บทที่ 3
ทฤษฎีและวิธีการศึกษา

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎี และวิธีการที่ใช้ในการศึกษานี้ รวมทั้งรูปแบบสมการ สมการและตัวแปรต่างๆที่ใช้ ซึ่งจะกล่าวดังต่อไปนี้

3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิต

การประเมินประสิทธิภาพของสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่ง สามารถพิจารณาได้ดังนี้คือ ประสิทธิภาพการผลิตของของสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่ง จะหมายถึงว่า เมื่อเปรียบเทียบการผลิตสินค้าชนิดเดียวกัน ณ ปริมาณที่เท่ากัน หน่วยการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตที่น้อยที่สุดจะถือได้ว่าเป็นหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตที่สุด เช่นเดียวกันหากการผลิตสินค้าชนิดเดียวกันและสินค้ามีคุณภาพเดียวกัน ที่ใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เท่ากัน หน่วยการผลิตที่ให้ผลผลิตที่มากที่สุดจะคือหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งการพิจารณาด้านประสิทธิภาพการผลิตจะสามารถพิจารณาได้ 3 แบบ คือ

1. การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต (technical efficiency) เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตจากการพิจารณาการใช้เทคนิคการผลิตด้านปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ ซึ่งจะเป็นการพิจารณาในเรื่องของการจัดการ ขั้นตอนการผลิต

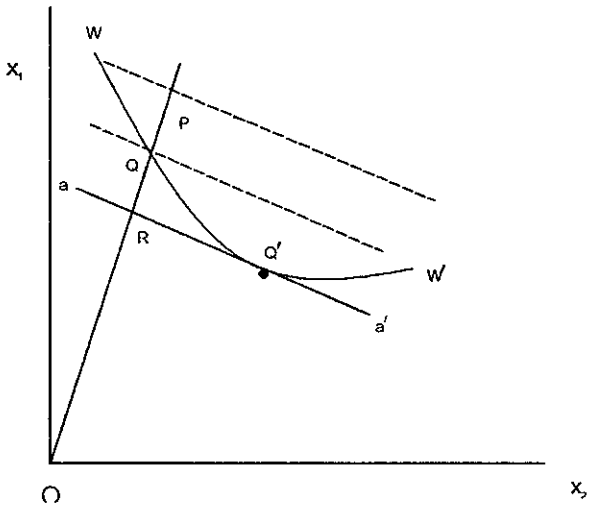
2. การวัดประสิทธิภาพการผลิตเชิงราคา (price efficiency) เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตที่เกิดจากการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตให้ได้ดุลยภาพสัดส่วนของราคาของปัจจัยการผลิต

3. การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ (economic efficiency) ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพรวม คือรวมการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตเชิงราคาไว้ด้วยกัน

จากรูปที่ 3.1 ww′ คือเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในทางเทคนิคการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และจุดที่อยู่บนเส้นนี้เรียกว่าเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพ ทุกจุดบนเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วยจะใช้ปัจจัยการผลิตทั้งสองตัวในระดับที่ต่ำที่สุดแล้ว การใช้ปัจจัยการผลิตณ จุด p ในการผลิตหนึ่งหน่วย จากภาพจะเห็นว่าจุด p เป็นจุดที่ไม่มีประสิทธิภาพซึ่งค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของจุดนี้คือ OQ/OP ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 และถ้าสมมุติให้จุด p มาทับจุด

Q ที่จุด Q ที่อยู่บนเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย อัตราส่วนนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 หรือมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งคือมีประสิทธิภาพดีที่สุด และถ้า p ยิ่งอยู่ห่างเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วยเท่าใดจะทำให้อัตราส่วนนั้นเข้าใกล้ศูนย์หรือประสิทธิภาพลดลง แม้จุดบางจุด เช่น Q อาจมีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่จะเห็นจากรูปว่าจุดนี้ไม่มีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ ถ้าให้อัตราส่วนของราคาหรือราคาสัมพัทธ์ของปัจจัยการผลิตนั้นแทนด้วยความลาดชันของเส้น aa' สัดส่วนของราคาของปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุดจะคือจุด Q' และประสิทธิภาพราคา ณ จุด Q จะมีค่าเท่ากับ OR/OQ แต่เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ของจุด p ตามแนวคิดของ Farell จะมีค่า OR/OP ซึ่งก็คือผลคูณของประสิทธิภาพทางเทคนิคกับประสิทธิภาพทางราคานั่นเอง (OQ/OP)* (OR/OQ) และประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์เป็นการเปรียบเทียบกันของเส้นต้นทุน aa' โดยที่ความลาดชันของเส้นนี้ก็คืออัตราส่วนกลับของราคาปัจจัยการผลิตที่กำหนดให้ เส้นที่ขนานกับเส้น aa' ผ่านจุด Q และ P คือเส้นค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของผลผลิตที่สูงขึ้นนั่นเอง ดังนั้นอัตราส่วนของประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์จะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนต้นทุนเฉลี่ยในการผลิต ณ จุด Q' กับต้นทุนเฉลี่ยในการผลิต ณ จุ P

รูปที่ 3.1 เส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย (unit isoquant) ที่มีประสิทธิภาพและการวัดประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค ทางด้านราคา และทางด้านเศรษฐศาสตร์ (technical, price and economic efficiency)

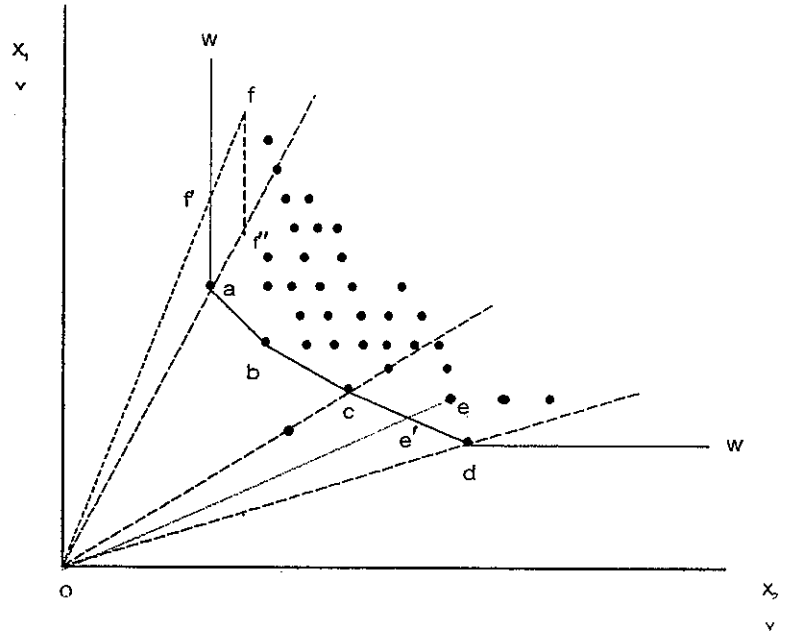


ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Bressler and King (1970)

การหาเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วยที่มีประสิทธิภาพต้องมีข้อมูลของหน่วนการผลิตต่างๆภายในอุตสาหกรรมนั้นๆ ดังรูปที่ 3.2 ทุกจุดแสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตตัวที่หนึ่ง และตัวที่สอง ในการผลิตผลผลิตหนึ่งหน่วย ฉะนั้นแกนตั้งคือจำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่หนึ่งหารด้วยผลผลิตทั้งหมดหรือ X_1/Y และแกนนอนคือ X_2/Y จากรูปจะเห็นได้ว่าแต่ละหน่วยการผลิตใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ 1 และ ที่ 2 ในปริมาณที่ต่างกัน นั่นจะทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพทางเทคนิคแตกต่างกันด้วย เส้นห่อหุ้ม WW′ จะเป็นเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วยที่มีประสิทธิภาพที่สุดเท่าที่ข้อมูลมีอยู่ เส้นห่อหุ้มนั้นจะมีลักษณะเว้าเข้าหาจุดกำเนิด และถ้าเราพิจารณาจุด a และจุด d โดยไม่พิจารณาจด b และ c เส้นห่อหุ้ม (envelope) หรือเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วยจะคือเส้น WadW′ แต่ถ้าจุด cซึ่งอยู่ใกล้จุด d มากที่สุด อยู่ต่ำกว่าเส้นตรง ad จุด c จะถูกนับด้วย และเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วยที่มีประสิทธิภาพจะกลายเป็นเส้น WabcdW′ และจุดที่ไม่อยู่บนเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วยที่มีประสิทธิภาพจะอยู่เหนือเส้นนี้ที่มีประสิทธิภาพจะอยู่เหนือเส้นนี้ขึ้นไป และจุดเหล่านี้จะสามารถวัดประสิทธิภาพได้ เช่น จุด e มีประสิทธิภาพทางเทคนิคในอัตราส่วน Oe'/Oe

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการประมาณค่าเส้นผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย (unit isoquant)

ที่มีประสิทธิภาพในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตสองชนิด



ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Bressler ans King (1970 : p405)

อย่างไรก็ตาม จุดที่อยู่นอกกรวยนี้แต่ยังคงอยู่ภายในเส้นห่อหุ้ม การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ใช้อัตราส่วนดังกล่าวจะได้ค่าที่ไม่กระจ่างซึ่งอาจมีข้อโต้แย้งได้ เช่น การวัดประสิทธิภาพ ณ จุด f และจุด f″ ซึ่ง ff″ นั้นขนานกับเส้น f′a และขนานกับแกนตั้ง เราจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพทางเทคนิค ณ จุด f″ ที่วัดจากวิธีดังกล่าวข้างต้นจะมีค่าเท่ากับ Oa/ Of″ และประสิทธิภาพทางเทคนิค ณ จุด f จะมีค่าเท่ากับ Of′/ Of ซึ่งโดยวิธีทางเรขาคณิตเราจะเห็นได้ว่า อัตราส่วนทั้งสองนี้เท่ากัน ซึ่งหมายความว่าประสิทธิภาพทางเทคนิค (ซึ่งวัดโดยวิธีของ Farrell) ณ จุด f และ f″ จะมีค่าเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ณ จุด f และจุด f″ ต่างก็ใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ 2 เท่ากัน ในการผลิตผลผลิต 1 หน่วย แต่จุด f″ ใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ 1 น้อยกว่าจุด f เท่ากับ ff″ ในการผลิตผลผลิต 1 หน่วย นั่นแสดงว่า จุด f″ มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ดีกว่าจุด f ซึ่งขัดแย้งกับการเท่ากันของอัตราส่วนทั้งสองดังกล่าวข้างต้น เพราะฉะนั้นจึงสรุปได้ว่า การใช้อัตราส่วนดังกล่าว จะให้ผลของการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ยังไม่กระจ่างชัดและมีข้อโต้แย้งได้ ในกรณีที่ค่าสังเกตอยู่นอกกรวยแต่ยังคงอยู่ในเส้นห่อหุ้ม (ทรงศักดิ์ , 2544)

การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier)

เริ่มด้วยวิธีการประมาณค่าเส้พรมแดนการผลิตด้วยการใช้กำหนดการเชิงเส้น (linear programming) เป็นการประมาณค่าเส้นพรมแดนการผลิตจากสมการคณิตศาสตร์ซึ่งสะดวกในการประมาณค่าเส้นพรมแดนการผลิตเมื่อการผลิตมีการใช้ปัจจัยการผลิตมากกว่า 2 ชนิด Dawson (1985) และ Timmer (1971) สมมุติให้ฟังก์ชันพรมแดนการผลิตของแต่ละครัวเรือนมีลักษณะดังนี้ คือ

$$Q^* = A Z_1^{\beta_1} Z_2^{\beta_2}, \ldots, Z_n^{\beta_n} \qquad (1)$$

โดยที่ Q^* = ปริมาณผลผลิตของพืชที่กำลังพิจารณาที่อยู่บนเส้นพรมแดน

Z_i = ปริมาณปัจจัยการผลิตที่ i ที่ใช้ในการผลิต ; i = 1,...,n

β_i, A = พารามิเตอร์ ; i = 1,...,n

ใส่ลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm) เข้าไปในสมการ (1) จะได้

$$\ln Q^* = \ln A + \beta_1 \ln Z_1 + \beta_2 \ln Z_2 +, \ldots, +\beta_n \ln Z_n \qquad (2)$$

ให้ $\ln Q^* = Y^*$

$\ln A = \beta_0$

$\ln Z_i = X_i$

เพราะฉะนั้น สามารถเขียนสมการ (2) ได้ใหม่ดังนี้คือ

$$Y^* = \beta_0 + \beta_1 X_1 +, \ldots, \beta_n X_n \qquad (3)$$

สมการ (3) เป็นสมการของครัวเรือนใดครัวเรือนหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งสามารถจะเขียนได้ในรูปทั่วไปดังนี้ คือ

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} +, \ldots, +\beta_n X_{ni} \qquad (4)$$

เราจะต้องประมาณค่าของ $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_n$ ซึ่งค่าที่ประมาณได้สมมุติว่าคือ $b_0, b_1, \ldots, b_n$ ตามลำดับ เพื่อกำหนดการประมาณค่าของ Y_i^* ซึ่งเป็นค่าสูงสุด เพราะฉะนั้นโดยลักษณะของเส้นพรมแดนแล้ว Y_i^* จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ Y_i ที่แท้จริงหรือที่สังเกตได้ นั่นคือ

$$Y_i^* - Y_i \geq 0$$

เพราะฉะนั้น ในการหาค่าเราก็ต้องพยายามที่จะทำให้

$\Sigma e_i = \Sigma\left(Y_i^* - Y_i\right)$ มีค่าน้อยที่สุดภายใต้ข้อจำกัดที่ว่า

$Y_i^* \geq Y_i \quad ; i = 1,\ldots,n$

นั่นคือ

$$\text{Min } z = \Sigma e_i = nb_0 + b_1 \Sigma X_{1i} + b_2 \Sigma X_{2i} + \ldots + b_n \Sigma X_{ni} - \Sigma Y_i$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \ldots + b_n X_{ni} \geq Y_i \qquad i = 1, \ldots, n$$

เราใช้กำหนดการเชิงเส้น (linear programming) ในการหาค่า $b_0, b_1, b_2, \ldots, b_n$ ออกมาและแทนค่าตัวพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้ก็จะได้เส้นพรมแดนการผลิตดังนี้

$$Q^* = aZ_1^{b1} Z_2^{b2}, \ldots, Z_n^{bn}$$

โดยที่ a = ค่าประมาณการของ A ซึ่งได้มาจากการแอนติลอการิทึม (antilog) ของ b_0

และ Q^* = ปริมาณการผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดน

ตัวอย่างการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นพรมแดนการผลิตนั้นดูได้จาก เบญจวรรณ ไชยกาญจน์ (2531)

3.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับ stochastic frontier

Seyoum, Battese and Fleming (1998) กล่าวว่า แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic frontier model) พื้นฐานได้เสนอขึ้นมาโดย Aigner, Lovel and Schmidt (1977) และ Meeusen and Van den Broeck (1977) และต่อมา ก็ได้มีการเสนอและประยุกต์ใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic frontier model) อื่นๆ อีกเป็นจำนวนมาก ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาคตัดขวาง (cross sectional data) และข้อมูล panel data (ซึ่งคือค่าสังเกตที่เกิดซ้ำๆกันในเซตของหน่วยตัดขวางเซตเดียวกัน) เกี่ยวกับผู้ผลิต แบบจำลองของ Aigner, Lovel and Schmidt (1977) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$y = \beta' x + v - u = \beta' x + \varepsilon \qquad (5)$$

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

โดยที่ $u = |U|$ และ $U \sim N(0, \sigma_u^2)$

$v \sim N(0, \sigma_v^2)$ (Greene, 1995: pp309-310)

$\varepsilon = v - u$

ซึ่ง u จะมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบปกติตัดปลาย (truncated normal) นั่นเอง นั่นคือ

$$f(u) = \frac{2}{\sigma_u (2\pi)^{1/2}} \exp\left(\frac{-u^2}{2\sigma_u^2}\right) \quad (u \geq 0) \tag{6}$$

(Maddala, 1983: pp194-195)

และ Ali and Flinn (1989) กล่าวว่าจาก Maddala (1977: p318) ถ้า u เป็นการแจกแจงแบบกึ่งปกติ (half normal) นั่นคือ u มีการแจกแจงแบบค่าสัมบูรณ์ (absolute value) ของ $N(0, \sigma_u^2)$ แล้วค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของประชากรของ u สามารถเขียนได้ดังนี้

$$E(u) = \sigma_u (2/\pi)^{1/2}$$
$$V(u) = \sigma_u^2 (\pi - 2)/\pi \tag{7}$$

-u นี้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนข้างเดียว ซึ่งหมายความว่า แต่ละค่าสังเกตจะอยู่บนเส้นพรมแดนหรือต่ำกว่าเส้นพรมแดนเสมอ –u นี้ก็คือ "ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical inefficiency)" สำหรับ v นั่นก็คือ ค่าความคลาดเคลื่อนตามปกติที่มีการกระจายไปได้ทั้งสองข้าง (two-sided error) ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนแบบสุ่มของเส้นพรมแดนอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ภายนอกในเชิงบวกและเชิงลบต่อเส้นพรมแดน (Maddala, 1983) และสมมุติว่า u และ v มีการแจกแจงเป็น อิสระต่อกัน และจาก Weinstein (1964) เราจะได้ว่า

$$g(\varepsilon) = \frac{2}{\sigma} \phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right)\right] \tag{8}$$

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

$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$

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

$\Phi(\cdot)$ = ฟังก์ชันการแจกแจง (distribution function) ของการแจงแจงปกติมาตรฐาน

สมการ (3) นี้ได้จากการเขียนฟังก์ชันความหนาแน่นร่วม (joint density function) และแทนค่า $v = \varepsilon + u$ และหาปริพันธ์ (integrate) ของสมการที่ได้มาด้วยการพิจารณา u (Maddala, 1983)

การแจกแจงของค่าสัมบูรณ์ ของตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติจะมีลักษณะที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ และ ε ซึ่งก็คือ $v - u$ มีลักษณะไม่สมมาตร มีการแจกแจงไม่ปกติ ดีกรีหรือระดับขั้นของความไม่สมมาตรนั้นดูได้จากค่าพารามิเตอร์ $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ ถ้า λ ใหญ่ขึ้น ความไม่สมมาตรก็จะมีมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้า λ มีค่าเท่ากับศูนย์ก็จะได้ว่า $\varepsilon = v$ ซึ่งก็คือการแจกแจงแบบปกติ ค่าคาดหมาย ของ ε คือ

$$E\left(v - |u|\right) = \mu_\varepsilon = -\left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \sigma_u \tag{9}$$

(Greene, 1997: p310)

อย่างไรก็ตามถ้าให้ $\beta' = \left[\alpha \quad \beta_1'\right]$ โดยที่ α คือ ค่าสเกล่าร์ (scalar) เราสามารถเขียนสมการ (1) ได้ดังนี้

$$y = \alpha + \beta_1' x + \varepsilon \tag{10}$$

จากสมการ (5) Greene (1997) ได้เขียนใหม่ดังนี้

$$\begin{aligned} y &= \left(\alpha + \mu_\varepsilon\right) + \beta_1' x + \left(\varepsilon + \mu_\varepsilon\right) \\ &= \alpha^* + \beta_1' x + \varepsilon_i^* \end{aligned} \tag{11}$$

โดยที่ ε_i^* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีความแปรปรวนคงที่แต่มีการแจกแจงไม่ปกติ และไม่สมมาตร อย่างไรก็ตาม Greene (1997) กล่าวว่า การทดสอบแบบจำลองสามารถที่จะอยู่บนฐานของส่วนที่เหลือจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดได้ แม้ว่าตัวประมาณค่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะไม่มีประสิทธิภาพ (ไม่ใช่ตัวประมาณค่า maximum likelihood สำหรับแบบจำลองนี้) แต่ตัวประมาณค่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดก็มีลักษณะคล้องจอง (Greene, 1997)

อย่างไรก็ตาม Aigner, Lovel and Schmidt (1977) ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการความควรจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood) สามารถที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทุกตัว สำหรับการวัดความไม่มีประสิทธิภาพเฉลี่ย (average inefficiency) Aigner, Lovel and Schmidt (1977) แนะนำให้ใช้ $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ และ $E(-u) = \left(2^{1/2} / \pi^{1/2}\right)\sigma_u$ ถ้าฟังก์ชันการผลิต (production function) มีลักษณะเป็น Cobb–Douglas โดยที่เทอมความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูปของ การคูณกันดังต่อไปนี้

$$y = AK^{\alpha}L^{\beta}e^{-u}e^{v} \tag{11}$$

ดังนั้นประสิทธิภาพของเทคนิค (technical efficiency) ที่เหมาะสมก็จะเป็น

$$e^{-u} = y / \left(AK^{\alpha}L^{\beta}e^{v}\right) \tag{12}$$

และโดยที่ $-u$ เป็นมีการกระจายแบบกึ่งปกติ (half normal) ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) ก็สามารถหาได้ดังนี้

$$E\left(e^{-u}\right) = 2\exp\left(\frac{\sigma_u^2}{2}\right)\left[1-\phi\left(\sigma_u\right)\right] \tag{13}$$

(Maddala, 1983, p195)

Jondrow *et al.* (1982) ได้เป็นกลุ่มแรกที่ได้แสดงวิธีคำนวณค่าประมาณความไม่มีประสิทธิภาพของแต่ละฟาร์ม โดยแสดงว่าค่าคาดหมาย (expected value) ของ u สำหรับค่าสังเกตแต่ละค่าสามารถที่จะหามาได้จากการแจกแจงแบบมี เงื่อนไข (conditional distribution) ของ u โดยกำหนด ε มาให้ ภายใต้

การแจกแจงแบบปกติสำหรับ v และการแจกแจงแบบกึ่งปกติ สำหรับ u ค่าคาดหมาย ของความไม่มีประสิทธิภาพของฟาร์มแต่ละฟาร์ม โดยกำหนด ε มาให้สามารถหาได้ดังนี้

$$E(u|\varepsilon) = \frac{\sigma_u \sigma_v}{\sigma}\left[\frac{\phi(\varepsilon\lambda / \sigma)}{1-\Phi(\varepsilon\lambda / \sigma)} - \frac{\epsilon\lambda}{\sigma}\right] \qquad (14)$$

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

โดยที่มีค่าซิกม่าสแควร์ $:\sigma^2$ เป็นค่าความแปรปรวน ซึ่งหาได้จากการยกกำลังค่า standard deviation ที่ได้จากการประมาณค่าฟังก์ชั่นด้วยวิธี maximum likelihood ค่าซิกม่าสแควร์ที่มากแสดงถึงว่าความแปรปรวนจากการประมาณค่าฟังก์ชั่นนั้นมีมาก ในทางตรงกันข้ามถ้ามีค่าน้อยแสดงให้เห็นว่าการประมาณค่าฟังก์ชั่นนั้นมีความแปรปรวนน้อย

ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นเรื่องของเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic production frontier) อย่างไรก็ตามถ้าจะหาเส้นพรมแดนของฟังก์ชั่นต้นทุนก็สามารถทำได้โดยให้ $\varepsilon = v + u$ แทนที่จะเป็น $\varepsilon = v - u$ (Greene, 1997) และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นิยมใช้กันโปรแกรมหนึ่งในการหาค่าประมาณการของตัวพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับแบบจำลองพรมแดนเฟ้นสุ่ม (stochastic frontier model) คือ Limdep ซึ่งขณะนี้มี version 7.0 แล้ว

นอกจากนั้นแล้วยังมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่น่าสนใจซึ่งใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic frontier) อีกโปรแกรมหนึ่งซึ่งมีชื่อว่า FRONTIER 4.1 ซึ่งจะให้ค่าประมาณการ แบบ maximum likelihood และมีค่าสังเกตว่าฟังก์ชั่นที่นำมาวิเคราะห์นั้นมีเส้นขอบ (frontier) โดยสังเกตจากค่า แกรมม่า (gramma $:\gamma$) กล่าวคือถ้าฟังก์ชั่นมีการกระจายของความสัมพันธ์แบบ frontier ค่าแกรมม่าจะมากกว่า 0 สำหรับฟังก์ชั่นการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มและฟังก์ชันต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มต่างๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Frontier 4.1 นี้ เสนอโดย Coelli (1996) Coelli (1996) กล่าวว่า จากฟังก์ชันการผลิตพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่มซึ่งเสนอโดย Aigner, Lovel and Schmidt (1977) และโดย Meeusen and van den Broeck (1977) (โดยไม่ได้นัดหมาย) และในการเสนอในตอนนั้นก็จะเกี่ยวข้องฟังก์ชันการผลิตสำหรับข้อมูล ภาคตัดขวางดังที่ได้กล่าวถึงรายละเอียดไปแล้วข้างต้น ต่อมาก็มีการขยายแนวคิดดังกล่าวไปเป็นจำนวนมาก เช่น การทำให้ข้อสมมุติเกี่ยวกับการแจกแจงของ u_i มีลักษณะทั่วไปมากขึ้น เช่น แบบการแจกแจงแบบปกติตัดปลาย (truncated normal) หรือการแจกแจงแบบแกมมาซึ่งมีค่าพารามิเตอร์สองตัว (two – parameter gamma distribution) การใช้ panel data กับ ประสิทธิภาพทางเทคนิคที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (time–varying technical efficiencies) การใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อหาฟังก์ชันต้นทุน (cost function) และการประมาณค่าระบบสมการ สำหรับ

ผู้อ่านที่ต้องการรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่มโดยประหยัดเวลา ท่านสามารถอ่านได้จาก Forsund, Lovell and Schmidt (1980) ; Schmidt (1986); Bauer (1990) และ Greene (1993)

3.3 วิธีการศึกษา

3.3.1 ข้อมูลและวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูล

1) ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ข้อมูลเบื้องต้น และข้อมูลพื้นฐานด้านการผลิตของถั่วเหลืองในประเทศ และในเขตพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ที่ได้รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานสถิติแห่งชาติ และการค้นคว้าจากห้องสมุดสถาบันและWeb siteต่างๆ ในรูปของบทความ รายงานการวิจัย ข้อมูลสถิติ แผนที่ และอื่นๆ

2) ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่างจากแบบสอบถาม โดยมีวิธีการสุ่มตัวอย่าง ดังจะอธิบายในส่วนต่อไป

ข้อมูลที่ต้องการ

1) ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ ชนิดพันธุ์และปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูก การใช้ไรโซเบี้ยม ปริมาณการใช้ปุ๋ยพ่นทางใบ ปุ๋ยเคมี การกำจัดวัชพืช จำนวนครั้งการให้น้ำ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย วันที่เริ่มปลูก และอื่นๆ

2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลด้านสภาพการผลิตและการจัดการ สภาพพื้นที่ผลิต ชนิดพันธุ์ที่ใช้ การส่งเสริมแนะนำการผลิตของเจ้าหน้าที่รัฐบาล การใช้แรงงานคนในครัวเรือน การใช้เครื่องจักรช่วยในการปลูก ระดับการศึกษาของเกษตรกร และอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

การสุ่มตัวอย่าง

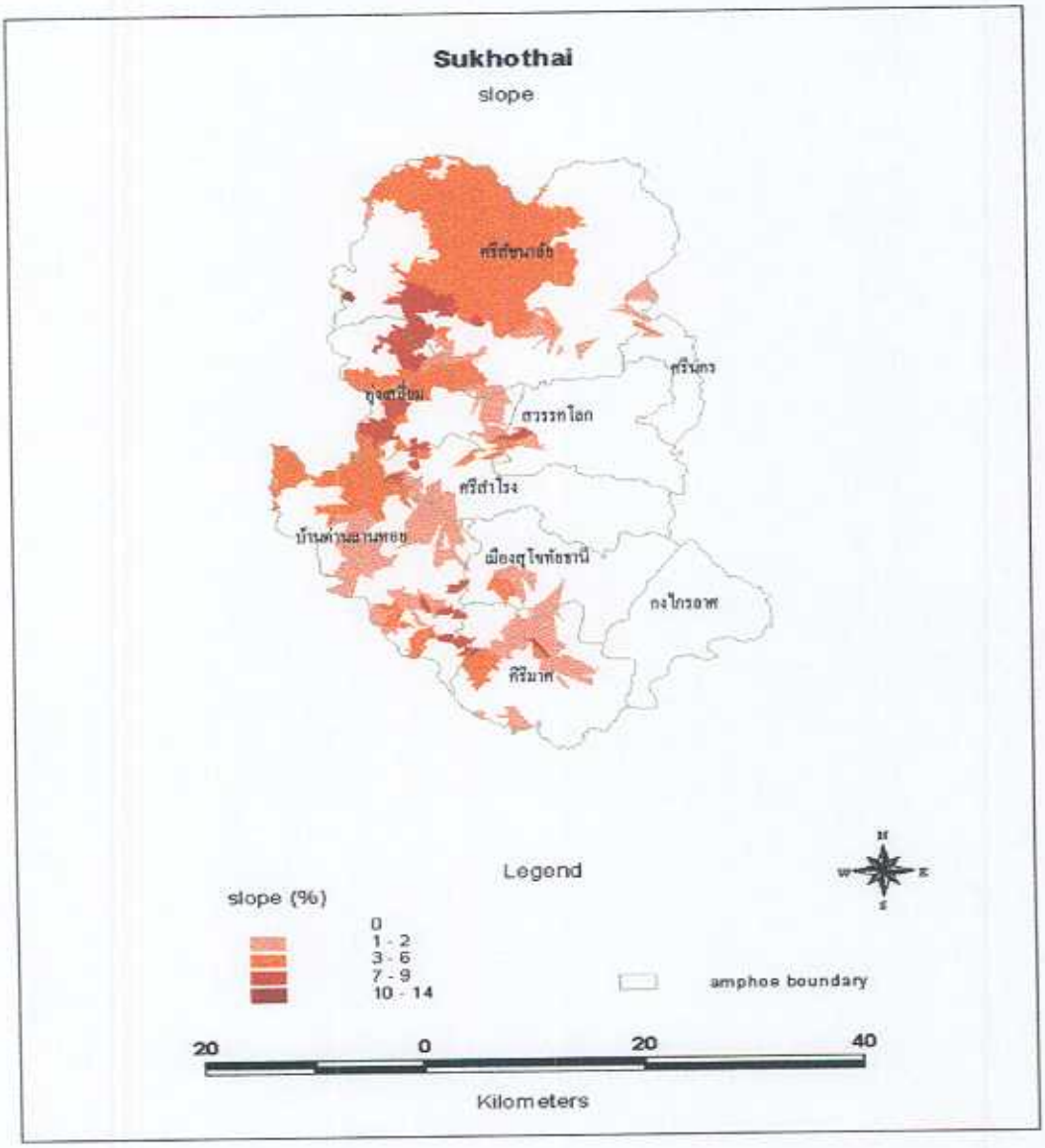
1) การกำหนดปัจจัยของการเลือกตัวอย่าง ได้แก่

1.1) ความหลากหลายของศักยภาพการผลิตตามสถิติการผลิต

1.2) ความหลากหลายทางกายภาพของลักษณะพื้นที่ เช่น ระดับความลาดชัน ดังแสดงใน (รูปที่ 3.3) ความสามารถในการระบายน้ำของพื้นที่ และเป็นพื้นที่หลักในการปลูกถั่วเหลืองในเขตน้ำฝน ในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

1.3) เป็นพื้นที่ในเขตเกษตรเศรษฐกิจสำหรับถั่วเหลือง ที่กำหนดโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

รูปที่ 3.3 การกระจายของระดับความชันในพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา



ที่มา : อ้างจาก ฐานข้อมูลฝ่ายแผนที่ประเทศไทย โครงการวิจัยที่สูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2545

2) วิธีการสุ่มตัวอย่าง

2.1) การเลือกจังหวัดตัวอย่าง การศึกษานี้เลือกจังหวัดสุโขทัยเป็นตัวแทนเพื่อเก็บข้อมูล เนื่องจากสอดคล้องกับข้อกำหนดการเลือกตัวอย่างดังกล่าวไว้ในข้อ 1 ข้างต้น

2.2) การสุ่มอำเภอ จะสุ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างอยู่ในอำเภอที่มีระดับศักยภาพการผลิตทั้งสองระดับ ตามที่สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกำหนดไว้ ซึ่งมี 2 ระดับ คืออำเภอที่มีศักยภาพการผลิตระดับที่ 1 ได้แก่ อำเภอสวรรคโลก และอำเภอศรีนคร อำเภอที่มีศักยภาพระดับที่ 2 ได้แก่ อำเภอศรีสัชนาลัย ทุ่งเสลี่ยม ศรีสำโรง บ้านด่านลานหอย เมืองสุโขทัยธานี กงไกรลาศ และคีรีมาศ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ก. แบ่งพื้นที่ของจังหวัดออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนตอนบน ได้แก่ อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอศรีนครส่วนตอนกลาง ได้แก่ อำเภอทุ่งเสลี่ยม อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง และส่วนตอนล่าง ได้แก่ อำเภอบ้านด่านลานหอย อำเภอเมืองฯ อำเภอกงไกรลาศ และอำเภอคีรีมาศ

ข. สุ่มเลือกอำเภอให้กระจายอยู่ในพื้นที่ 3 ส่วนที่ได้แบ่งไว้ในข้อ (ก) ส่วนละ 1 อำเภอ และทั้ง 3 อำเภอนั้นจะต้องมีอำเภอที่มีศักยภาพการผลิตทั้ง 2 ระดับตามที่สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกำหนดไว้ด้วย ซึ่งการสุ่มด้วยการจับฉลาก จึงได้อำเภอ ศรีนคร อำเภอศรีสำโรง และอำเภอคีรีมาศ ดังแสดงใน (รูปที่ 3.4)

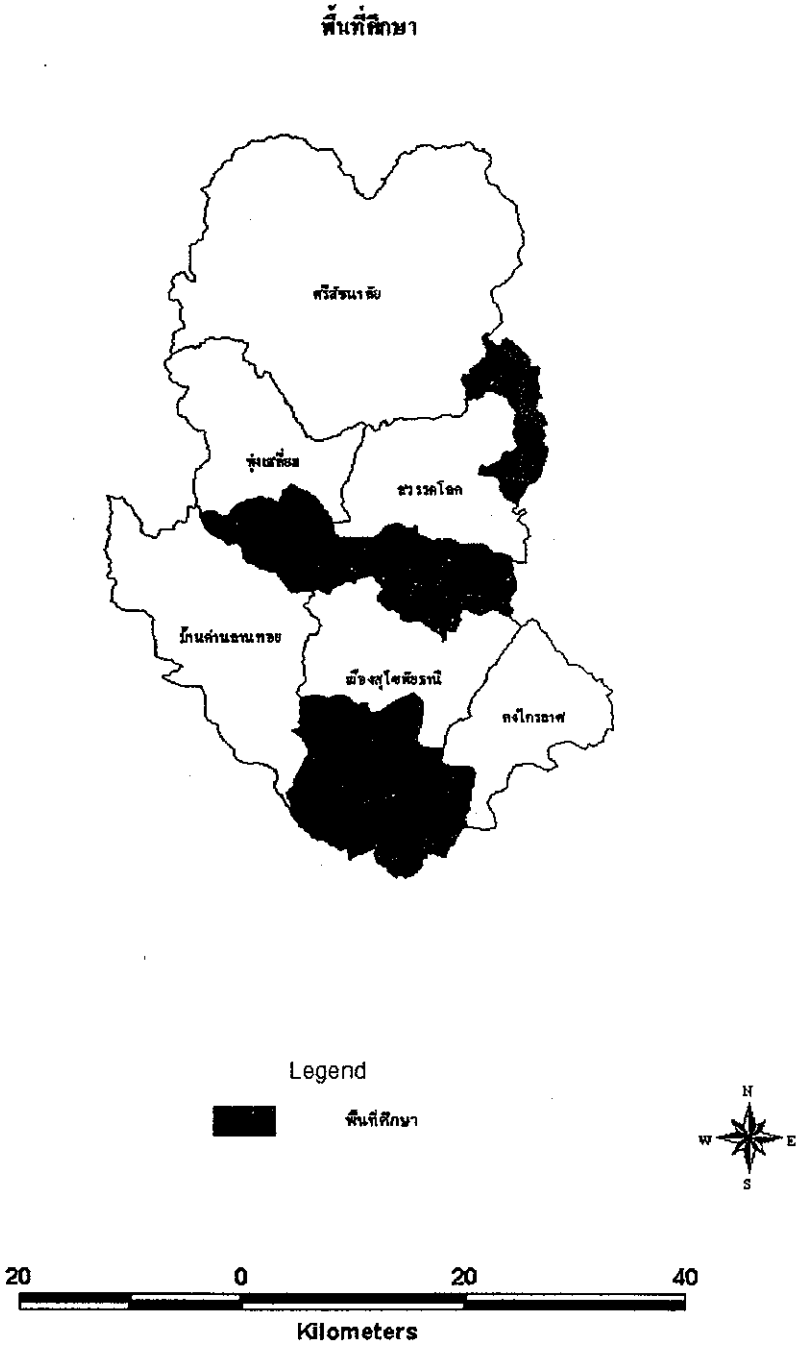
2.3) เมื่อสุ่มอำเภอแล้ว จะสุ่มตำบล หมู่บ้าน และครัวเรือน เพื่อให้สอดคล้องตามปัจจัยการเลือกตัวอย่างดังข้อ 1 และตามความเหมาะสมกับข้อจำกัดที่สามารถจะทำได้ เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่สามารถอธิบายถึงประชากรได้ดีที่สุด จำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่ต้องการในการวิเคราะห์มีจำนวนทั้งสิ้น 150 ราย ซึ่งเป็นจำนวนที่มากพอที่จะใช้วิเคราะห์เชิงปริมาณได้

3.3.2 วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive analysis)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เป็นการอธิบายถึงสภาพการผลิตถั่วเหลือง และสภาพทั่วไปที่เกี่ยวข้อง โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติแบบง่าย เช่น ค่าสถิติร้อยละ ผลรวม และค่าเฉลี่ย ซึ่งจะแสดงในรูปบทความวิเคราะห์ ตารางแจกแจง และแผนภูมิ เป็นต้น

รูปที่ 3.4 แผนที่จังหวัดสุโขทัย และพื้นที่ศึกษา



ที่มา : อ้างจาก ฐานข้อมูลฝ่ายแผนที่ประเทศไทย โครงการวิจัยที่สูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2545

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตด้วยวิธี Stochastic Production Frontier โดยเลือกรูปแบบสมการที่เหมาะสมในภายหลัง และจะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Fontier 4.1 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์ฟังก์ชั่นการผลิตด้วยแบบจำลอง stochastic production frontier ซึ่งแสดงไว้ในหัวข้อแนวความคิดของทฤษฎีข้างต้น โดยมีฟังก์ชั่นการผลิตดังต่อไปนี้

$$Y=f(Constant, X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n v, u) \qquad (18)$$

Constant = ค่าคงที่
Y = ผลผลิต
X_1 = ปัจจัยการผลิตตัวที่ 1
X_2 = ปัจจัยการผลิตตัวที่ 2
X_3 = ปัจจัยการผลิตตัวที่ 3
X_n = ปัจจัยการผลิตตัวที่ n
v = ตัวแปรสุ่ม
u = ตัวแปรสุ่ม

2) การหาค่าความไม่มีประสิทธิภาพ ; $e^{-\mu}$ ของแต่ละตัวอย่าง และจัดกลุ่มประสิทธิภาพจากกลุ่มที่มีระดับประสิทธิภาพสูงถึงกลุ่มที่มีระดับประสิทธิภาพต่ำ เพื่อให้ทราบจำนวนฟาร์มของแต่ละระดับประสิทธิภาพ

3) การเปรียบเทียบลักษณะการใช้ปัจจัย หรือตัวแปรต่างๆ (จากฟังก์ชั่นด้านบน) ระหว่างกลุ่มที่มีประสิทธิภาพต่างกัน เพื่อให้ทราบระดับและลักษณะการใช้ปัจจัยการผลิต ลักษณะทางกายภาพชีวภาพ และรูปแบบการผลิตที่ต่างกันของเกษตรกรในแต่ละกลุ่มประสิทธิภาพ

4) การนำประสิทธิภาพการผลิตที่ได้ มาหาความสัมพันธ์ร่วมกับปัจจัยด้านสังคมและการจัดการ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยเพื่อทดสอบระดับความสำคัญของปัจจัยด้านกายภาพ ด้านสังคมและการจัดการที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ ลักษณะการช่วยเหลือจากรัฐบาล

ลักษณะการรับข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตร ความห่างไกลจากแหล่งขายปัจจัยการผลิต จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ระดับการศึกษาของผู้ทำการผลิต และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

$$e_i^{-u} = (\text{Constant}, Z_1, Z_2, Z_3, \ldots Z_n, u) \qquad (19)$$

e_i^{-u} = ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต

$Cons\tan t$ = ค่าคงที่

Z_1 = ปัจจัยด้านสังคมและการจัดการตัวที่ 1

Z_2 = ปัจจัยด้านสังคมและการจัดการตัวที่ 2

Z_3 = ปัจจัยด้านสังคมและการจัดการตัวที่ 3

Z_n = ปัจจัยด้านสังคมและการจัดการตัวที่ n

u = error term

5) สรุปผลการวิเคราะห์ถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ระดับประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรตัวอย่าง และระดับ ลักษณะการใช้ปัจจัยการผลิต รูปแบบการผลิต รวมถึงลักษณะทางกายภาพชีวภาพที่ทำให้ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตของเกษตรกรแต่ละกลุ่มมีระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตที่ต่างกัน ซึ่งจะแสดงในรูปบทวิเคราะห์ ตาราง และแผนภูมิ