บทที่ 2
ทฤษฎีแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้กล่าวถึงงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับการศึกษานี้ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา รวมทั้งวิธีการศึกษาสมการที่ใช้ในการศึกษาและคำจำกัดความของตัวแปรต่างๆ ในสมการ

2.1 ผลงานการศึกษาที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิต(Efficiency of Production)

วิธีการศึกษา เกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรที่ผ่านมามีอยู่เป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยตรงหรือจะเป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร ดังนั้นผลงานการวิจัยจึงแบ่งตามวิธีการของเครื่องมือที่ใช้วัดประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรได้แก่

2.1.1 การวัดประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรทางตรง

การวัดประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร คือ การวัดประสิทธิภาพจากฟังก์ชันการผลิต (production function) คือ การเปรียบเทียบทางเทคนิคของการใช้ปัจจัยการผลิตจะวัดโดยผลผลิตที่เพิ่มขึ้น(marginal product)ของเกษตรกรแต่ละกลุ่ม ถ้าผลผลิตเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดเดียวกันและในปริมาณที่เท่ากันของเกษตรกรกลุ่มใดสูงกว่าแสดงว่าเกษตรกรกลุ่มนั้นมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูง สำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านราคาของการใช้ปัจจัยการผลิตจะใช้อัตราส่วนระหว่างมูลค่าของผลผลิตเพิ่ม(value of marginal product: VMP_{Xi}) จากการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดหนึ่งกับราคาปัจจัยการผลิตชนิดนั้น(price of input : P_{Xi}) หรือ VMP_{Xi} / P_{Xi} ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวของเกษตรกรกลุ่มใดเท่ากับ 1 แสดงว่าเกษตรกรกลุ่มนั้นมีประสิทธิภาพทางด้านราคาในการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดนั้นและมีประสิทธิภาพทางด้านราคาสูงกว่าเกษตรกรที่มีอัตราส่วนดังกล่าวมากกว่า 1 เสมอ(พิชิต ธานี , 2519)

Tsoi Wai Kee (1979) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้าและอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศฮ่องกง โดยใช้ข้อมูลเป็นรายโรงงานในปี พ.ศ. 2519 และได้ตั้งสมมุติฐานว่า

ประสิทธิภาพการผลิตไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดโรงงาน ซึ่งในการศึกษานี้ได้หาประสิทธิภาพการผลิตในเชิงเทคนิค (Technical Efficiency)ของอุตสาหกรรมทอผ้าและอุตสาหกรรมสิ่งทอจากสมการการผลิต(Production Function)ของแต่ละโรงงานโดยกำหนดให้

$$Y = AK^{\alpha}L^{h}U$$

โดยที่ Y คือมูลค่าส่วนเพิ่มของแต่ละโรงงาน

K คือมูลค่าทุนที่ใช้ในการผลิตของแต่ละโรงงาน

L คือจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิตของแต่ละโรงงาน

และใช้มูลค่าส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับมูลค่าส่วนเพิ่มที่ประมาณค่าได้จากวิธี OLS

รูปแบบของฟังก์ชันการผลิตที่นิยมนำมาใช้เป็นแบบในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่ คือ ฟังก์ชันการผลิตที่มีรูปแบบเป็น Cobb- Douglas เพราะเป็นรูปแบบของฟังก์ชันการผลิตที่ง่ายที่สุดและมีคุณสมบัติที่ตรงกับฟังก์ชันการผลิตของพวก Neoclassical คือ ผลผลิตเพิ่ม(marginal product)ของการใช้ปัจจัยการผลิตมีค่าเป็นบวก ผลผลิตเพิ่มจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงและรูปแบบของฟังก์ชันไม่ได้เป็นตัวกำหนดระดับผลตอบแทนต่อขนาดการผลิต (degree of return to scale) แต่จะถูกกำหนดด้วยข้อมูลที่กำลังศึกษาอยู่แต่ฟังก์ชันการผลิตแบบนี้ยังมีข้อบกพร่องหลายประการ คือค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน(elaasticity of substitution) สำหรับทุกๆคู่ของปัจจัยการผลิตจะมีค่าเท่ากับ 1 (เสถียร ศรีบุญเรือง ,2527) ตัวอย่างการศึกษาเช่น การศึกษาของ ธีระชัย เหลืองสัมฤทธิ์(2527) ที่ทำการศึกษาขนาดของฟาร์มและประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรในอำเภอพาชีจังหวัดนครศรีอยุธยา อำเภอพยุหะคีรีจังหวัดนครสวรรค์ ปีการผลิต 2518 วิธีการศึกษาใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรอำเภอพาชี 100 ตัวอย่าง และจำนวนจากอำเภอพยุหะคีรี 93 ตัวอย่าง โดยนำจำนวนฟาร์มตัวอย่างที่ได้ในแต่ละท้องที่มาจัดแบ่งตามขนาดฟาร์ม 5 ขนาด คือ 1 (1 - 20 ไร่) ขนาด 2 (20 - 30 ไร่) ขนาด 3 (30 - 40 ไร่) ขนาด 4 (40 - 50 ไร่) และขนาด 5 (50 ไร่ขึ้นไป) แล้วนำการวิเคราะห์โดยการใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb - Douglas

ข้อสมมุติของฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas นี้ในความเป็นจริงโดยเฉพาะการผลิตทางการเกษตรด้วยแล้วข้อจำกัดดังกล่าว นี้เป็นไปได้ยากและอาจเกิดปัญหาเกียวกับปัจจัยการผลิตที่เป็นตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์ต่อกันมาก (high multicollinearity) อีกทั้งการใช้รูปแบบของสมการเดี่ยว(single equation model approach) ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชั่นการ

ผลิตโดยตรงจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีลักษณะที่เป็น biased และ inconsistent เป็นคุณสมบัติที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น สาเหตุก็คือ ปริมาณผลผลิต(output)และปริมาณปัจจัยการผลิต(inputs) นั้นเป็นตัวแปรที่ผู้ประกอบการจะต้องทำการตัดสินใจ (decision variables) เป็นการตัดสินใจภายใน (endogenous decision) แต่ตัวแปรเหล่านี้ยังไปขึ้นกับราคาผลผลิตและราคาปัจจัยการผลิตที่ถูกกำหนดมาจากภายนอก(exogenous)จึงทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้น(ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และอารี วิบูลย์พงศ์ , 2527)

ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ (2000) ได้กล่าวถึงระเบียบวิธีวิจัยโดยใช้ stochastic frontier ไว้อย่างละเอียดโดยเริ่มจาก Seyoum, Battese และ Fleming (1998) ซึ่งกล่าวว่าแบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic frontier model) พื้นฐานได้ถูกนำเสนอขึ้นมาใช้โดย Aigner , Lovel และ Schmidt(1977) และ Meeusen และ Van den Broeck(1977) และต่อมาก็ได้มีการเสนอและประยุกต์ใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic frontier model) อื่นๆอีกเป็นจำนวนมากในการวิเคราะห์ข้อมูลตัดขวาง (cross sectional data) และข้อมูล panel data (ซึ่งคือค่าสังเกตที่เกิดซ้ำๆ กันจากเซทของหน่วยตัดขวางเซทเดียวกัน) เกี่ยวกับผู้ผลิต แบบจำลองของ Aigner, Lovel และ Schmidt(1977) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y = \beta' x + v - u = \beta' x + \varepsilon \qquad (1)$$

ซึ่งในรูปทั่วไปอาจเขียนได้ดังนี้ $Y = f(x, \beta) + \varepsilon$

โดยที่ $u = |U|$ และ $U \sim N(0, \sigma)$

$v \sim N(0, \sigma)$ (Greene, 1995 , pp 309-310)

$\varepsilon = v - u$

ซึ่ง u จะมีลักษณะเป็น truncated normal นั่นเอง นั่นคือ

$$f(u) = \frac{2}{\sigma_u (2\pi)^{1/2}} \exp\left(\frac{-u^2}{2\sigma_u^2}\right) \qquad (u \le 0) \qquad (2)$$

และ Ali และ Flinn (1989) กล่าวว่าจาก Maddala (1977, p 318) ถ้า u เป็นการแจกแจงแบบ half normal นั่นคือ u มีการแจกแจงแบบค่าสัมบูรณ์ (absolute value) ของ $N(0, \sigma_u^2)$ แล้วค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของประชากรของ u สามารถเขียนได้ดังนี้

$$E(u) = \sigma_u (2/\pi)^{1/2}$$
$$V(u) = \sigma_u^2 (\pi - 2)/\pi$$

-u นี้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนข้างเดียว ซึ่งหมายความว่า แต่ละค่าสังเกตจะอยู่บนเส้นพรมแดนหรือต่ำกว่าเส้นพรมแดนเสมอ -u นี้ก็คือ " ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค(technical inefficiency)" สำหรับ v นั่นก็คือค่าความคลาดเคลื่อนตามปกติ ที่มีการกระจายไปได้ทั้งสองข้าง (two-sided error) ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนแบบสุ่มของเส้นพรมแดนอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ภายนอกในเชิงบวกและเชิงลบต่อเส้นพรมแดน (Maddala , 1983 , p 195) และสมมุติว่า u และ v มีการแจกแจงเป็นอิสระต่อกัน และ จาก Weinstein(1964) เราจะได้ว่า

$$g(\varepsilon) = \frac{2}{\sigma}\phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right)\left[1 - \Phi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)\right] \qquad (3)$$

โดยที่ $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$

$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$

$\phi(.)$ = ฟังก์ชันความหนาแน่น(density function)ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน

$\Phi(.)$ = ฟังก์ชันการแจกแจง(distribution function)ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน

สมการ (3) นี้ได้จากการเขียนฟังก์ชันความหนาแน่นร่วม (joint density function) และ แทนค่า V = ε + u และหาปริพันธ์(integrate)ของสมการที่ได้มาด้วยการพิจารณา u (Maddala , 1983 , p 195)

การแจกแจงของค่าสัมบูรณ์(absolute value) ของตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติจะมีลักษณะที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ , ε ซึ่งก็คือ v - u มีลักษณะไม่สมมาตร(asymmetric)และมีการแจกแจงไม่ปกติ ดีกรีหรือระดับขั้นของความไม่สมมาตรนั้นดูได้จากค่าพารามิเตอร์ $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ ถ้า λ ใหญ่ขึ้น ความไม่สมมาตรก็จะมีมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้า λ มีค่าเท่ากับศูนย์ก็จะได้ว่า ε = v ซึ่งก็คือการแจกแจงแบบปกติ ค่าความคาดหมาย(expected value)ของ ε คือ

$$E(v - |u|) = \mu_\varepsilon = -\left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \sigma_u \qquad (4)$$

อย่างไรก็ตามถ้าให้ $\beta' = [\alpha\beta_1']$ โดยที่ α คือค่าสเกล่าร์(scalar) เราสามารถเขียนสมการ (1) ได้ดังนี้

$$y = \alpha + \beta_1' x + \varepsilon \qquad (5)$$

จากสมการ (5) Greene(1997, pp 309-310) ได้เขียนใหม่ดังนี้

$$y = (\alpha + \mu_\varepsilon) + \beta_1' x + (\varepsilon + \mu_\varepsilon)$$
$$y = \alpha^* + \beta_1' x + \varepsilon_i^* \qquad (6)$$

โดยที่ ε_i^* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีความแปรปรวนคงที่ แต่มีการแจกแจงไม่ปกติ และไม่สมมาตร อย่างไรก็ตาม Greene(1997, p310) กล่าวว่าการทดสอบแบบจำลองสามารถที่จะอยู่บนฐานของส่วนที่เหลือจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด(least squares residuals)ได้ แม้ว่าตัวประมาณค่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะไม่มีประสิทธิภาพ(inefficiency)(ไม่ใช่ตัวประมาณค่าmaximum likelihood สำหรับแบบจำลองนี้) แต่ตัวประมาณค่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดก็มีลักษณะคล้องจอง(consistent) (Greene, 1997 , p 310)

อย่างไรก็ตาม Aigner , Lovel และ Schmidt (1997) ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการ maximum likelihood สามารถที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทุกตัว สำหรับการวัดความไม่มีประสิทธิภาพเฉลี่ย(average inefficiency) Aigner , Lovel และ Schmidt (1997) แนะนำให้ใช้ $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ และ $E(-u) = (2^{1/2}/\pi^{1/2})\sigma_u$ ถ้าฟังก์ชันการผลิต(production function) มีลักษณะเป็น Cobb-Douglas โดยที่เทอมความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูปของการคูณกันดังต่อไปนี้

$$y = AK^{\alpha} L^{\beta} e^{-u} e^{v} \qquad (7)$$

ดังนั้นประสิทธิภาพของเทคนิค (technical efficiency) ที่เหมาะสมก็จะเป็น

$$e^{-u} = y / (AK^{\alpha} L^{\beta} e^{v}) \qquad (8)$$

และโดยที่ –u เป็น half normal ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพทางเทคนิค(technical efficiency)ก็สามารถหาได้ดังนี้

$$E\left(e^{-u}\right) = 2\exp\left(\frac{\sigma_u^2}{2}\right)\left[1-\phi\left(\sigma_u\right)\right] \qquad (9)$$

Jondrow และคณะ(1982) ได้เป็นกลุ่มแรกที่ได้แสดงวิธีคำนวณค่าประมาณความไม่มีประสิทธิภาพของแต่ละฟาร์ม โดยแสดงว่าค่าคาดหมาย (expected value)ของ u สำหรับค่าสังเกตแต่ละค่าสามารถที่จะหามาได้จากการแจกแจงแบบมีเงื่อนไข(conditional distribution) ของ u โดยกำหนด ε มาให้ภายใต้การแจกแจงแบบปกติ สำหรับ v และการแจกแจงแบบ half normal สำหรับ u ค่าคาดหมาย(expected value)ของความไม่มีประสิทธิภาพของฟาร์มแต่ละฟาร์มโดยกำหนด ε มาให้สามารถหาได้ดังนี้

$$E\left(u|\varepsilon\right) = \frac{\sigma_u\sigma_v}{\sigma}\left[\frac{\phi\left(\varepsilon\lambda/\sigma\right)}{1-\Phi\left(\varepsilon\lambda/\sigma\right)} - \frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right] \qquad (10)$$

(Bravo – Ureta และ Rieger , 1991 ; Wang , Wailes และ Cramer , 1996)

ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นเรื่องของเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม(Stochastic Production Frontier)และโปรแกรมสำเร็จรูปที่นิยมใช้ในการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองพรมแดนเฟ้นสุ่ม (stochastic frontier model) ได้แก่ โปรแกรม Frontier version 4.1

2.1.2 การวัดประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรทางอ้อม

จากการศึกษาพบว่าการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การผลิตโดยฟังก์ชันกำไร(profit function) วิธีนี้สามารถขจัดข้อจำกัดต่างๆ ของวิธีการฟังก์ชันการผลิตได้เป็นอันมาก เช่น การลดปัญหาเรื่องตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กัน ผู้ที่ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้วิธีการประมาณฟังก์ชันกำไรนี้ก็คืองานวิจัยของ Lau and Yotopoulos(1971,1973) ซึ่งวิธีการของเขาเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจการผลิตโดยอาศัยฟังก์ชันกำไรเป็นแบบในการวิเคราะห์เป็นการศึกษาประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบ(relative efficiency)ของการผลิตทางการเกษตรในประเทศอินเดีย โดยการใช้ " Unit-output-price" profit function ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจระหว่างกลุ่มเกษตรกรรมที่มีขนาดการผลิตขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ผลการศึกษาพบว่าฟาร์มขนาดเล็กมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยเปรียบเทียบสูงกว่าฟาร์มขนาดใหญ่และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพทางด้านราคาปัจจัยการผลิตผันแปรโดยเปรียบเทียบของฟาร์มทั้งสองขนาด

พบว่ามีประสิทธิภาพเท่าเทียมกัน ดังนั้นความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของฟาร์มทั้งสองขนาดมาจากฟาร์มเล็กมีประสิทธิภาพทางเทคนิคมากกว่าฟาร์มขนาดใหญ่

ทำให้การศึกษาต่อมาจึงมีการใช้งานวิจัยของทั้งสองเป็นแบบอย่างในการศึกษากันอย่างแพร่หลาย เช่นงานวิจัยของ เสถียร ศรีบุญเรือง(2527) ได้วิเคราะห์ขนาดของฟาร์มและประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ กรณีศึกษาของอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน โดยนำใช้ Cobb-Douglas Profit Function Model ของ Lau และ Yotopoulos เป็นแบบในการวิเคราะห์ขนาดฟาร์มและประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวเหนียวฤดูนาปีของอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน ปี 2527 ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจทั้งประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบและประสิทธิภาพทางด้านราคาโดยเปรียบเทียบของฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มขนาดเล็กนั้นมีประสิทธิภาพเท่ากันและฟาร์มทั้งสองยังมีการผลิตที่จุดที่มีประสิทธิภาพทางด้านราคาโดยสัมบรูณ์ คือ มีการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปร ณ ระดับที่มีมูลค่าเพิ่มของผลผลิตที่ได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรแต่ละชนิดเท่ากับราคาปัจจัยผันแปรชนิดนั้น

Mahmood H. Khan and Dennis R. Maki(2527) ได้ศึกษาผลของขนาดฟาร์มต่อประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจกรณีแคว้น Punjab และ Sind ประเทศปากิสถาน ในปี พ.ศ. 2517 โดยใช้สมการกำไร (Profit function) ของ Lau - Yotopoulos(1971, 1973) ในการหาค่าประมาณของตัวพารามิเตอร์ของประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางราคา(Value of teachnical and price efficiency parameters) เพื่ออธิบายความแตกต่างระหว่างฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มขนาดเล็ก[1] ซึ่งอาศัยข้อมูลระดับฟาร์มที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง 728 ฟาร์มในแคว้น Punjab และ Sind แต่เนื่องจากแคว้นทั้งสองมีสภาพโครงสร้างทางการเกษตรที่แตกต่างกันมาก ส่วนการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตพบว่าฟาร์มทั้งสองขนาดในแคว้น Punjab และ Sind นั้นอยู่ในระยะที่ผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น(increasing returns to scale)

วีระศักดิ์ สมยานะ (2543) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์นโยบายการพยุงราคาและการให้การอุดหนุนปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลืองของเกษตรกรในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยนำเอา production function และ profit function ของ Lau และ Yotopoulos เป็นแบบในการวิเคราะห์นโยบายการพยุงราคาและการให้การอุดหนุนปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

---

[1] ฟาร์มขนาดใหญ่ หมายถึง ฟาร์มที่มีขนาด 25 เอเคอร์ขึ้นไป ส่วนฟาร์มขนาดเล็ก หมายถึงฟาร์มที่มีขนาดน้อยกว่า 25 เอเคอร์

ถั่วเหลืองของเกษตรกรในอำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่ปี 2543 ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลืองของกลุ่มเกษตรกรที่ได้รับการพยุงราคาถั่วเหลืองและเกษตรกรกลุ่มที่ไม่ได้รับการพยุงราคาถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทั้งสองมีประสิทธิภาพทางด้านราคาโดยเปรียบเทียบของการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรที่เป็นแรงงานจ้าง ปุ๋ย เคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เท่ากันทั้งสองกลุ่ม และ การผลิตไม่ได้ทำการผลิต ณ จุดที่ได้กำไรสูงสุด

ใจ สมสะอิน , ภูทร ชุมพนพักดี , พมจักษ์ สีประเสิฐธ์ และ เวียงไช สีประพร(1998) ได้ศึกษาข้อมูลการสำรวจการปลูกข้าวนาน้ำฝนบ้านพินใต้ เมืองอุธุมพร แขวงสวรรค์นเขต ปี 2542 ของสปป.ลาว การศึกษาได้รับการพิจารณาจากกรมกสิกรรม-ป่าไม้แขวงที่คัดเลือกให้เป็นเขตสำรวจและบ้านนี้จะเป็นบ้านซึ่งเป็นตัวแทนในการปลูกข้าวในเขตนาน้ำฝนของแขวงสวรรค์นเขต และเป็นพื้นที่ทดสอบในการรับเอาเทคนิคการเกษตรจากวิชาการทดลองข้าวเพื่อเผยแพรให้มีการรับเอาเทคนิคการผลิตดังกล่าวขยายกว้างออกไป บ้านพินใต้มีเนื้อที่ปลูกข้าวทั้งหมดประมาณ 126.086 พันเฮกตาร์ ลักษณะของดินในเขตนี้เป็นดินโนนราบ ซึ่งมีลักษณะทุ่งราบแบบนาบันได ซึ่งมีความลาดชันประมาณร้อยละ 1-3 ส่วนประกอบของชนิดดินเป็นดินทรายปนตมและดินเหนียวปนตม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีในช่วงระยะเวลา 25 ปี(2517-2542) มีค่าเท่ากับ 1,394 มิลลิเมตรต่อปี และ ข้อมูลที่สำรวจได้ เช่น

1. ลักษณะทั่วไปของหมู่บ้าน
2. พื้นที่ดิน
3. ผลผลิต
4. รายรับและรายจ่ายต่อการปลูกข้าว
5. รายได้จากการปลูกข้าว
6. รายรับของครอบครัว และส่วนประกอบของรายรับ
7. ข้าวที่ได้เพียงพอกับการบริโภคหรือไม่
9. การเลี้ยงสัตว์

โดยสรุปแล้วผลผลิตข้าวส่วนใหญ่ของหมู่บ้านพินใต้จะถูกนำไปใช้ในการบริโภคในครัวเรือนมีเพียงร้อยละ 10 ได้นำใช้เป็นสินค้าเนื่องจากผลผลิตข้าวเฉลี่ยภายในบ้านประมาณ 1,423 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ประมาณร้อยละ 91 ของจำนวนชาวนาภายในบ้านได้รับผลผลิตข้าวน้อยกว่า 2 ตันต่อเฮกตาร์และมีจำนวนชาวนาเพียงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 9 เท่านั้นที่ได้ผลผลิตมากกว่า 2 ตันต่อเฮกตาร์ แสดงว่าการผลิตไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

Antle and Crissman (1990) ได้ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยพิจารณาถึงทัศนคติของผู้ที่ทำการตัดสินใจที่มีผลต่อความเสี่ยงในการผลิต เมื่อเกษตรกรนำเอาข้าวพันธ์ใหม่มาใช้ในรัฐ Iloilo ประเทศฟิลิปปินส์ สำหรับปีเพาะปลูก 1975/1976 - 1979/1980 โดยฟังก์ชันความพอใจที่คาดหวัง(expected utility function)จะถูกประมาณขึ้นเพื่อคำนวณหาดัชนีประสิทธิภาพ ในการศึกษานี้ได้กำหนดให้ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค เป็นความแตกต่างระหว่างผลผลิตที่ผู้ผลิตผลิตได้ กับผลผลิตที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เมื่อมีการนเทคโนโลยีมาใช้ สำหรับความไม่มีประสิทธิภาพทางด้านราคาจะไม่ถูกคำนวณอันเนื่องมาจากความยุ่งยากในการวัด ในการศึกษานี้ประสิทธิภาพทางเทคนิคถูกตีความในรูปของส่วนเกินผู้ผลิต(producer surplus)และถูกประมาณโดยวิธีการ Generalized Least Squares(GLS)

Phillip Garcia , Steven T. Sonka , and Man Sik Yoo (1982) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดฟาร์ม ในประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ(economic efficiency) กรณีตัวอย่างของ Illinois grain farm ประเทศสหรัฐอเมริกา พ. ศ. 2525 โดยการศึกษาดังกล่าวนั้นต้องการแสดงให้เห็นผลของความแตกต่างทางด้านโครงสร้างที่สำคัญ 2 ประการคือ ขนาดพื้นที่ถือครอง และลักษณะการถือครองที่ดินที่มีต่อประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ(economic efficiency)ของการทำฟาร์มในสหรัฐอเมริกาเพื่อหาโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่เหมาะสมสำหรับภาคการเกษตร รัฐ Illinois สหรัฐอเมริกา โดยใช้ฟังก์ชันกำไร(profit function)ของ Lau และ Yotopoulos ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ(economi efficiency)ของฟาร์มทั้งสองขนาด ผลการศึกษาพบว่าทั้งฟาร์มขนาดกลางและฟาร์มขนาดใหญ่ต่างมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (economic efficiency) ในการใช้ปัจจัยการผลิตทุกปัจจัยเท่าเทียมกัน ยกเว้นเฉพาะปัจจัยการผลิตที่เป็นแรงงานจ้าง และจากการทดสอบสมมุติฐานพบว่าฟาร์มทั้งสองขนาดนั้นอยู่ในระยะผลตอบแทนต่อขนาดที่คงที่ (constant returns to scale)

Somdej Sirikanokvilai (1986) ได้ศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของขนาดของโรงสีข้าว กรณีศึกษาจังหวัดสระบุรี พ. ศ. 2528 โดยใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ในการวิเคราะห์หาสมการพรมแดนการผลิต(frontier production function)ที่มีประสิทธิภาพโดยใช้วิธี Linear Programming Model การศึกษาพบว่าอุตสาหกรรมสีข้าวของจังหวัดสระบุรีมีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่และพบว่าโรงสีขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงกว่าโรงสีข้าวขนาดเล็ก

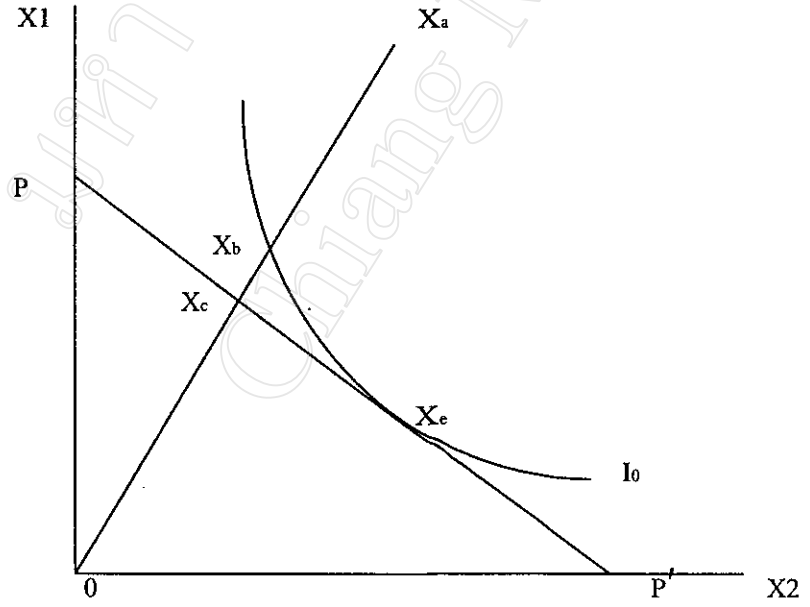
2.2 กรอบแนวคิดทางทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตที่ใช้ในการศึกษา

ประสิทธิภาพการผลิต หมายถึง การผลิตสินค้าในปริมาณที่กำหนดให้ด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำสุด หรือการผลิตสินค้าด้วยต้นทุนที่กำหนดให้แต่ได้ปริมาณการผลิตสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม การวัดประสิทธิภาพการผลิตดังกล่าวก็มีปัญหาในการพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตที่ต่ำสุด เมื่อกำหนดปริมาณการผลิตให้ หรือการพิจารณาถึงปริมาณการผลิตให้ได้สูงที่สุด เมื่อกำหนดต้นทุนการผลิตให้ บทความของ Farrell[2] (นายสุโกวิท โชติวัฒนะกุล, 2530) ได้อธิบายการวัดประสิทธิภาพของการผลิตดังกล่าวข้างต้นโดยได้แบ่งประสิทธิภาพการผลิตออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1). ประสิทธิภาพการผลิตในเชิงเทคนิค(Technical Efficiency) ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพการผลิตที่เกิดจากการใช้เทคนิคการผลิตที่เหมาะสมและรวมทั้งประสิทธิภาพการบริหารในขบวนการผลิตด้วย

(2). ประสิทธิภาพการผลิตในเชิงราคา(Price Efficiency) ซึ่งเป็นการพิจารณาประสิทธิภาพการผลิตที่เกิดจากการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตให้ได้ดุลยภาพขายทางด้านราคาของปัจจัยการผลิต

(3). ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม(Overall Efficiency) เป็นประสิทธิภาพทั้งหมดในการผลิต ซึ่งได้รวมประสิทธิภาพการผลิตในเชิงเทคนิคกับประสิทธิภาพในเชิงราคาเข้าด้วยกัน



รูปที่ 2 แสดงการวัดประสิทธิภาพการผลิตในเชิงเทคนิคและในเชิงราคา

โดยที่: OX_1 คือ ปัจจัย X_1 ในการผลิต

OX_2 คือ ปัจจัย X_2 ในการผลิต

I_0 คือ เส้นขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

PP' คือ เส้นต้นทุนการผลิตเท่ากัน (Isocost)

ดังจะได้พิจารณาจากรูปที่ 1 ซึ่งเป็นการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งด้วยปัจจัยการผลิต 2 อย่าง โดยมีข้อสมมุติฐานว่า ตลาดสินค้าและตลาดปัจจัยการผลิตเป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์ และมีผลตอบแทนในการผลิตคงที่(Constant Return to Scale)

จากรูป กำหนดให้ I_0 คือ พรมแดนของเส้นผลผลิตเท่ากันซึ่งให้ปริมาณผลผลิต Yo และ Xa คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ ซึ่งให้ผลผลิต Yo และ Xb คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และอยู่บนพรมแดนของเส้นผลผลิตเท่ากัน ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิค(TE)ของ Farell สามารถหาได้จาก $TE = Xb / Xa$ โดยมี pp' คือเส้นต้นทุนเท่ากัน Xc คือจุดที่สามารถผลิตให้มีต้นทุนต่ำสุดได้เช่นเดียวกับจุด Xe ดังนั้นประสิทธิภาพทางด้านราคา(AE)ของ Farell สามารถหาได้จาก $AE = Xc / Xb$ และในขณะเดียวกันประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ(EE)สามารถหาได้จาก $EE = Xc / Xa$ อย่างไรก็ตามการวัดประสิทธิภาพสามารถจะวัดได้โดยตรงจากฟังก์ชั่นต้นทุนการผลิต(Kopp และ Diewert , 1982) ถ้ากำหนดให้ P คือเวคเตอร์ของราคาปัจจัยการผลิตซึ่งใช้ในการกำหนดเส้นต้นทุนเท่ากัน pp ต้นทุนในการใช้ปัจจัยการผลิต ณ. จุด a จุด b และ จุด c คือ PXa PXb และ PXc ตามลำดับ ดังนั้นประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางด้านราคาก็สามารถวัดโดยอาศัยฟังก์ชั่นต้นทุนได้ดังนี้คือ :

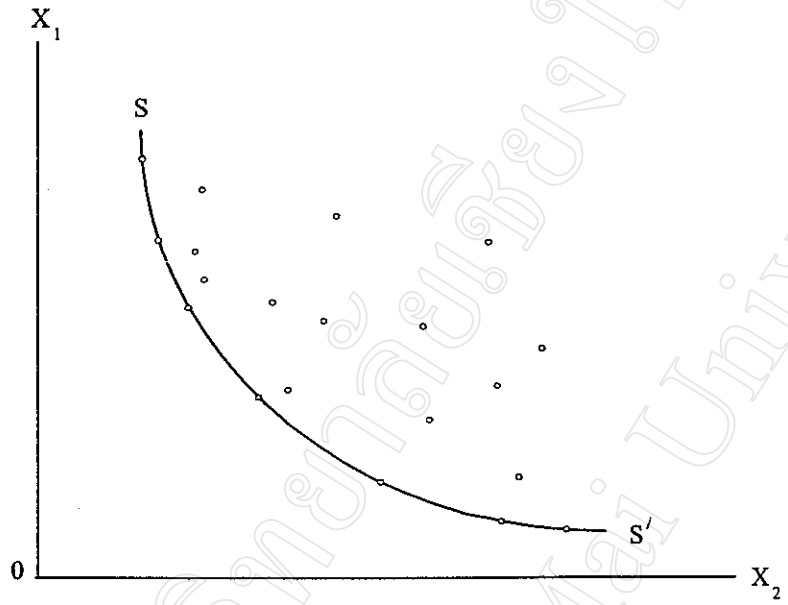
$TE = PXb / PXa$ (TE คือ Technical Efficiency)

$AE = PXc / PXb$ (AE คือ Alocative Efficiency)

$EE = PXc / PXa$ (EE คือ Economic Efficiency)

จากการพิจารณาข้างต้น ขอบเขตการผลิตมีประสิทธิภาพได้ถูกกำหนดไว้แล้ว โดยเส้น Isoquant Io แต่สำหรับการพิจารณาประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มหนึ่งนั้น การวัดประสิทธิภาพของแต่ละฟาร์มจะเป็นการเปรียบเทียบการผลิตของฟาร์มเหล่านั้นกับการผลิตที่มีมาตรฐานและมีประสิทธิภาพ คือ การที่จะต้องรู้สมการการผลิตที่มีประสิทธิภาพของฟาร์มนั้น ซึ่งจากบทความของ Farrell ได้หาสมการการผลิตที่มีประสิทธิภาพของฟาร์ม โดยการสำรวจการใช้ปัจจัยการผลิตของ

ฟาร์มต่าง ๆ จากรูปที่ 2 Farrell ได้จุดต่าง ๆ ที่แสดงถึงปริมาณการผลิตที่เท่ากัน แต่ใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ในระดับที่แตกต่างกันและในรูปที่ 2 นี้ได้เส้น SS′ เป็นเส้นแสดงการผลิตของฟาร์มที่มีประสิทธิภาพการผลิตมากที่สุด เพราะทุกจุดบนเส้นนี้จะใช้ปัจจัย X_1 กับ X_2 ในปริมาณที่ต่ำกว่าฟาร์มอื่น ๆ ดังนั้นเส้น SS′ จึงเป็นเส้นแทนสมการการผลิตที่มีประสิทธิภาพและขณะเดียวกันเส้น SS′ เป็นเส้น Isoquant ด้วย



รูปที่ 3 ขอบเขตที่เป็นไปได้ในการผลิต

โดยที่ X_1 คือ ปัจจัย ที่ใช้ในการผลิตชนิดที่ 1
X_2 คือ ปัจจัย ที่ใช้ในการผลิตชนิดที่ 2
SS' คือ เส้นขอบเขตประสิทธิภาพในการผลิต

อย่างไรก็ตาม จากเส้น SS' ที่หาได้ซึ่งเป็นเส้นสมการการผลิตที่มีประสิทธิภาพและเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบการผลิตของแต่ละฟาร์มว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ ดังนั้นจากรูปที่ 2 จะได้ว่าจุดต่าง ๆ ที่อยู่เหนือเส้น SS' เป็นการผลิตของฟาร์มที่ไม่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ด้วยระบบปริมาณการผลิตที่เท่ากับ แต่การผลิตบนจุดต่าง ๆ เหล่านี้ต้องใช้ปริมาณปัจจัยการผลิต X_1 กับ X_2 ที่มากกว่าการผลิตบนเส้น SS'

แต่สำหรับพื้นที่ใต้เส้น SS' เป็นพื้นที่ที่ไม่มีฟาร์มใดจะสามารถทำการผลิตได้ สำหรับระดับปริมาณการผลิตที่กำหนดไว้ดังกล่าว ทั้งนี้คือไม่มีฟาร์มใดที่จะทำการผลิตให้ได้ระดับปริมาณ

การผลิตเท่ากับปริมาณการผลิตบนเส้น SS' โดยที่จะใช้ปริมาณปัจจัยการผลิต X_1 กับ X_2 เป็นขอบเขตที่เป็นไปได้ในการผลิต

ดังนั้นในการวัดประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละฟาร์มจึงต้องทราบขอบเขตการผลิต (Production Frontier) และสมการการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (Efficient Production Function)ของฟาร์มนั้น ทั้งนี้ก็เพื่อหาระดับปริมาณการผลิตที่ได้ประสิทธิภาพเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับปริมาณการผลิตที่แต่ละฟาร์มสามารถผลิตได้จริงจากปริมาณปัจจัยการผลิตที่เท่ากัน

2.3 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตของข้าวในภาคกลางของสปป.ลาว

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตข้าวเหนียวฤดูนาปีในภาคกลางของลาวมีแบบจำลองในการศึกษาซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีการประมาณฟังก์ชันการผลิต และ ส่วนที่สองเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีการประมาณฟังก์ชันกำไรของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวฤดูนาปีในภาคกลางของลาว

การศึกษาในส่วนของวิธีการประมาณฟังก์ชันการผลิตเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวฤดูนาปีนั้นจำเป็นต้องทราบฟังก์ชันการผลิตข้าวเหนียวก่อนว่า การผลิตข้าวเหนียวฤดูนาปีในภาคกลางของลาวขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิตชนิดใดบ้าง เพื่อที่จะสามารถนำมาประมารถค่าฟังก์ชันการผลิตข้าวได้อย่างถูกต้องต่อไป ซึ่งแบบจำลองสำหรับการประมาณค่าฟังก์ชันการผลิตข้าวเหนียวมีดังนี้

2.3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีการประมาณฟังก์ชันการผลิต

ในการศึกษานี้จะใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb- Douglas ซึ่งมีรูปแบบของฟังก์ชันตัวแปรตามและตัวแปรอิสระดังต่อไปนี้

$$Y = AX_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} e^{\beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_3 + \beta_4 D_4 + \beta_5 D_5} e^{v-u} \qquad (11)$$

โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

Y คือ ปริมาณผลผลิตข้าวเหนียว (หน่วย : กิโลกรัมต่อไร่)

X_1 คือ ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ (หน่วย : กิโลกรัมต่อไร่)

X_2 คือ ปริมาณปุ๋ย (หน่วย : กิโลกรัมต่อไร่)

X_3 คือ แรงงานที่ใช้ในการดูแลรักษา (หน่วย : คนต่อไร่)

D_1 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงพื้นที่ชลประทาน โดยมีค่า $D_1 = 1$ เมื่อมีชลประทาน นอกนั้นเป็นศูนย์

D_2 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงความสมบูรณ์ของดิน โดยมีค่า $D_2 = 1$ เมื่อดินสมบูรณ์ นอกนั้นเป็นศูนย์

D_3 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงความสมบูรณ์ของน้ำ โดยมีค่า $D_3 = 1$ เมื่อน้ำสมบูรณ์ นอกนั้นเป็นศูนย์

D_4 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงสภาพพื้นที่ราบลุ่ม โดยมีค่า $D_4 = 1$ เมื่อที่ราบลุ่ม นอกนั้นเป็นศูนย์

D_5 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงมีการใช้สารเคมี โดยมีค่า $D_5 = 1$ เมื่อใช้สารเคมี นอกนั้นเป็นศูนย์

$A, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ และ β_5 คือ ตัวสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหาค่า

v คือ เทอมความคลาดเคลื่อนสองด้าน (two-sided error term) $v \sim N(0, \sigma_v^2)$

u คือ เทอมความคลาดเคลื่อนด้านเดียว (one-sided error term) $u \sim N(0, \sigma_u^2)$

การหาประสิทธิภาพหาได้ 3 วิธีคือ ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค ประสิทธิภาพทางด้านราคา และ ประสิทธิภาพทางด้านเศรษฐกิจ แต่ในที่นี้จะหาแต่เฉพาะประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคเท่านั้น ดังนั้นในการคำนวณหาประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค คือ การหาค่าผลผลิตจากสมการการผลิต โดยแทนค่าปัจจัยการผลิตในสมการจะได้ผลผลิตที่ประมาณได้ (Y*) ซึ่งเป็นผลผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนดังกล่าว อย่างไรก็ตามจำนวนปัจจัยการผลิตเดียวกันนี้เกษตรกรจะได้ผลผลิตเพียง Y ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรเท่ากับ $(Y / Y^*) \times 100$

ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นเรื่องของเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม(Stochastic Production Frontier) และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นิยมใช้กันโปรแกรมหนึ่งในการหาค่าประมาณ (estimates)ของตัวพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับแบบจำลองพรมแดนเฟ้นสุ่ม(stochastic frontier model) คือ Frontier version 4.1

2.3.2 แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณหาค่าประสิทธิภาพพรมแดนโดยอาศัยฟังก์ชันการประมาณทาง อ้อม

ในการศึกษานี้จะกำหนดฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb- Douglas เป็นฟังก์ชันที่อยู่เบื้องหลังของสมการพรมแดนกำไรที่ต้องประมาณค่า ซึ่งมีรูปแบบของฟังก์ชันดังต่อไปนี้

$$\prod = BP_1^{\phi_1} P_2^{\phi_2} Z_1^{\phi_3} Z_2^{\phi_4} e^{\tau_1 D_1 + \tau_2 D_2} e^{v-u} \qquad (12)$$

i = 1,2 ; j =1,2 และ k = 1,2

โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

$\prod$ คือ กำไรที่เป็นตัวเงิน (กีบ/ฟาร์ม) normalized ด้วยราคาผลผลิต

P_1 คือ ราคาปุ๋ยเคมีเฉลี่ย(กีบ/กก.)ที่ทำการ normalized ด้วยราคาผลผลิต

P_2 คือ ค่าจ้างแรงงานจ้าง(กีบ/วัน) ที่ทำการ normalized ด้วยราคาผลผลิต

Z_1 คือ จำนวนแรงงานในครัวเรือนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต (วัน/ไร่)

Z_2 คือ มูลค่าทุนที่คิดเฉพาะค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการผลิต (กีบ/ไร่)

D_i คือ ตัวแปรหุ่นแสดงความสมบูรณ์ของดิน โดยมีค่า $D_1 = 1$ เมื่อดินสมบูรณ์ นอกนั้นเป็นศูนย์

D_2 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงเกษตรกรผลิตเพื่อบริโภค โดยมีค่า $D_2 = 1$ เมื่อผลิตเพื่อบริโภค นอกนั้นเป็นศูนย์

$B, \phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \tau_1$ และ τ_2 คือ ตัวสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหาค่า

v คือ เทอมความคลาดเคลื่อนสองด้าน(two-sided error term) $v \sim N(0, \sigma_v^2)$

u คือ เทอมความคลาดเคลื่อนด้านเดียว(one-sided error term) $u \sim N(0, \sigma_u^2)$

ดังนั้นเราสามารถเขียนฟังก์ชันการผลิตที่อยู่ข้างหลังฟังก์ชันกำไรได้คือ

$$Y = A\prod_{i=1}^{2} X_i^{\alpha_i} \prod_{j=1}^{2} Z_j^{\beta_j} \qquad (13)$$

โดยที่ $\mu = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i \quad < \quad 1 \qquad (14)$

และ X_i คือ ปัจจัยการผลิตผันแปร (variable input)

โดยที่ X_1 คือ ปริมาณปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม /ไร่)

X_2 คือ จำนวนแรงงานจ้าง (วันทำงาน /ไร่)

Z_j คือ ปัจจัยการผลิตคงที่ (fixed input)

โดยที่ Z_1 คือ จำนวนแรงงานในครัวเรือนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต (วันทำงาน /ไร่)

Z_2 คือ มูลค่าทุนที่คิดเฉพาะค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและค่าเสื่อมราคา เครื่องมือและอุปกรณ์ทางการผลิต (กีบ/ไร่)

m คือ จำนวนชนิดของปัจจัยการผลิตผันแปร มีค่าเท่ากับ 1,2

n คือ จำนวนชนิดของปัจจัยการผลิตผันคงที่ มีค่าเท่ากับ 1,2

A, α_i, β_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหาค่า

ก็จะได้

$$A^* = A^{(1-\mu)-1} * (1-\mu) * \left(\sum_{i=1}^{m} \alpha_i^{\alpha(1-\mu)-1} \right) \qquad (15)$$

$\ln \pi^* = \ln \pi / P$; P เป็นราคาผลผลิต

$$\alpha_i^* = -\alpha_i (1-\mu)^{-1} \quad < 0 \qquad (16)$$

$$\beta_J^* = \beta_J (1-\mu)^{-1} \quad > 0 \qquad (17)$$

ดังนั้นจากความสัมพันธ์ในสมการ 15 16 และ 17 สามารถประมาณฟังก์ชันการผลิตที่อยู่ข้างหลังฟังก์ชันกำไรได้คือ

$$Y = AF^{\alpha_1} L^{\alpha_2} LS^{\alpha_3} M^{\alpha_4} e^{\beta_1 D_1 + \beta_2 D_2} \qquad (18)$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณผลผลิตข้าวเหนียว (กิโลกรัม /ไร่

F คือ ปริมาณปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม /ไร่)

L คือ แรงงานจ้าง (วันทำงาน /ไร่)

LS คือ จำนวนแรงงานในครัวเรือนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต (วันทำงาน /ไร่)

M คือ มูลค่าทุนที่คิดเฉพาะค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและ ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการผลิต(กีบ/ ไร่)

D_1 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงความสมบรูณ์ของดิน โดยมีค่า $D_1 = 1$ เมื่อดินสมบรูณ์ นอกนั้นเป็นศูนย์

D_1 คือ ตัวแปรหุ่นแสดงเกษตรกรผลิตเพื่อบริโภค โดยมี $D_1 = 1$ เมื่อผลิตเพื่อบริโภค นอกนั้นเป็นศูนย์

A คือ ค่าคงที่

α_i , β_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหาค่า $i = 1,2,3,4$ และ $j = 1,2$

การหาประสิทธิภาพหาได้ 3 วิธีคือ ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค ประสิทธิภาพทางด้านราคา และ ประสิทธิภาพทางด้านเศรษฐกิจ แต่ในที่นี้จะหาแต่เฉพาะประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคเท่านั้น ดังนั้นในการคำนวณหาประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค คือ การหาค่าผลผลิตจากสมการการผลิต (สมการ 18) โดยแทนค่าปัจจัยการผลิตในสมการจะได้ผลผลิตที่ประมาณได้ (Y*) ซึ่งเป็นผลผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนดังกล่าว อย่างไรก็ตามจำนวนปัจจัยการผลิตเดียวกันนี้เกษตรกรจะได้ผลผลิตเพียง Y ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรเท่ากับ

$(Y / Y^*) \times 100$

ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นเรื่องของเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Production Frontier) และ โปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นิยมใช้กันโปรแกรมหนึ่งในการหาค่าประมาณ (estimates) ของตัวพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับแบบจำลองพรมแดนเฟ้นสุ่ม (stochastic frontier model) คือ Frontier version 4.1

สำหรับวิธีการประมาณแบบจำลองฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่มีลักษณะเป็นแบบ frontier production function นั้นถูกประมาณได้หลายวิธี วิธีการหนึ่งที่เป็นไปได้ก็คือ Maximum Likelihood Estimation ที่ถูกเสนอโดย Aigner et al. (1977) และ Meeusen and Van den Broeck (1977) ซึ่งวิธีการนี้ให้ผลประมาณที่ consistent และมี efficiency สำหรับวิธีการที่สองคือ two-step Newton-Raphson (2STEP) หรือเรียกวิธีการให้คะแนน(method of scoring) ซึ่งวิธีการนี้ก็ให้ผลการประมาณที่ consistent และมี efficiency เช่นเดียวกับวิธีการ MLE ส่วนวิธีการสุดท้ายถูกเสนอโดย Richmond (1974) ก็คือวิธีการ Corrected Ordinary Least (COLS) ซึ่งวิธีการนี้ก็ให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีการถดถอยอย่างง่าย(OLS) โดยทำการปรับค่าคงที่ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ OLS ด้วยค่าเฉลี่ยของตัวคลาดเคลื่อนที่ไม่เป็นศูนย์ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากวิธีการ COLS ก็มีข้อเสียตรงที่ว่าเมื่อมีการปรับค่าคงที่แล้ว ค่าความคลาดเคลื่อนบางตัวยังคงให้

เครื่องหมายที่ผิดอยู่ ซึ่งทำให้ค่าสังเกตเหล่านี้อยู่เหนือเส้นฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่ถูกประมาณได้ อันส่งผลให้การคำนวณประสิทธิภาพทางเทคนิคของค่าสังเกตแต่ละค่าผิดพลาดไปจากความเป็นจริง เมื่อเปรียบเทียบวิธี OLS กับวิธีการ MLE แล้วพบว่าการประมาณด้วยวิธีการ OLS จะง่ายในการคำนวณมากกว่าแต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธีการ MLE (Forsund et al., 1980) อย่างไรก็ตาม ถ้าจำนวนตัวอย่างมากขึ้น วิธีการ OLS ก็เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวิธีการประมาณค่าแบบ MLE ได้ด้วย อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้จะใช้สมการ (11) และ (12) มาทำการประมาณค่าโดยวิธี MLE เนื่องจากว่าวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่สอดคล้องกับฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ดังกล่าวได้ดีที่สุด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University