บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิเคราะห์การประมาณฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิดและประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรผู้ผลิตผักปลอดสารพิษในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์เพื่อประมาณฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิด ส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิค และปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรผู้ผลิตผักปลอดสารพิษในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน และส่วนที่สามเป็นแบบจำลองฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไปที่มีลักษณะแบบเชิงสุ่ม ดังนั้นระเบียบวิธีวิจัยจึงแบ่งออกตามลักษณะของการวิเคราะห์ดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดทางทฤษฎี (theoretical framework)

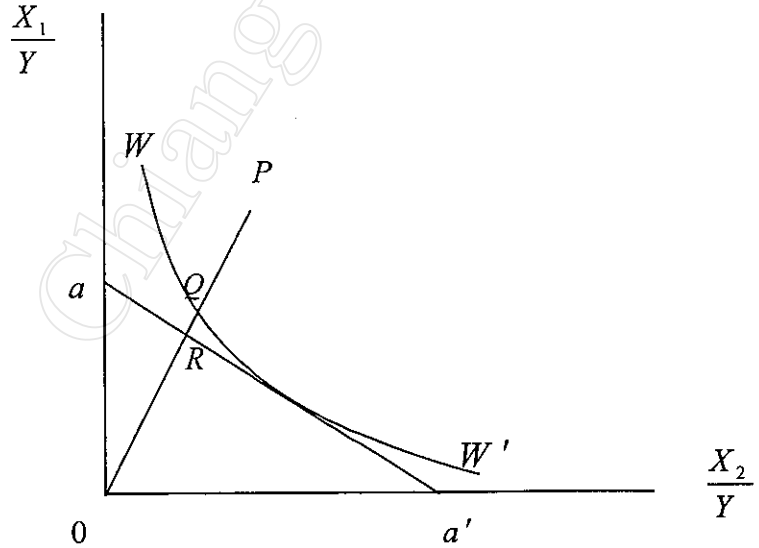
กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการประมาณฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิดและประสิทธิภาพทางเทคนิค แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพ ส่วนที่สองเป็นแนวคิดการประมาณฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่มีลักษณะแบบเชิงสุ่ม และส่วนที่สามเป็นแนวคิดฟังก์ชั่นรังสีพรมแดนการผลิตแบบเชิงสุ่มซึ่งแนวคิดของทั้งสามส่วนมีดังต่อไปนี้

3.1.1 แนวคิดของประสิทธิภาพการผลิต (concept of production efficiency)

M.J. Farrell (1957) ได้เสนอเครื่องมือวัดประสิทธิภาพกรณีปัจจัยการผลิตหลายชนิดและผลผลิตหลายชนิด (multiple inputs and outputs) โดยเขาได้ยกตัวอย่างแบบจำลองอย่างง่าย สมมติให้มีปัจจัยการผลิตอยู่ 2 ชนิด คือ x_1 และ x_2 ได้ผลผลิต 1 ชนิด คือ Y และให้ unit isoquant (เส้น ww' ในรูปที่ 1) คือ เส้น isoquant ที่มีระดับของผลผลิตเท่ากันในระดับหนึ่งหน่วยตลอดเส้น ในการผลิตผลผลิตหนึ่งหน่วยนั้น ทุกจุดบนเส้นนี้เป็นจุดที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากจะใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง x_1 และ x_2 ในระดับที่ต่ำที่สุดแล้ว (ดังนั้นทุกจุดบนเส้น unit isoquant จึงแสดงถึงความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค เพราะภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีสัดส่วนเหมาะสมทำการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่งหน่วย) เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตจริงๆ ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิต ณ จุด

P ในการผลิต 1 หน่วยของผลผลิต (ในรูปที่ 1) จากรูปปรากฏว่าจุดนี้จะเป็นจุดที่แสดงกระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการวัดประสิทธิภาพด้านเทคนิค (technical efficiency) นั้นจะสามารถวัดโดยอัตราส่วนของ OQ/OP สังเกตุว่าอัตราส่วนนี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ดังนั้นอัตราส่วน เช่น 0.78 จะหมายความว่าประสิทธิภาพนั้นมีเท่ากับร้อยละ 78

ถ้าสมมติให้อัตราส่วนของราคาปัจจัยการผลิตนั้นแทนด้วยความชันของเส้น aa' แล้วการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือใช้ตามอัตราส่วนของราคาดังกล่าวก็จะมีประสิทธิภาพทางราคา (price efficiency) ตามแนวคิดของ Farrell อย่างไรก็ตามในขณะที่จุดบางจุด เช่น Q อาจจะมีประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค (technical efficiency) แต่จุดนี้ไม่ใช่จุดที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่ดีในเชิงเศรษฐศาสตร์ที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด เพราะการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุดตามราคาดังกล่าวเกิด ณ จุด R และประสิทธิภาพทางราคาของ ณ จุด P มีค่าเท่ากับ OR/OQ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ หรือ ประสิทธิภาพโดยรวม (overall or economic efficiency) ของจุด P มีค่าเท่ากับ OR/OP ซึ่งอัตราส่วนนี้ เมื่อพิจารณาโดยละเอียดจะมีค่าเท่ากับ ผลคูณของประสิทธิภาพทางเทคนิคกับประสิทธิภาพทางด้านราคา นั่นคือ (OQ/OP)*(OR/OQ) สังเกตว่าการวัดประสิทธิภาพทางราคาและประสิทธิภาพโดยรวม ความจริงแล้วเป็นเรื่องของการเปรียบเทียบด้านต้นทุนนั่นเอง



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

3.1.2 ฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่มีลักษณะแบบเชิงสุ่ม (stochastic frontier production function)

ฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุดมีลักษณะเป็นแบบเชิงสุ่ม (stochastic frontier production function) ซึ่งโดยทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้ (Philip J. Dawson et.al (1991) และ Xiaosong Xu ,Scott R.Jeffrey(1997))

$$Y_i = f(x_i, \beta) + e_i \qquad \text{.....(3.1)}$$

$$e_i = v_i - u_i \qquad \text{..... (3.2)}$$

$$Y_i^* = f(x_i, \beta) - u_i = Y_i - v_i \qquad \text{..... (3.3)}$$

โดย

Y_i คือ ผลผลิตที่สังเกตได้ของเกษตรกรรายที่ i

Y_i * คือ ผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุดของเกษตรกรรายที่ i

β คือ เวคเตอร์ของสัมประสิทธิ์

x_i คือ เวกเตอร์ของปัจจัยการผลิต

e_i คือ a stochastic error term

v_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้

u_i คือ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค

a stochastic error term ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ v และ u โดยที่ v มีการกระจายแบบปกติ(normal) ซึ่งแทนค่าความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากปัจจัยที่อยู่นอกเหนือจากการควบคุมของผู้ผลิต และ u มีการกระจายแบบข้างเดียว (half-normal)และมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์($u_i \geq 0$) ซึ่งแทนความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยทั้ง u และ v ถูกสมมติให้เป็นอิสระต่อกัน และเป็นอิสระกับเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิต (x) ด้วย

สำหรับวิธีการประมาณสมการที่ (3.1) นั้น พบว่ามีการประมาณอยู่ 3 วิธี คือ วิธีการ Maximum likelihood estimation (MLE) วิธีการประมาณกำลังสองน้อยที่สุด (OLS,COLS) และวิธีการ 2STEP จากฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุดมีลักษณะเป็นแบบเชิงสุ่ม สมการที่ (3.1) สามารถวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรรายที่ i ได้ดังนี้

$$TE_i = e^{u_i} = \frac{Y_i}{f(x_i)e^{v_i}} \qquad ;u_i \geq 0 \qquad \text{..... (3.4)}$$

โดย

TE_i คือ ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรรายที่ i

ระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (TE) คือ สัดส่วนของปริมาณผลผลิตที่ได้รับจริงต่อปริมาณของผลผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ได้จากการประมาณหรือปริมาณผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตนั่นเอง

เนื่องจากการคำนวณหาค่า u_i ดังสมการที่ (3.4) จะมีส่วนประกอบของ v_i ผสมมาด้วย ดังนั้น Jondrow et al. (1982) ได้เสนอวิธีแยกค่า u_i ออกจากค่า v_i โดยการคำนวณค่าความคาดหวังของ u_i ภายใต้เงื่อนไข $E(u_i / e_i)$ โดยที่ $e_i \equiv v_i - u_i$ เมื่อได้ค่า u_i แล้วจึงนำไปคำนวณเพื่อหาระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยการคำนวณหาค่า $\exp(u_i)$

ระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของหน่วยผลิตที่ i หาได้ดังนี้

$$TE_i = \exp\left[-\frac{\sigma_u \sigma_v}{\sigma}\left(\frac{\phi\left(\frac{\lambda e_i}{\sigma}\right)}{1-\Phi\left(\frac{\lambda e_i}{\sigma}\right)} - \left(\frac{\lambda e_i}{\sigma}\right)\right)\right] \qquad \text{.....(3.5)}$$

โดย

TE_i คือ ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรรายที่ i

exp คือ exponential

$\phi(.)$ คือ ค่าของstandard normal density function

$\Phi(.)$ คือ ค่าของ standard normal distribution function

σ คือ ค่าของ standard error ของ e_i โดย $\sigma = (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)^{1/2}$ และ $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$

สามารถคำนวณหาค่าความแปรปรวนและค่า λ ซึ่งได้จากการคำนวณสมการที่ (3.1) ด้วยวิธี maximum likelihood estimation (MLE) แล้วแทนค่าตัวแปรทั้งสองลงในสมการที่ (3.5) เพื่อหาค่า u_i ที่สะท้อนความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิต

3.1.3 แนวคิดของฟังก์ชั่นรังสีพรมแดนการผลิต (ray frontier production function)

กำหนดให้เทคโนโลยีการผลิตสามารถอธิบายจากชุดของผลผลิต ได้ดังนี้

$$P(x) = \{y \in R_+^P : x \text{ can product } y\} \quad \text{.....(3.6)}$$

โดย

P(x) คือ ชุดของผลผลิต

x คือ ปัจจัยการผลิตหลายชนิด โดย $x \in R_+^d$

y คือ ผลผลิตหลายชนิด โดย $y \in R_+^P$

เทคโนโลยีการผลิตถูกสมมติให้เป็นเซตของ basic axioms คือ convexity of P(x) สำหรับทุก x (monotonicity) นอกจากนี้ยังกำหนดให้ P(x) เป็น compact (closed and bounded) ดังนั้นเทคโนโลยีของผลผลิตชนิดเดียว คือ

$$f(x) = \max\{y \in R_+ : y \in P(x)\} \quad \text{.....(3.7)}$$

เพื่อจะได้ค่าแสดงถึงเทคโนโลยีของผลผลิตหลายชนิด คือ การใช้ส่วนผสมของผลผลิตแสดงถึงเวคเตอร์ของผลผลิต สามารถเขียนได้ดังสมการที่ (3.8) และ เวคเตอร์ของส่วนผสมของผลผลิต แสดงดังสมการที่ (3.9) ดังนี้

$$y = \iota \cdot m(\theta) \quad \text{..... (3.8)}$$

$$m(\theta) = y \ / \ \iota \quad \text{..... (3.9)}$$

โดย

ι คือ เวคเตอร์ผลผลิตหลายชนิด

θ คือ ส่วนผสมของผลผลิต โดย $\theta \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]^{p-1}$

$m(\theta)$ คือ เวคเตอร์ของส่วนผสมของผลผลิต โดย $m : \left[0, \frac{\pi}{2}\right]^{p-1} \rightarrow [0,1]^p$

กำหนดให้

$$\iota = \|y\| = \left(\sum_{i=1}^{p} \left(y_i^{\,2}\right)\right)^{1/2} \qquad \text{และ}$$

$$m_i(\theta) = \cos\theta_i \prod_{j=0}^{i-1} \sin\theta_j \,, i = 1,\ldots, p, \theta \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]^{p-1} \,, \sin\theta_0 = \cos\theta_p = 1$$

ดังนั้นการคำนวณหาค่า θ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\theta_i = \cos^{-1}\left(y_i / \iota \prod_{j=0}^{i-1} \sin\theta_j\right), i = 1,\ldots, p \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.10)$$

โดย $\sin\theta_0 = \cos\theta_p = 1$ มุมที่ 1 กำหนดให้ คือ $\theta_1 = \cos^{-1}\left(y_1 / \iota\right)$เพื่อใช้ในการคำนวณ มุมที่ 2 คือ $\theta_2 = \cos^{-1}\left(y_2 / \iota \sin\theta_1\right)$ เป็นต้น มุมที่เหลือสามารถคำนวณได้ด้วยวิธีเดียวกัน

ส่วนผสมของผลผลิตสามารถนำมาใช้อธิบายฟังก์ชั่นรังสีพรมแดนการผลิตกรณีผลผลิตหลายชนิดได้เช่นเดียวกับในฟังก์ชั่นการผลิตผลผลิตชนิดเดียวในสมการ (3.7) ได้ดังนี้

$$\mathrm{f}(\mathrm{x},\theta) = \max\{\, \iota \in R_+ : \iota \cdot m\left(\theta\right) \in \mathrm{P}(\mathrm{x})\} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.11)$$

โดย

$\mathrm{f}(\mathrm{x},\theta)$ คือ output norm

ฟังก์ชั่น (3.11) ให้ maximum norm ของผลผลิตที่ได้มาให้ปัจจัยการผลิต(x) และ ส่วนผสมของผลผลิตแสดงโดยส่วนผสมของผลผลิต θ

เทคโนโลยีสำหรับ 3 ผลผลิต มุมแรก θ_1 แสดงมุมจากแกน y_1 ไปยังแกน y_2 และ y_3 มุมที่ 2 คือมุมระหว่าง y_2 และ y_3 โดยทั้ง 2 มุมนี้และ เวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิด ι พิสูจน์ output vector y โดย $\partial f\left(x,\theta\right)/\partial\theta_1$ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงเส้นพรมแดนของ output norm สำหรับการเปลี่ยนในส่วนผสมของผลผลิตตามเส้นพรมแดนการผลิตกับสัดส่วนคงที่ระหว่าง y_2 และ y_3 ส่วน $\partial f\left(x,\theta\right)/\partial\theta_2$ แสดงถึง เส้นพรมแดนของ output norm เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งการเปลี่ยนแปลงในส่วนผสมของผลผลิตกับระดับของ y_1 คงที่

จากแนวคิดฟังก์ชั่นรังสีพรมแดนการผลิตของ Lothgren (1997) เป็นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิด ถูกกำหนดให้มีรูปแบบดังนี้

$$\iota = f(x, \theta)\exp(v - u) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.12)$$

โดย

ι คือ เวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิด

θ คือ ส่วนผสมของผลผลิต โดย $\theta \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]^{p-1}$

x คือ ปัจจัยการผลิต

f(x, θ) คือ output norm

exp คือ exponential

v คือ ค่าความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยที่อยู่นอกเหนือจากการควบคุมของผู้ผลิต

-u คือ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกร $(u \geq 0)$

the stochastic frontier norm ถูกกำหนดให้คือ $\iota^f = f(x, \theta)\exp(v)$ ประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นโมเดลเช่นเดียวกับผลกระทบของรัศมีของผลผลิต ผลผลิตที่สังเกตได้มาจากรัศมีของเส้นพรมแดนระดับผลผลิต $y^f = \iota^f m(\theta)$ และเท่ากับ $y = y^f \exp(-u)$ เมื่อลดรูปอธิบายการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค คือ $TE = \exp(-u)$ การวัดนี้แสดงระยะทางจากเวคเตอร์ของผลผลิตไปยังเส้นพรมแดนของชุดของผลผลิต ซึ่งตรงกับประสิทธิภาพทางเทคนิคของ Farrell (1957) และฟังก์ชั่นระยะทางของ Shephard (1970) นั่นคือ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคมีค่าเท่ากับตัวแปร -u นั่นเอง

แบบจำลองฟังก์ชั่นรังสีพรมแดนการผลิตแบบเชิงสุ่มได้มาจากการกำหนดรูปแบบฟังก์ชั่นเส้นตรงและใส่ log ในสมการที่ (3.12) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\ln \iota_i = \beta_0 + \beta \ln z_i' + v_i - u_i, i = 1, \ldots, N \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.13)$$

โดย

ι คือ เวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิด

i คือ เกษตรกรรายที่ i ,i=1,…,N

β_0 คือ ค่าคงที่

β คือ ค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยการผลิต และ ส่วนผสมของผลผลิต

z_i คือ ปัจจัยการผลิต และ ส่วนผสมของผลผลิตของเกษตรกรแต่ละราย

3.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้จะใช้ฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิดที่อยู่ในรูปแบบ Cobb-douglas ที่มีลักษณะแบบเชิงสุ่มรวมถึงมีการศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิค และปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติเพื่อประมาณเส้นพรมแดนจากฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตโดยตรงซึ่งประยุกต์แบบจำลองมาจาก Lothgren (1997) มาใช้กับการผลิตทางการเกษตรกรณีข้อมูลเป็นข้อมูลตัดขวาง ดังต่อไปนี้

3.2.1 แบบจำลองรังสีพรมแดนการผลิตแบบเชิงสุ่ม (model of a linear stochastic ray frontier production)

เวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดของผักคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ หาได้จากการแทนค่าผลผลิตผักคะน้า (y_1) และ ผลผลิตผักปลอดสารพิษอื่น (y_2) ลงในสมการเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดที่กำหนดมาให้ในหัวข้อ 3.1.3 ดังนั้นเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดของผักคะน้า และผักปลอดสารพิษอื่นของเกษตรกรแต่ละราย สามารถหาได้ดังนี้

$$\iota_i = \left(y_{1i}^2 + y_{2i}^2\right)^{1/2} \quad \text{..... (3.14)}$$

โดย

ι คือ เวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิด

i คือ เกษตรกรรายที่ i ,i=1,...,N

y_1 คือ ผลผลิตผักคะน้า (กิโลกรัม)

y_2 คือ ผลผลิตผักปลอดสารพิษอื่น (กิโลกรัม)

เมื่อได้ค่าเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดของผักคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่นนำไปแทนในสมการที่ (3.10) สามารถหาส่วนผสมของผลผลิตของผักคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่นของเกษตรกรแต่ละราย ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดังนี้

$$\theta_{1,i} = \cos^{-1}\left(y_{1i} / \iota\right) \quad \text{..... (3.15)}$$

โดย

θ คือ ส่วนผสมของผลผลิต โดย $\theta \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]^{p-1}$

ปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบต่อเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดของผักปลอดสารพิษ คือ ที่ดิน แรงงาน ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี เมล็ดพันธ์ และปัจจัยทางกายภาพ เช่น การชลประทาน นอกจากตัวแปรปัจจัยการผลิตแล้วตัวแปรที่กระทบต่อเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดของผักปลอดสารพิษคือส่วนผสมของผลผลิตหรือส่วนผสมของผลผลิตของผักคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่น ดังนั้นเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดของผักปลอดสารพิษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ เหล่านี้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวของฟังก์ชั่นรังสีพรมแดนการผลิตแบบเชิงสุ่มในการศึกษาการผลิตผักปลอดสารพิษหลายชนิดครั้งนี้ แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned}\ln \iota_i = {} & \beta_0 + \beta_1 \ln L_i + \beta_2 \ln La_i + \beta_3 \ln F1_i + \beta_4 \ln F2_i \\ & + \beta_5 \ln S_i + \beta_6 I_i + \beta_7 \ln \theta_{1,i} + v_i - u_i \quad \text{.....(3.16)}\end{aligned}$$

โดย

$\ln \iota$ คือ ค่าlogของเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดของผักคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่น

i คือ เกษตรกรรายที่ i ,i=1,...,N

$\ln L$ คือ ค่า log ของขนาดพื้นที่เพาะปลูกพืชที่ศึกษา(งาน)

$\ln L_a$ คือ ค่า log ของแรงงานเกษตรกร (วันทำงาน)

$\ln S$ คือ ค่า log ของเมล็ดพันธุ์(กิโลกรัม)

$\ln F_1$ คือ ค่า log ของปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ต่อฟาร์ม(กิโลกรัม)

$\ln F_2$ คือ ค่า log ของปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ต่อฟาร์ม(กิโลกรัม)

I คือ การชลประทาน(ตัวแปร Dummy)

$\ln \theta_1$ คือ ค่า log ของ ส่วนผสมของผลผลิต ของผักคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่น

โดย $\theta_1 \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$ สามารถหาค่า $\theta_1 = \cos^{-1}\left(y_1 / \iota\right)$

y_1 คือ ผลผลิตคะน้า(กิโลกรัม)

β_q คือ พารามิเตอร์ที่ต้องการหา q=1,..,7

u_i คือ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกร $(u \geq 0)$

v_i คือค่าความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยที่อยู่นอกเหนือจากการควบคุมของเกษตรกรรายที่ i

การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการประมาณด้วยวิธี maximum likelihood estimation (MLE) โดยมีข้อสมมติตามแนวคิดของ Lothgren (1997) ดังนี้

1. v_i สมมติให้มีการกระจายปกติ และเป็นอิสระ (IID normally distribution), $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$
2. ปัจจัยการผลิต x_i และส่วนผสมของผลผลิต θ_i เป็นอิสระจาก $v_{i'}$ สำหรับ $i, i' = 1,..., N$
3. กำหนดตาม Basttese และ Coelli (1995) เทอมของความไม่มีประสิทธิภาพ $-u_i$ เป็นโมเดลที่มีการกระจายเป็นอิสระ(ID) ไม่มีค่าเป็นลบ$(u_i \geq 0)$ และ m_i เป็นฟังก์ชั่นเส้นตรงโดย $m_i = z_i^* \delta$ เมื่อ z_i^* เป็น m –vector ของตัวแปรภายนอกซึ่งสัมพันธ์กับความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ดังนั้นแบบจำลองที่แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (inefficiency effects) คือ $(-u_i) = m_i + w_i$ โดย w_i เป็นตัวแปรสุ่มที่ไม่ได้สังเกต $w_i \sim N(0, \sigma_w^2), w_i \geq -m_i$ การที่ $w_i \geq -m_i$ เป็นการประกันว่าเทอมของระดับความไม่มีประสิทธิภาพจะไม่เป็นค่าลบ เทอมของระดับความไม่มีประสิทธิภาพ $-u_i$ (หรือเท่ากับ w_i) ถูกสมมติให้เป็นอิสระจาก v_i สำหรับ $i = 1,..., N$

3.2.2 แบบจำลองปัจจัยที่คาดว่ามีผลกระทบต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (model of the factor effecting technical inefficiency)

ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคในการผลิตผักปลอดสารพิษนั้นเกิดมาจากปัจจัยหลายๆ ด้าน ดังนั้นเพื่อที่จะหาแนวทางพัฒนาเพื่อลดความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรแต่ละราย อันจะนำมาซึ่งการเพิ่มขึ้นของผลผลิต และการเพิ่มขึ้นของรายได้ของเกษตรกร ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค มีดังต่อไปนี้

- เพศของหัวหน้าครัวเรือน (SEX:SE) เป็นตัวแปร Dummy การที่หัวหน้าครัวเรือนเป็นเพศชายหรือหญิง อาจจะมีกระทบต่อประสิทธิภาพเทคนิค เพราะ ส่วนใหญ่เพศชายจะมีการตัดสินใจที่รวดเร็วและเด็ดขาดกว่าเพศหญิง ในขณะที่เพศหญิงมีความละเอียดรอบคอบกว่าเพศชาย ดังนั้นเพศของหัวหน้าครัวเรืออาจส่งผลต่อประสิทธิภาพทางเทคนิค
-

โดยกำหนดให้ SE = 0 หมายความว่า หัวหน้าครัวเรือนเป็นหญิง

SE = 1 หมายความว่า หัวหน้าครัวเรือนเป็นชาย

- การศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (EDUCATION:ED) มีหน่วยเป็นปี ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือนย่อมส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจแก้ปัญหา รวมถึงการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ๆ

- ประสบการณ์การปลูกผักปลอดสารพิษของเกษตรกร (EXPERIENCE:E) มีหน่วยเป็นปี นอกจากระดับการศึกษาแล้วปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจดำเนินการผลิตและการแก้ปัญหา ปัจจัยด้านประสบการณ์ยังมีผลด้วย

- การทำงานนอกฟาร์ม (OUT OF FARM:R) เป็นตัวแปร Dummy ถ้าเกษตรกรมีงานทำและมีรายได้ภายนอกฟาร์มสูงเกษตรกรอาจให้ความสำคัญต่อการผลิตในฟาร์มน้อยลง

โดยกำหนดให้ R = 0 หมายความว่า ทำงานภายนอกฟาร์ม

R = 1 หมายความว่า ไม่ได้ทำงานภายนอกฟาร์ม

- ขนาดพื้นที่เพาะปลูก (LAND:L) มีหน่วยเป็นงาน ขนาดพื้นที่เพาะปลูกมากอาจทำให้มีการประหยัดต่อขนาดการผลิต ขณะเดียวกันขนาดพื้นที่เพาะปลูกที่ใหญ่เกินไปอาจทำให้การดูแลจัดการไม่ทั่วถึง ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพทางเทคนิค

การศึกษาปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้น ให้ตัวแปรปัจจัยทางสังคมเศรษฐกิจและตัวแปรปัจจัยอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้นเป็นตัวแปรอิสระและให้ตัวแปรความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นตัวแปรตามจะสามารถหาแบบจำลองปัจจัยที่คาดว่ามีผลกระทบต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคได้ดังนี้

$$TI_i = \delta_0 + \delta_1 \ln L_i + \delta_2 SE_i + \delta_3 \ln ED_i + \delta \ln E_i + \delta_5 R_i + w_i \quad ...(3.17)$$

โดย

TI คือ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค

i คือ เกษตรกรรายที่ i ,i=1,...,N

δ_0 คือ ค่าคงที่

δ_r คือ พารามิเตอร์ที่ต้องการหา โดย r = 1,...,5

$\ln L$ คือ ค่า log ของขนาดพื้นที่เพาะปลูกพืชที่ศึกษา(งาน)

SE คือ เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ตัวแปร Dummy)

$\ln ED$ คือ ค่า log ของการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (ปี)

$\ln E$ คือ ค่า log ประสบการณ์การปลูกผักปลอดสารพิษของเกษตรกร (ปี)

R คือ การทำงานนอกฟาร์ม (ตัวแปร Dummy)

w_i คือ ตัวแปรสุ่มที่ไม่ได้สังเกต $w_i \sim N(0, \sigma_w^2), w_i \geq -m_i$

จากโมเดลรังสีพรมแดนการผลิตแบบเชิงสุ่มในสมการที่ (3.16) ภายใต้ข้อสมมติของ Lothgren (1997) และค่าความไม่มีประสิทธิภาพ ($-u_i$) ในสมการที่ (3.17) เราสามารถหาระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตผักปลอดสารพิษตามแนวคิดของ Basttese และ Coelli (1995) เพื่อหาค่าโดยค่าคาดหวังของ u_i หาได้ดังนี้คือ

$$\hat{TE}_i = E\left(\exp\left(-u_i\right) / \hat{\varepsilon}_i\right) \quad \text{..... (3.18)}$$

โดย

$\hat{TE}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพทางเทคนิค

exp คือ exponential

$\hat{\varepsilon}$ คือ ค่าความคาดเคลื่อนรวมเฉลี่ย

จากการประมาณสมการที่ (3.16) และ (3.17) พร้อมกันด้วยวิธี maximum likelihood estimation (MLE) โดยใช้โปรแกรม FRONTIER version 4.1 พัฒนาโดย Tim Coelli (1996) จะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิด และค่าสัมประสิทธิ์ของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคตลอดจนค่าพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับใช้ในการคำนวณในสมการที่ (3.18) เพื่อหาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตผักปลอดสารพิษของเกษตรกรแต่ละรายที่ใช้ในการศึกษา และระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ยด้วย

สำหรับการพิจารณาว่าฟังก์ชั่นการผลิตใดเหมาะสมนั่นคือ มีเส้นพรมแดนการผลิตอยู่จริงและการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นส่วนประกอบหลักของฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ทดสอบเพื่อหาฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่เหมาะสมในการ

ศึกษาคือ ทดสอบสมมติฐานหลัก (null hypothesis) ที่ว่า ไม่มีผลกระทบความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคในการผลิตผักปลอดสารพิษโดยการกำหนดให้ค่า $\gamma = 0$ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผลผลิตที่สังเกตได้กับผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด ซึ่งถ้าหากปฏิเสธสมมติฐานหลักหมายความว่า รูปแบบสมการการผลิตผลผลิตหลายชนิดมีเส้นพรมแดนการผลิตอยู่จริง

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่า Likelihood-Ratio Statistic Test (LR test) ในการทดสอบ โดยใช้การกระจายแบบ mixed chi-square ณ ระดับองศาแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับ q+1 โดย q คือ จำนวนของข้อจำกัดที่ใส่ในข้อสมมุติฐานหลัก โดยเปิดได้จากตารางที่ 1 ของ Kodde และ Palm(1986) สำหรับใช้หาช่วงวิกฤติเพื่อการตัดสินใจเปรียบเทียบกับค่า LR test ที่คำนวณได้ ซึ่งสูตรในการคำนวณค่า LR test แสดงได้ดังนี้

$$LR = -2\left[\ln L(H_0) - \ln L(H_1)\right] \quad \text{..... (3.19)}$$

โดย

LR คือ Likelihood-Ratio Statistic Test

$\ln L(H_0)$ คือ ค่า Log likelihood function ภายใต้ข้อสมมุติฐานหลัก (H_0)

$\ln L(H_1)$ คือ ค่า Log likelihood function ภายใต้แบบจำลองที่ไม่มีข้อจำกัด ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (H_1)

ซึ่งค่า $\ln L(H_0)$ และ $\ln L(H_1)$ นั้นได้รับจากผลการประมาณในโปรแกรม FRONTIER version 4.1 โดยค่า $\ln L(H_0)$ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ค่า Log likelihood ที่ได้รับจากผลการประมาณหาเส้นพรมแดนการผลิตโดยวิธี Ordinary Least Squares (OLS) และค่า $\ln L(H_1)$ นั้นได้รับจากผลการประมาณหาเส้นพรมแดนการผลิต ด้วยวิธี Maximum Likelihood Estimates (MLE) โดยนำค่าทั้ง 2 มาคำนวณใน Likelihood-Ratio Statistic Test เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อหาสมการการผลิตผลผลิตหลายชนิด และสมการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ดีที่สุด

3.2.3 แบบจำลองฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไปที่มีลักษณะแบบเชิงสุ่ม (model of a stochastic frontier production function)

การศึกษาฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิดนั้นเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตต่าง ๆ (x) และส่วนผสมของผลผลิตคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่น (θ) กับเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิด (ι) ที่เกิดจากปัจจัยการผลิตต่าง ๆ (x) และส่วนผสมของผลผลิต

(θ) นั้น ๆ (ι = f(x,θ)) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างจากฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไปที่จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตต่างๆ (x) กับผลผลิตหนึ่งชนิด (y) ที่เกิดจากปัจจัยการผลิตต่าง ๆ (x) นั้น (y = f(x)) ส่วนที่แตกต่างกันคือ ตัวแปรที่แสดงถึงส่วนผสมของผลผลิต(θ) ซึ่งตัวแปรดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับเวคเตอร์ของผลผลิตหลายชนิดในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งหมายความว่า การเปลี่ยนแปลงของส่วนผสมของผลผลิต (θ) เมื่อเพิ่มการผลิตผลผลิตชนิดหนึ่ง (สินค้า A) แทนการผลิตผลผลิตอีกชนิดหนึ่ง (สินค้าB) จะทำให้ผลผลิตชนิดแรก (สินค้าA) ที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าปริมาณผลผลิตอีกชนิดหนึ่ง (สินค้าB) ที่ลดลง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตสินค้าทั้งสองใช้ทดแทนกันได้ไม่สมบูรณ์แต่ถ้าพิจารณาว่าตัวแปรส่วนผสมของผลผลิต (θ) ดังกล่าวมีผลต่อการผลิตต่ำ ดังนั้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิดกับฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตโดยทั่วไปน่าจะมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน

เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิดกับฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไปจึงทำการประมาณฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไปที่มีลักษณะแบบเชิงสุ่ม (a stochastic frontier production function) โดยกำหนดให้ ตัวแปร Y คือ ผลผลิตรวมของคะน้า และผักปลอดสารพิษอื่นแทนเข้าไปในสมการ (3.1) และใช้ปัจจัยการผลิตเช่นเดียวกับที่ใช้ในแบบจำลองฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตผลผลิตหลายชนิด ดังสมการที่ (3.16) เราสามารถเขียนฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไปที่มีลักษณะแบบเชิงสุ่มของผักปลอดสารพิษ ได้ดังนี้

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln L_i + \beta_2 \ln La_i + \beta_3 \ln F1_i + \beta_4 \ln F2_i + \beta_5 \ln S_i + \beta_6 I_i + \nu_i - u_i \quad \text{.....(3.20)}$$

โดย

Y คือ ผลผลิตรวมของคะน้าและผักปลอดสารพิษอื่น

i คือ เกษตรกรรายที่ i ,i=1,…,N

$\ln L$ คือ ค่า log ของขนาดพื้นที่เพาะปลูกพืชที่ศึกษา(งาน)

$\ln L_a$ คือ ค่า log ของแรงงานเกษตรกร (วันทำงาน)

$\ln S$ คือ ค่า log ของเมล็ดพันธุ์(กิโลกรัม)

$\ln F_1$ คือ ค่า log ของปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ต่อฟาร์ม(กิโลกรัม)

$\ln F_2$ คือ ค่า log ของปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ต่อฟาร์ม(กิโลกรัม)

I คือ การชลประทาน(ตัวแปร Dummy)

β_q คือ พารามิเตอร์ที่ต้องการหา q=1,..,7

u_i คือ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกร $(u \geq 0)$

v_i คือค่าความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยที่อยู่นอกเหนือจากการควบคุมของเกษตรกรราย ที่ i

จากนั้นทำการประมาณฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไป สมการที่ (3.20) และ สมการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสมการที่ (3.17) พร้อมกันด้วยวิธี maximum likelihood estimation (MLE) โดยใช้โปรแกรม FRONTIER version 4.1 ที่พัฒนาโดย Coelli (1996) จะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการพรมแดนการผลิตทั่วไปและค่าสัมประสิทธิ์ของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคตลอดจนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

สำหรับการพิจารณาว่าฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั่วไปและฟังก์ชั่นความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสมการใดเหมาะสมคือการทดสอบสมมติฐานหลัก (null hypothesis) ที่ว่าไม่มีผลกระทบความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคในการผลิตผักปลอดสารพิษ โดยการกำหนดให้ค่า $\gamma = 0$ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผลผลิตที่สังเกตได้กับผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด ซึ่งถ้าหากปฏิเสธสมมติฐานหลักหมายความว่า รูปแบบสมการการผลิตทั่วไปมีเส้นพรมแดนการผลิตอยู่จริง โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่า Likelihood-Ratio Statistic Test (LR test) ในการทดสอบดังสมการที่ (3.19) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้เพื่อหาสมการการผลิตทั่วไปและสมการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ดีที่สุดและนำไปหาประสิทธิภาพทางเทคนิค จากนั้นจึงนำสมการทั้งสองและประสิทธิภาพทางเทคนิคที่หาได้ไปเปรียบเทียบกับสมการการผลิตผลผลิตหลายชนิด สมการความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ดีที่สุดและประสิทธิภาพทางเทคนิคที่หาได้จากสมการการผลิตผลผลิตหลายชนิดข้างต้น