันในขั้นตอนเดียว (One-step simultaneously analysis) เพียงแต่ผู้ศึกษาวิจัยต้องให้ความสำคัญกับการกำหนดขนาดประชากรและตัวอย่าง การเก็บข้อมูลต่างๆให้ครบถ้วนและถูกต้อง โดยเฉพาะประเภทข้อมูลแบบ Cross-sectional data เพื่อให้ได้ตัวแปรครอบคลุมหรือสอดคล้องกับกรอบการศึกษา วัตถุประสงค์วิจัย และคาดว่าจะประโยชน์ในวงกว้างแก่สังคมและประเทศชาติ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพาณิชย์. (2559). *โครงการเดินหน้าประเทศไทยสู่ยุค 4.0*. ค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2559, จาก: <http://ditp-design.com/node/494>.
- Abedullah, Kouser, S., & Mushtaq, K. (2007). Analysis of technical efficiency of rice production in PUNJAB (Pakistan). *Pakistan Economic and Social Review*, 45(2), 231-244.
- Aigner, D., & Lovell, C.A.K. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.

- Akon, I. M. M., & Dutta, S. (2013). Technical efficiency of rice producing farms : a case study of Char-Chapari areas of Assam. *Journal of Economic and Social Development*, 9(1), 62-70.
- Alam, A., Kobayashi, H., Matsumura, I., Ishida, A., & Mohamed, S. (2012). Technical efficiency and its determinants in potato production : evidence from northern areas in Gilgit-Baltistan region of Pakistan. *International Journal of Research in Management, Economics and Commerce*, 2 (3), 1-17.
- Audu, S. I., Otitolaiye, J. O., & Ibitoye, S. J. (2013). Stochastic frontier approach to measurement of cost efficiency in small scale cassava production in Kogi state, Nigeria. *European Scientific Journal*, 9(9), 114-122.
- Asante, B. O., Osei, M. K., Dankyi, A. A., Berchie, J. N., Mochiah, M. B., Lamptey, J. N., Haleegoah, J., Osei, K., & Bolfrey-Arku, G. (2013). Producer characteristics and determinants of technical efficiency of tomato based production systems in Ghana. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 5(3), 92-103.
- Athipanyaku, T., Jitsaeng, P., Pongkapan, N., & Pakdee, P. (2014). Key factors for improving technical efficiency of upland rice production. *American Journal of Applied Sciences*, 11(2), 266-272.
- Awunyo-Vitor, D., Bakang, J., & Cofie, S. (2013). Estimation of Farm Level Technical Efficiency of Small-Scale Cowpea Production in Ghana. *Journal of Agriculture and Environment Sciences*, 13(8), 1080-1087.
- Ataboh, O. E., Umeh, J. C., & Tsue, P. T. Determinants of Technical Efficiency among Rice Farmers in Kogi State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Sustainability*, 6(1), 39-49.
- Backman, S., Zahidul Islam, K. M., & Sumelius, J. (2011). Determinants of technical efficiency of rice farms in north central and north western regions in Bangladesh. *Journal of Developing Areas*, 45, 73-94.
- Baten, A., & Hossain, L. (2014). Stochastic Frontier Model with Distributional Assumptions for Rice Production Technical Efficiency. *Journal of Agriculture Sciences and Technology*, 16, 481-496.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1988). Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38, 387-399.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1992). Frontier production function, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of Production Analysis*, 3, 153-169.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1993, October). A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects. *Working papers in Econometrics and Applied Statistics*, 69, 1-22.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325-332.
- Battese, G. E., & Corra, G. S. (1977). Estimation of a Frontier Production model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, 169-179.

- Butso, O., & and Isvilanonda, S. (2010). Changes in the Efficiency of Rice Production in Thailand. *Kasetsart Journal (Social Science)*, 31, 436 – 444.
- Battest, GE. (1992). Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economies. *Agricultural Economics*, 7, 185-208.
- Chi, N., & Yamada, R. (2005). Assessing the technical efficiency of input in rice productionnnn in Thoi Lai commune, CO DO district, CAN THO city Truong, Thi. *Omonrice Journal*, 13, 116-120.
- Cobb, C.W., & Douglas, P.H. (1928). A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18, 139-165
- Coelli, T.J. (1996). A guide to FRONTIER Version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation. *Working Papers in no. 7/96 (Online)*, 1-33.
- Coelli, T. D., Prasada, Rao, D. S., & Battese (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Boston: Kluwer.
- Coelli, T. D., & Battese, G. (1996). Identification of factors which influence the technical inefficiency the technical inefficiency of Indian farmers. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 40(2), 103-128.
- Donkoh, S. A., Ayambli, S., & Abdulai, S. (2013). Technical efficiency of rice production at the TONO irrigation scheme in Northern Ghana. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(1), 25-42.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Goldman, D. (2013). *Technical efficiency of rice production in India: A study using stochastic frontier analysis to estimate technical efficiency and its determinants*. Master of Arts and Law and Diplomacy Capston Project, April 2013: 1-27.
- Haider, M. Z., Ahmed, M. S., & Mallick, A. (2011). Technical Efficiency of Agricultural Farms in Khulna, Bangladesh: Stochastic Frontier Approach. *International Journal of Economics and Finance*, 3(3), 248-256.
- Huang & Liu. (1994, June). Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function. *Journal of Productivity Analysis*, 5(2), 171-180.
- Khan, A., Huda, F. A., & Alam, A. (2010). Farm Household Technical Efficiency: A Study on Rice Producers in Selected Areas of Jamalpur District in Bangladesh. *European Journal of Social Sciences*, 14(2), 262-271.
- Krasachata, W. (2012). Organic Production Practices and Technical Inefficiency of Durian Farms in Thailand. *Procedia Economics and Finance*, 3, 445-450.
- Kyi, T., & Oppen, M. (1999). Stochastic frontier production function and technical efficiency estimation: A case study on irrigated rice in Myanmar. *Deutscher Tropentag 1999 Berlin, Session: Sustainable Technology Development Crop Production*.
- Khai, H. V., and Yabe, M. (2011). Technical efficiency analysis of rice production in Vietnam. *Journal of ISSAAS*, 17(1), 135-143.

- Kouser, A. S., & Mushtaq, K. (2007). Environmental efficiency analysis of Basmati rice production in Punjab, Pakistan: Implications for sustainable agricultural development. *Pakistan Economic and Social Review*, 49(1), 57-72.
- Linh, V. H. (2012). Efficiency of rice farming households in Vietnam. *International Journal of Development*, 11(1), 60-73.
- Madau, F. A. (2007). Technical Efficiency in Organic and Conventional Farming: Evidence from Italian Cereal Farms. *Agricultural Economics Review*, 8(15), 1-21.
- Magreta, R., Edriss, A. K., Mapemba, L., and Zingore, S. (2013). *Economic efficiency of rice production in smallholder irrigation schemes: A case of Nkhate irrigation scheme in Southern Malawi*. Paper presented at the 4th Interntional Conference of the African Association of Agricultural Economists, September 22-25, 2013, Hammamet, Tunisia, (pp.1-14).
- Majumder, S., Bala, B.K., Arshad, F. M., Haque, M. A., and 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.
- Meeusen, W., & Broeck, J. van den. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production function with composed error. *International Economic Review*, 18(2), 435-444.
- Ng'ombe, J., & Kalinda, T. (2015). A stochastic frontier analysis of technical efficiency of maize production under minimum tillage in Zambia. *Sustainable Agriculture Research*, 4(2), 31-43.
- Ogundari, K., Amos, T.T., & Ojo, S.O. (2010). Estimating confidence intervals for technical efficiency of rainfed rice farming system in Nigeria. *China Agricultural Economic Review*, 2(1), 107-118.
- Okeke, D. C., Chukwuki, C. O., & Ogisi, O. (2012). Data envelopment analysis approach to resource – Use efficiency among rice farmers in Anambra state-Nigeria. *Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Biology*, 12(5), 37-41.
- Okpe, I. J., Abur, C. C., & Ominyi, S. O. (2012). Resource Use Efficiency and Rice Production in Guma Local Government Area of Benue State: An Application of Stochastic Frontier Production Function. *International Review of Social Sciences and Humanities*, 3(1), 108-116.
- Ojehomon, V.E.T., Ayinde, O. E., Adewumi, M. O., & Omotesho, O. A. (2013). Determinant of technical efficiency of new rice for Africa (nerica) production: a gender approach. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 6(5), 453-460.
- Omondi, S. O., & Shikuku, K. M. (2013). An Analysis of Technical Efficiency of Rice Farmers in Ahero Irrigation Scheme, Kenya. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 4(10), 9-17.
- Ogundele, O. O., & Okoruwa, V. O. (2014). Accounting for agricultural productivity growth in rice farming: Implication for agricultural transformation agenda in Nigeria. *Advancement in Sciences and Technology Research*, 1(1), 1-7.

- Pate, N. T., & Tan-Cruz, A. (2007). *Technical efficiency of Phillipine rice-producing regions: An econometric approach*. Paper presented at the 10th National Convention on Statistics (NCS).
- Piya, S., Kimminami, A., Yagi, H. (2012). Comparing the technical efficiency of rice farms in urban and rural areas: a case study from Nepal. *Trends in Agricultural Economics*. 1-13.
- Rahman, S. A. (2013). *Farm Production Efficiency: The scale of success in agriculture*. Nasarawa State University, Keffi-Nigeria.1-61.
- Rahman, S., & Barmon, B. K. (2015). Productivity and efficiency impacts of urea deep placement technology in modern rice production: An empirical Analysis from Bangladesh. *The Journal of Developing Areas*, 49(3), 119-132.
- Rola, A. C., and Quintana-Alejandrino, T. (1993). Technical efficiency of Philippine rice farmers in irrigated, rainfed low-land and upland environments: A frontier production function analysis. *Philippines Journal Crop Science*, 18(2), 59-69.
- Seidu Al-hasssan. (2008). *Technical efficiency of rice farmers in Northern Ghana*. Paper No. RP_178. April 2008.
- Selim, S. (2009, April). Labour productivity and rice production in Bangladesh: A stochastic frontier approach. *Cardiff Business School Working Paper Series*, 1-22.
- Songsrirote, N. & Singhapreecha. (2007). Tehnical efficiency and its determinants on conventional and certified organic jasmine rice farms in yasothon province. *Thammasat Economic Journal*, 25(2), 96-133.
- Srisompun, O., & Isvilanonda, S. (2012). Efficiency change in Thailand rice production: Evidence from panel data analysis. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 4(4), 101-108.
- Shehu, J. F., Mshelia, S. I., & Tashikalma, A. K. (2007). Analysis of technical efficiency of small-scale rain-fed upland rice farmers in North-west agricultural zone of Adamawa state, Nigeria. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 3(4), 133-136.
- Sherlund, S. M., Barrett, C. B., Adesina, A.A. (2002). Smallholder technical efficiency controlling for environmental production conditions. *Journal of Development Economics*, 69, 85-101.
- Sibiko, K. W., Owuor, G., Birachi, E., Gido, E. O., Ayuya, O. I., & Mwangi, J. K. (2013). Analysis of Determinants of Productivity and Technical Efficiency among Smallholder Common Bean Farmers in Eastern Uganda. *Current Research Journal of Economic Theory*, 1-12.
- Taraka, K., Latif, I. A., & Shamsudin, M. N. (2010). A nonparametric approach to evaluate technical efficiency of rice farms in Central Thailand. *Chulalongkorn Journal of Economics*, 22, 1-14.
- Tzouvelekas, V., Pantzios, C. J., & Fotopoulos, C. (2002). Measuring multiple and single factor technical efficiency in organic farming: The case of Greek wheat farms. *British Food Journal*, 104(8), 591-609.
- Tijani, A.A. (2006). Analysis of the technical efficiency of rice farms in Ilesha Land of Osun State, Nigeria. *Agrekon*, 45(2), 126-235.
- Villano, R., & Fleming, E. (2004). Analysis of technical efficiency in a rainfed lowland rice environment in Central Luzon Philippines using a stochastic frontier production function with a

Heteroskedastic error structure. *Working Paper Series in Agricultural and Resource Economics*, 1-28.

Xu, X., & Jeffrey, S. R. (1998). Efficiency and technical progress in traditional and modern agriculture: evidence from rice production in China. *Agricultural Economics*, 18, 157-165.

Zarra-Nezhad, M., Bavarsad, B., Moustafavi, H, S. M., & Mehrian, S. N. (2012). Study of the Technical Efficiency of Rice Farmers in Iran: a Case of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 8(4).