บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในส่วนนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยในอดีต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงแนวคิดทฤษฎีในด้านการผลิตเพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยนี้ นอกจากนี้ ยังศึกษาถึงงานวิจัยต่าง ๆ ของแต่ละช่วงเวลา หรือแต่ละเขตพื้นที่ ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นถึงพัฒนาการของแนวคิดดังกล่าว ดังนั้น ในส่วนนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ส่วน คือ ในส่วนแรก เป็นการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการผลิต ส่วนที่สอง ศึกษาแนวคิดในการวัดประสิทธิภาพ ส่วนที่สาม ศึกษาการวัดประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ส่วนที่สี่ เป็นการศึกษาถึงลักษณะการดำเนินงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ส่วนที่ห้า ศึกษาถึงงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการผลิตและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการผลิต และส่วนสุดท้าย เป็นกรอบแนวคิดและสมมติฐานการวิจัย

ทฤษฎีการผลิต

การผลิตสินค้าและบริการเป็นกิจกรรมหนึ่งในสามกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ซึ่งได้แก่ การผลิต การบริโภค และการกระจายการผลิต เป็นกิจกรรมที่สำคัญเพราะเป็นการสร้างสินค้าและบริการเพื่อบำบัดความต้องการของมนุษย์ การวิจัยในส่วนนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีการผลิตใน 3 ประเด็น คือ ฟังก์ชันการผลิต ฟังก์ชันต้นทุน และประเด็นสุดท้าย ศึกษาถึงขอบเขตการผลิตและขอบเขตต้นทุน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ฟังก์ชันการผลิต

กระบวนการการผลิต (processes of production) คือ การที่หน่วยผลิตนำปัจจัยการผลิต (input) เข้าไปบริหารจัดการให้เกิดเป็นผลผลิต (output) เช่น เกษตรกรใช้แรงงาน ที่ดิน หรือเครื่องจักรจำนวนหนึ่ง เพื่อผลิตข้าวหรือยางพารา เป็นต้น การตัดสินใจ

ในกระบวนการผลิต คือ การที่ผู้ผลิตเลือกใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนหนึ่ง (a vector of inputs) ซึ่งมีค่าไม่เป็นลบ กำหนดเป็น $X = (X_1, X_2, \ldots, X_n) \in R^+$ เพื่อผลิตสินค้าจำนวนหนึ่ง (a vector of outputs) ซึ่งมีค่าไม่เป็นลบเช่นเดียวกัน กำหนดเป็น $Y = (Y_1, Y_2, \ldots, Y_n) \in R^+$ (Kumbhakar & Lovell, 2000, p. 18) ณ ระดับเทคโนโลยีการผลิต (production technology) ระดับหนึ่ง การวิเคราะห์การผลิตเป็นการวิเคราะห์ถึงการผลิตที่เป็นไปได้ (production possibility) โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในการผลิต คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต (input-output) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับปัจจัยการผลิต (input-input) และความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับผลผลิต (output-output) การวิเคราะห์กรณีแรกเป็นการวิเคราะห์เทคโนโลยีการผลิตจากลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิตที่แสดงถึงระดับความต้องการใช้ปัจจัยการผลิต (input requirement) หมายถึง การเลือกใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อผลิตให้ได้ผลผลิตระดับหนึ่ง

ฟังก์ชันการผลิต (production function) เป็นรูปแบบการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับการใช้ปัจจัยการผลิต (Nicholson, 1995, p. 311) หรืออธิบายถึงส่วนผสมของการใช้ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิต การศึกษาเกี่ยวกับฟังก์ชันการผลิตเกิดขึ้นครั้งแรกโดย Marshall (อ้างถึงใน Berndt, 1991, p. 450) ผู้เขียนตำรา "The Principle of Economics" โดยได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันการผลิตกับความต้องการปัจจัยการผลิต (input demand) รูปแบบของฟังก์ชันการผลิตในแนวคิดของสำนักคลาสสิกใหม่ (neo-classical economics) จะเป็นกระบวนการผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียว (single output) จากการใช้ปัจจัยการผลิตหลายชนิด (multiple inputs) สามารถเขียนรูปแบบของฟังก์ชันได้ดังนี้

$$Y = Y(X_1, X_2, \ldots, X_n) \qquad \ldots\ldots\ldots (2.1)$$

เมื่อ

Y คือ ปริมาณผลผลิต

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดต่าง ๆ

Y(.) คือ ฟังก์ชันการผลิต

เป้าหมายของผู้ผลิต คือ ต้องการผลิตให้ได้ผลผลิตสูงสุด (maximize output) ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่กำหนดให้ (Coelli, Prasada Rao, & Battese, 1998, p. 12) โดยมีข้อสมมติของฟังก์ชันการผลิตดังนี้ (Diewert, 1971, pp. 482-486)

ฟังก์ชันการผลิตเป็นฟังก์ชันที่มีค่าเป็นจำนวนจริง เมื่อคำนึงถึงจำนวนปัจจัยการผลิตที่แท้จริง (real valued function of *n* real variables) นั่นคือ เมื่อมีจำนวนปัจจัยการผลิตตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไปมาใช้ร่วมกันย่อมเกิดผลผลิตขึ้นมาจำนวนหนึ่ง

ฟังก์ชันการผลิตจะไม่ลดลง เมื่อคำนึงถึงปริมาณปัจจัยการผลิต (non-decreasing function in inputs) นั่นคือ เมื่ออยู่ในช่วงของการตัดสินใจดำเนินการผลิตอย่างมีเหตุผลแล้ว การใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น ผลผลิตที่ได้จะไม่ลดลง

ฟังก์ชันการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเข้าใกล้ค่าอนันต์ (tend to plus infinity) เมื่อใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น

ฟังก์ชันการผลิตเป็นฟังก์ชันที่มีความต่อเนื่องทางด้านขวา (right continuous function) นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน

ฟังก์ชันการผลิตมีลักษณะกึ่งโค้งเว้าออกจากจุดกำเนิด (quasi-concave) ซึ่งแสดงถึงลักษณะของผลตอบแทนที่ลดน้อยถอยลง (diminishing returns to scale) ของการผลิตเมื่อคำนึงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด

ฟังก์ชันต้นทุน

ฟังก์ชันการผลิตข้างต้นถือเป็นรูปแบบที่เป็นขั้นต้น (primary) ของการวิจัยในด้านการผลิต เป็นการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตกับปริมาณผลผลิต โดยมีลักษณะและวิธีการศึกษาดังได้กล่าวแล้ว อย่างไรก็ตาม ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการผลิตอาจมีการนำข้อมูลอย่างอื่นนอกเหนือจากปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิตมาร่วมพิจารณา ตัวอย่างเช่น ข้อมูลทางด้านราคาของปัจจัยการผลิต ราคาของผลผลิต เป็นต้น ดังนั้น เพื่อให้เกิดความสอดคล้องเชื่อมโยงกันของการศึกษาในด้านการผลิต จึงมีการประยุกต์ใช้รูปแบบของฟังก์ชันการผลิตข้างต้นกับกิจกรรมการผลิตในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านต้นทุน รายรับ หรือกำไร

ฟังก์ชันต้นทุน (cost function) เป็นรูปแบบของการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิตกับราคาปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิต มีดังนี้

$$C = C(w_1, w_2, \ldots, w_n, Y) \quad \text{.....(2.2)}$$

เมื่อ

C คือ ต้นทุนการผลิต (cost)

$w_1, w_2, \ldots, w_n$ คือ ราคาปัจจัยการผลิต

Y คือ ปริมาณผลผลิต

C(.) คือ ฟังก์ชันต้นทุนการผลิต

เป้าหมายของผู้ผลิต คือ ต้องการดำเนินการผลิตให้มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด (minimize cost)

ฟังก์ชันต้นทุนมีข้อได้เปรียบต่อฟังก์ชันการผลิตในบางประการ ดังนี้ (Binswanger, 1974, p. 352)

ฟังก์ชันต้นทุนเป็นฟังก์ชันที่มีคุณสมบัติของความเป็นเอกพันธ์ดีกรี 1 เมื่อคำนึงถึงราคาปัจจัยการผลิต (homogeneity of degree one in input prices) ดังนั้น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจึงไม่มีความจำเป็นต้องตั้งข้อสมมติให้ฟังก์ชันต้นทุนต้องมีคุณสมบัติดังกล่าว

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันต้นทุนใช้ราคาปัจจัยการผลิตเป็นตัวแปรอิสระ (independent variables) ซึ่งดีกว่าฟังก์ชันการผลิตที่ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยมีปริมาณปัจจัยการผลิตเป็นตัวแปรอิสระ ทั้งนี้ เพราะการตัดสินใจในการผลิตที่มีเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจมักจะขึ้นอยู่กับราคาปัจจัยมากกว่าปริมาณปัจจัย

การใช้ฟังก์ชันการผลิตในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีที่มีผลผลิตหลายชนิด (multiple outputs) ในกระบวนการเดียวกันทำได้ยาก จะต้องหาค่าของเมตริกซ์ผกผัน (inverted matrix) ของค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันการผลิต การกระทำดังกล่าวอาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและสิ้นเปลือง แต่หากใช้ฟังก์ชันต้นทุนสามารถนำผลผลิตทุกประเภทมาวิเคราะห์ในครั้งเดียวได้ โดยไม่จำเป็นต้องหาค่าเมตริกซ์ผกผันของพารามิเตอร์ดังกล่าว

การใช้ฟังก์ชันต้นทุนในการวิเคราะห์จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพความเป็นกลางหรือไม่เป็นกลาง (neutral or non-neutral efficiency) ของความแตกต่างกัน

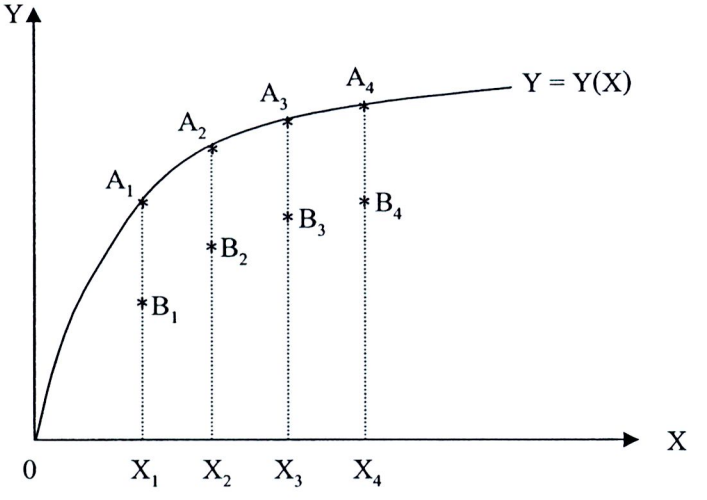
ในแต่ละหน่วยสังเกต (หน่วยสังเกตเป็นหน่วยธุรกิจหรือเขตพื้นที่ในกรณีข้อมูลเป็นแบบภาคตัดขวาง หรือเป็นปีในกรณีข้อมูลเป็นแบบอนุกรมเวลา) หรือปัญหาของการประหยัดต่อขนาดที่เป็นกลางและไม่เป็นกลาง (neutral and non-neutral economies of scale) ดังนั้น เมื่อใช้ฟังก์ชันต้นทุนปัญหาเกี่ยวกับความเป็นกลางหรือไม่เป็นกลางจะไม่มีผลทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้มีความลำเอียง (biased) อันเกิดจากการที่สัดส่วนของปัจจัยการผลิต (factor ratio) ไม่คงที่ ซึ่งทำให้ส่วนแบ่งของปัจจัยการผลิตเปลี่ยนแปลงไปในขณะที่สัดส่วนของราคาปัจจัยการผลิต (price ratio) คงที่

การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ฟังก์ชันการผลิตจะเกิดปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง (multicolinearity) ทั้งนี้ เป็นเพราะว่าฟังก์ชันการผลิตใช้ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเป็นตัวแปรอิสระ หากเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตตัวใดตัวหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อสัดส่วนของการใช้ปัจจัยการผลิตตัวอื่น ๆ ได้ แต่ถ้าใช้ฟังก์ชันต้นทุนปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากฟังก์ชันต้นทุนมีราคาปัจจัยการผลิตเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งตามปกติแล้วจะเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเองน้อย

ขอบเขตการผลิตและขอบเขตต้นทุน

โดยทั่วไปแล้วภายใต้ข้อจำกัดเดียวกัน เช่น ระดับเทคโนโลยีการผลิตเหมือนกัน ปัจจัยการผลิตเหมือนกัน เป็นต้น การผลิตสินค้าชนิดเดียวกันของผู้ผลิตแต่ละรายอาจได้รับผลผลิตไม่เท่ากัน ทั้งนี้ เป็นเพราะประสิทธิภาพของผู้ผลิตแต่ละรายแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ย่อมมีผู้ผลิตบางรายที่ใช้ต้นทุนเท่ากับผู้ผลิตรายอื่น โดยได้รับผลผลิตมากที่สุด หรือในอีกทางหนึ่ง ณ ระดับเทคโนโลยีการผลิตเหมือนกัน ราคาปัจจัยการผลิตเหมือนกัน ย่อมมีผู้ผลิตบางรายที่ผลิตโดยได้รับผลผลิตเท่ากับผู้ผลิตรายอื่น โดยใช้ต้นทุนในการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งผู้ผลิตเหล่านี้จะเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบให้เห็นถึงประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตรายอื่น และหากศึกษาในหลายระดับการผลิต ผู้ผลิตเหล่านี้จะกลายเป็นขอบเขตของการผลิต ซึ่งอาจเป็นขอบเขตด้านผลผลิต ด้านต้นทุน ด้านรายรับ หรือด้านกำไรก็ได้ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยนี้ จะแสดงตัวอย่างเฉพาะ 2 ด้านแรก คือ (1) ขอบเขตการผลิต และ (2) ขอบเขตต้นทุนการผลิต ดังนี้

ขอบเขตการผลิต ฟังก์ชันการผลิต คือ ฟังก์ชันที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต ในขณะที่ขอบเขตการผลิต (production frontier) คือ การผลิตของผู้ผลิตที่ได้รับผลผลิตที่เป็นไปได้มากที่สุด จากการใช้ปัจจัยการผลิตเช่นเดียวกับผู้ผลิตรายอื่น หรืออยู่บนเส้นกราฟของฟังก์ชันการผลิต จากภาพ 1 สมมติให้การผลิตได้รับผลผลิต 1 ชนิด จากการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิด ผู้ผลิตที่สามารถผลิตได้ผลผลิตสูงสุด ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เท่ากัน คือ ผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิต ดังนั้น เส้นขอบเขตการผลิต หมายถึง เส้นที่ลากเชื่อมผลผลิตสูงสุดของผู้ผลิตต่าง ๆ (A_1, A_2, A_3 และ A_4) ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ (X_1, X_2, X_3 และ X_4) ผู้ผลิตที่ได้รับผลผลิตอยู่บนเส้นขอบเขตจะเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพ ส่วนผู้ผลิตรายอื่นที่อยู่ต่ำกว่าเส้นขอบเขต แสดงถึงการเป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิต (B_1, B_2, B_3 และ B_4) ดังนั้น เส้นขอบเขตการผลิตจึงเป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของผู้ผลิตแต่ละราย ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากัน



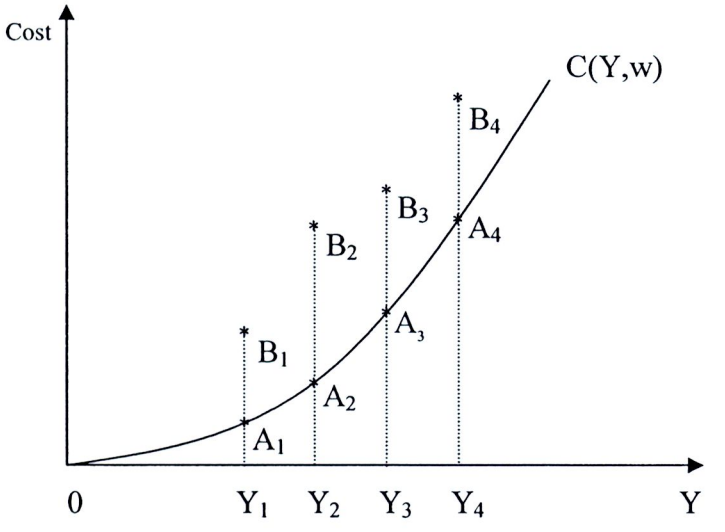
ภาพ 1 เส้นขอบเขตการผลิต (กรณีผลผลิตชนิดเดียวและปัจจัยการผลิตชนิดเดียว)

หากกำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตเป็น Y = Y(X) โดยที่ฟังก์ชัน Y(.) คือ ขอบเขตการผลิต และเทคโนโลยีการผลิต (production technology) $T(X, Y) \geq 0$ สามารถเขียนฟังก์ชันขอบเขตการผลิต (production frontier function) ได้ดังนี้

$$Y(X) = \max\{Y' : T(X, Y') \geq 0\} \quad \text{.....(2.3)}$$

จากลักษณะของความสัมพันธ์ข้างต้น สามารถนำไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพการผลิตซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

ขอบเขตต้นทุน ฟังก์ชันต้นทุน คือ ฟังก์ชันที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิตกับปริมาณผลผลิตและราคาปัจจัยการผลิต ในขณะที่ขอบเขตต้นทุน (cost frontier) คือ ต้นทุนการผลิตที่อยู่บนเส้นกราฟของฟังก์ชันต้นทุน ซึ่งแสดงถึงผู้ผลิตที่สามารถผลิตโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุดที่เป็นไปได้ ณ ระดับผลผลิตที่เท่ากัน หรือเส้น $C = C(Y, w)$ สมมติให้การผลิตได้รับผลผลิต 1 ชนิด (แทนด้วย Y) จากการใช้ปัจจัยการผลิต (X) จำนวน N ชนิด และราคาปัจจัยการผลิตเป็น w โดยที่ $w = (w_1, w_2, \ldots, w_n) \in R^+$ ค่าใช้จ่ายในการผลิตของผู้ผลิตรายที่ f ($E_f = \sum_{n=1}^{N} w_n X_n$) คือ ผลรวมของค่าใช้จ่ายสำหรับปัจจัยทุกชนิดของผู้ผลิตรายที่ f ซึ่งกำหนดให้ผู้ผลิตมีเป้าหมายในการผลิตโดยเสียต้นทุนต่ำที่สุด



ภาพ 2 ขอบเขตต้นทุน (กรณีผลผลิต 1 ชนิด)

จากภาพ 2 แสดงถึงเส้นขอบเขตต้นทุน ซึ่งคือ เส้นที่ลากเชื่อมต้นทุนต่ำสุดของผู้ผลิตต่าง ๆ (A_1, A_2, A_3 และ A_4) ณ ระดับผลผลิตที่เท่ากันในระดับต่าง ๆ (Y_1, Y_2, Y_3 และ Y_4) ผู้ผลิตที่ใช้ต้นทุนอยู่บนเส้นขอบเขตจึงเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิต ส่วนผู้ผลิตอื่น ๆ ที่อยู่เหนือเส้นขอบเขต แสดงถึงการเป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิต (B_1, B_2, B_3 และ B_4) ดังนั้น เส้นขอบเขตต้นทุนจึงเป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตแต่ละราย ณ ระดับผลผลิตเท่ากัน

หากกำหนดให้ฟังก์ชันต้นทุนเป็น $C = C(Y, w)$ โดยที่ฟังก์ชัน $C(.)$ คือ ขอบเขตต้นทุน และความต้องการใช้ปัจจัยการผลิต (input requirement) ซึ่งหมายถึง การเลือกใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อดำเนินการผลิตให้ได้ผลผลิตระดับหนึ่งเป็น $L(Y) = \{X : (Y, X) \in T\}$ สามารถเขียนฟังก์ชันขอบเขตต้นทุน (cost frontier) ได้ดังนี้

$$C(Y,w) = \min\{wX' : X \in L(Y)\} \quad \text{.....(2.4)}$$

จากลักษณะของความสัมพันธ์ข้างต้น สามารถนำไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพการผลิตซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

การวัดประสิทธิภาพการผลิต

การผลิตสินค้าและบริการ ผู้ผลิตแต่ละรายย่อมมีศักยภาพในการผลิตที่แตกต่างกัน ผู้ผลิตบางรายสามารถผลิตได้ตามที่ตนเองตั้งเป้าหมายไว้ บางรายอาจจะดีหรือแย่กว่าที่ตนเองตั้งไว้ หากให้ผู้ผลิตทุกรายอยู่ในข้อสมมติเดียวกัน แล้วเปรียบเทียบการผลิต (เช่น ใช้ต้นทุนเท่ากันแล้วเปรียบเทียบผลผลิต หรือได้ผลผลิตเท่ากันแล้วเปรียบเทียบต้นทุนเป็นต้น) จะทำให้สามารถวัดศักยภาพของผู้ผลิตแต่ละรายได้ และพัฒนาเป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตในโอกาสต่อไป

การวัดประสิทธิภาพการผลิต (efficiency measurement) คือ การเปรียบเทียบผลผลิตของหน่วยผลิตที่สังเกต (observed) กับผลผลิตของหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพเต็ม (full efficiency) ในเบื้องต้นปี ค.ศ. 1951 Koopmans (อ้างถึงใน Kumbhakar & Lovell, 2000, pp. 6, 42) ให้นิยามประสิทธิภาพเชิงเทคนิคว่า “ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค คือ ผู้ผลิตที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้โดยไม่ลดการผลิตของผลผลิตอื่น และไม่ได้ใช้ปัจจัย

การผลิตบางอย่างเพิ่มขึ้น" และได้เสนอแนวทางในการวัดประสิทธิภาพการผลิต จากการปรับระดับการใช้ปัจจัยการผลิต (input oriented) และปรับระดับผลผลิต (output oriented) ต่อมาในปีเดียวกัน Debreu และในปี ค.ศ. 1953 Shephard (อ้างถึงใน Kumbhakar & Lovell, 2000, p. 6) ได้ใช้ฟังก์ชันระยะทาง (distance function) ในการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค โดยวัดจากสัดส่วนของระยะรัศมี (radial distance) ของผลผลิตของหน่วยผลิตที่สังเกตกับขอบเขตของผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุดหรือขอบเขตของผู้ผลิตที่ดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเต็ม โดยที่ Debreu วัดจากการขยายของผลผลิต (output-expanding) ในขณะที่ Shephard วัดจากการประหยัดปัจจัยการผลิต (input-conserving) ซึ่งแนวคิดการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจากสัดส่วนของระยะรัศมีถือเป็นแนวคิดที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ และมีอิทธิพลต่อการศึกษาเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการผลิตในเวลาต่อมา

โครงสร้างของการนำเสนอในส่วนนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการศึกษาถึงแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิต และส่วนที่สอง ศึกษาถึงวิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิต

แนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิต

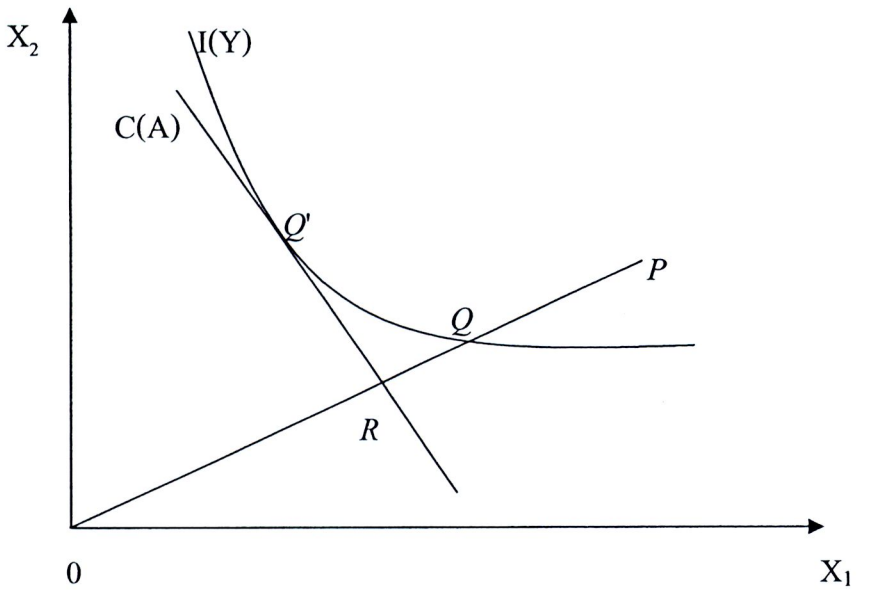
การศึกษาเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการผลิตในช่วงแรกเริ่มจากงานของ Farrell (อ้างถึงใน Coelli et al., 1998, p. 134) ในปี ค.ศ. 1957 ที่ได้ใช้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการผลิตของ Koopmans and Debreu (อ้างถึงใน Coelli et al., 1998, p. 134) โดยได้วัดประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตอย่างง่าย จากฟังก์ชันการผลิตที่มีผลผลิตเพียง 1 ชนิด ใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด อาศัยทฤษฎีของเส้นปริมาณผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย (unit isoquant) และเส้นต้นทุนเท่ากัน (isocost) Farrell ได้แสดงให้เห็นถึงการวัดและการกระจายประสิทธิภาพการผลิต โดยที่สามารถแบ่งประสิทธิภาพการผลิตออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Efficiency--TE) ซึ่งแสดงถึงความสามารถของหน่วยการผลิตในการบรรลุถึงผลผลิตสูงสุดจากกลุ่มปัจจัยที่กำหนด ณ ระดับเทคโนโลยีการผลิตเดียวกัน และประสิทธิภาพเชิงจัดสรร (Allocative Efficiency--AE) ซึ่งแสดงถึงความสามารถของหน่วยผลิตในการจัดสรรปัจจัยการผลิตได้อย่าง

เหมาะสมที่สุดในการผลิตจำนวนหนึ่ง ณ ระดับราคาปัจจัยที่กำหนด และเทคโนโลยีในการผลิตเดียวกัน หรือเรียกอีกอย่างว่า ประสิทธิภาพด้านราคา (price efficiency) และประสิทธิภาพการผลิตทั้งสองส่วนข้างต้นเป็นส่วนประกอบของประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ หรือประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม (Economic Efficiency--EE)

การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยอาศัยกรอบแนวคิดของ Farrell (อ้างถึงใน Coelli et al., 1998, p. 134; Forsund, Lovell, & Schmidt, 1980, p. 8) สามารถอธิบายได้โดยใช้แบบจำลองการผลิตอย่างง่าย โดยสมมติให้หน่วยผลิตมีผลผลิต 1 ชนิด (Y) มีปัจจัยการผลิต 2 ชนิด (X_1 และ X_2) ภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale--CRS) เมื่อผลิตบนเส้นปริมาณผลผลิตเท่ากัน (isoquant) แสดงถึงการผลิตที่ได้ผลผลิตจำนวนหนึ่ง โดยใช้ปัจจัย X_1 และ X_2 ในส่วนผสมต่าง ๆ ในการอธิบายครั้งนี้สมมติให้ได้รับผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1 หน่วย ดังนั้น เส้นปริมาณผลผลิตเท่ากันจะเป็นเส้นปริมาณผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย (unit isoquant) หรือเส้น I(Y) ในภาพ 3 ทุกจุดบนเส้นนี้จะได้ผลผลิตเท่ากับ 1 หน่วย จากส่วนผสมของปัจจัยการผลิต X_1 กับ X_2 ในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป ในขณะเดียวกัน สมมติให้ราคาของปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 คือ w_1 และ w_2 ตามลำดับ จากความสัมพันธ์ระหว่างราคาของปัจจัยการผลิตทั้งสองและต้นทุนในการผลิตจำนวนหนึ่ง สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ด้วยเส้น C(A) ในภาพ 3 โดยเส้น C(A) มีความชันเท่ากับ $-(w_1/w_2)$ และทุกจุดบนเส้น C(A) แสดงถึงค่าใช้จ่ายในการผลิตที่เท่ากัน หรือเรียกว่า เส้นต้นทุนเท่ากัน (isocost)

การวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดของ Farrell (อ้างถึงใน Drake, 2001, pp. 557-561; Forsund et al., 1980, p. 8; Uri, 2001, pp. 163-167) ทำให้สามารถดำเนินการวิเคราะห์ความไม่มีประสิทธิภาพได้ทั้งเชิงเทคนิคและเชิงจัดสรร จุด *P* เป็นจุดที่หน่วยผลิตใช้ปัจจัยมากกว่าปกติเพื่อให้ได้ผลผลิต 1 หน่วย หรือกล่าวได้ว่า หากไม่คำนึงถึงราคาปัจจัยการผลิตแล้ว ณ จุดนี้เป็นการผลิตที่มีการใช้ปัจจัยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหน่วยผลิตไม่มีเทคนิคที่ดีพอที่จะบริหารปัจจัยการผลิต ดังนั้น การผลิตที่จุด *P* จึงเป็นการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Inefficiency--TI) โดยที่หากเป็นหน่วยผลิตมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจะใช้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตอยู่บนเส้นปริมาณผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย I(Y) จากแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิต

จากสัดส่วนของระยะรัศมี เมื่อลากเส้นรัศมีออกจากจุดกำเนิดสู่จุด *P* จะตัดกับเส้น I(Y) ตรงจุด *Q* ซึ่งเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค หรือสามารถวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ณ จุด *Q* ได้จาก *OQ/OQ* หรือเท่ากับ 1 ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ณ จุด *P* โดยอาศัยหลักเดียวกัน สามารถวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคได้เท่ากับ OQ/OP หรือน้อยกว่า 1



ภาพ 3 การวัดและการจำแนกประสิทธิภาพการผลิต

ที่มา. จาก *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (p. 135), by T. J. Coelli, D. S. Prasada Rao, and G. E. Battese, 1998, London: Kluwer Academic.

ในขณะที่จุด *Q* แสดงถึงการผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคแต่ไม่ใช่จุดที่มีการใช้ปัจจัยที่ดีในเชิงเศรษฐกิจ เส้น C(A) แสดงถึงต้นทุนในการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิด มีความชันเท่ากับ $-(w_1/w_2)$ และในระดับการผลิตหนึ่งหน่วยหรือการผลิตบนเส้นปริมาณผลผลิตเท่ากันหนึ่งหน่วย I(Y) จุด *Q'* จึงเป็นจุดที่ส่วนผสมการใช้ปัจจัยเหมาะสมที่สุด (จุด *Q'* และจุด *Q* ได้รับผลผลิตเท่ากัน) ส่วนจุด *Q* แสดงถึงการใช้ต้นทุนมากกว่าปกติ หรือไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรปัจจัยการผลิต (Allocative Inefficiency--AI) จากแนวคิด

การวัดประสิทธิภาพการผลิตจากสัดส่วนของระยะรัศมี เส้นรัศมีลากตัดกับเส้นต้นทุนเท่ากัน C(A) ที่จุด R (จุด R ใช้ต้นทุนเท่ากับจุด Q') ดังนั้น หากอยู่ในแนวเส้นรัศมีเดียวกันแล้วจุด R ถือเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบการใช้ต้นทุนของจุด R กับจุด Q พบว่า จุด Q มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรเท่ากับ OR/OQ

สำหรับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจหรือประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม (Economic Efficiency--EE) คือ สัดส่วนระยะรัศมีของการผลิตที่มีประสิทธิภาพทั้งหมด (OR) กับการผลิตที่เกิดขึ้นจริงของหน่วยผลิต (OP) นั่นคือ สัดส่วนของ OR/OP หรือคำนวณได้จาก EE = TE.AE ดังนี้

$$\text{EE} = \text{TE.AE} = \frac{OQ}{OP} \cdot \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP}$$

โดยที่ค่าประสิทธิภาพทั้ง 3 ประเภท มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น หน่วยการผลิตหนึ่งสามารถผลิตผลผลิตออกมาได้ 80 หน่วย ในขณะที่ผลผลิตที่ดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเต็มได้ผลผลิตเท่ากับ 100 หน่วย เมื่อใช้ปัจจัยการผลิตในลักษณะที่เหมือนกัน นั่นแสดงให้เห็นว่า หน่วยผลิตนั้นมีประสิทธิภาพการผลิตแค่ 0.8 หรือร้อยละ 80 เท่านั้น โดยเป็นการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิตเท่ากับ 0.2 หรือร้อยละ 20

วิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิต

จากแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตของ Farrell (อ้างถึงใน Battese, Heshmati, & Hjalmarsson, 2000, p. 624; Broeck, Forsund, Hjalmarsson, & Meeusen, 1980, pp. 117-119) ทำให้เกิดการพัฒนาวิธีในการประมาณค่าตัวแปรต่าง ๆ เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพการผลิต รูปแบบโดยทั่วไปของเทคนิคในการประมาณค่า คือ การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตกับข้อมูลที่ขอบเขต ทำให้การวัดประสิทธิภาพการผลิตสามารถทำได้สองแบบ คือ แบบไม่จำกัดรูปแบบการแจกแจง (non-parametric) กับแบบจำกัดรูปแบบการแจกแจง (parametric) ซึ่งการวัดทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันทั้งในด้านลักษณะของข้อมูลและเทคนิคในการประมาณค่าตัวแปร อย่างไรก็ตาม การวัดทั้งสองแบบมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบกันอยู่พอสมควร และเป็นที่นิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย โดยมีรายละเอียดของแต่ละรูปแบบ ดังนี้

การวัดประสิทธิภาพการผลิตแบบไม่จำกัดรูปแบบการแจกแจง เป็นรูปแบบการวัดประสิทธิภาพการผลิตที่อาศัยวิธีกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical programming method) โดยใช้แนวคิดของกำหนดการเชิงเส้น (linear programming) การวัดประสิทธิภาพโดยวิธีนี้มีข้อดีสองประการ คือ ประการแรก ไม่ต้องกำหนดข้อสมมติของลักษณะการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน (error term) ประการที่สอง ไม่จำเป็นต้องกำหนดข้อสมมติรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ทำให้หลีกเลี่ยงข้อจำกัดบางประการของฟังก์ชันที่เป็นรูปแบบได้ (Hartwich & Kyi, 1999; Krasachat, 2000) หรือเรียกวิธีการวัดแบบนี้ว่า วิธีไม่ใช่เชิงเฟ้นสุ่ม (non-stochastic) อย่างไรก็ตาม การวัดประสิทธิภาพโดยวิธีนี้มีข้อบกพร่องในประเด็นที่ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่ได้รับจากปัจจัยอื่นที่หน่วยผลิตควบคุมไม่ได้ เช่น โชคของผู้ผลิต สภาพดินฟ้าอากาศ เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้การประมาณค่าประสิทธิภาพการผลิตคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้สูง

วิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีนี้ได้มีการเริ่มศึกษาจาก Farrell ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพโดยการใช้วิธีกำหนดการเชิงเส้น (linear programming) ต่อมาได้พัฒนาเป็นการวิเคราะห์การห่อหุ้มของข้อมูล (Data Envelopment Analysis--DEA) โดย Charnes, Cooper, and Rhodes (อ้างถึงใน Kumbhakar & Lovell, 2000, p. 7) โดยสมมติให้การผลิตมีลักษณะเป็นผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale--CRS) ในขณะที่ Banker, Charnes, and Cooper (อ้างถึงใน Coelli et al., 1998, p. 140; Worthington, 1999, p. 231) ได้ศึกษา DEA แบบผลตอบแทนต่อขนาดไม่คงที่ (Variable Returns to Scale--VRS)

การวัดประสิทธิภาพการผลิตแบบจำกัดรูปแบบการแจกแจง เป็นวิธีที่อาศัยเทคนิควิธีทางเศรษฐมิติ (econometric approach) โดยมีแนวคิดว่า การผลิตที่แตกต่างไปจากเส้นขอบเขตหรือการขาดประสิทธิภาพการผลิตนั้น ไม่ได้มีสาเหตุมาจากสถานการณ์ที่หน่วยผลิตควบคุมได้เพียงอย่างเดียว จึงพยายามที่จะกระจายผลกระทบที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตออกจากผลกระทบที่เกิดจากตัวรบกวนอื่น (disturbance) ซึ่งมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงสุ่ม (random variable) ดังนั้น ในการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีนี้จะต้องทราบหรือมีข้อสมมติเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงข้อมูลของตัวรบกวน นอกจากนี้ ยังต้องกำหนดเงื่อนไขในลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลการผลิตว่า

มีรูปแบบของความสัมพันธ์ในลักษณะใด จากลักษณะดังกล่าวทำให้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์จำเป็นต้องใช้วิธีทางเศรษฐมิติ และในลักษณะเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic) โดยสามารถจำลองความสัมพันธ์ในลักษณะของขอบเขตเชิงเฟ้นสุ่มหรือเรียกว่าการวิเคราะห์ขอบเขตเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Analysis--SFA) และจากการที่ต้องระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลการผลิตในฟังก์ชันรูปแบบต่าง ๆ (เช่น linear, cobb-douglas หรือ translog เป็นต้น) ทำให้เป็นข้อได้เปรียบของวิธีเชิงเฟ้นสุ่ม เพราะทำให้สามารถแยกผลกระทบของตัวรบกวนอื่นออกจากผลกระทบของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพได้ ทำให้วัดประสิทธิภาพการผลิตได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น

วิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีนี้ ได้มีการพัฒนาโดยงานศึกษาของ Afriat (1972), Aigner and Chu (1968), Richmond (1974) และ Schmidt (1976) ซึ่งเป็นการศึกษาภายใต้รูปแบบฟังก์ชันเชิงกำหนด ในขณะที่ Timmer (1971) ได้ศึกษาภายใต้รูปแบบความน่าจะเป็น (Afriat, 1972; Coelli et al., 1998, p. 185) ผลจากการศึกษาทั้งสองรูปแบบได้พัฒนาไปสู่การวิเคราะห์ขอบเขตเชิงเฟ้นสุ่มโดย Aigner, Lovell, and Schmidt (1977, p. 22), Battese and Corra (1977) และ Meeusen and Broeck (1977, pp. 435-436)

การวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจากฟังก์ชันขอบเขตการผลิต

ประสิทธิภาพการผลิตแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค และประสิทธิภาพเชิงจัดสรร ในรายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษานั้นการวัดประสิทธิภาพการผลิตทั้ง 2 ประเภทขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ ในกรณีการวัดประสิทธิภาพการผลิตจากฟังก์ชันการผลิต ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตโดยที่เป้าหมายของผู้ผลิต คือ ต้องการผลผลิตให้ได้มากที่สุด (maximize output) ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตที่กำหนด จึงเป็นการศึกษาที่ไม่ได้นำเอาข้อมูลด้านราคาเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้น ในส่วนนี้จึงสามารถวัดได้เพียงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเท่านั้น ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในส่วนนี้ ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพเชิงจัดสรรนั้นเป็นการศึกษาที่มีการนำข้อมูลด้านราคาเข้ามาเกี่ยวข้อง

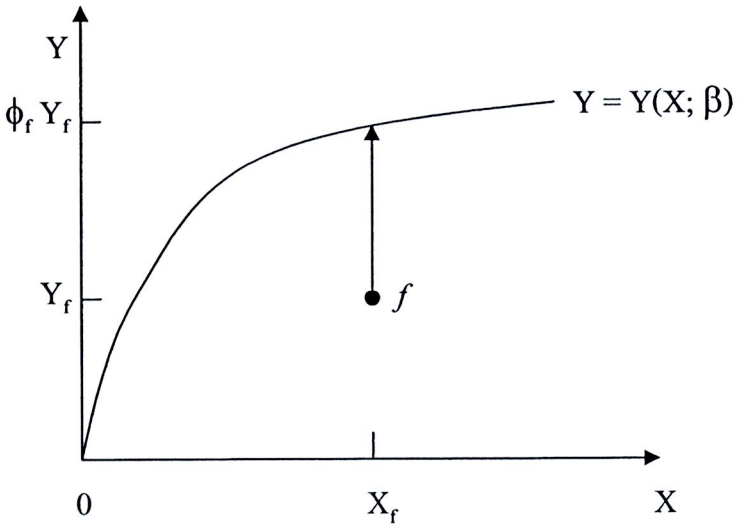
ไม่ว่าจะเป็นราคาปัจจัยการผลิตในกรณีของฟังก์ชันต้นทุนหรือราคาผลผลิตในกรณีของฟังก์ชันกำไร (profit function) จะได้กล่าวถึงการวัดประสิทธิภาพเชิงจัดสรรโดยอาศัยฟังก์ชันต้นทุนในส่วนต่อไป

สำหรับการวิจัยในส่วนนี้ เป็นการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคโดยอาศัยฟังก์ชันการผลิต และการประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค โดยในส่วนแรก ศึกษาถึงการวัดประสิทธิภาพการผลิตจากฟังก์ชันขอบเขตการผลิต ประกอบด้วย แบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนดและแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม และในส่วนที่สองเป็นการศึกษาถึงการประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค และสรุปในส่วนสุดท้าย ฟังก์ชันการผลิต คือ ฟังก์ชันที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิต (Y) กับปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (X) แสดงได้ดังนี้

$$Y = Y(X; \beta) \qquad \text{.....(2.5)}$$

ขอบเขตการผลิต (production frontier) หมายถึง ผู้ผลิตที่สามารถผลิตได้ผลผลิตสูงสุด ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เท่ากัน หรือผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิต ในภาพ 4 สมมติให้เป็นการผลิตที่ได้ผลผลิต 1 ชนิด จากการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิด เส้นขอบเขตการผลิต หมายถึง เส้นที่ลากเชื่อมผลผลิตของผู้ผลิตที่ได้รับผลผลิตสูงสุด ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ผู้ผลิตที่ได้รับผลผลิตอยู่บนเส้นขอบเขตจึงเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเต็ม ส่วนผู้ผลิตที่เหลือจะอยู่ต่ำกว่าเส้นขอบเขตแสดงถึงการเป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ (ผู้ผลิต *f*) ดังนั้น เส้นขอบเขตการผลิตจึงเป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของผู้ผลิตแต่ละราย ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากัน สามารถวัดประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต f ได้ดังนี้

ผู้ผลิต f ดำเนินการผลิตโดยได้รับผลผลิตเท่ากับ Y_f จากการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ X_f ซึ่งหากเปรียบเทียบกับผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเต็มแล้วในการใช้ปัจจัยการผลิต X_f เหมือนกันแล้วสามารถผลิตโดยได้ผลผลิตเป็น ϕ_f เท่าของผู้ผลิต f หรือเท่ากับ $\phi_f Y_f$



ภาพ 4 เส้นขอบเขตการผลิตและการวัดประสิทธิภาพการผลิต (กรณีผลผลิตชนิดเดียวและปัจจัยการผลิตชนิดเดียว)

ที่มา. จาก *Stochastic Frontier Analysis* (p. 47), by S. C. Kumbhakar and C. A. K. Lovell, 2000, New York: Cambridge University Press.

ดังนั้น สามารถวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต f(TE_f) ได้จาก

$$TE_f = \frac{Y_f}{\phi_f Y_f} = \frac{1}{\phi_f} \qquad \text{.....(2.6)}$$

โดยที่ $0 < \frac{1}{\phi_f} \leq 1$

จะเห็นว่า ϕ_fคือ ค่าที่ใช้ปรับผลผลิตของผู้ผลิต f ให้เท่ากับผลผลิตที่เป็นไปได้มากที่สุด จากการใช้ปัจจัยเท่ากับ X_f เช่นเดียวกัน ดังนั้น ส่วนที่แตกต่างดังกล่าวเป็นส่วนที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต f ที่น้อยกว่าผู้ผลิตบนเส้นขอบเขต

จากสมการ 2.5 หากสมมติให้การผลิตมีผลผลิต 1 ชนิด (single output) ของผู้ผลิตจำนวน F ราย จากปัจจัยการผลิตจำนวน N ชนิด แสดงการผลิตของผู้ผลิตรายที่ f กับการผลิตบนเส้นขอบเขตได้ดังนี้

$$Y_f \leq Y(X_f; \beta) \quad \text{.....(2.7)}$$

โดยที่

Y_f คือ ปริมาณผลผลิตของผู้ผลิตรายที่ f

X_f คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตของผู้ผลิตรายที่ f

β คือ ตัวพารามิเตอร์

ในขณะที่ $Y(X_f; \beta)$ คือ ขอบเขตการผลิต (production frontier) ซึ่งหมายถึง ผู้ผลิตที่สามารถผลิตได้ผลผลิตสูงสุด ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เท่ากัน สามารถหาค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตรายที่ f ได้จาก

$$TE_f = \frac{Y_f}{Y(X_f; \beta)} \quad \text{.....(2.8)}$$

จากสมการ 2.8 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของผู้ผลิตรายที่ f กับขอบเขตการผลิตและประสิทธิภาพเชิงเทคนิคได้ดังนี้

$$Y_f = Y(X_f; \beta).TE_f \quad \text{.....(2.9)}$$

โดยที่ TE_f คือ ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตรายที่ f

แบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนด ในกรณีแนวคิดแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนด (deterministic production frontier) ได้กำหนดให้ส่วนที่แตกต่างของผลผลิตระหว่างผู้ผลิตรายที่ f กับผู้ผลิตบนเส้นขอบเขตเป็นส่วนที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตรายที่ f โดยสามารถคำนวณประสิทธิภาพเชิงเทคนิคได้โดยเขียนสมการ 2.9 ใหม่ ดังนี้

$$Y_f = Y(X_f; \beta).\exp\{-u_f\} \quad \text{.....(2.10)}$$

โดย $TE_f = \exp\{-u_f\}$ และเนื่องจากค่าของ $TE_f \leq 1$ ดังนั้น $u_f \geq 0$ การศึกษาของ Aigner and Chu (1968) เป็นการศึกษาการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติเป็นชิ้นแรก โดยใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ในลักษณะที่เป็นเส้นตรงหรือในรูปค่าล็อก (logarithms) จากสมการ 2.10 สามารถเขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\ln Y_f = \beta_0 + \sum_{n=1}^{N} \beta_n \ln X_{nf} - u_f \quad \text{.....(2.11)}$$

โดยที่

$In(Y_f)$ คือ ปริมาณผลผลิตของผู้ผลิต f ในรูปล็อก

InX_{nf} คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน N ชนิดในรูปค่าล็อกของผู้ผลิต f

β_0 คือ ค่าคงที่

ในขณะที่ β_n คือ ค่าพารามิเตอร์จำนวน N ตัว และ u_f คือ ค่าที่แสดงถึงความ-ไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต f ที่มีค่าไม่เป็นลบ (non-negative random variable) ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่า $Y_f \leq Y(X_f; \beta)$

สัดส่วนระหว่างผลผลิตที่เป็นจริงหรือของผู้ผลิต f กับผลผลิตของผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเต็มหรือผลผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิต ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่กำหนด สะท้อนถึงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต f แสดงได้ดังนี้

$$TE_f = \frac{Y_f}{\exp(X_f; \beta)} = \frac{\exp(X_f; \beta - u_f)}{\exp(X_f; \beta)} = \exp(-u_f) \qquad \text{.....(2.12)}$$

ในการประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคตามแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนด สามารถทำได้สามวิธี ดังนี้

วิธีแรก วิธีกำหนดการเชิงเป้าหมาย (goal programming) เป็นวิธีที่ Aigner and Chu (1968) ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการศึกษา ปี ค.ศ. 1968 วิธีที่สอง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดที่แก้ไขแล้ว (Corrected Ordinary Least Squares--COLS) เสนอโดย Winsten (อ้างถึงใน Kumbhakar & Lovell, 2000, pp. 66-70) ในปี ค.ศ. 1957 และวิธีสุดท้าย วิธีกำลังสองน้อยที่สุดที่ปรับปรุงแล้ว (Modified Ordinary Least Squares--MOLS) ซึ่งเสนอโดย Afriat (อ้างถึงใน Kumbhakar & Lovell, 2000, pp. 66-70) ในปี ค.ศ. 1972 และ Richmond (อ้างถึงใน Kumbhakar & Lovell, 2000, pp. 66-70) ในปี ค.ศ. 1974 โดยมีรายละเอียดของแต่ละวิธีดังต่อไปนี้

วิธีแรก วิธีกำหนดการเชิงเป้าหมาย เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคที่สอดคล้องกับวิธีของ Farrell โดยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ประมาณค่าได้จากสัดส่วนของค่าสังเกตผลผลิต Y_f เทียบกับผลผลิตของผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเต็มหรือผลผลิตของผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขต ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเหมือนกัน สามารถประมาณค่าได้จากวิธีกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical

programming) โดยแบ่งได้สองรูปแบบ คือ การประมาณค่าจากกำหนดการเชิงเส้น (linear programming) และกำหนดการกำลังสอง (quadratic programming)

แบบจำลองแรกเป็นแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น เป็นการคำนวณค่าเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ β ที่ทำให้ผลรวมของสัดส่วนของผลผลิตของผู้ผลิตแต่ละรายเทียบกับผลผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิตมีค่าน้อยที่สุด (เป้าหมาย minimize $\sum_{f=1}^{F} u_f$ โดยที่ $u_f \geq 0, f = 1, 2, \ldots, F$) จากสมการ 2.11 เขียนให้อยู่รูปของกำหนดการเชิงเส้นได้ดังนี้

$$\text{Min} \quad \sum_{f=1}^{F} u_f$$

$$\text{Subject to} \quad \left[\beta_0 + \sum_{n=1}^{N} \beta_n \, \text{In}X_{nf}\right] \geq \text{In}Y_f \text{ โดยที่ } f = 1, 2, \ldots, F \qquad \ldots\ldots (2.13)$$

แบบจำลองที่สอง เป็นแบบจำลองกำหนดการกำลังสอง เป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องหมายของ u_f โดยการคำนวณค่าเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ β ที่ทำให้ผลรวมของสัดส่วนของผลผลิตของผู้ผลิตแต่ละรายเทียบกับผลผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิตยกกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด (เป้าหมาย minimize $\sum_{f=1}^{F} u^2_f$ โดยที่ $u_f \geq 0, f = 1, 2, \ldots, F$) จากสมการ 2.11 เขียนให้อยู่รูปของกำหนดการกำลังสองได้ดังนี้

$$\text{Min} \quad \sum_{f=1}^{F} u_f^2$$

$$\text{Subject to} \quad \left[\beta_0 + \sum_{n=1}^{N} \beta_n \, \text{In}X_{nf}\right] \geq Y_f \text{ โดยที่ } f = 1, 2, \ldots, F \qquad \ldots\ldots (2.14)$$

ผลที่ได้รับจากวิธีกำหนดการเชิงเป้าหมายนี้ สามารถนำไปวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย (TE_f) ได้จาก $TE_f = \exp\{u_f\}$ เมื่อ

$$u_f = \left[\beta_0 + \sum_{n=1}^{N} \beta_n \, \text{In}X_{nf}\right] - \text{In}Y \text{ โดยที่ } f = 1, 2, \ldots, F \qquad \ldots\ldots (2.15)$$

TE_f จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ($0 \leq TE_f \leq 1$) ทั้งนี้ เพราะผลผลิตของผู้ผลิต f ย่อมไม่มากกว่าผลผลิตของการผลิตที่มีประสิทธิภาพเต็ม ($Y_f \leq \exp(X_f; \beta)$) และหากผู้ผลิต f มีผลผลิตสูงสุด แสดงว่า ผู้ผลิต f มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเต็ม (full efficiency) หรือ $TE_f = 1$

วิธีที่สอง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดที่แก้ไขแล้ว จุดอ่อนที่สำคัญประการหนึ่งของวิธีกำหนดการเชิงเป้าหมาย คือ ค่าพารามิเตอร์ทั้งหลายได้มาจากการคำนวณหรือเป็นการใช้เทคนิคทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งยากต่อการอ้างอิงหรือการสร้างความน่าเชื่อถือทางด้านสถิติ จึงได้มีการนำเสนอวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนดหรือสมการ 2.11 ในทางสถิติโดยวิธีการ COLS แทน วิธีการนี้ประกอบด้วยสองขั้นตอน คือ ขั้นแรกใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares--OLS) ผลที่ได้รับจากขั้นตอนนี้ คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_n (ความชัน) ที่สอดคล้อง (consistent) และไม่เฉเอียง (unbiased) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 (จุดตัดแกน) ที่สอดคล้องแต่เฉเอียง (biased) ขั้นที่สองนำค่าพารามิเตอร์ β_0 ที่ได้จากขั้นแรก มาแก้ไขค่า (corrected) เพื่อประมาณค่าขอบเขตของข้อมูล จะได้ผลของการประมาณค่าของการจุดตัดแกนที่สอดคล้อง ดังนี้

$$\hat{\beta}_0^* = \hat{\beta}_0 + \max\{\hat{u}_f\} \quad \text{.....(2.16)}$$

โดยที่ $\hat{u}_f$ คือ ส่วนที่เหลือของการประมาณค่า OLS ซึ่งได้ดำเนินการแก้ไขให้อยู่ในค่าลบดังนี้

$$-\hat{u}_f^* = \hat{u}_f - \max\{\hat{u}_f\} \quad \text{.....(2.17)}$$

โดยที่ $\hat{u}_f^*$ คือ ส่วนที่เหลือของการประมาณค่า COLS ซึ่งมีค่าไม่เป็นลบและมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และสามารถนำค่า $\hat{u}_f^*$ ไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละรายได้จากสูตร $TE_f = \exp\{\hat{u}_f^*\}$

วิธีที่สาม วิธีกำลังสองน้อยที่สุดที่ปรับปรุงแล้ว Afriat (1972) และ Richmond (1974) ได้เสนอวิธีการประมาณค่าแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนดโดยวิธี OLS ภายใต้ข้อสมมติฐานการแจกแจงข้อมูลของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบข้างเดียวอย่างชัดแจ้ง (explicit one-side distribution) เช่น มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (exponential distribution) หรือการแจกแจงแบบกึ่งปกติ (half-normal distribution) เป็นต้น กระบวนการในการประมาณค่าแบบ MOLS คล้ายกับการประมาณค่าแบบ COLS กล่าวคือ หลังจากดำเนินการประมาณค่าโดยวิธี OLS ในขั้นแรกแล้ว ปรับค่าจุดตัดแกน (modified intercept) โดยการหาค่าเฉลี่ยของการแจกแจงข้างเดียว จากสมการ 2.16 และ 2.17 จะได้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

$$\hat{\beta}_0^{**} = \hat{\beta}_0 + \max_f \{\hat{u}_f\} \quad \text{.....(2.18)}$$

และ

$$-\hat{u}_f^{**} = \hat{u}_f - \max_f \{\hat{u}_f\} \quad \text{.....(2.19)}$$

จากนั้นดำเนินการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละรายในลักษณะเดียวกันกับวิธี COLS

การประมาณค่าของแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนดทั้ง 3 วิธีข้างต้น แม้จะมีการพัฒนาในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม แต่ยังมีข้อด้อยในประเด็นที่มาของค่าความคลาดเคลื่อน ทั้งนี้ เนื่องจากได้กำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการดำเนินการของผู้ผลิต จึงนำความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปเป็นข้อมูลหลักในการวัดประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งขัดแย้งกับความเป็นจริง เนื่องจากแท้จริงแล้วความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจาก 2 สาเหตุด้วยกัน คือ เกิดจากการตัดสินใจของผู้ผลิต ซึ่งในส่วนนี้ผู้ผลิตสามารถควบคุมหรือจัดการได้ ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับผู้ผลิตแต่ละรายในลักษณะที่แตกต่างกัน และผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้น เพื่อให้การวัดประสิทธิภาพการผลิตใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น ในการศึกษาในหัวข้อต่อไปจะเป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยคำนึงถึงสาเหตุที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ร่วมด้วย

แบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตได้รับผลกระทบมาจาก 2 สาเหตุ คือ ความสามารถในการผลิตของผู้ผลิตแต่ละราย ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ผู้ผลิตสามารถควบคุมได้ กับเหตุการณ์ที่อยู่เหนือการควบคุมของผู้ผลิตที่เป็นปัจจัยเชิงสุ่ม (random shocks) หากนำสาเหตุทั้งสองประเภทมาวิเคราะห์ร่วมกัน ทำให้การวิเคราะห์ขอบเขตการผลิตข้างต้นมีการนำตัวแปรเชิงสุ่มเข้าร่วมด้วย เรียกลักษณะการวิเคราะห์แบบนี้ว่า ขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic production frontier) แสดงได้ดังนี้

$$Y_f = Y(X_f; \beta).\exp\{v_f\}.TE_f \quad \text{.....(2.20)}$$

โดยที่ $Y(X_f; \beta).\exp\{v_f\}$ คือ ขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม ที่ประกอบด้วยฟังก์ชันเชิงกำหนด (deterministic function) $Y(X_f; \beta)$ และค่าความคลาดเคลื่อน $\exp\{v_f\}$

ที่เป็นลักษณะเฉพาะของผู้ผลิตแต่ละรายซึ่งมีสภาพแวดล้อมในการผลิตที่แตกต่างกัน และมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงสุ่ม (random variable) สามารถคำนวณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคได้จากสัดส่วนของผลผลิตของผู้ผลิตรายที่ f (Y_f) เทียบกับผลผลิตที่เป็นไปได้มากที่สุด ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเดียวกัน ได้ดังนี้

$$TE_f = \frac{Y_f}{Y(X_f; \beta).\exp\{v_f\}} \qquad \text{.....(2.21)}$$

โดยที่ $Y_f \leq Y(X_f; \beta).\exp\{v_f\}$ ในกรณี Y_f มีค่าเท่ากับ $Y(X_f; \beta).\exp\{v_f\}$ แสดงว่าผู้ผลิตรายที่ f เป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ส่วนในกรณี $Y_f < Y(X_f; \beta).\exp\{v_f\}$ แสดงว่า ผู้ผลิตรายที่ f เป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค

การประมาณประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจากแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนดข้างต้น ได้รวมความคลาดเคลื่อนทุกประเภทอยู่ในค่าเดียวกัน และกำหนดให้มีค่าไม่มากกว่าศูนย์ เมื่อรวมค่าความคลาดเคลื่อนเข้าไปในฟังก์ชันการผลิตแล้วจะมีผลทำให้ผลผลิตต่ำกว่าขอบเขตการผลิตหรือต่ำกว่าผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในความเป็นจริงสามารถแยกสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตของผู้ผลิตแต่ละรายแตกต่างกันได้สองสาเหตุดังนี้

สาเหตุแรก ผลกระทบที่เกิดจากภายนอกที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งอาจจะส่งผลในทางบวกหรือทางลบต่อผลผลิตก็ได้ ในขณะที่สาเหตุที่สอง เป็นผลกระทบที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต ซึ่งส่งผลในด้านลบต่อผลผลิตเพียงด้านเดียว ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตคลาดเคลื่อนไปจากผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงสุดดังกล่าว จึงได้มีการแยกความคลาดเคลื่อนหรือ u_f ออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรก เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือตัวรบกวน (noise) และส่วนที่สองเป็นความคลาดเคลื่อนที่แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพของการผลิต เรียกแบบจำลองนี้ว่า ขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic production frontier)

การศึกษาเกี่ยวกับวิธีขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มในเบื้องต้นเริ่มจากการศึกษาของ Aigner et al. (1977) และ Meeusen and Broeck (1977) ได้ดำเนินการแยกค่าความคลาดเคลื่อนของผู้ผลิตรายที่ f เป็นสองประเภท คือ ความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถ

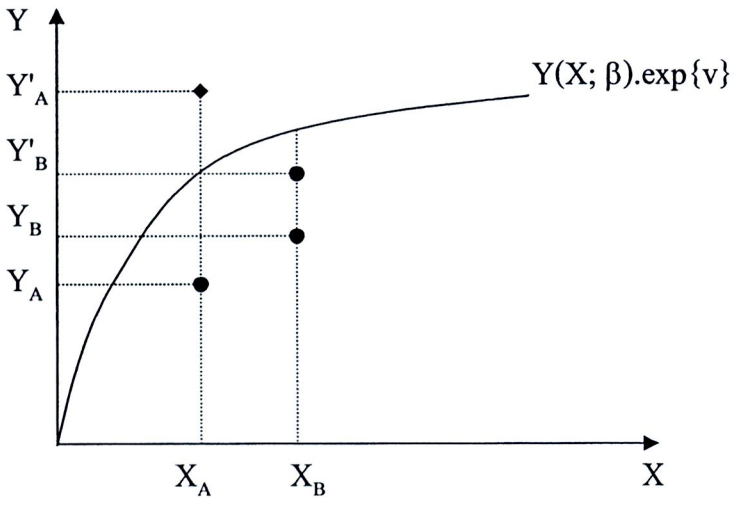
ควบคุมได้ แทนด้วย v_f และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากประสิทธิภาพการผลิต แทนด้วย u_f เมื่อนำไปแทนในสมการ 2.20 จะได้ฟังก์ชันขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic frontier production function) ดังนี้

$$Y_f = Y(X_f; \beta).\exp\{v_f\}.\exp\{-u_f\} \quad \text{.....(2.22)}$$

โดยที่ v_f คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (random error) หรือเป็นตัวรบกวนอื่นที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพดินฟ้าอากาศ โชค เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อการผลิตทั้งสองด้าน (two-side noise component) โดยสมมติให้ v_f มีการแจกแจงแบบปกติ มีคุณสมบัติความสมมาตร (symmetric) มีความเป็นอิสระและมีความเป็นเอกลักษณ์ (Independent and Identically Distribution--IID) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และมีความแปรปรวนเท่ากับ σ_v^2 ($v_f \sim N(0, \sigma_v^2)$) โดย v_f มีค่าเป็นได้ทั้งบวกและลบ (two-side) ส่วน u_f คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความแตกต่างกันของประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละหน่วยการผลิตหรือแทนความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย และมีค่าเป็นบวกเท่านั้น ($u_f \geq 0$) โดยสมมติให้ u_f มีคุณสมบัติการแจกแจงที่เป็นอิสระและมีความเป็นเอกลักษณ์ (IID) ซึ่ง u_f อาจมีการแจกแจงเป็นแบบ Exponential, Half-Normal หรือ Truncated Normal (Aigner et al., 1977; Coelli et al., 1998)

สมการ 2.22 เป็นฟังก์ชันขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มเพราะขอบเขตผลผลิตขึ้นอยู่กับตัวแปรเชิงสุ่ม ดังได้กล่าวแล้วข้างต้นว่า ตัวแปรเชิงสุ่ม v_i มีค่าเป็นได้ทั้งบวกและลบ ดังนั้น ขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มจึงอาจเป็นจุดที่เหนือหรือใต้ส่วนของขอบเขตเชิงกำหนดก็ได้ หรือสามารถอธิบายได้ดังภาพ 5 โดยที่ส่วนประกอบขอบเขตเชิงกำหนดในแบบจำลองขอบเขตหรือฟังก์ชันการผลิต คือ $Y = Y(X_f; \beta)$ ตัวอย่างของผู้ผลิต 2 ราย คือ ผู้ผลิต A กับ B โดยที่ผู้ผลิต A มีระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเป็น X_A ได้ผลผลิตเท่ากับ Y_A แต่ขอบเขตของผลผลิตเชิงเฟ้นสุ่มเป็น Y'_A ซึ่งอยู่เหนือฟังก์ชันการผลิตเพราะได้รับผลกระทบจากภายนอกที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ในเชิงบวกหรือได้รับผลกระทบจากตัวแปรเชิงสุ่ม v_A โดยที่ $v_A < 0$ ในลักษณะเดียวกัน ผู้ผลิต B มีระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเป็น X_B ได้ผลผลิตเท่ากับ Y_B แต่ขอบเขตของผลผลิตเชิงเฟ้นสุ่มเป็น Y'_B ซึ่งอยู่ใต้ฟังก์ชันการผลิต เพราะได้รับผลกระทบจากภายนอกที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ในเชิงลบหรือได้รับผลกระทบจากตัวแปรเชิงสุ่ม v_B โดยที่ $v_B < 0$ ดังนั้น ขอบเขต

ผลผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม Y'_A และ Y'_B จึงไม่ได้เป็นค่าสังเกต (observed) ของผู้ผลิต A และ B เนื่องจากได้รับอิทธิพลจาก v_A และ v_B เป็นตัวแปรเชิงสุ่มนั่นเอง



ภาพ 5 เส้นขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม (กรณีผลผลิตชนิดเดียวและปัจจัยการผลิตชนิดเดียว)

ที่มา. จาก *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (p. 186), by T. J. Coelli, D. S. Prasada Rao, and G. E. Battese, 1998, London: Kluwer Academic.

อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่สังเกตได้อาจมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าขอบเขตเชิงกำหนด ในกรณีผลผลิตที่สังเกตมีค่ามากกว่าขอบเขตเชิงกำหนด แสดงว่า ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรเชิงสุ่มมีมากกว่าผลกระทบที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต หรือ $Y_f > \exp(X_f; \beta)$ หาก $v_f > u_f$ ในทางตรงกันข้าม หากผลผลิตที่สังเกตได้มีค่าน้อยกว่าขอบเขตเชิงกำหนด แสดงว่า ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรเชิงสุ่มมีน้อยกว่าผลกระทบที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต หรือ $Y_f < \exp(X_f; \beta)$ หาก $v_f < u_f$

หากกำหนดให้ ε_f คือ ผลรวมของความคลาดเคลื่อนทั้งหมดแล้ว จะได้ว่า $\varepsilon_f = v_f + u_f$ โดยที่การแจกแจงของ v_f เป็นอิสระจาก u_f การแจกแจงของ v_f และ u_f เป็นอิสระจาก X_f และการแจกแจงของ ε_f ไม่มีความสมมาตร (asymmetric) เนื่องจาก $u_f \geq 0$

การประมาณค่าสมการ 2.22 เป็นกระบวนการของการประมาณค่าของขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มมีจุดประสงค์ในการประมาณค่าสองประการดังนี้

ประการแรก เพื่อดำเนินการประมาณค่าพารามิเตอร์ β โดยเทคนิค OLS ซึ่งเป็นการประมาณค่าที่สอดคล้อง (consistent estimation) และประการที่สอง เป็นการประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย การประมาณค่าในจุดประสงค์นี้ การประมาณค่า β_0 จะไม่สอดคล้อง ทั้งนี้ เป็นเพราะ $E(\varepsilon_f) = -E(u_f) \leq 0$ อย่างไรก็ตาม จากเทคนิค OLS สามารถทดสอบได้ว่า มีการดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคหรือไม่ โดยที่หาก $u_f = 0$ นั่นแสดงว่า $\varepsilon_f = v_f$ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีความสมมาตร (symmetric) และไม่เกี่ยวกับความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ในขณะที่หาก $u_f > 0$ จะทำให้ $\varepsilon_f = v_f + u_f$ เทอมของความคลาดเคลื่อนไม่มีความสมมาตร (asymmetric) และเบ้ซ้าย (negatively skewed) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต กรณีนี้ต้องแยกค่าความคลาดเคลื่อน (ε_f) ออกเป็นสองส่วน คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากตัวรบกวนอื่น (v_f) และความคลาดเคลื่อนที่แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (u_f) ในการประมาณค่าเพื่อแยกส่วนประกอบของค่าความคลาดเคลื่อนจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนทั้งสองส่วน ในกรณี v_f มีลักษณะการแจกแจงดังกล่าวแล้วข้างต้น ในขณะที่ u_f มีความเป็นอิสระจากการใช้ปัจจัยการผลิตและมีการแจกแจงที่แตกต่างกันออกไป การใช้เทคนิค OLS สามารถประมาณค่า β_n ที่สอดคล้อง (consistent estimation) แต่การประมาณค่า β_0 จะไม่สอดคล้องดังเหตุผลข้างต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องดำเนินการประมาณค่าเทคนิคอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการแจกแจงของ u_f

การวัดประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ

การประมาณค่าการผลิตจากฟังก์ชันการผลิตมีจุดด้อยประการหนึ่ง คือ การตัดสินใจการผลิตที่ไม่ได้คำนึงถึงข้อมูลด้านราคา ทำให้การวัดประสิทธิภาพการผลิตสามารถวัดได้แค่ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเท่านั้น (Kumbhakar, 2001, p. 1) ทั้งนี้ เป็นเพราะเป้าหมายผลผลิตสูงสุดไม่ได้คำนึงถึงราคาปัจจัยการผลิต ทำให้การผสมปัจจัยการผลิตให้ได้ผลผลิต

สูงสุดอาจไม่สอดคล้องกับเหตุผลทางเศรษฐกิจก็ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเป็นสิ่งที่จำเป็นแต่ไม่เพียงพอ ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพการผลิตที่สมบูรณ์จำเป็นต้องนำราคาของปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิตเข้ามาช่วยการตัดสินใจผลิตด้วย โดยมีเป้าหมายการผลิตเป็นต้นทุนต่ำสุด ระดับราคาปัจจัยการผลิตและระดับผลผลิตระดับหนึ่ง ดังนั้น ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตนอกจากต้องมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุดแล้ว ยังต้องมีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรหรือการเลือกส่วนผสมของปัจจัยการผลิตเพื่อให้มีต้นทุนการผลิตต่ำสุดประกอบด้วย ดังนั้น ภายใต้หัวข้อนี้เป็นการศึกษาการวัดประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ (measurement of economic efficiency) ซึ่งผลของการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้วยแนวคิดนี้ ทำให้สามารถวัดประสิทธิภาพการผลิตได้ทั้งประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ประสิทธิภาพเชิงจัดสรร และประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ

เนื่องจากการวัดประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลด้านราคา ดังนั้น ฟังก์ชันที่นำมาใช้ในการวิจัยจึงต้องเป็นฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลด้านราคาด้วยเช่นกัน ซึ่งได้แก่ ฟังก์ชันต้นทุนการผลิตที่ใช้ข้อมูลราคาปัจจัยการผลิต ฟังก์ชันรายรับที่ใช้ข้อมูลราคาผลผลิต และฟังก์ชันกำไรที่ใช้ข้อมูลราคาปัจจัยการผลิตและราคาผลผลิต เป็นตัวแปรที่สำคัญและจำเป็น อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้ให้ความสนใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตมากกว่าทางด้านการตลาด ดังนั้น ในส่วนนี้จะศึกษาถึงการวัดประสิทธิภาพการผลิตจากการวิเคราะห์ฟังก์ชันต้นทุนเท่านั้น

การศึกษาในส่วนนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 2 ส่วน โดยส่วนแรก เป็นการศึกษาถึงแนวคิดการวัดประสิทธิภาพจากฟังก์ชันต้นทุน ส่วนที่สอง ศึกษาถึงวิธีการประมาณค่าและการกระจายประสิทธิภาพการผลิตจากฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม

แนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตจากฟังก์ชันต้นทุน

ผลผลิตเกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างน้อยสองชนิดจำนวนหนึ่งมาผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม ผู้ผลิตเป็นผู้ทำหน้าที่ในการจัดหาปัจจัยการผลิตและจ่ายค่าตอบแทนให้กับปัจจัยแต่ละชนิด ค่าใช้จ่ายในปัจจัยแต่ละชนิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับราคาปัจจัยการผลิตและปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต และการใช้ปัจจัยการผลิตมากหรือน้อยขึ้นอยู่

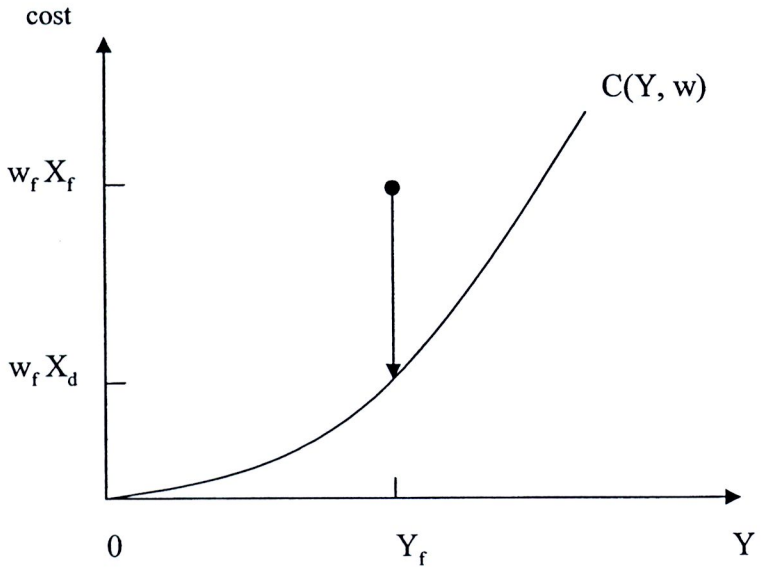
กับว่าผู้ผลิตต้องการผลผลิตจำนวนเท่าใด เมื่อพิจารณาถึงต้นทุน จะได้ว่า ต้นทุนการผลิต คือ ผลรวมของค่าใช้จ่ายในปัจจัยการผลิตทุกชนิด จะเห็นว่าต้นทุนจะมากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับราคาปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิตนั่นเอง สรุปได้ว่า ฟังก์ชันต้นทุน คือ ฟังก์ชันที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิตกับปริมาณผลผลิตและราคาปัจจัยการผลิต แสดงได้ดังนี้

$$C = C(Y, w) \qquad \text{.....(2.23)}$$

โดยที่ C คือ ต้นทุนในการผลิตที่เกิดจากค่าใช้จ่ายของปัจจัยการผลิตทุกชนิด Y คือ ผลผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิต และ w คือ เวกเตอร์ราคาปัจจัยการผลิต

ในขณะที่ขอบเขตต้นทุน (cost frontier) คือ ต้นทุนการผลิตของผู้ผลิตที่สามารถดำเนินการผลิตโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด ณ ระดับผลผลิตและราคาปัจจัยการผลิตที่เท่ากัน ภาพ 6 สมมติให้การผลิตได้รับผลผลิต 1 ชนิด (แทนด้วย Y) จากการใช้ปัจจัยการผลิต X_n จำนวน N ชนิด และราคาปัจจัยการผลิตเป็น w โดยที่ $w = (w_1, w_2, \ldots, w_n) \in R^+$ ต้นทุนการผลิตของผู้ผลิตรายที่ f (actual cost--C_f) คือ ผลรวมของค่าใช้จ่ายสำหรับปัจจัยทุกชนิด หรือ $\sum_{n=1}^{N} w_n X_n$ จากเป้าหมายในการผลิตของผู้ผลิต คือ ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด เส้นขอบเขตต้นทุน คือ เส้นที่ลากผ่านต้นทุนต่ำสุดของผู้ผลิตต่าง ๆ ณ ระดับผลผลิตที่เท่ากัน ผู้ผลิตที่ใช้ต้นทุนอยู่บนเส้นขอบเขตจึงเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตเต็ม ส่วนผู้ผลิตที่มีต้นทุนการผลิตอยู่เหนือเส้นขอบเขตต้นทุนแสดงถึงผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้น เส้นขอบเขตต้นทุนจึงเป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตแต่ละราย ณ ระดับผลผลิตเท่ากัน

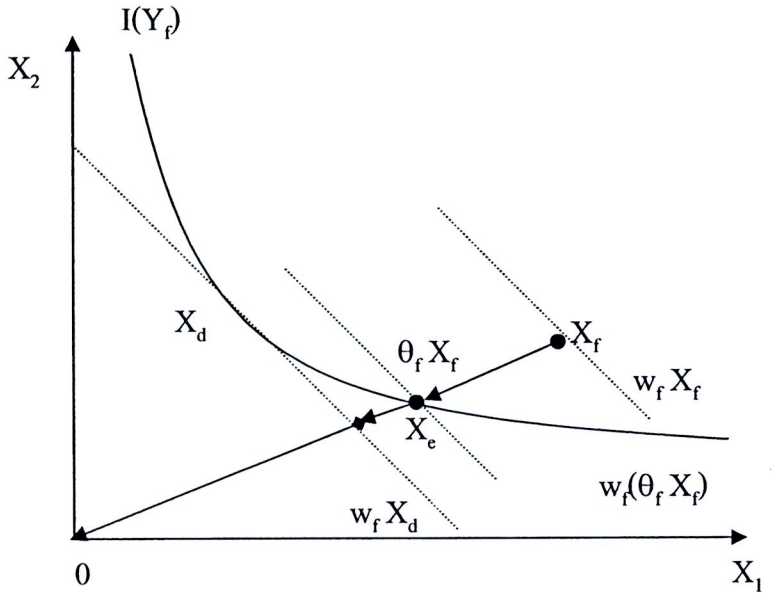
ประสิทธิภาพการผลิตวัดได้จากการเปรียบเทียบต้นทุนของผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตหรือผู้ผลิตที่ใช้ต้นทุนต่ำสุดกับต้นทุนของผู้ผลิตแต่ละราย ณ ระดับผลผลิตที่กำหนด ภาพ 6 ผู้ผลิต f ใช้ต้นทุนในการผลิตเท่ากับ $w_f X_f = \Sigma_n w_n X_n$ ได้ผลผลิตเท่ากับ Y_f ในขณะที่ผู้ผลิตที่ดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีต้นทุนการผลิตอยู่บนเส้นขอบเขตต้นทุนหรือมีต้นทุนเท่ากับ $w_f X_d$ ดังนั้น ประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต f หาได้จากสัดส่วนของต้นทุนของผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขต ($w_f X_d$) กับต้นทุนของผู้ผลิต f ($w_f X_f$) ณ ระดับผลผลิต (Y_f) และราคาปัจจัยการผลิต (w_f) เดียวกัน



ภาพ 6 ขอบเขตต้นทุน (กรณีผลผลิต 1 ชนิด ปัจจัยการผลิตหลายชนิด)

ที่มา. จาก *Stochastic Frontier Analysis* (p. 33), by S. C. Kumbhakar and C. A. K. Lovell, 2000, New York: Cambridge University Press.

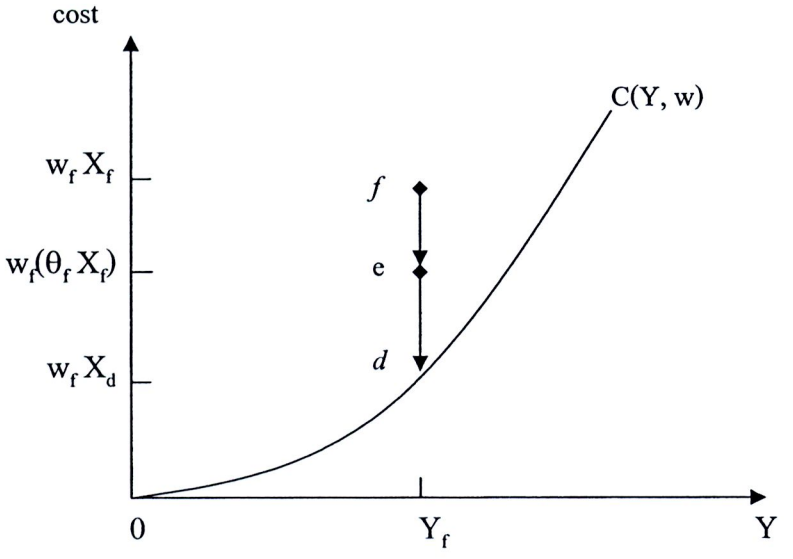
การวิจัยครั้งนี้จะใช้แนวคิดการวัดประสิทธิภาพของ Farrell (อ้างถึงใน Kumbhakar & Lovell, 2000, p. 33) ซึ่งแสดงในภาพ 7 และภาพ 8 โดยสมมติให้ผู้ผลิต f ดำเนินการผลิตผลผลิต Y ในจำนวนเท่ากับ Y_f มีปัจจัยการผลิต 2 ชนิด (X_1, X_2) ในส่วนผสม X_f ราคาปัจจัยการผลิตเป็น w_1 และ w_2 ตามลำดับ โดยมีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ $w_f X_f$ สามารถแยกส่วนประกอบของประสิทธิการผลิตโดยอาศัยแนวคิดของการปรับระดับการใช้ปัจจัยการผลิตจากเส้นต้นทุนเท่ากัน (isocost) และเส้นปริมาณผลผลิตเท่ากัน (isoquant) ได้ดังแสดงในภาพ 7 และจากเส้นขอบเขตต้นทุนได้ดังแสดงในภาพ 8



ภาพ *7* การวัดและการกระจายประสิทธิภาพการผลิต โดยวิธีปรับระดับการใช้ปัจจัยการผลิต (กรณีผลผลิต 1 ชนิด ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด)

ที่มา. จาก *Stochastic Frontier Analysis* (p. 52), by S. C. Kumbhakar and C. A. K. Lovell, 2000, New York: Cambridge University Press.

จากภาพ 7 และภาพ 8 ผู้ผลิต *f* ดำเนินการผลิต Y ได้จำนวน Y_f ซึ่งอยู่บนเส้นผลผลิตเท่ากัน $I(Y_f)$ ใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิดในส่วนผสมเป็น X_f ในขณะที่ผู้ผลิต e สามารถผลิตได้ผลผลิตเท่ากับ Y_f เช่นเดียวกัน แต่ใช้ปัจจัยการผลิตในส่วนผสมที่น้อยกว่า (X_e) หรือส่วนผสม $X_e = \theta_f X_f$ โดยที่ $0 \leq \theta_f \leq 1$ ต้นทุนการผลิตของผู้ผลิต e เท่ากับ $w_f(\theta_f X_f)$ (ราคาปัจจัยการผลิต w_f ของผู้ผลิต *f* และ e มีค่าเท่ากัน) ผู้ผลิต e เป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (ผู้ผลิตที่ใช้ปัจจัยน้อยที่สุดเมื่อกำหนดระดับผลผลิต)



ภาพ 8 การวัดและการกระจายประสิทธิภาพการผลิต โดยวิธีปรับระดับการใช้ปัจจัยการผลิต (กรณีผลผลิต 1 ชนิด ปัจจัยการผลิตหลายชนิด)

ที่มา. จาก *Stochastic Frontier Analysis* (p. 52), by S. C. Kumbhakar and C. A. K. Lovell, 2000, New York: Cambridge University Press.

แนวคิดการปรับระดับการใช้ปัจจัยการผลิต ดำเนินการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต *f* ได้จากการเปรียบเทียบการใช้ปัจจัยของผู้ผลิต e กับผู้ผลิต *f* แสดงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต *f* ได้ดังนี้

$$TE_f(Y_f, X_f) = \frac{w_f(\theta_f X_f)}{w_f X_f)} = \theta_f \qquad \text{.....(2.24)}$$

โดยที่ $TE_f = \theta_f$ คือ ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต *f* และ $0 \leq TE_f = \theta_f \leq 1$

อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนึงถึงราคาปัจจัยการผลิต จากภาพ 7 พบว่า ผลผลิต Y_f บนเส้นผลผลิตเท่ากัน $I(Y_f)$ สามารถดำเนินการผลิตโดยมีต้นทุนต่ำสุดเท่ากับ $w_f X_d$ ในขณะที่ภาพ 8 มีลักษณะเช่นเดียวกัน กล่าวคือ ในระดับผลผลิต Y_f ผู้ผลิต d สามารถดำเนินการผลิตโดยมีต้นทุนต่ำสุดอยู่บนเส้นขอบเขตต้นทุนเท่ากับ $w_f X_d$

ดังนั้น ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจหรือประสิทธิภาพต้นทุน (Cost Efficiency--CE) ของผู้ผลิต f วัดได้จากการเปรียบเทียบต้นทุนของผู้ผลิตที่มีต้นทุนต่ำสุดกับต้นทุนของผู้ผลิต f ณ ระดับผลผลิต Y_f ได้ดังนี้

$$CE(Y_f, X_f, w_f) = \frac{w_f X_d}{w_f X_f} \quad \text{.....(2.25)}$$

ในขณะเดียวกัน ผู้ผลิต e เป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค แต่ไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรร วัดประสิทธิภาพเชิงจัดสรรได้จากการเปรียบเทียบการผลิตที่ใช้ต้นทุนต่ำสุดเท่ากับ $w_f X_d$ กับต้นทุนที่จุด e ได้ดังนี้

$$AE(Y_f, X_f, w_f) = \frac{w_f X_d}{w_f (\theta_f X_f)} \quad \text{.....(2.26)}$$

นอกจากการวัดประสิทธิภาพการผลิตแต่ละประเภทดังกล่าวแล้ว ยังสามารถหาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพเหล่านี้ได้จากการนำประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในสมการ 2.24 คูณกับประสิทธิภาพเชิงจัดสรรในสมการ 2.26 ซึ่งคือ TE x AE จะได้ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ดังนี้

$$CE = \frac{w_f (\theta_f X_f)}{w_f X_f} \times \frac{w_f X_d}{w_f (\theta_f X_f)} = \frac{w_f X_d}{w_f X_f} \quad \text{.....(2.28)}$$

วิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยอาศัยฟังก์ชันต้นทุน

การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยอาศัยฟังก์ชันต้นทุนสามารถวัดได้โดยใช้แบบจำลอง 2 รูปแบบด้วยกัน คือ แบบจำลองขอบเขตต้นทุนเชิงกำหนด (deterministic cost frontier model) และแบบจำลองขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic cost frontier model) โดยมีรูปแบบดังต่อไปนี้

แบบจำลองขอบเขตต้นทุนเชิงกำหนด ในการประมาณค่าประสิทธิภาพการผลิตจากแบบจำลองต้นทุนเชิงกำหนด (deterministic cost frontier) ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการประมาณการเป็นค่าที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพการผลิต โดยค่าความคลาดเคลื่อนนี้เป็นส่วนของต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าเส้นขอบเขตต้นทุนของผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพเต็ม

จากภาพ 6 เส้นขอบเขตต้นทุน คือ เส้นที่ลากผ่านจุดต้นทุนต่ำสุดของผู้ผลิตต่าง ๆ ณ ระดับผลผลิตและระดับราคาปัจจัยการผลิตที่กำหนด จะได้ขอบเขตเชิงกำหนดของฟังก์ชันต้นทุนดังนี้

$$C_f = C(Y_f, w_f; \beta) \qquad \text{.....(2.29)}$$

โดยที่ C(.) คือ ฟังก์ชันเชิงกำหนด (deterministic function) หรือขอบเขตของต้นทุน (cost frontier) ซึ่งหมายถึง ผู้ผลิตที่สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มหรือมีต้นทุนต่ำสุดที่เป็นไปได้ ณ ระดับผลผลิตและราคาปัจจัยการผลิตเดียวกัน ในขณะที่ผู้ผลิตรายอื่นที่ดำเนินการผลิตโดยมีต้นทุนที่สูงกว่าเส้นขอบเขตถือเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตด้อยกว่า

Y_f คือ เวกเตอร์ของผลผลิตจำนวน M ชนิด โดยที่ $Y_f = (Y_{1f}, \ldots, Y_{Mf}) \geq 0$

w_f คือ เวกเตอร์ของราคาปัจจัยการผลิตจำนวน N ชนิด

โดยที่ $w_f = (w_{1f}, \ldots, w_{Nf}) > 0$

สมมติผู้ผลิตรายที่ f มีต้นทุนการผลิตหรือค่าใช้จ่ายในการผลิต (expenditure) เป็น $C^a_f = w_f X_f = \sum_{n=1}^{N} w_{nf} X_{nf}$ โดยที่

$$C^a_f \geq C(Y_f, w_f; \beta) \qquad \text{.....(2.30)}$$

ผู้ผลิตรายที่ f เป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิตหรือเป็นผู้ที่ดำเนินการผลิตด้วยต้นทุนที่สูงกว่าขอบเขตต้นทุน หากกำหนดให้ส่วนที่คลาดเคลื่อนที่ทำให้ผู้ผลิตรายที่ f ต้นทุนที่สูงกว่าขอบเขตเป็น $\exp\{u_{Df}\}$ ซึ่งเป็นค่าเอ็กซ์โพเนนเชียลของตัวแปรเชิงสุ่มที่แสดงถึงประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตรายที่ f เขียนสมการ 2.30 ใหม่ได้ดังนี้

$$C^a_f = C(Y_f, w_f; \beta) \exp\{u_{Df}\} \qquad \text{.....(2.31)}$$

ประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตรายที่ f วัดได้จากการเปรียบเทียบต้นทุนของผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตกับต้นทุนของผู้ผลิตรายที่ f (C^a_f) ณ ระดับผลผลิตและราคาปัจจัยการผลิตเดียวกัน แสดงได้ดังนี้

$$CE_f = \frac{C(Y_f, w_f; \beta)}{C^a_f} = \frac{C(Y_f, w_f; \beta)}{C(Y_f, w_f; \beta).\exp\{u_{Df}\}} = \exp\{-u_{Df}\} \qquad \text{.....(2.32)}$$

เนื่องจาก $C^a_f \geq C(Y_f, w_f; \beta)$ ดังนั้น $CE_f \leq 1$ ในกรณี $CE_f = 1$ แสดงว่า ผู้ผลิตรายที่ f เป็นผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตต้นทุนซึ่งเป็นต้นทุนต่ำสุดที่เป็นไปได้ หรือ $C^a_f = C(Y_f, w_f; \beta)$ ในกรณี $CE_f < 1$ แสดงว่า ผู้ผลิตรายที่ f เป็นผู้ผลิตที่อยู่เหนือเส้นขอบเขตต้นทุนหรือ $C^a_f \geq C(Y_f, w_f; \beta)$ และเป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ

แนวคิดในการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีนี้มีข้อด้อยในประเด็นที่มาของค่าความคลาดเคลื่อน ทั้งนี้ เนื่องจากกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการดำเนินการของผู้ผลิต โดยนำความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปเป็นข้อมูลหลักในการวัดประสิทธิภาพการผลิต ทำให้ขัดแย้งกับความเป็นจริง เนื่องจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมาจาก 2 สาเหตุ คือ สาเหตุแรก เกิดจากการตัดสินใจของผู้ผลิต ในส่วนนี้ผู้ผลิตสามารถควบคุมหรือจัดการได้ ส่วนอีกสาเหตุหนึ่ง เกิดจากสภาวะแวดล้อมที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้น เพื่อให้การวัดประสิทธิภาพการผลิตใกล้เคียงกับความ-เป็นจริงมากขึ้น ในการศึกษาในหัวข้อต่อไปจะเป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยแยกสาเหตุของความคลาดเคลื่อนออกเป็นสองส่วน ดังนี้

แบบจำลองขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม จากแนวคิดข้างต้น สรุปได้ว่า ผู้ผลิตที่มีต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายมากกว่าผู้ผลิตที่สามารถดำเนินการผลิตอยู่บนเส้นขอบเขตนั้นเป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิต หรืออาจกล่าวได้ว่า ต้นทุนที่สูงกว่าเส้นขอบเขตเกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตรายนั้นนั่นเอง อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่ทำให้ต้นทุนของผู้ผลิตสูงกว่าเส้นขอบเขตต้นทุนอาจจะไม่ได้เกิดจากความ-ไม่มีประสิทธิภาพการผลิตเพียงอย่างเดียว ผลกระทบจากเหตุการณ์ที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมได้ซึ่งเป็นปัจจัยเชิงสุ่ม (random shocks) เช่น สภาพภูมิอากาศ โชค เป็นต้น เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้เช่นกัน หากรวมผลกระทบจากภายนอกที่มีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงสุ่ม (random variable) เหล่านี้เข้าไปในสมการ 2.30 จะได้สมการขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic cost frontier) ดังนี้

$$C^a_f \geq C(Y_f, w_f; \beta).\exp\{v_f\} \qquad \text{.....(2.33)}$$

โดยที่ $C(Y_f, w_f; \beta).\exp\{v_f\}$ คือ ขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic cost frontier) ที่มีองค์ประกอบสองส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนฟังก์ชันเชิงกำหนด (deterministic function) $C(Y_f, w_f; \beta)$ ซึ่งเป็นส่วนทั่วไปของผู้ผลิตแต่ละราย และส่วนที่สอง เป็นส่วน

เฉพาะเชิงสุ่ม (random part) ของผู้ผลิตแต่ละราย $\exp\{v_f\}$ ที่ได้รับผลกระทบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อต้นทุนในเชิงบวกหรือเชิงลบก็ได้ เพราะฉะนั้นหากรวมส่วนนี้เข้ากับขอบเขตต้นทุนก็จะกลายเป็นขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม

ต้นทุนของผู้ผลิตรายที่ f สูงกว่าขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มดังสมการ 2.33 ซึ่งส่วนที่แตกต่างกันแสดงถึงประสิทธิภาพการผลิตที่เป็นลักษณะเฉพาะของผู้ผลิตแต่ละรายและมีผลทำให้ต้นทุนสูงขึ้น หากกำหนดให้ค่าของความคลาดเคลื่อนส่วนนี้เป็น $\exp\{u_f\}$ ดังนั้น จากสมการ 2.33 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic cost frontier) ได้ดังนี้

$$C^a_f = C(Y_f, w_f; \beta).\exp\{v_f\}.\exp\{u_f\} \quad \text{.....(2.34)}$$

โดยที่ $\exp\{v_f\}$ เป็นผลกระทบที่เกิดจากปัจจัยภายนอก ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งด้านบวกหรือด้านลบ ดังนั้น $\exp\{v_f\}$ จึงมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงสุ่ม (random variable) ที่มีการแจกแจงแบบ 2 ทาง และ $\exp\{u_f\}$ คือ ผลกระทบที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพ (inefficiency effect) ของผู้ผลิตรายที่ f ซึ่งทำให้ต้นทุนของผู้ผลิตสูงกว่าขอบเขตเชิงเฟ้นสุ่ม ดังนั้น $\exp\{u_f\}$ จึงเป็นตัวแปรเชิงสุ่มที่มีค่าไม่เป็นลบ (non-negative) ทั้งนี้ เพราะในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตจากฟังก์ชันต้นทุนนั้น ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตคือ ผู้ผลิตที่มีต้นทุนในการผลิตน้อยที่สุด ในขณะที่ผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิตคือ ผู้ผลิตที่มีต้นทุนมากกว่า ณ ระดับปริมาณผลผลิตและราคาปัจจัยการผลิตเดียวกัน[1] โดย $\exp\{u_f\}$ อาจมีการแจกแจงในรูปแบบต่าง ๆ ตามลักษณะของข้อมูล เช่น แบบ Half-normal, Truncated-normal หรือ Exponential เป็นต้น รูปแบบการแจกแจงเหล่านี้จะมีผลต่อการประมาณค่าประสิทธิภาพการผลิต จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

---

[1]ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตจากฟังก์ชันการผลิต ต้องนำ u_f ไปลบออกขอบเขตการผลิตเชิงเฟ้นสุ่ม เพราะผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพ คือ ผู้ที่สามารถผลิตได้มากที่สุด ส่วนผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ คือ ผู้ผลิตที่มีผลผลิตน้อยกว่า ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตและระดับเทคโนโลยีเดียวกัน

จากสมการ 2.34 สามารถวัดประสิทธิภาพการผลิตเชิงเศรษฐกิจหรือประสิทธิภาพต้นทุนของผู้ผลิตรายที่ f (CE_f) จากฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มได้จากสัดส่วนของขอบเขตเชิงเฟ้นสุ่ม หรือผู้ผลิตที่มีต้นทุนน้อยที่สุดเทียบกับผู้ผลิตรายที่ f ได้ดังนี้

$$CE_f = \frac{C_f(Y_f, w_f; \beta).\exp\{v_f\}}{C_f(Y_f, w_f; \beta).\exp\{v_f\}.\exp\{u_f\}} = \exp\{-u_f\} \quad \text{.....(2.35)}$$

โดยที่ $CE_f \leq 1$ ในกรณีที่ $CE_f = 1$ แสดงว่า $C^a_f = C(Y_f, w_f; \beta).\exp\{v_f\}$ หรือผู้ผลิตรายที่ f เป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพ แต่หากค่า $CE_f < 1$ แสดงว่า $C^a_f > C(Y_f, w_f; \beta).\exp\{v_f\}$ หรือผู้ผลิตรายที่ f เป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ

จากฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มในสมการ 2.34 เมื่อทราบรูปแบบฟังก์ชันสามารถดำเนินการประมาณค่าเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ β และค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวม หากกำหนดให้ ε_f คือ ผลรวมของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด จะได้ $\varepsilon_f = v_f + u_f$ โดยที่การแจกแจงของ v_f เป็นอิสระจาก u_f การแจกแจงของ v_f และ u_f เป็นอิสระจาก X_f และการแจกแจงของ ε_f ไม่มีความสมมาตร (asymmetric) โดยมีลักษณะเบ้ขวา (positively skewed) เนื่องจาก $u_f \geq 0$

การประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจจากฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม

ในการประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจเป็นกระบวนการของการกระจายประสิทธิภาพการผลิตเป็นประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและเชิงจัดสรร ซึ่งในหัวข้อนี้เป็นการศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทั้งสองประเภทโดยอาศัยฟังก์ชันต้นทุนโดยนำเสนอฟังก์ชันต้นทุน Cobb-Douglas และ Translog ดังนี้

แบบจำลองขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มแบบ Cobb-Douglas จากสมการ 2.29 สมมติเป็นการผลิตที่มีผลผลิตเพียงชนิดเดียวและเป็นฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มมีรูปแบบฟังก์ชันเป็น Cobb-Douglas สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเชิงเส้นตรง (log-linear Cobb-Douglas) ในรูปค่าล็อก[2] ได้ดังนี้

---

[2] $\exp\{u\} = e^u$, $\text{Ine}^v e^u = \text{Ine}^v + \text{Ine}^u = v + u$ (Chiang, 1984, p. 284)

$$\ln C^{a}_{f} = \beta_0 + \beta_Y \ln Y_f + \sum_n \beta_n \ln w_{nf} + v_f + u_f \quad \text{.....(2.36)}$$

โดยที่ $\ln C^{a}_{f}$, $\ln Y_f$, และ $\ln w_{nf}$ เป็นต้นทุน ผลผลิต และราคาปัจจัยการผลิต N ชนิด ของผู้ผลิตรายที่ f ในรูปค่าล็อก β_0, β_Y, และ β_n เป็นค่าพารามิเตอร์ v_f เป็นส่วนประกอบตัวรบกวนเชิงสุ่มที่มีการแจกแจงเป็น 2 ทาง และ u_f เป็นส่วนประกอบที่แสดงถึงประสิทธิภาพการผลิต โดยที่ u_f มีค่าไม่เป็นลบ (non-negative) ทั้ง 2 ส่วนประกอบรวมกันเป็นเทอมของความคลาดเคลื่อน ($\varepsilon_f = v_f + u_f$) เนื่องจากขอบเขตต้นทุนต้องเป็นเอกพันธ์เมื่อคำนึงถึงราคาปัจจัยการผลิต ดังนั้น $C(Y_f, \lambda w_f; \beta) = \lambda C(Y_f, w_f; \beta), \lambda > 0,$ และค่าพารามิเตอร์ $\beta_k = 1 - \Sigma_{n \neq k} \beta_n$ จากสมการ 2.36 จัดรูปแบบของสมการใหม่ได้เป็น

$$\ln \frac{C^{o}_{f}}{w_{nf}} = \beta_0 + \beta_Y \ln Y_f + \sum_{n \neq k} \beta_n \ln \frac{w_{nf}}{w_{kf}} + v_f + u_f \quad \text{.....(2.37)}$$

การผลิตที่มีผลผลิตเพียงชนิดเดียวในรูปแบบของฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มแบบ Cobb-Douglas ดังสมการ 2.37 เทอมความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_f = v_f + u_f$ มีลักษณะไม่สมมาตร จะเบ้ไปทางขวา เพราะค่า $u_f \geq 0$ ภายใต้คุณสมบัติของความเป็นเอกพันธ์ของ β_n การประมาณค่าพารามิเตอร์ (β_n) และค่าความคลาดเคลื่อน (u_f) สามารถทำได้ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood method) ซึ่งประกอบได้กระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ดำเนินการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยเทคนิค OLS ซึ่งเป็นการประมาณค่า β_n ที่สอดคล้อง (consistent estimation) แต่การประมาณค่า β_0 จะไม่สอดคล้อง (inconsistent) ทั้งนี้เป็นเพราะ $E(\varepsilon_f) = E(u_f) \geq 0$ อย่างไรก็ตาม จากเทคนิค OLS สามารถทดสอบได้ว่า การผลิตมีประสิทธิภาพการผลิตหรือไม่ โดยที่หาก $u_f = 0$ นั่นแสดงว่า $\varepsilon_f = v_f$ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้เพียงอย่างเดียว ไม่เกี่ยวกับความไม่มีประสิทธิภาพการผลิต และเป็นความคลาดเคลื่อนที่มีความสมมาตร (symmetric) ในขณะที่หาก $u_f > 0$ จะทำให้ $\varepsilon_f = v_f + u_f$ เทอมของความคลาดเคลื่อนไม่สมมาตร (asymmetric) โดยจะเบ้ขวา (positively skewed) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความ-ไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต ในกรณีนี้ต้องดำเนินการแยกค่าความคลาดเคลื่อน (ε_f) ออกเป็น 2 ส่วน คือ ความคลาดเคลื่อนจากตัวรบกวนอื่น (v_f) และความคลาดเคลื่อน

ที่แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพการผลิต (u_f) ในการประมาณค่าเพื่อแยกส่วนประกอบของค่าความคลาดเคลื่อนจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 2 ส่วน โดยในส่วนประกอบ v_f มีลักษณะการแจกแจงดังกล่าวแล้วข้างต้น ในขณะที่ u_f มีความเป็นอิสระจากการใช้ปัจจัยการผลิตและมีการแจกแจงที่แตกต่างกันออกไป

ขั้นที่ 2 ใช้เทคนิคความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimator--*mle*) การประมาณค่าในขั้นตอนนี้เป็นการประมาณค่าจุดตัดแกน (β_0) และค่าความคลาดเคลื่อน วิธีการในการแยกส่วนประกอบและการประมาณค่าประสิทธิภาพการผลิตขึ้นอยู่กับลักษณะของการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนไปแทนลงในสมการ 2.35 จะได้ค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ในขณะที่หากต้องการกระจายประสิทธิภาพการผลิตดังกล่าวออกเป็นส่วนประกอบของประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพเชิงจัดสรรนั้น จำเป็นต้องอาศัยรูปแบบของฟังก์ชันที่ซับซ้อนกว่า ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป สำหรับการประมาณค่าโดยเทคนิควิธี *mle* ได้มีการกำหนดสมมติฐานของการแจกแจงค่าความคลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

1. $v_f \sim$ iid $N(0, \sigma^2_v)$
2. $u_f \sim$ iid $N^+(0, \sigma^2_v)$
3. v_f และ u_f มีการแจกแจงที่เป็นอิสระต่อกัน และต่อสมการถดถอย

ในกรณีที่ $u_f \geq 0$ ฟังก์ชันความหนาแน่นของ u_f เป็น

$$f(u) = \frac{2}{\sqrt{2\pi\sigma_u}} .\exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma^2_u}\right\} \qquad \text{.....(2.38)}$$

ส่วนฟังก์ชันความหนาแน่นของ v เป็น

$$f(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_v}} .\exp\left\{-\frac{v^2}{2\sigma^2_v}\right\} \qquad \text{.....(2.39)}$$

สามารถเขียนฟังก์ชันความหนาแน่นของ ε ซึ่งค่า $\varepsilon = v + u$ ดังนี้

$$f(\varepsilon) = \int_0^\infty f(u, \varepsilon)du$$
$$= \int_0^\infty \frac{2}{2\pi\sigma_u\sigma_v}.\exp\left\{\frac{-u^2}{2\sigma^2_u} - \frac{\varepsilon - u^2}{2\sigma^2_v}\right\}du$$

$$= \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \left[1 - \Phi\left[\frac{-\varepsilon\lambda}{\sigma}\right]\right] .\exp\left\{-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right\}$$

$$= \frac{2}{\sigma} \cdot \phi \frac{\varepsilon}{\sigma} \Phi\left[\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right] \qquad \text{.....(2.40)}$$

โดยที่ $\sigma = (\sigma^2_u + \sigma^2_v)^{1/2}$, $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$ ส่วน $\Phi(.)$ และ $\phi(.)$ เป็นฟังก์ชันสะสมและฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจงปกติมาตรฐาน (the standard normal cumulative distribution and density function) เนื่องจากค่า λ เป็นตัวชี้วัด (indicator) การเปลี่ยนแปลงของ u และ v ที่สัมพันธ์กับ ε หรือการเปลี่ยนแปลงของตัวคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มทั้งหมด (ε) มีที่มาจาก 2 สาเหตุ คือ การเปลี่ยนแปลงของ u หรือการเปลี่ยนแปลงของ v ดังนั้น หากค่า λ เข้าใกล้ศูนย์ ($\lambda \rightarrow 0$) แสดงว่า ค่า σ^2_v เข้าใกล้ค่าอนันต์ทางบวก (infinity) ($\sigma^2_v \rightarrow +\infty$) หรือ σ^2_v เข้าใกล้ศูนย์ ($\sigma^2_v \rightarrow 0$) แสดงว่า ในการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มทั้งหมดนั้น ส่วนประกอบความคลาดเคลื่อนแบบสมมาตรเป็นส่วนประกอบที่สำคัญกว่าความคลาดเคลื่อนแบบด้านเดียว ในกรณีนี้จะเป็นฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเต็ม และดำเนินการประมาณค่าได้โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ในทำนองเดียวกันหากค่า λ เข้าใกล้ค่าอนันต์ ($\lambda \rightarrow \infty$) แสดงว่า σ^2_v เข้าใกล้ค่าอนันต์ ($\sigma^2_u \rightarrow \infty$) หรือ σ^2_v เข้าใกล้ศูนย์ ($\sigma^2_v \rightarrow 0$) แสดงว่า ในการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มทั้งหมด (ε) ส่วนประกอบความคลาดเคลื่อนแบบด้านเดียวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญกว่าความคลาดเคลื่อนแบบสมมาตร ในกรณีนี้จะเป็นแบบจำลองขอบเขตการผลิตเชิงกำหนด (deterministic production frontier model) โดยไม่มีตัวรบกวนอื่น ดังนั้น ในการประมาณค่าจึงเป็นการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งว่า $\lambda = 0$ จากสมการ 2.40 ฟังก์ชันความหนาแน่นของ ε ($f(\varepsilon)$) มีการแจกแจงที่ไม่สมมาตรโดยมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน ดังนี้

$$E(\varepsilon) = E(u) = \sigma_u \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

$$V(\varepsilon) = \frac{\pi - 2}{\pi} \sigma^2_u + \sigma^2_v \qquad \text{.....(2.41)}$$

จากสมการ 2.41 แสดงให้อยู่ในรูปของฟังก์ชัน Log likelihood สำหรับผู้ผลิต f ราย ได้ดังนี้

$$\text{InL} = \text{constant} - \text{I In}\sigma + \sum_{f} \text{In}\,\Phi\left[\frac{\varepsilon_f \lambda}{\sigma}\right] - \frac{1}{2\sigma^2}\sum_{f}\varepsilon_f^2 \qquad \text{.....(2.42)}$$

ฟังก์ชัน Log likelihood สามารถมีค่ามากที่สุดได้โดยการแทนค่าพารามิเตอร์ลงไป ซึ่งเป็นการประมาณค่าแบบ Maximum likelihood ของตัวพารามิเตอร์ทุกตัว (Green, 1980, pp. 30-34)

ขั้นตอนต่อไป คือ การประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของผู้ผลิตแต่ละราย นั่นคือ การประมาณค่า $\varepsilon_f = v_f + u_f$ ซึ่งค่าสังเกตจะมีข้อจำกัดในค่าของ u_f โดยที่ ถ้า $\varepsilon_f < 0$ แสดงว่า u_f มีค่าไม่สูงมากนัก เนื่องจาก $E(v_f) = 0$ ในกรณีนี้สรุปได้ว่าผู้ผลิตรายนั้นมีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ หรือในทางตรงกันข้ามหาก $\varepsilon_f > 0$ แสดงว่า u_f มีค่าค่อนข้างมาก ในกรณีนี้สรุปได้ว่า ผู้ผลิตรายนั้นเป็นผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ปัญหาในขั้นนี้ คือ การดึงข้อมูลออกมาเมื่อ ε_f สัมพันธ์อยู่กับ u_f วิธีในการแก้ปัญหา คือ การกำหนดเงื่อนไขของการแจกแจงของ u_f โดยกำหนดให้ ε_f ไม่เปลี่ยนแปลง อาศัยวิธีการของ JLMS (Giannakas, Tran, & Tzouvelekas, 2003, pp. 153-154; Jondrow, Lovell, Materov, & Schmidt, 1982, pp. 233-234) เมื่อกำหนดให้ $u_f \sim N^{+}(0, \sigma^2_u)$ สามารถแสดงฟังก์ชันการกระจายของ u_f เมื่อกำหนด ε_f ได้ดังนี้

$$f(u/\varepsilon) = \frac{f(u, \varepsilon)}{f(\varepsilon)}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_*}.\exp\left\{-\frac{(u-u_*)^2}{2\sigma_*^2}\right\}\Big/\left[1-\Phi\left[\frac{-u_*}{\sigma_*}\right]\right] \qquad \text{.....(2.43)}$$

โดยที่ $\sigma_*^2 = \sigma_u^2\,\sigma_v^2/\sigma^2$ และ $u_* = \varepsilon\sigma_u^2/\sigma^2$ เนื่องจาก $f(u/\varepsilon)$ มีการแจกแจงเป็น $N^{+}(u_*, \sigma_*^2)$ ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ย $(E(u_f|\varepsilon_f))$ หรือค่ามัธยฐานของการแจกแจง $(M(u_f|\varepsilon_f))$ เพื่อการประมาณค่าแบบจุดของ u_f ได้โดย

$$E(u_f|\varepsilon_f) = u_{*f} + \sigma_* \left[\frac{\phi(-u_{*f}/\sigma_*)}{1 - \Phi(-u_{*f}/\sigma^*)} \right]$$

$$= \sigma_* \left[\frac{\phi(\varepsilon_f \lambda/\sigma)}{1 - \Phi(-\varepsilon_f \lambda/\sigma)} + \left[\frac{\varepsilon_f \lambda}{\sigma} \right] \right] \quad \text{.....(2.44)}$$

และ

$$M(u_f|\varepsilon_f) = \begin{cases} \varepsilon_f \left[\frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} \right] & \text{if } \varepsilon_f \geq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{.....(2.45)}$$

การประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของผู้ผลิตแต่ละรายหาได้จากการแทนค่า $E(u_f|\varepsilon_f)$ หรือ $M(u_f|\varepsilon_f)$ ลงในสมการ 2.37 แสดงได้ดังนี้

$$CE_f = E(\exp\{-u_f\}|\varepsilon_f)$$

$$= \left[\frac{1 - \Phi(\sigma_* - \mu_{*f}/\sigma_*)}{1 - \Phi(\mu_{*f}/\sigma_*)} \right] .\exp\left\{ -\mu_{*f} + \frac{1}{2} \sigma^2_* \right\} \quad \text{.....(2.46)}$$

อย่างไรก็ตาม การประมาณค่าโดยแบบจำลองนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ ไม่สามารถดำเนินการกระจายประสิทธิภาพการผลิตไปสู่ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพเชิงจัดสรรได้ เนื่องจากขาดข้อมูลของปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตและข้อมูลส่วนแบ่งต้นทุน ซึ่งการวิจัยในหัวข้อต่อไปจะเป็นการเพิ่มข้อมูลในส่วนนี้เพื่อดำเนินการกระจายประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตแต่ละราย

แบบจำลองขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มแบบ Translog

จากฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มในสมการ 2.34 ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนที่ใช้จริงกับต้นทุนที่เหมาะสมและค่าความคลาดเคลื่อน สามารถแสดงให้อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรงหรือในรูปของค่าล็อก ดังนี้

$$\text{In}C_f = \text{In}C^* + \varepsilon_f; f = 1, 2, \ldots, F \quad \text{.....(2.47)}$$

โดยที่ $\text{In}C_f$ คือ ต้นทุนรวมที่เป็นค่าสังเกตของผู้ผลิตรายที่ f ในรูปค่าล็อก $\text{In}C^*$ คือ ต้นทุนรวมที่เหมาะสมหรือต้นทุนบนขอบเขตต้นทุนเชิงกำหนดในรูปของค่าล็อก

และ ε_f คือ ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่ส่งผลทำให้ต้นทุนของผู้ผลิตรายที่ f แตกต่างจากขอบเขตต้นทุนเชิงกำหนด ซึ่ง $\varepsilon_f = InC_{tf} + InC_{af} + InC_{vf}$ โดยที่ InC_{tf} และ InC_{af} เป็นค่าที่สะท้อนถึงต้นทุนของความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและเชิงจัดสรรในรูปค่าล็อกที่มีค่าไม่เป็นลบ และเป็นค่าที่ทำให้ต้นทุนที่ใช้จริงของผู้ผลิตรายที่ f มากกว่าต้นทุนบนขอบเขต ส่วน InC_{vf} คือ ต้นทุนที่เกิดจากค่าความคลาดเคลื่อนอื่นในรูปค่าล็อก ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งค่าบวกหรือลบ และส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ (Kumbhakar, 1991, p. 669)

ในสมการ 2.47 กำหนดให้ InC^* มีลักษณะความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันต้นทุนทรานสล็อกซึ่งจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิต กับราคาปัจจัยการผลิตและผลผลิต แสดงลักษณะความสัมพันธ์ได้เป็น

$$InC^* = \alpha_0 + a'Inw + \frac{1}{2} Inw' AInw + b'InY + \frac{1}{2} InY'B\ InY + Inw'C\ InY \quad \text{.....(2.48)}$$

โดยที่ w คือ เวกเตอร์ของราคาปัจจัยการผลิต Y คือ เวกเตอร์ของปริมาณผลผลิต a, b คือ เวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ A, B, C คือ เมตริกซ์ของค่าพารามิเตอร์ หากทราบถึงรูปแบบฟังก์ชันและข้อสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของ InC_t, InC_a และ InC_v สามารถดำเนินการประมาณค่าสมการ 2.47 ได้โดยตรงและจะเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สอดคล้อง หากประสิทธิภาพเชิงจัดสรรมีความเป็นอิสระกับราคาปัจจัยการผลิต เพราะจะไม่ทำให้เกิดปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง แต่ในความเป็นจริงแล้วประสิทธิภาพเชิงจัดสรรมีความสัมพันธ์กับราคาปัจจัยการผลิต ดังนั้นจึงไม่สามารถดำเนินการประมาณค่าสมการดังกล่าวโดยตรงได้ และปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ไม่สามารถแยก InC_t และ InC_a ออกมาได้ อย่างไรก็ตาม จากปัญหาข้างต้นหากรูปแบบของฟังก์ชันนั้นสามารถแสดงในรูปของส่วนแบ่งต้นทุนได้ก็สามารถหาต้นทุนของความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรได้จากสมการส่วนแบ่งต้นทุน โดยที่ InC_a จะเป็นค่าที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรร

ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรร คือ การใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม มีผลทำให้ $\frac{F_i}{F_j} \neq \frac{w_i}{w_j}$, $I \neq j$ โดยที่ F_i คือ ผลผลิตหน่วยท้ายสุด

ของปัจจัยการผลิต X_i ในขณะที่ w_i คือ ราคาของปัจจัยการผลิต X_i หรือหากพิจารณาตามทฤษฎีทวิลักษณ์ จะได้ $\frac{C_i}{C_j} \neq \frac{X_i}{X_j}$, $i \neq j$ โดยที่ C_i คือ อนุพันธ์บางส่วนของต้นทุนมุ่งต่อราคาปัจจัยการผลิต i ซึ่งสามารถแสดงความแตกต่างระหว่างสมการส่วนแบ่งต้นทุนที่ใช้จริงกับส่วนแบ่งต้นทุนที่เหมาะสมที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรร

ต้นทุนของความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรสามารถหาได้จากสมการส่วนแบ่งต้นทุน โดยที่ InC_{af} เป็นค่าที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรในรูปของต้นทุนความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรร คือ การใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม สามารถแสดงความแตกต่างระหว่างสมการส่วนแบ่งต้นทุนกับส่วนแบ่งต้นทุนที่เหมาะสมของปัจจัยการผลิต i ที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรดังนี้

$$S_{if} = S^*_i + U_{if}, \quad i = 1, \ldots, I \qquad \ldots\ldots (2.49)$$

โดยที่ S_{if} คือ ส่วนแบ่งต้นทุนของปัจจัยการผลิต i ของผู้ผลิตรายที่ f และ S^*_i คือ ส่วนแบ่งต้นทุนที่เหมาะสมของปัจจัยการผลิต i ส่วน U_{if} คือ ส่วนที่แสดงถึงความ-ไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรของปัจจัยการผลิต i ของผู้ผลิตรายที่ f

เนื่องจากผลรวมของสมการส่วนแบ่งต้นทุนของปัจจัยการผลิตทุกชนิดมีค่าเท่ากับหนึ่ง ($\Sigma S_{if} = 1$) ดังนั้น $\Sigma U_{if} = 0$ ซึ่งค่า U_{if} ของปัจจัยการผลิตชนิด i ใดมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ($U_{if} \neq 0$) ถือเป็นค่าที่แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรและสรุปได้ว่า U_{if} มีความสัมพันธ์กับ InC_{af}

Schmidt (อ้างถึงใน Kumbhakar, 1991, p. 671) ได้เสนอรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่าง U_{if} กับ InC_{af} เป็นดังนี้

$$InC_{af} = U'_{if} A U_{if} \qquad \ldots\ldots (2.50)$$

โดยที่ A คือ เมตริกซ์บวกกึ่งแน่นอน (positive semidefinite matrix) ขนาด n x n และ $U_{if} = (U_{1f}, \ldots, U_{nf})'$ คือ ค่าที่สะท้อนถึงต้นทุนความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความคลาดเคลื่อนในสมการส่วนแบ่งต้นทุน หาก U_{if} มีค่าใดค่าหนึ่งอย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับศูนย์ย่อมส่งผลให้ InCaf มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

เนื่องจากผลรวมของส่วนแบ่งต้นทุนของปัจจัยทุกชนิดมีค่าเท่ากับหนึ่ง ($\Sigma S_{if} = 1$) คุณสมบัติความสมมาตรของเมตริกซ์ต่าง ๆ และความเป็นเอกพันธ์เชิงเส้นในราคาปัจจัยการผลิต (linear homogeneous in input prices) ทำให้ $\Sigma a_i = 1$, $\Sigma b_{ij} = \Sigma b_{ji} = 0$ และ $\Sigma U_i = 0$)

จากคุณสมบัติข้างต้นและตามกฎของ Shephard จากสมการ 2.47 จะได้

$$S_{if} = S^*_i + \frac{\partial \text{In}C_{af}}{\partial \text{In}w_{if}} \qquad \text{.....(2.51)}$$

จากสมการ 2.47 และสมการ 2.48 ดำเนินการอนุพันธ์บางส่วนเทียบกับราคาปัจจัยการผลิตจะได้ S^*_i เป็นดังนี้

$$S^*_i = a_i + \sum b_{ij} \text{In}w_i + \sum c_{im} \text{In}Y_m$$

โดยที่ $\text{In}C_{tf}$ และ $\text{In}C_{vf}$ เป็นอิสระจากราคาปัจจัยการผลิต ดังนั้น $\frac{\partial \text{In}C_{tf}}{\partial \text{In}w_{if}}$ และ $\frac{\partial \text{In}C_{vf}}{\partial \text{In}w_{if}}$ จึงมีค่าเท่ากับศูนย์ และจากสมการ 2.49 และ 2.51 จะได้ว่า $\frac{\partial \text{In}C_{af}}{\partial \text{In}w_{if}} = U_{if}$

อย่างไรก็ตาม จากจำนวนปัจจัยการผลิตจำนวน n ชนิดในสมการ 2.48 ทำให้มีส่วนแบ่งต้นทุนของปัจจัยการผลิต n ส่วนหรือ n สมการด้วยกัน แต่จากคุณสมบัติข้างต้น สมการส่วนแบ่งต้นทุนในสมการ 2.51 จะลดเหลือเพียง $n - 1$ สมการเท่านั้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องกำหนดลักษณะของเมตริกซ์ A ในสมการ 2.50 ใหม่ ซึ่งจากการที่ $\sum U_{if} = 0$ หากสมมติตัดสมการสุดท้ายออก ความสัมพันธ์ในสมการ 2.50 เขียนใหม่ได้เป็น (ดูภาคผนวก ก ประกอบ)

$$\text{In}C_{af} = u'Ku \qquad \text{.....(2.52)}$$

โดยที่ $u = (U_1, \ldots, U_{n-1})'$ และ K คือ เมตริกซ์ขนาด $(n-1) \times (n-1)$ โดยสมาชิกของเมตริกซ์ $K(K_{ij})$ มีความสัมพันธ์หรือถูกกำหนดโดยสมาชิกของเมตริกซ์ $A(a_{ij})$

จากความสัมพันธ์เหล่านี้ พบว่า $\frac{\partial(u'Ku)}{\partial \text{In}w_i} = U_i$ โดยที่ $i = 1, \ldots, n-1$ ถ้าหาก $\sum_{j=1}^{n-1} k_{ij} \beta_{ij} = -\frac{1}{2}$ เมื่อ $i = 1$ และ $\sum_{j=1}^{n-1} k_{ij} \beta_{ij} = 0$ เมื่อ $i \neq 1$

$$i = 1, \ldots, n-1 \qquad \text{.....(2.53)}$$

โดยที่ $k_{ij} = K_{ji}$ หรือสามารถเขียนใหม่ได้เป็น $KB_0 = -\frac{1}{2} I$ โดยที่ B_0 คือ เมตริกซ์ B ที่ได้ตัดสมการสุดท้ายไปแล้ว และ I คือ เมตริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) ขนาด $n-1$ เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$K = -\frac{1}{2} B_0^{-1} \quad \text{.....(2.54)}$$

แทนค่าสมการ 2.54 ลงในสมการ 2.52 หาค่า InC_{af} ได้จาก

$$InC_{af} = -\frac{1}{2} u'B_0^{-1}u \quad \text{.....(2.55)}$$

เนื่องจาก InC_{af} คือ ต้นทุนส่วนหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนของผู้ผลิตรายที่ f สูงกว่าต้นทุนที่ขอบเขต ดังนั้น จึงสามารถหาระดับของความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรได้จากการเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างต้นทุนของผู้ผลิตที่เหมาะสมเทียบกับต้นทุนของหน่วยที่สังเกต หรือสามารถวัดได้จากร้อยละของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากต้นทุนที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าต่าง ๆ อยู่ในรูปของค่าล็อก ดังนั้น สามารถแสดงวิธีการคำนวณหาระดับความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรได้เป็น

$$\text{Allocative Inefficiency: } AI = (\exp(InC_{af}) - 1) \quad \text{.....(2.56)}$$

สามารถคำนวณประสิทธิภาพเชิงจัดสรรได้จาก

$$\text{Allocative Efficiency: } AE = 1 - AI \quad \text{.....(2.57)}$$

ฟังก์ชันควรจะเป็นและวิธีการประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค

การที่จะดำเนินการประมาณค่าสมการในสมการ 2.47 สมการส่วนแบ่งต้นทุนในสมการ 2.49 และความไม่มีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรในสมการ 2.50 ได้นั้น ต้องมีการกำหนดข้อสมมติเกี่ยวกับการแจกแจงของ u, InC_v และ InC_t ดังนี้

1. $u \sim$ iid $N(0, \sum)$; u มีการแจกแจงแบบ iid (independently and identically distribution) หมายถึง มีลักษณะการแจกแจงแบบอิสระและมีความเป็นเอกลักษณ์ มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ และมีค่าความแปรปรวนคงที่ (constant covariance) เท่ากับ $\sum$

2. $InC_v \sim$ iid $N(0, \sigma_v^2)$; InC_v มีการแจกแจงแบบอิสระ มีความเป็นเอกลักษณ์ และมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_v^2

3. $Inc_t \sim$ iid $N^+(0, \sigma_t^2)$; InC_t มีการแจกแจงแบบอิสระ มีความเป็นเอกลักษณ์และมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติแบบปลายตัดที่ 0 (variable truncated at zero from below) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีค่าความแปรปรวนร่วมเท่ากับ σ_t^2

4. InC_v, InC_t และ u เป็นอิสระต่อกัน

จากข้อสมมติของการแจกแจงข้างต้น ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นร่วม (joint probability density function--pdf) ของ ε กับ u ($f(\varepsilon, u)$) เป็นดังนี้ (Kumbhakar, 1991, p. 673)

$$f(\varepsilon, u) = f(u)\, f(\varepsilon|u) \qquad \text{.....(2.58)}$$

โดยที่ $f(u)$ คือ ฟังก์ชันความหนาแน่นตามขอบ (marginal probability density function) ของ u และ $f(\varepsilon|u)$ คือ ฟังก์ชันความหนาแน่นแบบมีเงื่อนไขของ ε เมื่อกำหนด u (conditional pdf of ε given u) โดยที่ฟังก์ชันความหนาแน่นของ u ($f(u)$) คือ

$$f(u) = \frac{1}{(2\pi)^{(\frac{n}{2})}|\Sigma|^{\frac{1}{2}}}.\exp\left\{-\tfrac{1}{2}u'\Sigma^{-1}u\right\} \qquad \text{.....(2.59)}$$

โดยที่ $\sum$ คือ เมตริกซ์ของค่าความแปรปรวนร่วม อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก $f(\varepsilon|u) = f(InC_t + InC_v)$ และ InC_a สามารถหาได้เมื่อกำหนด u ดังนั้น เขียนฟังก์ชัน $f(InC_t + InC_v)$ ได้ดังนี้

$$f(lnC_t + lnC_v) = \frac{2}{(\sigma_v^2 + \sigma_t^2)^{\frac{1}{2}}}.\frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}\Phi(\mu/\sigma)}exp\left\{-\frac{Z^2}{2(\sigma_v^2 + \sigma_t^2)}\right\} \qquad \text{.....(2.60)}$$

เมื่อ $\sigma = \dfrac{\sigma_v\sigma_t}{(\sigma_v^2 + \sigma_t^2)^{\frac{1}{2}}}$ และ $\mu = \dfrac{Z\sigma_t^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_t^2)}$ โดยที่ $\Phi(.)$ คือ ฟังก์ชันความหนาแน่นสะสมของตัวแปรปกติมาตรฐาน (cumulative pdf of a standard normal variable) และ $Z = \varepsilon - InC_a$ แสดงฟังก์ชัน Log likelihood สำหรับหน่วยการผลิตแต่ละรายได้ดังนี้

$$\begin{aligned} L &= \ln f(u) + \ln f(\varepsilon|u) \\ &= \text{const.} - \frac{1}{2}\ln|\Sigma| - \frac{1}{2}(u'\Sigma^{-1}u) + \ln\sigma - \ln\sigma_v \\ &\quad - ln\sigma_t - ln\Phi\left(\frac{\mu}{\sigma}\right) - \frac{Z^2}{2(\sigma_v^2 + \sigma_t^2)} \end{aligned} \qquad \text{.....(2.61)}$$

โดยที่ ε, u และ InC_a เป็นค่าจากสมการต้นทุนและสมการส่วนแบ่งต้นทุนจากฟังก์ชัน Log likelihood สามารถหาค่าสูงสุดเพื่อดำเนินการประมาณค่าพารามิเตอร์

ต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตาม การคำนวณค่าสามารถลดรูปลงได้ด้วยการหาค่าเข้าสู่ส่วนกลาง ของฟังก์ชันความควรจะเป็นโดยการมุ่งสู่ค่า $\sum$ และเนื่องจากการประมาณค่าความ-ควรจะเป็นสูงสุดของ σ_{ij} คือ

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{F}\sum_f u_{if}u_{jf} = \frac{1}{F}\sum_f (S_{if} - S_{if}^*)(S_{jf} - S_{jf}^*) \quad \text{.....(2.62)}$$

โดยที่ F คือ จำนวนหน่วยผลิตทั้งหมด ดังนั้น ค่าความควรจะเป็นสูงสุดของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ สามารถประมาณค่าได้จากค่าสูงสุดของฟังก์ชันความควรจะเป็นสูงสุด โดยสูตรดังนี้ (Kumbhakar, 1991, p. 673)

$$L = \text{const.} - \frac{1}{2}F\ln|\Sigma| + F\ln\sigma - F\ln\sigma_v - F\ln\sigma_t$$
$$- \sum_f ln\,\Phi\left(\frac{\mu_f}{\sigma}\right) - \sum_f \frac{Z_{fi}^2}{2(\sigma_v^2 + \sigma_t^2)} \quad \text{.....(2.63)}$$

โดยแทนค่า $\sum$ ในสมการ 2.61 ด้วย σ_{ij} ในสมการ 2.62 และสามารถดำเนินการประมาณค่า $\ln C_{tf}$ จากค่าเฉลี่ยของ $\ln C_{tf}$ ได้ดังนี้

$$ln\boldsymbol{C}_{tf} = \mu + \sigma\frac{\phi\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)} \quad \text{.....(2.64)}$$

เนื่องจาก $\ln C_{tf}$ คือ ต้นทุนส่วนหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนของผู้ผลิตที่ f สูงกว่าต้นทุนที่ขอบเขต ดังนั้น จึงสามารถหาระดับของประสิทธิภาพเชิงเทคนิคได้จากการเปรียบเทียบต้นทุนของผู้ผลิตระหว่างต้นทุนผู้ผลิตที่เหมาะสมเทียบกับต้นทุนของหน่วยสังเกต หรือสามารถวัดได้จากร้อยละของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากต้นทุนที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าต่าง ๆ อยู่ในรูปของค่าล็อก ดังนั้น สามารถแสดงวิธีการคำนวณหาระดับความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคได้เป็น

Technicial Inefficiency: $TI = (\exp(\ln C_{tf}) - 1)$ .....(2.65)

สามารถคำนวณระดับประสิทธิภาพเชิงเทคนิคได้จาก

Technicial Efficiency: $TE = 1 - TI$ .....(2.66)

สุดท้ายเป็นการวัดระดับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ จากระดับประสิทธิภาพเชิงจัดสรรในสมการ 2.57 และประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในสมการ 2.66 สามารถคำนวณ

ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ (Economic Efficiency--EE) ได้จากผลคูณของประสิทธิภาพทั้งสองดังนี้

$$EE = AE.TE \qquad \text{.....(2.67)}$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

สรุป

การวัดและการแจกแจงประสิทธิภาพการผลิตโดยอาศัยฟังก์ชันต้นทุนสามารถวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมหรือประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบกว่าฟังก์ชันการผลิตที่สามารถวัดได้แค่ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเพียงด้านเดียว ในรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีในการวัดประสิทธิภาพการผลิตนั้น หากวัดจากฟังก์ชันต้นทุนเชิงกำหนดจะเป็นการวัดโดยไม่คำนึงถึงที่มาของความคลาดเคลื่อน โดยคิดรวมเอาความคลาดเคลื่อนจากขอบเขตทั้งหมดเป็นตัวที่แสดงถึงประสิทธิภาพการผลิต ในขณะที่ฟังก์ชันขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่มได้แยกความคลาดเคลื่อนทั้งหมดออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นความคลาดเคลื่อนที่ไม่ได้เกิดจากผู้ผลิต ในขณะที่ความคลาดเคลื่อนส่วนที่สองแสดงถึงประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต และในส่วนนี้ยังสามารถแยกส่วนประกอบเป็นประสิทธิภาพสองประเภท คือ ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพเชิงจัดสรร นอกจากนี้ ยังสามารถดำเนินการประมาณค่าประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมได้โดยเทคนิควิธีต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของฟังก์ชันและการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน

การดำเนินงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

ลักษณะทั่วไปของสหกรณ์

อุดมการณ์สหกรณ์ คือ “ความเชื่อร่วมกันที่ว่าการช่วยตนเองและการช่วยเหลือซึ่งกันและกันตามหลักสหกรณ์จะนำไปสู่การกินดีอยู่ดี มีความเป็นธรรมและสันติสุขในสังคม” จึงกล่าวได้ว่า การสหกรณ์ส่งผลดีต่อทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม อย่างไรก็ตาม โดยวิธีการสหกรณ์ คือ “การนำหลักการสหกรณ์มาประยุกต์ใช้

ในการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อประโยชน์ของมวลสมาชิกและชุมชน โดยไม่ละเลยหลักการธุรกิจที่ดี" นั่นคือ แม้จะไม่มุ่งเน้นผลกำไรเป็นเป้าหมายหลัก แต่สหกรณ์ไม่ควรมีผลดำเนินงานที่ขาดทุน โดยเฉพาะสหกรณ์การเกษตรพบว่า ปัจจัยที่ทำให้การดำเนินงานของสหกรณ์ประสบผลสำเร็จได้มาจากการสร้างความพึงพอใจให้กับสมาชิกเป็นอันดับแรก และสร้างความเข้มแข็งทางด้านการเงินเป็นปัจจัยรองลงมา (อุมาพร เงยวิจิตร, อารี วิบูลย์พงศ์ และพัฒนา เจียรวิริยะพันธ์, 2548)

สหกรณ์เป็นลักษณะหนึ่งของธุรกิจชุมชน โดยความหมายขององค์กรธุรกิจชุมชน คือ ชมรม หรือสหกรณ์ หรือใช้ชื่ออื่นใด มีการจดทะเบียนหรือไม่ก็ตาม เป็นองค์กรที่เกิดจากการรวมตัวด้วยความสมัครใจของประชาชนจำนวนหนึ่งเพื่อทำธุรกิจ มีวัตถุประสงค์และอุดมคติร่วมกัน และดำเนินการโดยชุมชน (ดิรก สาระวดี, 2540, หน้า 149-150) หรือกล่าวได้ว่า สมาชิกมีส่วนร่วมในการลงทุน การบริหารจัดการ หรือร่วมเรียน ร่วมรู้ และร่วมรับผิดชอบผลที่เกิดจากการดำเนินงาน ซึ่งถือได้ว่า องค์กรในลักษณะนี้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาให้เศรษฐกิจชุมชนมีความเจริญก้าวหน้าอย่างยั่งยืน (ดวงพร อ่อนหวาน, 2547, หน้า 3)

สหกรณ์แห่งแรกในประเทศไทยเกิดขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2459 ซึ่งในเวลานั้น สหกรณ์ถูกมองในเชิงลบมากกว่า ทั้งนี้ เป็นเพราะว่าต้องการนำขบวนการสหกรณ์เข้ามาเพื่อลิดรอนอำนาจของพ่อค้าชาวจีน และในขณะเดียวกัน มุมมองของชนชั้นปกครองมองว่า การสหกรณ์เป็นขบวนการที่ขัดกับระบอบการปกครองของรัฐบาล (นิพนธ์ พัวพงศกร และอัมมาร สยามวาลา, 2538, หน้า 3) แต่ถึงกระนั้น ในเวลาต่อมาการสหกรณ์กลับกลายเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ ยิ่งสังคมโลกมีการแข่งขันกันมาก ทุนนิยมยิ่งขยายตัวมากขึ้น การสหกรณ์ยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นเช่นกัน การสหกรณ์เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม โดยอาศัยความร่วมมือกันของกลุ่มบุคคลเพื่อสร้างความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นให้กับกลุ่มและสังคม แม้วิธีในการดำเนินการแตกต่างกันไปตามประเภทสหกรณ์ แต่มีวัตถุประสงค์หลักเหมือนกัน คือ ต้องการบรรเทาปัญหาให้กับสมาชิกเป็นสำคัญ

สหกรณ์กองทุนสวนยางจัดตั้งขึ้นตามมติของคณะรัฐมนตรีเศรษฐกิจเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536 และประกาศของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง

เรื่อง "แนวทางการแก้ปัญหาราคายางตกต่ำ" ลงวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536 เนื่องจากในเดือนกันยายนปีเดียวกันได้เกิดราคายางตกต่ำที่สุดในรอบห้าปี โดยมีสาเหตุจากหลายประการ คือ ปริมาณการผลิตมีมากกว่าปริมาณการใช้ ระบบการค้ายางที่ผู้ขายเป็นเกษตรกรรายย่อยมีโอกาสที่จะถูกผู้ซื้อเอาเปรียบ ตลอดจนความเสียเปรียบของประเทศไทยตามข้อตกลงเรื่องยางธรรมชาติระหว่างประเทศที่กำลังรอการเจรจารอบใหม่กับประเทศผู้ใช้ยาง ตามมติและประกาศข้างต้น รัฐบาลจึงได้มอบหมายให้สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง [สกย.] ดำเนินการแก้ปัญหาในหลายวิธีด้วยกัน วิธีหนึ่ง คือ ให้จัดตั้งสหกรณ์ผู้ผลิตยาง ด้วยการจัดตั้งโรงอบและรมยางให้กับสหกรณ์ที่มีความพร้อมและเข้าตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อให้สมาชิกกลุ่มดำเนินการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งหรือยางแผ่นรมควันชั้น 1 ซึ่งในปีงบประมาณ 2537 มีเป้าหมายในการก่อสร้างโรงงาน 300 โรง และมีเป้าหมายในปีต่อไปอีก 2,000 โรง (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2539) ต่อมาได้มีมติคณะรัฐมนตรีวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2537 ให้ สกย. ดำเนินงานก่อสร้างโรงงานผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งและยางแผ่นรมควัน ในปี พ.ศ. 2538 เพิ่มอีกเพียง 400 โรง เท่านั้น โดยที่รัฐบาลให้การสนับสนุนงบลงทุนเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารโรงอบและรมยาง และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการผลิต ส่วนเกษตรกรชาวสวนยางจะต้องขอจดทะเบียนเป็นนิติบุคคลในชื่อ "สหกรณ์กองทุนสวนยาง . . . จำกัด" (กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง, 2548ข)

โครงสร้างการบริหารงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

โครงสร้างการบริหารงานและการดำเนินงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ คณะกรรมการดำเนินงาน ประธานสหกรณ์ และสมาชิก โดยแต่ละฝ่ายมีหน้าที่ดังนี้ (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2539, หน้า 18-19)

1. หน้าที่ของคณะกรรมการดำเนินงาน
   1.1 ดำเนินการเรื่องการรับสมาชิกเข้าและสมาชิกออก
   1.2 ดำเนินการเรื่องการรับเงินฝาก
   1.3 ตัดสินใจกู้ยืมเงินเพื่อใช้เป็นทุนดำเนินงานของสหกรณ์
   1.4 อนุมัติเงินกู้แก่สมาชิก

1.5 ดำเนินการฝากเงินหรือลงทุนของสหกรณ์

1.6 กำหนดระเบียบของสหกรณ์

1.7 จัดทำและเสนองบประมาณรายจ่ายประจำปีต่อที่ประชุมใหญ่

1.8 พิจารณาจัดจ้างผู้จัดการและเจ้าหน้าที่ของสหกรณ์

1.9 พิจารณารายงาน ความเห็นของผู้จัดการ ผู้ตรวจสอบกิจการ หรือสมาชิก

1.10 ควบคุมดูแลการเงิน การบัญชี และการปฏิบัติงานทั่วไปของสหกรณ์

1.11 จัดทำงบเพื่อให้ผู้ตรวจสอบบัญชีตรวจสอบ

1.12 จัดทำรายงานแสดงผลการดำเนินงานของสหกรณ์ในรอบปี เสนอที่ประชุมใหญ่

1.13 ฟ้อง ต่อสู้คดี หรือดำเนินคดีเกี่ยวกับกิจการสหกรณ์

2. หน้าที่ของประธานสหกรณ์

2.1 ศึกษาและให้ข้อเสนอแนะแก่คณะกรรมการดำเนินการ

2.2 ปฏิบัติหน้าที่ในการบริหารประจำวัน

2.3 รักษาผลประโยชน์ของสมาชิกในการดำเนินธุรกิจของสหกรณ์

2.4 ส่งเสริมให้สมาชิกใช้บริการของสหกรณ์

2.5 จัดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างสหกรณ์กับสมาชิก และบุคคลภายนอก

2.6 รายงานผลการดำเนินงานให้คณะกรรมการดำเนินการทราบ

2.7 ควบคุม ดูแลการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผู้ใต้บังคับบัญชาให้มีประสิทธิภาพ

3. หน้าที่ของสมาชิก

3.1 เข้าร่วมประชุมกลุ่มและประชุมใหญ่

3.2 พิจารณาการถือข้อบังคับของสหกรณ์

3.3 ควบคุมการจัดการของสหกรณ์

3.4 ใช้บริการของสหกรณ์ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต

3.5 เลือกตั้งคณะกรรมการดำเนินการหรือผู้ตรวจสอบกิจการ

3.6 ถือหุ้นและฝากเงินในสหกรณ์โดยสม่ำเสมอ

3.7 พิจารณาให้ความเห็นชอบนโยบายและร่วมมือปฏิบัติ

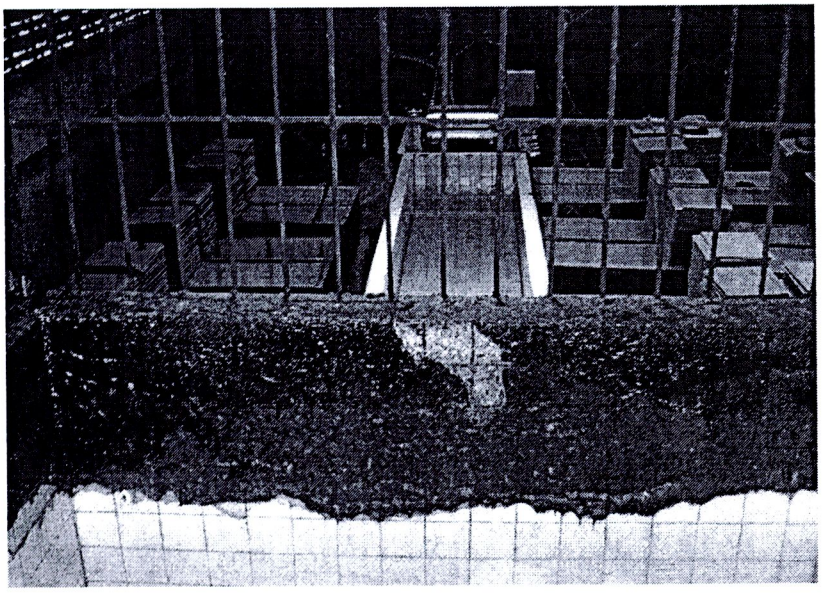
สหกรณ์กองทุนสวนยางได้ต้นแบบโครงสร้างการบริหารงานมาจากกลุ่มเกษตรกรทำสวนไม้เรียง โดยแบ่งการบริหารงานเป็นดังนี้ ส่วนแรก คณะกรรมการบริหาร มีกรรมการ 5 คน ประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ เหรัญญิก และปฏิคม ที่ได้รับการเลือกตั้งจากสมาชิก ดำรงตำแหน่งคราวละ 1 ปี มีอำนาจหน้าที่กำหนดนโยบาย ดูแลการดำเนินงาน และแต่งตั้งผู้จัดการโรงงาน นอกจากนี้ ยังมีคณะกรรมการที่ปรึกษา อีก 3 คน โดยคณะกรรมการในส่วนนี้จะไม่ได้รับค่าจ้างและผลตอบแทนอื่นใด ส่วนที่สอง ผู้จัดการโรงงาน ซึ่งได้รับการแต่งตั้งและรับนโยบายจากคณะกรรมการดำเนินงาน มีหน้าที่ควบคุมดูแลการทำงานของเจ้าหน้าที่และพนักงานในโรงงาน จัดการด้านการตลาด และการเงิน และส่วนสุดท้าย คือ สมาชิก (ประยงค์ รณรงค์, 2548)

กิจกรรมการผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

กระบวนการดำเนินการของสหกรณ์กองทุนสวนยางเริ่มจากการรับซื้อน้ำยางสด จากชาวสวนยางทั้งที่เป็นสมาชิกและไม่เป็นสมาชิก ซึ่งชาวสวนยางจะนำน้ำยางของตน ส่งยังโรงรม เจ้าหน้าที่จะดำเนินการชั่งน้ำหนักรวม จากนั้นดำเนินการวัดระดับความเข้มข้น ของน้ำยางสดหรือวัดปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยาง (Dry Rubber Content--DRC) โดยการคนน้ำยางให้ทั่วแล้วเก็บตัวอย่างน้ำยางมาจำนวน 1 กระบอกตวง นำลูกลอย ที่มีก้านเป็นมาตรวัดเป็นร้อยละใส่ลงไปในกระบอกตวง และอ่านความหนาแน่นได้จาก มาตรวัดที่ก้านลูกลอย ซึ่งโดยปกติแล้ว ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางจะขึ้นอยู่กับอายุ ต้นยาง ยางยิ่งแก่ยิ่งมีเนื้อยางมาก โดยมีเนื้อยางระหว่างร้อยละ 25-40 เมื่อวัดปริมาณ เนื้อยางแห้งในน้ำยางแล้วนำค่าที่ได้ไปคูณกับน้ำหนักน้ำยางและคิดราคาให้ตามที่ได้ ประกาศไว้ ซึ่งอิงกับราคาในตลาดกลางและตลาดท้องถิ่น จากนั้นนำน้ำยางสดเทลง ในถังรวมน้ำยางโดยผ่านการกรองแยกสิ่งสกปรกด้วยตะแกรง 2 แบบที่วางซ้อนกัน ในแนวดิ่ง โดยให้ตะแกรงแบบหยาบอยู่ข้างบน และตะแกรงแบบละเอียดอยู่ข้างล่าง

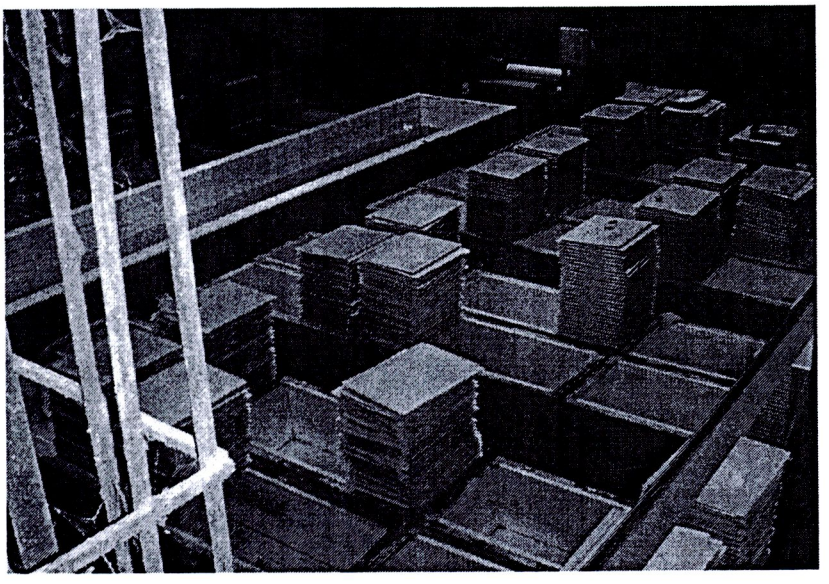
ในขณะที่เก็บรวบรวมน้ำยางในถังรวม (ดูภาพ 9 ประกอบ) นั้น จะเติมสารกันบูด สารที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ โซเดียม ซัลไฟต์ (sodium sulphite) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด ฟองอากาศอันเนื่องจากการหมักหมม เมื่อรวบรวมน้ำยางได้ตามที่ต้องการแล้ว ในขั้นตอนต่อไปนำน้ำยางใส่ในตะกง (กระบะขนาดประมาณกว้าง 1.5 ฟุต ลึก 1 ฟุต

ยาว 5 ฟุต มีร่องแบ่งสำหรับเสียบแผ่นอะลูมิเนียมกั้น แต่ละร่องห่างกัน 1.5 นิ้ว ดังแสดงในภาพ 10) ซึ่งได้ใส่น้ำไว้แล้ว 2 ส่วน เพื่อรอผสมกับน้ำยาง 3 ส่วน โดยมาตรฐานแล้วน้ำยางที่ผสมแล้วจะมีค่าความเข้มข้นของน้ำยางแห้ง (DRC) เท่ากับร้อยละ 15 จากนั้นเติมกรดฟอร์มิค (formic) (หรือน้ำยาฆ่ายาง) ลงไปในสัดส่วนที่พอเหมาะ (กรดฟอร์มิค 0.2-0.6 กรัมต่อเนื้อยางแห้ง 100 กรัม) เพื่อให้น้ำยางแข็งตัวสม่ำเสมอ การผสมน้ำยางกับน้ำจะทำให้น้ำยางเกิดการแข็งตัว ดังนั้น ในขั้นตอนนี้ต้องพยายามคนน้ำยางให้ทั่วเพื่อให้น้ำยางมีความสม่ำเสมอ ควรใช้ไม้คนที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง เจาะรูทั่วแผ่นและมีขนาดเท่ากับความกว้างของตะกง เมื่อคนน้ำยางเข้ากันแล้วจะเกิดฟองอากาศขึ้น ให้ใช้ไม้หรือแผ่นอะลูมิเนียมกวาดและตักฟองอากาศนั้นออกไป เพราะจะทำให้ผิวยางแผ่นไม่สวย จากนั้นกั้นหรือเสียบแผ่นอะลูมิเนียมลงตามร่องของตะกง ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง น้ำยางจะแข็งตัว



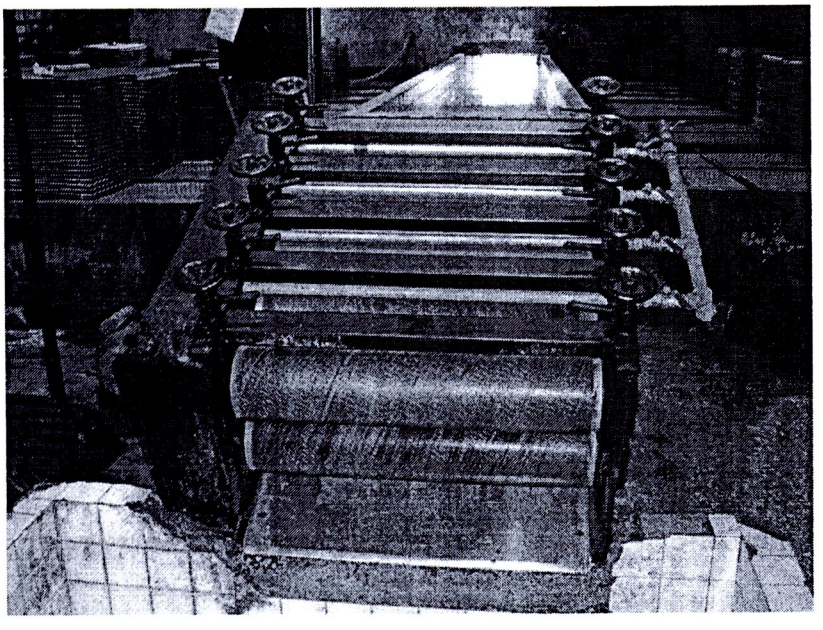
ภาพ 9 ถังรับน้ำยางและถังรวมเพื่อผสมสารเคมี

ที่มา. จากการถ่ายภาพของผู้วิจัย ณ สหกรณ์กองทุนสวนยาง



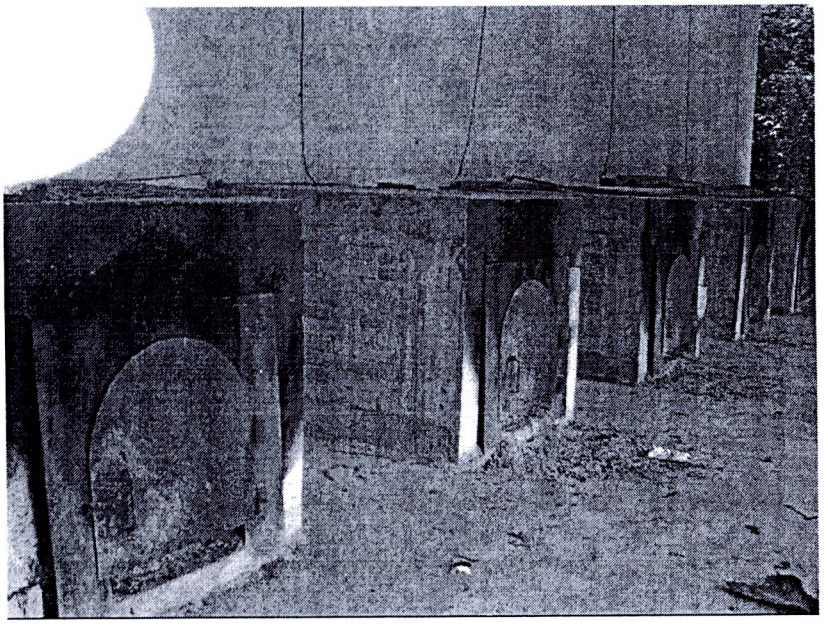
ภาพ 10 ตะกงและแผ่นเสียบ

ที่มา. จากการถ่ายภาพของผู้วิจัย ณ สหกรณ์กองทุนสวนยาง



ภาพ 11 จักรรีดเรียบและจักรรีดดอก

ที่มา. จากการถ่ายภาพของผู้วิจัย ณ สหกรณ์กองทุนสวนยาง

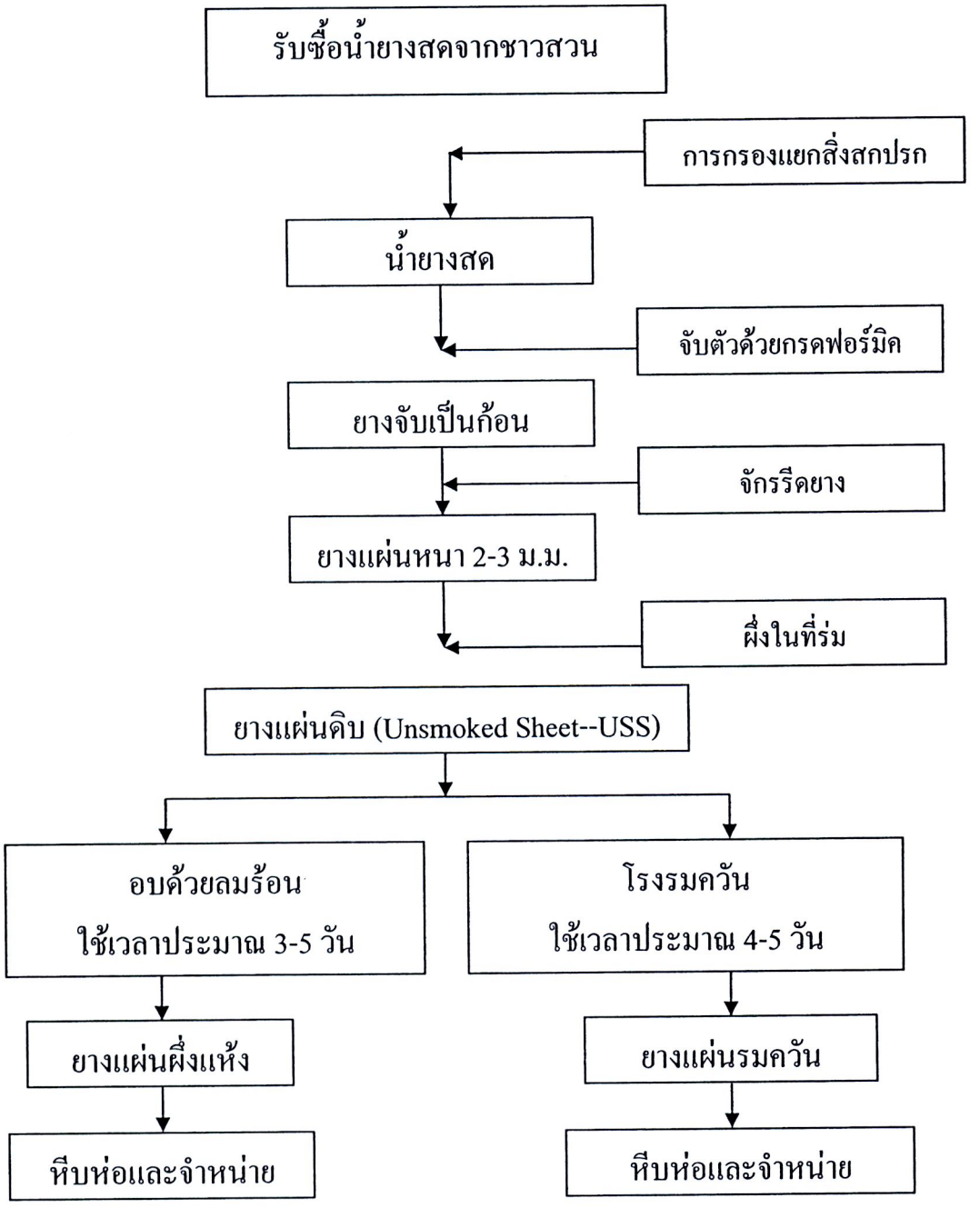


ภาพ 12 เตาเชื้อเพลิง

ที่มา. จากการถ่ายภาพของผู้วิจัย ณ สหกรณ์กองทุนสวนยาง

นำยางที่แข็งตัวพอเหมาะซึ่งจะมีลักษณะเป็นแผ่นหนาเท่ากับ 1.5 นิ้วตามขนาดของร่องตะกงมาผ่านการรีด (machinery) โดยผ่านจักรรีดเรียบและรีดดอก จากภาพ 11 เครื่องรีด 1 ชุด ประกอบด้วยลูกกลิ้งเรียบ 3 คู่ และลูกกลิ้งดอก 1 คู่ ทั้ง 4 คู่มีขนาดความยาว 18 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว อาศัยแรงฉุดขนาด 5-7 แรงม้า การรีดยางสามารถทำได้ 500-800 แผ่นต่อชั่วโมง ยางแผ่นจะผ่านลูกกลิ้งเรียบคู่แรกซึ่งมีช่องห่าง และผ่านคู่ที่สองและสามซึ่งจะแคบลงตามลำดับ จากนั้นจะผ่านจักรรีดดอก ยางที่ผ่านจักรรีดดอกแล้วจะมีความหนาเพียง 1/8 นิ้ว (หรือประมาณ 3 มิลลิเมตร) เป็นยางแผ่นที่มีร่องตามลักษณะของจักรรีดดอก โดยร่องเหล่านี้จะช่วยให้มีการระบายอากาศได้ดีขึ้น หลังรีดเสร็จแผ่นยางเปียกจะมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 25 ความชื้นส่วนนี้อาจทำให้เกิดราสนิมขึ้นได้ ดังนั้น เมื่อรีดยางแล้วให้นำยางแผ่นไปล้างทำความสะอาดและนำไปผึ่งในที่ร่มจะได้ยางแผ่นดิบ (Unsmoked Sheet--USS) หากนำไปอบลมร้อนหรือผึ่งแดด 3-5 วัน จะได้ยางแผ่นผึ่งแห้ง (Air Dried Sheets--ADS)

หากต้องการทำยางแผ่นรมควัน ควรนำแผ่นยางเปียกไปผึ่งแดดประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้สะเด็ดน้ำก่อน จากนั้นนำยางแผ่นเข้าสู่ห้องรมควัน การรมควันเป็นการป้องกันไม่ให้ยางแผ่นขึ้นรา เพราะในควันไฟมีสารกันราครีโอโซท (creosote) และแอนไทเซพทิค (antiseptic) ซึ่งสารเหล่านี้จะถูกดูดเข้าไปในยางแผ่นขณะรม นอกจากนี้ การรมยังทำให้ยางแห้งพร้อมกันและมีคุณภาพสม่ำเสมอ โดยห้องรมควันจะประกอบด้วยสองส่วน คือ ส่วนล่างเป็นที่วางเตาหรือกล่องเชื้อเพลิง (ดูภาพ 12 ประกอบ) และส่วนบนเป็นห้องสำหรับแขวนยาง พื้นของห้องรมมีรูเปิดสำหรับใส่ลวดตะแกรงที่เล็กเพื่อกรองควัน ใต้หลังคาเป็นเพดานที่มีระบบระบายอากาศที่เพียงพอ สำหรับเชื้อเพลิงที่ดีที่สุด คือ ไม้ดิบหรือไม้เปียก โดยส่วนมากจะใช้กิ่งไม้ยาง ระยะเวลาในการรมประมาณ 4-5 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส ยางที่ได้เรียกว่า ยางแผ่นรมควัน (Ribbed Smoked Sheet--RSS) แล้วจึงนำไปขายกับโรงงานหรือตลาดกลางต่อไป จากภาพ 13 แสดงถึงกรรมวิธีในการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งและยางแผ่นรมควัน



ภาพ 13 กรรมวิธีการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งและยางแผ่นรมควัน

ที่มา. จาก *ข้อมูลวิชาการยางพารา* (หน้า 106), โดย สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2547, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ต้นทุนการผลิตและผลผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

ต้นทุนในการผลิตยางแผ่นรมควันของกลุ่มเกษตรกรทำสวนไม้เรียงคำนวณต่อผลผลิตยางแผ่นรมควัน 1 กิโลกรัม ในปี พ.ศ. 2532 แบ่งเป็น เงินเดือนและค่าจ้าง 1.06 บาท ค่าเสื่อมเครื่องจักรและโรงเรือน 0.18 บาท ค่าวัสดุสิ้นเปลือง 0.49 บาท ค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำยางสด 0.11 บาท และค่าขนส่ง 0.31 บาท รวมต้นทุน 2.41 บาท ต่อกิโลกรัม (ประยงค์ รณรงค์, 2548) ในขณะที่บุญอาจ กฤษณะทรัพย์ และสมพร กฤษณะทรัพย์ (2540) สำรวจพบว่า ต้นทุนของการผลิตยางแผ่นรมควันต่อ 1 กิโลกรัม ของโรงรมในภาคตะวันออกและภาคใต้ แบ่งเป็นต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเสื่อมอาคารและเครื่องจักรประมาณ 0.30 บาท และต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า และค่าดอกเบี้ยเงินทุน ประมาณ 1.10 บาท รวมต้นทุนประมาณ 1.40 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนต้นทุนในการผลิตยางผึ่งแห้งของโรงงานของกลุ่มชาวสวนขนาด 600 ตันต่อปี คำนวณต้นทุนจากผลผลิตยางผึ่งแห้ง 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ซึ่งประกอบด้วย ค่าเสื่อมอาคารและเครื่องมืออุปกรณ์ เท่ากับ 0.94 บาท และต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย ค่าแรงงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า และดอกเบี้ย เท่ากับ 2.49 บาท รวมต้นทุน 3.43 บาท ต่อกิโลกรัม ดังข้อมูลในตาราง 11

ตาราง 11

ต้นทุนในการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งและยางแผ่นรมควัน

หน่วย : บาทต่อกิโลกรัม

ผู้วิจัย	ประเภทยาง		
	ยางแผ่นผึ่งแห้ง	ยางแผ่นรมควัน	
	บุญอาจและสมพร[2] (2540)	ประยงค์[1] (2548)	บุญอาจและสมพร[2] (2540)
ต้นทุนรวม	3.43	2.15	1.40
ต้นทุนคงที่	0.94	0.18	0.30
ค่าเสื่อมเครื่องจักรและโรงเรือน	0.94	0.18	0.30
ต้นทุนแปรผัน	2.49	1.97	1.10
เงินเดือน ค่าจ้าง และค่าแรง		1.06	
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง (น้ำและไฟฟ้า)		0.49	
ค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำยางสด		0.11	
ค่าขนส่ง		0.31	

ที่มา. จาก 1. *เกษตรอุตสาหกรรมที่ไม้เรียง อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช*, โดย ประยงค์ รณรงค์, 2548, ค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2548, จาก http://www.rakbankerd.com/01_jam/thaiinfor/country_info/?topic_id=801

2. อุตสาหกรรมการแปรรูปยางดิบของประเทศไทย (หน้า 20), โดย บุญอาจ กฤษณะทรัพย์ และสมพร กฤษณะทรัพย์, 2540, ใน *รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2540*. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง.

สรุป

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การดำเนินกิจการของสหกรณ์กองทุนสวนยางมีผลผลิตสองชนิด คือ ยางแผ่นผึ่งแห้งและยางแผ่นรมควัน ในขณะที่ต้นทุนในการผลิต ซึ่งหมายถึง ค่าใช้จ่ายในปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ในการผลิต ซึ่งแบ่งปัจจัยเป็นสองประเภท

คือ ปัจจัยคงที่ ได้แก่ โรงรม อุปกรณ์ภายในโรงรม และจักรรีด และปัจจัยแปรผัน ได้แก่ น้ำยางสด แรงงาน กรด น้ำ ไฟฟ้า และเชื้อเพลิง ผลผลิตและปัจจัยเหล่านี้โดยเฉพาะปัจจัยแปรผันเป็นตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยางในโอกาสต่อไป ส่วนปัจจัยคงที่นั้นมีความสำคัญกับการวิจัยครั้งนี้น้อยมาก เนื่องจากรัฐบาลสนับสนุนปัจจัยเหล่านี้ให้กับทุกสหกรณ์ในลักษณะเดียวกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจมีความสำคัญต่อการพัฒนาการดำเนินการของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ทั้งนี้ เพราะผลสำเร็จของสหกรณ์กองทุนสวนยางขึ้นอยู่กับผลตอบแทนที่ได้รับจากการดำเนินการ และผลตอบแทนจะดีได้ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสุดท้ายเพื่อส่งผลให้ระบบสหกรณ์หรือระบบธุรกิจชุมชนมีความเข้มแข็งยืนอยู่ได้ด้วยตัวเองตามเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน พ.ศ. 2548 (ชุมพร ลิ่มไทย, 2548, หน้า 8) การทบทวนวรรณกรรมในครั้งนี้ ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรร และเชิงเศรษฐกิจ ของกิจกรรมการผลิตสินค้าชนิดต่าง ๆ ทั้งในการผลิตในภาคการเกษตรและภาคการผลิตอื่น ทั้งหน่วยสังเกตที่เป็นบุคคลและเป็นหน่วยธุรกิจ ทั้งในและต่างประเทศ หรืออาจเป็นงานที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อผลการดำเนินงานของสหกรณ์หรือธุรกิจชุมชน

เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิด ดังนั้น จากงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน จึงพยายามแบ่งปัจจัยออกเป็นด้านต่าง ๆ เช่น เสถียร ศรีบุญเรือง (2537) ในการศึกษาเกษตรกรรายย่อยได้แบ่งปัจจัยออกเป็น 4 ด้าน คือ ปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจ (socio-economic factors) ด้านการจัดการ (management factors) ด้านพื้นที่ (spatial factors) และด้านฐานทรัพยากร (resource factors) อุมาพร เงยวิจิตร และคนอื่น ๆ (2548) ที่ศึกษาสหกรณ์การเกษตร ได้แบ่งปัจจัยออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านการเงิน ด้านความสามารถในการจัดการ ด้านความพึงพอใจของสมาชิก และด้านลักษณะคุณสมบัติเฉพาะตัวของผู้จัดการสหกรณ์การเกษตร ดวงพร อ่อนหวาน (2547) ศึกษาองค์กรธุรกิจ

ชุมชนได้แบ่งปัจจัยออกเป็นปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก และ Kalirajan (1991) ศึกษาด้านการเกษตรได้แบ่งปัจจัยเป็นปัจจัยด้านทุนมนุษย์ (human capital factors) กับปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจ (socio-economic factors) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในการศึกษานี้ ประชากรที่ศึกษามีลักษณะเป็นองค์กร ซึ่งย่อมมีปัจจัยเกี่ยวข้องมากกว่าหน่วยผลิตรายย่อย อีกทั้งเพื่อให้สามารถนำผลการวิจัยเสนอแนะได้สะดวกยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า ควรแบ่งปัจจัยออกเป็นด้านต่าง ๆ เช่นเดียวกับงานศึกษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยแบ่งปัจจัยออกเป็นปัจจัยด้านคุณลักษณะเฉพาะตัวของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง (operators' specific characteristics factors) ปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจ (socio-economic factors) ปัจจัยด้านการจัดการ (management factors) และปัจจัยอื่น โดยในแต่ละด้านมีองค์ประกอบปัจจัยย่อยดังนี้

ปัจจัยด้านคุณลักษณะเฉพาะตัวของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง

ผู้นำถือได้ว่ามีความสำคัญต่อองค์กร โดยเฉพาะในองค์กรที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก บทบาทและหน้าที่ของผู้นำยิ่งหลากหลายและครบวงจรมากขึ้น ทั้งในแง่ของการบริหารและการจัดการ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องวัสดุ อุปกรณ์ การเงิน รวมถึงการแก้ปัญหา การตัดสินใจหรือการกำหนดนโยบาย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับองค์กร โดยปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานหรือความสำเร็จของผู้นำมีหลายประการ ได้แก่ ภูมิหลัง ซึ่งได้แก่ การศึกษา ประสบการณ์ บุคลิกภาพ และทักษะเกี่ยวกับการทำงานไม่ว่าจะเป็นทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ทักษะในการสื่อสาร ทักษะในการประสานงาน (แก้วตา ผู้พัฒนพงศ์, 2547) และลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งของผู้นำที่เป็นปัจจัยสำคัญในความสำเร็จขององค์กร คือ ความสามารถในการสร้างความศรัทธาและเคารพให้เกิดขึ้นในหมู่สมาชิก สามารถโน้มน้าวจิตใจผู้อื่นได้ดี (กิ่งแก้ว อินหว่าง และวีระศักดิ์ อนันตมงคล, 2532, หน้า 66) สอดคล้องกับงานวิจัยของนาถ พันธุมนาวิน (2530) ที่พบว่า ผู้นำที่มีลักษณะมุ่งงานและมีความเชื่อในอำนาจของตนเองสูงจะทำให้กลุ่มมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานสูง นอกจากนั้น ผู้นำที่ดีต้องมีลักษณะของคนที่มีความซื่อสัตย์ มีความอดทน มีความน่าเชื่อถือ มีความใฝ่รู้ (ดวงพร อ่อนหวาน, 2547)

โดยสามารถแยกคุณลักษณะต่าง ๆ ทางสังคมของผู้นำ (ในกรณีของสหกรณ์กองทุน-สวนยาง คือ ประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง) ได้ดังนี้

ระดับการศึกษา การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ถือได้ว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญในทุกกิจการ การศึกษาหรือการฝึกอบรมถือเป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในภาพรวมของประเทศ การศึกษาส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและทำให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนย่อยระดับบุคคล การศึกษาส่งผลให้บุคคลมีรายได้เพิ่มขึ้น (ชัยวุฒิ ชัยพันธุ์, 2544, หน้า 239) โดยเฉพาะการทำกิจการในปัจจุบันจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งอาจได้รับการช่วยเหลือจากภาครัฐหรือเอกชนที่เข้ามาให้ความรู้ เทคนิค วิธีการผลิตใหม่ ๆ (ดวงพร อ่อนหวาน, 2547) ดังนั้นการศึกษาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำกิจกรรม (Kalirajan, 1991, p. 637) เช่นเดียวกับการศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการสร้างความเข้มแข็งของธุรกิจชุมชนพบว่า สหกรณ์เครดิตยูเนียนตระแสง และชมรมรักษ์ธรรมชาติที่มีการขยายตัวและการดำเนินงานที่ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งสองกลุ่มจึงเห็นว่าควรมีผู้นำที่มีการศึกษาสูงมาทำงานให้กับกลุ่ม (นันทิยา หุตานุวัตร, 2543, หน้า 388)

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของการศึกษาที่มีต่อประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรรและเชิงเศรษฐกิจพบว่า งานวิจัยส่วนมากได้ผลการศึกษาออกมาในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ ระยะเวลาในการศึกษามีอิทธิพลในทางบวกกับประสิทธิภาพการผลิตในด้านต่าง ๆ เช่น เสถียร ศรีบุญเรือง (2537) ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่กำหนดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรร และเชิงเศรษฐกิจ ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน พบว่า เกษตรกรที่มีระยะเวลาในการศึกษามากจะดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐกิจสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เยาวเรศ เชาวนพูนผล, อารี วิบูลย์พงศ์ และทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ (2548) ศึกษาเรื่อง *ประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในเขตชลประทาน จังหวัดเชียงใหม่* เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการปลูกข้าว โดยเปรียบเทียบระหว่างการปลูกข้าวหอมมะลิร่วมกับข้าวอื่น ปลูกข้าวหอมมะลิอย่างเดียว และปลูกข้าวชนิดอื่น พบว่าเกษตรกรที่มีระยะเวลาในการวิจัยมากขึ้น ทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคลดลงทั้ง 3 กรณี โดยในกรณีปลูกข้าวชนิดอื่น ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ เช่นเดียวกับงานศึกษาของ Parikh, Ali, and Shah (1995) ที่ศึกษาถึงประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจในการผลิตภาคเกษตรของประเทศปากีสถาน และ Ali, Parikh, and Shah (1994) ที่ศึกษาถึงความไม่มีประสิทธิภาพด้านกำไรในภาคเกษตรของประเทศปากีสถาน พบว่า ระยะเวลาในการศึกษาของเกษตรกรที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนงานวิจัยของคนอื่น ๆ ได้ผลการวิจัยที่ไม่แตกต่างกัน เพียงแต่เป็นความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังข้อมูลในตาราง 12 และ 13

การวิจัยนี้ใช้ปัจจัยด้านการศึกษาของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยางเป็นตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ ระยะเวลาทั้งหมดของการศึกษาในระบบของประธานสหกรณ์กองทุน-สวนยาง เริ่มนับตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีหน่วยวัดเป็นปี

อายุ อายุของผู้ผลิตเป็นค่าที่สื่อถึงภาวะต่าง ๆ ของผู้ผลิตทั้งในด้านการตัดสินใจด้านบารมีของผู้นำหรือผู้ผลิตหรือเกษตรกร จากการศึกษาของเยาวเรศ เชาวพูนผล และคนอื่น ๆ (2548) พบว่า ในการผลิตข้าวหอมมะลิเพียงอย่างเดียวของเกษตรกรในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น อายุของเกษตรกรยิ่งมากขึ้นมีผลทำให้ความไม่มี-ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการผลิตในลักษณะอื่นและงานวิจัยของคนอื่น เช่น เสถียร ศรีบุญเรือง (2537) ที่ศึกษาเกี่ยวกับเกษตรกรในภาคเหนือของประเทศไทย Kalirajan (1991) ที่ศึกษาถึงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรที่ปลูกข้าวของประเทศฟิลิปปินส์ ได้ผลการศึกษาในลักษณะเดียวกัน เพียงแต่เป็นความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม Thamrong Mekhora, Phantipa Puangsumalee, and Fliming (2003) ที่ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจในการปลูกข้าวของเกษตรกรรายย่อยในประเทศไทย และ Ali et al. (1994) ที่ศึกษาถึงประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรในประเทศปากีสถาน กลับได้ผลการวิจัยที่แตกต่างออกไป กล่าวคือ เกษตรกรที่มีอายุมากกลับมีประสิทธิภาพในการผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 12 และ 13 สรุปได้ว่า งานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของอายุของผู้นำที่มีต่อประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรร และเชิงเศรษฐกิจ โดยส่วนมากได้ผลการวิจัยออกมาในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ อายุของผู้นำหรือผู้ผลิตหรือเกษตรกรมีผลในทางบวกกับประสิทธิภาพการผลิต

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ปัจจัยด้านอายุของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยางเป็นตัวแปรอิสระตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ อายุปัจจุบันของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง มีหน่วยวัดเป็นปี

ประสบการณ์ ธุรกิจขนาดย่อมหลายแห่งประสบความล้มเหลว เพราะผู้บริหารไม่มีความรู้ ประสบการณ์ หรือความชำนาญเพียงพอ (สงวน ช้างฉัตร, 2542, หน้า 2) ผู้บริหารที่มีประสบการณ์หรือมีความชำนาญจะทำให้องค์กรประหยัดทั้งเงินและเวลา อีกทั้งผลงานที่ได้รับจะมีประสิทธิภาพสูง (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2539, หน้า 14) ผู้บริหารที่มีประสบการณ์สามารถสร้างความมั่นใจและเป็นหลักประกันเบื้องต้นให้กับสมาชิกได้

งานวิจัยในกรณีประสบการณ์ของผู้ผลิตที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการผลิตมีของหลายท่านด้วยกัน เช่น ผลการวิจัยของเสถียร ศรีบุญเรือง (2537) พบว่า ผู้ผลิตในภาคเหนือของประเทศไทยที่มีประสบการณ์ส่งผลให้ดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเชิงจัดสรรและเชิงเศรษฐกิจมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ เยาวเรศ เชาวพูนผล และคนอื่น ๆ (2548) ในกรณีปลูกข้าวหอมมะลิร่วมกับข้าวอื่นในภาคเหนือของประเทศไทย และ Thamrong Mekhora et al. (2003) ในกรณีผลิตข้าวของประเทศไทย พบว่า ประสบการณ์ของผู้ผลิตทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม Sharma and Leung (2000) ที่ศึกษาการเลี้ยงปลาทั้งระบบปิดและระบบเปิดในประเทศแถบเอเชียใต้พบว่า ในกรณีการเลี้ยงปลาในระบบปิดยิ่งเกษตรกรมีประสบการณ์สูงขึ้นยิ่งทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 12 และ 13

ตาราง 12

งานวิจัยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการผลิตชนิดต่าง ๆ

ชื่อผู้วิจัย	จันทนา วงษ์แก้ว, อารี วิบูลย์พงศ์, ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และ Huang (2548)		เสถียร ศรีบุญเรือง (2537)			Wang, Tseng, and Weng (2003)		
ประเภทประสิทธิภาพ	TE		TE	AE	EE	TE	CE	AE
รายละเอียดอื่น ๆ	โรงสีข้าวในประเทศไทย	โรงสีข้าวในไต้หวัน	เกษตรกรใน จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน			ธุรกิจรักษาความปลอดภัยในไต้หวัน		
ปัจจัย	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าคงที่	.8370*	.9393*	43.8420*	21.4795*	11.3629*	-	-	-
การศึกษา	-.0009	8.20E-05	.4321*	.5372	.5744*	-	-	-
อายุ	-	-	.0217	.4486	.0995	-	-	-
ประสบการณ์	.0064	-.0184	.0011	.0875*	.0651*	-	-	-
อายุกิจการหรือเวลา	-3.60E-05	.0013	-	-	-	.2827*	.3115*	.0618
จำนวนสมาชิกหรือสาขา	-	-	-.2176	2.6900*	1.3050	-.5547*	-.3257*	-.0120
การเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่	-	-	-	-	-	-	-	-
การเข้าถึงแหล่งเงินทุน	-	-	4.7164*	9.3473*	7.6731*	-	-	-

ตาราง 12 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	จันทนา วงษ์แก้ว, อารี วิบูลย์พงศ์, ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และ Huang (2548)		เสถียร ศรีบุญเรือง (2537)			Wang, Tseng, and Weng (2003)		
ประเภทประสิทธิภาพ	TE		TE	AE	EE	TE	CE	AE
รายละเอียดอื่น ๆ	โรงสีข้าวในประเทศไทย	โรงสีข้าวในไต้หวัน	เกษตรกรใน จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน			ธุรกิจรักษาความปลอดภัยในไต้หวัน		
ขนาดกิจการหรือกำลังการผลิตหรือพื้นที่	-.0021	-.0006	.3433*	.0659*	.4681*	-.7372*	-.8503*	1.0240
ความเป็นเจ้าของกิจการ	-	-	-1.5127	-1.3920	-1.0778*	-	-	-
ความเป็นเจ้าของเครื่องจักร	-	-	2.6430*	4.6718*	3.8700*	-	-	-
รายได้	-	-	-	-	-	-	-	-
การบริหารความเสี่ยง	-	-	-	-	-	-.3679	-3.4291*	-3.2277*
แหล่งพลังงาน	.0342	-.0156	1.1493*	1.9251*	1.8308*	-	-	-
ช่วงเวลาในการปลูก	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 12 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	Kalirajan (1991)		Kalirajan (1993)	Kalirajan and Shand (1989)
ประเภทประสิทธิภาพ	Prod E		TE	TE
รายละเอียดอื่น ๆ	ชาวนาในเขตขาดแคลนน้ำในประเทศฟิลิปปินส์	ชาวนาในเขตน้ำสมบูรณ์ในประเทศฟิลิปปินส์	ชาวนาในประเทศฟิลิปปินส์	ชาวนาในประเทศอินเดีย
ปัจจัย	-	-	-	-
ค่าคงที่	.2098	.2213	.3472	.2081
การศึกษา	.0614	.0439	.0062	.0088
อายุ	-	-	.0120	-
ประสบการณ์	.1135	.1085	.0188	.0312
อายุกิจการหรือเวลา	-	-	-	-
จำนวนสมาชิกหรือสาขา	-	-	-	-
การเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่	-	-	.1672	.0169
การเข้าถึงแหล่งเงินทุน	.1006	.1023	-	.0063
ขนาดกิจการหรือกำลังการผลิตหรือพื้นที่	-	-	-	-
ความเป็นเจ้าของกิจการ	-.1028	.1164	.1123	-

ตาราง 12 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	Kalirajan (1991)		Kalirajan (1993)	Kalirajan and Shand (1989)
ประเภทประสิทธิภาพ	Prod E		TE	TE
รายละเอียดอื่น ๆ	ชาวนาในเขตขาดแคลนน้ำในประเทศฟิลิปปินส์	ชาวนาในเขตน้ำสมบูรณ์ในประเทศฟิลิปปินส์	ชาวนาในประเทศฟิลิปปินส์	ชาวนาในประเทศอินเดีย
ความเป็นเจ้าของเครื่องจักร	-	-	-	-
รายได้	.1435	.1532	-	-
การบริหารความเสี่ยง	-	-	-	-
แหล่งพลังงาน	-	-	-	-
ช่วงเวลาในการปลูก	.0985	.0816	-	-

หมายเหตุ: *มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .10, TE: Technical Efficiency ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค,

AE: Allocative Efficiency ประสิทธิภาพเชิงจัดสรร, EE: Economic Efficiency ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ,

CE: Cost Efficiency ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนหรือประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ, Prod E: Production Efficiency ประสิทธิภาพการผลิต

ตาราง 13

งานวิจัยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตชนิดต่าง ๆ

ชื่อผู้วิจัย	เยาวเรศ เชาวนพูลผล , อารี วิบูลพงศ์ และทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ (2548)			Thamrong Mekhora, Phantipa Puangsumalee and Euan Fliming (2003)	
ประเภทประสิทธิภาพ	TI			TI	
รายละเอียดอื่น ๆ	ชาวนาที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ร่วมกับข้าวพันธุ์อื่น ในประเทศไทย	ชาวนาที่ปลูกข้าวขาว-ดอกมะลิ 105 อย่างเดียว ในประเทศไทย	ชาวนาที่ปลูกข้าวพันธุ์อื่น ในประเทศไทย	เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในประเทศไทย	ชาวนาในประเทศไทย
ปัจจัย	-	-	-	-	-
ค่าคงที่	.2800	.7060*	.5383*	-.0606	.1710*
การศึกษา	-.0080	-.0161	-.0215*	-.1843	-.0053
อายุ	-.0020	-.0063*	-.0021	-.0002	.0063*
ประสบการณ์	-.0040*	.0008	.0009	.0043	-.0044*
อายุกิจการหรือเวลา	-	-	-	-	-
จำนวนสมาชิกหรือสาขา	-	-	-	-	-
การเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่	-	-	-	.1465	-.0982
จำนวนตัวแทน	-	-	-	-	-

ตาราง 13 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	เยาวเรศ เชาวนพูลผล , อารี วิบูลพงศ์ และทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ (2548)			Thamrong Mekhora, Phantipa Puangsumalee and Euan Fliming (2003)	
ประเภทประสิทธิภาพ	TI			TI	
รายละเอียดอื่น ๆ	ชาวนาที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ร่วมกับข้าวพันธุ์อื่น ในประเทศไทย	ชาวนาที่ปลูกข้าวขาว-ดอกมะลิ 105 อย่างเดียว ในประเทศไทย	ชาวนาที่ปลูกข้าวพันธุ์อื่น ในประเทศไทย	เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ในประเทศไทย	ชาวนา ในประเทศไทย
เงินทุน	-	-	-	-	-
สินทรัพย์	-	-	-	-	-
การเข้าถึงแหล่งเงินทุน	.1700*	.0301	.0244	-	-
ขนาดกิจการหรือกำลังการผลิตหรือพื้นที่	.0050	.0434	.0522	-	-
ความเป็นเจ้าของกิจการ	-	-	-	.1694*	.0611*
รายได้	-	-	-	-	-
มีปัญหาการผลิต	.0660	.0385	.0933*	-	-
ชั่วโมงทำงาน	-	-	-	-	-
แรงงานสัตว์	-	-	-	-	-

ตาราง 13 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	Sharma and Leung (2000)		Worthington (1998a)	Worthington (1998b)	Parikh, Ali, and Shah (1995)
ประเภทประสิทธิภาพ	TI		CI	CI	CI
รายละเอียดอื่น ๆ	การเลี้ยงปลาในระบบปิดของประเทศในแถบเอเชียใต้	การเลี้ยงปลาในระบบเปิดของประเทศในแถบเอเชียใต้	สถาบันการเงินที่ไม่ใช่ธนาคารของประเทศออสเตรเลีย	อาคารสงเคราะห์ของประเทศออสเตรเลีย	เกษตรกรในประเทศปากีสถาน
ปัจจัย	-	-	-	-	-
ค่าคงที่	.1891	1.271*	-	-	.1260*
การศึกษา	-	-	-	-	-.0030*
อายุ	-	-	-	-	.0003
ประสบการณ์	.0291*	-.0142	-	-	-
อายุกิจการหรือเวลา	.1896	-.2808*	-	-.1001*	-
จำนวนสมาชิกหรือสาขา	-	-	.0183*	.0178*	-.0011
การเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่	-	-	-	-	-.0063*
จำนวนตัวแทน	-	-	.0022*	.0015*	-
เงินทุน	-	-	-1.1939*	-1.4103	-.16E-5*

ตาราง 13 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	Sharma and Leung (2000)		Worthington (1998a)	Worthington (1998b)	Parikh, Ali, and Shah (1995)
ประเภทประสิทธิภาพ	TI		CI	CI	CI
รายละเอียดอื่น ๆ	การเลี้ยงปลาในระบบปิดของประเทศในแถบเอเชียใต้	การเลี้ยงปลาในระบบเปิดของประเทศในแถบเอเชียใต้	สถาบันการเงินที่ไม่ใช่ธนาคารของประเทศออสเตรเลีย	อาคารสงเคราะห์ของประเทศออสเตรเลีย	เกษตรกรในประเทศปากีสถาน
สินทรัพย์	-	-	-.22E-5*	-2.00E-09	-2.00E-07
การเข้าถึงแหล่งเงินทุน	-	-	.6498	4.7616*	-
ขนาดกิจการหรือกำลังการผลิตหรือพื้นที่	-.1075*	.0243	-	-	.0015*
ความเป็นเจ้าของกิจการ	-	-	-	-	-
รายได้	-	-	4.4509*	-	-
มีปัญหาการผลิต	-	-	-	-	-
ชั่วโมงทำงาน	-	-	-	-	7.80E-05
แรงงานสัตว์	-	-	-	-	-.0153*

ตาราง 13 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	Ali, Parikh, and Shah (1994)	Kalirajan and Huang (1996)		
ประเภทประสิทธิภาพ	Prf Ineff	EI		
รายละเอียดอื่น ๆ	เกษตรกรในประเทศปากีสถาน	เกษตรกรผู้ปลูกข้าวในประเทศจีน	เกษตรกรผู้ปลูกข้าวสาลีในประเทศจีน	เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในประเทศจีน
ปัจจัย	-	-	-	-
ค่าคงที่	.1793*	-.3416	-.7982	-.0987
การศึกษา	-.0033*	.0714	.1076	-.0206
อายุ	.0010*	-	-	-
ประสบการณ์	-	.1627	-.0312	-.0486
อายุกิจการหรือเวลา	-	-	-	-
จำนวนสมาชิกหรือสาขา	-.0050*	-.0884	-.0893	-.0532
การเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่	-.0059*	-	-	-
จำนวนตัวแทน	-	-	-	-
เงินทุน	-	-	-	-
สินทรัพย์	-8.40E-07	-	-	-
การเข้าถึงแหล่งเงินทุน	-2.10E-06	-	-	-

ตาราง 13 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	Ali, Parikh, and Shah (1994)	Kalirajan and Huang (1996)		
ประเภทประสิทธิภาพ	Prf Ineff	EI		
รายละเอียดอื่น ๆ	เกษตรกรในประเทศปากีสถาน	เกษตรกรผู้ปลูกข้าวในประเทศจีน	เกษตรกรผู้ปลูกข้าวสาลีในประเทศจีน	เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในประเทศจีน
ขนาดกิจการหรือกำลังการผลิตหรือพื้นที่	.0015*	.1819	.2713	.1103
ความเป็นเจ้าของกิจการ	-	-	-	-
รายได้	-	.2287	.8602	.9892
มีปัญหาการผลิต	.0134	-	-	-
ชั่วโมงทำงาน	.0003*	-	-	-
แรงงานสัตว์	-5.70E-07	-	-	-

หมายเหตุ: *มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .10, TI: Technical Inefficiency ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค

CI: Cost Inefficiency ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงต้นทุน, PfI: Profit Inefficiency ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงกำไร

EI: Economic Inefficiency ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ

นอกจากนี้ อายุหรือระยะเวลาในการดำเนินการของกิจการยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกันกับปัจจัยประสบการณ์ของผู้ประกอบการ กล่าวคือ อายุหรือระยะเวลาในการดำเนินการมีผลในทางบวกกับประสิทธิภาพการผลิต เช่น Wang, Tseng, and Weng (2003) ศึกษาถึงประสิทธิภาพการผลิตของธุรกิจรักษาความปลอดภัยของไต้หวันพบว่า กิจการที่มีอายุกิจการมากจะมีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจสูงขึ้น หรือการศึกษาของ Sharma and Leung (2000) ในกรณีการเลี้ยงปลาในระบบเปิดของประเทศในแถบเอเชียใต้ และ Worthington (1998b) ที่ศึกษาธุรกิจอาคารสงเคราะห์ในประเทศออสเตรเลียพบว่า กิจการที่มีระยะเวลาดำเนินการมากมีผลทำให้ความ-ไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 12 และ 13

จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของประสบการณ์ของผู้นำที่มีต่อประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรร และเชิงเศรษฐกิจ สรุปได้ว่า ผลการวิจัยส่วนใหญ่ออกมาในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ ประสบการณ์ของผู้นำ หรือผู้ผลิต หรือเกษตรกร มีผลในทางบวกกับประสิทธิภาพการผลิต

การวิจัยครั้งนี้ใช้ปัจจัยด้านประสบการณ์ของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง เป็นตัวแปรอิสระตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุน-สวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ ระยะเวลาที่ประธานสหกรณ์กองทุนสวนยางเคยดำรงตำแหน่งในระดับบริหารมาก่อนไม่ว่าจากหน่วยงานใดก็ตาม มีหน่วยวัดเป็นปี

ปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจ

จำนวนสมาชิก สัญญาณบ่งบอกถึงความสำเร็จประการหนึ่งขององค์กรชุมชน คือ มีความเจริญเติบโตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยในเชิงปริมาณนั้นองค์กรจะเข้มแข็งขึ้นหากมีสมาชิกเพิ่มมากขึ้นทั้งในปัจจุบันและมีการสืบทอดสมาชิกในอนาคต (กาญจนา แก้วเทพ, 2540, หน้า 55) ส่วนในเชิงคุณภาพ สมาชิกต้องมีความสามัคคี มีระเบียบวินัย ยอมรับและปฏิบัติตามระเบียบที่ร่วมกันกำหนดขึ้น (ดวงพร อ่อนหวาน, 2547) หากต้องการให้การดำเนินงานของสหกรณ์ประสบความสำเร็จได้นั้น ผู้บริหารสหกรณ์ควรเน้นสร้างความพึงพอใจให้กับสมาชิกเป็นอันดับแรก (อุมาพร เงยวิจิตร และคนอื่น ๆ, 2548)

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของจำนวนสมาชิกต่อประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรร และเชิงเศรษฐกิจ พบว่า ได้ผลการศึกษาที่ค่อนข้างแตกต่างกันออกไป ดังนี้ เสถียร ศรีบุญเรือง (2537) ศึกษาการผลิตของเกษตรกรในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า ยิ่งครัวเรือนมีจำนวนสมาชิกมากขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงจัดสรรสูงขึ้น เช่นเดียวกับ Ali et al. (1994) ศึกษาเกษตรกรในประเทศปากีสถานพบว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนสมาชิกในครัวเรือนทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงกำไรลดลง ในขณะที่ Wang et al. (2003) ศึกษาธุรกิจรักษาความปลอดภัยในไต้หวัน และ Worthington (1998a, 1998b) ศึกษาธุรกิจที่ไม่ใช่ธนาคารและอาคารสงเคราะห์ในประเทศออสเตรเลีย กลับได้ผลการศึกษาที่ตรงกันข้าม ดังแสดงในตาราง 12 และ 13

การวิจัยครั้งนี้ใช้ปัจจัยจำนวนสมาชิกของสหกรณ์กองทุนสวนยางเป็นตัวแปรอิสระตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ จำนวนสมาชิกของสหกรณ์กองทุนสวนยาง มีหน่วยวัดเป็นจำนวนคน

จำนวนครั้งที่นักวิชาการหรือนักส่งเสริมมาเยี่ยมหน่วยผลิต นักวิชาการหรือนักส่งเสริม คือ เจ้าหน้าที่ของรัฐบาลที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือกับกลุ่ม การทำงานเป็นกลุ่มเป็นเรื่องที่ค่อนข้างซับซ้อนซึ่งในบางครั้งผู้บริหารเองจำเป็นต้องเรียนรู้รูปแบบวิธีการแก้ปัญหาจากผู้รู้ การได้รับการสนับสนุนจากองค์กรภายนอกถือเป็นปัจจัยสำคัญในความสำเร็จของการดำเนินงานในขบวนการกลุ่ม (ดวงพร อ่อนหวาน, 2547, หน้า 7) อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดการพึ่งพาตนเองในระดับชุมชนท้องถิ่นภาครัฐควรลดบทบาทของตนเองลงจากการเป็นผู้กำหนดมาเป็นผู้สนับสนุนให้เกิดความริเริ่มโดยให้ชุมชนเป็นผู้นำ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2542, หน้า 97) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรังสรรค์ ปิติปัญญา และคนอื่น ๆ (2542, หน้า 366) ที่ได้เสนอแนะไว้ว่าทุกฝ่ายโดยเฉพาะหน่วยงานรัฐบาลควรปรับกระบวนทัศน์ในการทำงานใหม่ จากการเป็นผู้สั่งการหรือปฏิบัติงานเองโดยยึดเป้าหมายของหน่วยงานตนเองเป็นหลัก ไปเป็นการยึดเอาประชาชนและชุมชนเป็นหลักแทน

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของการเยี่ยมของนักวิชาการหรือนักส่งเสริมที่มีต่อประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรร และเชิงเศรษฐกิจพบว่า งานวิจัยส่วนมากได้ผลการวิจัยออกมาในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ จำนวนครั้งในการเยี่ยมของนักวิชาการ

หรือนักส่งเสริมมีผลในทางบวกกับประสิทธิภาพการผลิต หรือมีผลในทางลบกับความไม่มีประสิทธิภาพการผลิต เช่น Parikh et al. (1995) และ Ali et al. (1994) ศึกษาการผลิตของเกษตรกรในประเทศปากีสถานพบว่า การเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่ทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นต้น ดังข้อมูลในตาราง 13

การวิจัยครั้งนี้ใช้ปัจจัยด้านการเยี่ยมเยียนของนักวิชาการหรือนักส่งเสริมที่มาเยี่ยมสหกรณ์กองทุนสวนยางเป็นตัวแปรอิสระตัวหนึ่ง ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ จำนวนครั้งในการเยี่ยมเยียนของนักวิชาการหรือนักส่งเสริมทุกหน่วยงานหรือองค์กร ไม่ว่าจะเป็นของรัฐหรือเอกชน มีหน่วยวัดเป็นครั้งต่อปี

ปัจจัยการจัดการ

สัดส่วนเงินทุน การเข้าถึงสินเชื่อ หมายถึง ความสะดวกในการกู้เงินมาใช้ในการดำเนินการ ซึ่งเงินกู้ หมายถึง เงินที่กลุ่มได้กู้จากทั้งภายในกลุ่มและภายนอกกลุ่ม การเข้าถึงสินเชื่อได้อย่างสะดวกจะทำให้การดำเนินงานมีความคล่องตัวมากขึ้น และหากสามารถเลือกแหล่งเงินทุนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้วทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้ แหล่งที่มาของเงินทุนสำหรับการทำธุรกิจของสหกรณ์-กองทุนสวนยางแบ่งเป็นสองแหล่ง คือ แหล่งเงินทุนภายใน ซึ่งหมายถึง เงินค่าหุ้นของสมาชิกและกำไรจากผลประกอบการ และแหล่งเงินทุนภายนอก ซึ่งหมายถึง เงินที่สหกรณ์กู้หรือได้รับการสนับสนุนจากองค์กรอื่น การที่หน่วยธุรกิจมีเงินทุนในระดับที่เหมาะสมจะทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การที่สหกรณ์-กองทุนสวนยางสามารถเข้าถึงแหล่งเงินทุนภายนอกได้ดีน่าจะส่งผลให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อศึกษาการเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่เหมาะสมกับขนาดของธุรกิจของสหกรณ์ การวัดการเข้าถึงแหล่งเงินทุนในการวิจัยนี้ใช้สัดส่วนของจำนวนเงินทุนจากภายนอกเทียบกับเงินทุนภายในสหกรณ์

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของการเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่มีต่อประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงจัดสรร และเชิงเศรษฐกิจ พบว่า งานวิจัยส่วนมากได้ผลการวิจัยออกมา

ในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ การมีสินเชื่อทางการเกษตรอย่างเพียงพอจะทำให้ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ประสิทธิภาพเชิงจัดสรร และประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ Kalirajan (1991) พบว่า การเข้าถึงสินเชื่อได้ง่ายจะยิ่งทำให้ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเพิ่มขึ้น ซึ่งต่างจากงานศึกษาก่อนหน้านั้นของ Kalirajan and Shand (1989) ที่พบว่า การเข้าถึงแหล่งเงินทุนยากกลับยิ่งทำให้ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเพิ่มขึ้น

การวิจัยครั้งนี้ใช้ปัจจัยสัดส่วนเงินทุนเป็นตัวแปรอิสระตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนเงินกู้จากแหล่งทุนภายนอกกับเงินทุนของสหกรณ์กองทุนสวนยางเอง หากมีค่ามาก แสดงว่า สามารถเข้าถึงสินเชื่อได้ดี ในทางตรงกันข้าม หากมีค่าน้อย แสดงว่า มีความสามารถในการเข้าถึงสินเชื่อได้ไม่ดี และหากมีค่าเท่ากับศูนย์ แสดงว่าไม่มีหรือไม่ประสงค์จะใช้เงินทุนจากแหล่งทุนภายนอก

จำนวนแหล่งเงินทุน ปัญหาสำคัญในการทำธุรกิจ คือ การระดมเงินทุน ธุรกิจชุมชนเกือบทุกประเภทมีการพึ่งพาเงินทุนจากภายนอกซึ่งส่งผลให้ธุรกิจขาดความมั่นคงทางด้านการเงินเพื่อแก้ไขปัญหานี้ชุมชนเองควรนำระบบการสร้างทุนหรือสะสมทุนขึ้นมาเองก่อน หรืออาจร่วมมือในลักษณะกัลยาณมิตรกับองค์กรภายนอกอื่น เพื่อพัฒนาให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ในอนาคต (รังสรรค์ ปิติปัญญา และคนอื่น ๆ, 2542, หน้า 366; นันทิยา หุตานุวัตร, 2543, หน้า 388) กลุ่มกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้เงินทุนของตนเองไม่ต้องกู้เงิน ไม่ต้องจ่ายดอกเบี้ย มีโอกาสที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานมากกว่ากลุ่มที่ต้องอาศัยแหล่งเงินทุนจากภายนอก (ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ, 2542, หน้า 125) ในขณะที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งเงินทุนกับประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ของการผลิตภาคเกษตรของเสถียร ศรีบุญเรือง (2536) พบว่า เกษตรกรที่ได้รับสินเชื่อจากแหล่งที่เป็นสถาบันการเงิน ซึ่งได้แก่ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ธนาคารพาณิชย์อื่น ๆ และสหกรณ์การเกษตร มีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจในการทำฟาร์มสูงกว่าเกษตรกรกลุ่มที่ไม่ได้รับสินเชื่อ ซึ่งสอดคล้องกับงานของกฤษฎา แก่นมณี, ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และอารี วิบูลย์พงศ์ (2548) ที่พบว่า สินเชื่อเพื่อการเกษตรมีผลทำให้การผลิตในภาคเกษตรมีประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการวิจัยของเยาวเรศ

เชาวนพูนผล และคนอื่น ๆ (2548) ที่พบว่า หากเกษตรกรกู้เงินจากธนาคารเพื่อการเกษตร-และสหกรณ์การเกษตรมากขึ้น มีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคลดลง

การวิจัยครั้งนี้ใช้ปัจจัยจำนวนแหล่งเงินทุนเป็นตัวแปรอิสระตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ จำนวนแหล่งเงินทุนภายนอกที่สหกรณ์กองทุนสวนยางไปกู้ยืมมา หากมีค่ามาก แสดงว่า สามารถเข้าถึงสินเชื่อได้ดีส่งผลในเชิงบวกกับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ในทางตรงกันข้าม หากมีค่าน้อย แสดงว่า มีความสามารถในการเข้าถึงสินเชื่อได้ไม่ดี ส่งผลเชิงลบต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ และหากมีค่าเท่ากับศูนย์ แสดงว่า ไม่มีการใช้หรือไม่ประสงค์จะใช้เงินทุนจากแหล่งทุนภายนอก

ปริมาณธุรกิจ เป็นค่าที่สื่อถึงขนาดของธุรกิจ ในทางเศรษฐศาสตร์และทางธุรกิจขนาดของธุรกิจมีผลต่อทั้งการดำเนินงานของธุรกิจและผลประกอบการของธุรกิจ เพราะในบางระยะการผลิตผู้ผลิตอาจเกิดการประหยัดต่อขนาดจากการขยายการผลิต แต่ในบางระยะการผลิตการขยายการผลิตอาจทำให้เกิดการไม่ประหยัดต่อขนาดก็ได้ นอกจากนี้ขนาดของธุรกิจยังมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการผลิตอีกด้วย เช่น เสถียร ศรีบุญเรือง (2537) ศึกษาการผลิตของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน Wang et al. (2003) ศึกษาถึงประสิทธิภาพการผลิตของธุรกิจรักษาความปลอดภัยของไต้หวัน Sharma and Leung (2000) ในกรณีการเลี้ยงปลาในระบบปิดของประเทศในแถบเอเชียใต้ Parikh et al. (1995) และ Ali et al. (1994) ศึกษาการผลิตของเกษตรกรในประเทศปากีสถาน ทุกการศึกษาที่กล่าวมาพบว่า ขนาดของธุรกิจมีอิทธิพลเชิงบวกกับประสิทธิภาพเชิงเทคนิค และประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิจัยครั้งนี้ใช้ปัจจัยปริมาณธุรกิจเป็นตัวแปรอิสระตัวหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยข้อมูลที่ใช้ คือ ปริมาณธุรกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยางโดยรวมทั้งปี หากมีค่ามาก แสดงว่า สหกรณ์มีธุรกิจขนาดใหญ่ซึ่งจะส่งผลในเชิงบวกกับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ในทางตรงกันข้าม หากมีค่าน้อย แสดงว่า สหกรณ์มีธุรกิจขนาดเล็กซึ่งผลในเชิงลบต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ

ปัจจัยอื่น

หน่วยการวิจัยครั้งนี้ คือ สหกรณ์กองทุนสวนยาง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่อาจมีลักษณะที่มาและการดำเนินการกิจการแตกต่างจากธุรกิจอื่น หรือแตกต่างจากการดำเนินงานกิจการของบุคคลเพียงคนเดียว ดังนั้น ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจจึงอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่นนอกเหนือจากที่ได้ทบทวนงานวิจัยมาแล้วข้างต้น เพื่อให้การศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยางครอบคลุมยิ่งขึ้น ในการวิจัยนี้จึงเพิ่มปัจจัยที่อาจมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ดังนี้

เขตพื้นที่ แม้สหกรณ์กองทุนสวนยางจะเป็นองค์กรที่เกิดขึ้นจากนโยบายของรัฐเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยางเหมือนกัน ได้รับการสนับสนุนและพัฒนาจากนโยบายเดียวกัน แต่การดำเนินการของเจ้าหน้าที่ในแต่ละจังหวัดอาจแตกต่างกัน อีกทั้งพฤติกรรมทั้งทางด้านสังคมและการผลิตของสหกรณ์ในแต่ละเขตพื้นที่ก็อาจแตกต่างกันไป ดังนั้น เขตพื้นที่จึงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลทำให้สหกรณ์มีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจที่แตกต่างกัน

การวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งสหกรณ์ออกเป็นเขตพื้นที่ 4 เขต ตามเขตจังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา จังหวัดสตูล จังหวัดตรัง และจังหวัดพัทลุง โดยสหกรณ์กองทุนสวนยางแต่ละจังหวัดน่าจะมีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจแตกต่างกัน

ผลการประกอบการ

การดำเนินงานของสหกรณ์กองทุนสวนยางอยู่ในรูปแบบของคณะกรรมการและตรวจสอบดูแลโดยหน่วยงานของรัฐ ไม่ว่าจะเป็นกรมตรวจบัญชีสหกรณ์ กรมส่งเสริมสหกรณ์ สำนักงานสงเคราะห์การทำสวนยาง เป็นต้น คณะกรรมการต้องรายงานผลการประกอบการให้กับหน่วยงานของรัฐทราบทุกปี โดยหน่วยงานของรัฐได้พิจารณาจากผลการประกอบการของสหกรณ์เพื่อนำไปเป็นเครื่องชี้วัดในการเข้าไปช่วยเหลือดูแล หรือคอยควบคุมการดำเนินของสหกรณ์ในโอกาสต่อไป ดังนั้น ผลประกอบการของสหกรณ์จึงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์มีความแตกต่างกัน

การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งผลประกอบการของสหกรณ์กองทุนสวนยางเป็น 2 กลุ่ม คือ สหกรณ์ที่มีผลประกอบการได้กำไร กับสหกรณ์ที่มีผลประกอบการขาดทุน โดยสหกรณ์-กองทุนสวนยางแต่ละกลุ่มน่าจะมีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจแตกต่างกัน

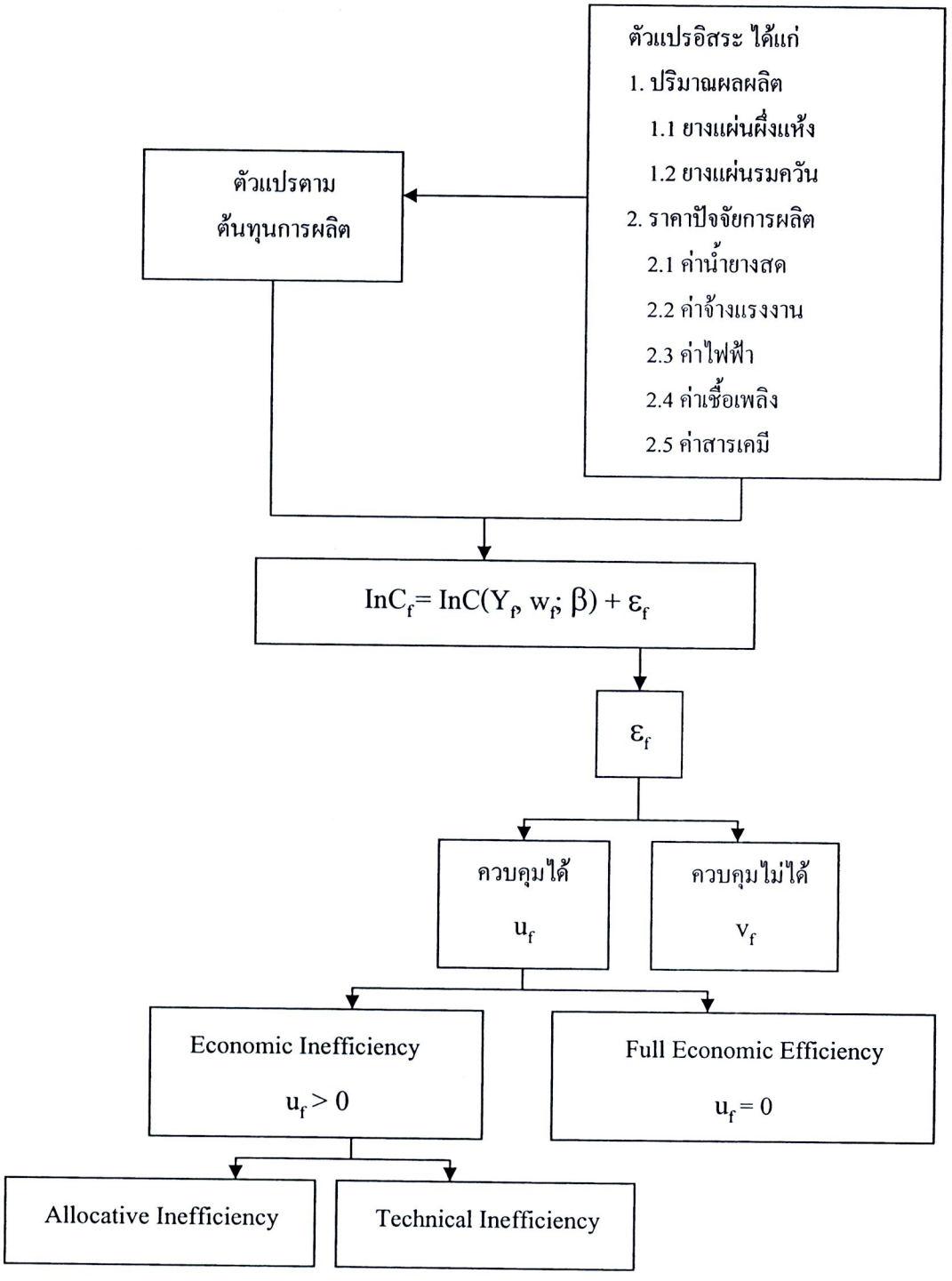
สรุป

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ พบว่า สามารถแบ่งปัจจัยออกเป็นด้านต่าง ๆ และในแต่ละด้านประกอบด้วยปัจจัยย่อย ดังนี้ ด้านแรก คือ ปัจจัยด้านคุณลักษณะเฉพาะตัวของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง ประกอบด้วย ระดับการศึกษา อายุ และประสบการณ์ ด้านที่สอง คือ ปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ประกอบด้วย จำนวนสมาชิกของสหกรณ์ และจำนวนครั้งที่นักวิชาการหรือนักส่งเสริมมาเยี่ยมสหกรณ์ ปัจจัยด้านการจัดการ ประกอบด้วย สัดส่วนเงินทุน จำนวนแหล่งเงินทุนภายนอก และปริมาณธุรกิจ และปัจจัยอื่น ได้แก่ เขตพื้นที่ และผลการประกอบการ

กรอบแนวคิดและสมมติฐานการวิจัย

กรอบแนวคิด

จากการทบทวนแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการผลิต การวัดประสิทธิภาพการผลิต และการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทำให้สามารถสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัย ได้เป็นสององค์ประกอบ โดยองค์ประกอบแรกเป็นกรอบแนวคิดของฟังก์ชันต้นทุนการผลิต ซึ่งเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ซึ่งได้แก่ ต้นทุนการผลิต กับตัวแปรอิสระ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณผลผลิต และราคาปัจจัยการผลิต ได้แก่ ราคาน้ำยางสด ค่าจ้างแรงงาน ค่าสารเคมี ค่าไฟฟ้า และค่าเชื้อเพลิง ผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับจากกรอบแนวคิดในส่วนนี้ คือ ระดับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์ต่าง ๆ เป็นการแสวงหาคำตอบให้กับวัตถุประสงค์ในข้อที่ 1 ตามกรอบวิธีการดำเนินการวิจัยดังแสดงในภาพ 14



ภาพ 14 กรอบวิธีการดำเนินการวิจัย

โดยที่

ต้นทุนการผลิต มีหน่วยเป็นบาทต่อปี

ปริมาณผลผลิต 2 ชนิด ได้แก่

ปริมาณการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อปี

ปริมาณการผลิตยางแผ่นรมควัน มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อปี

ราคาปัจจัยการผลิต 5 ชนิด ได้แก่

ค่าน้ำยางสด มีหน่วยเป็นบาทต่อน้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม

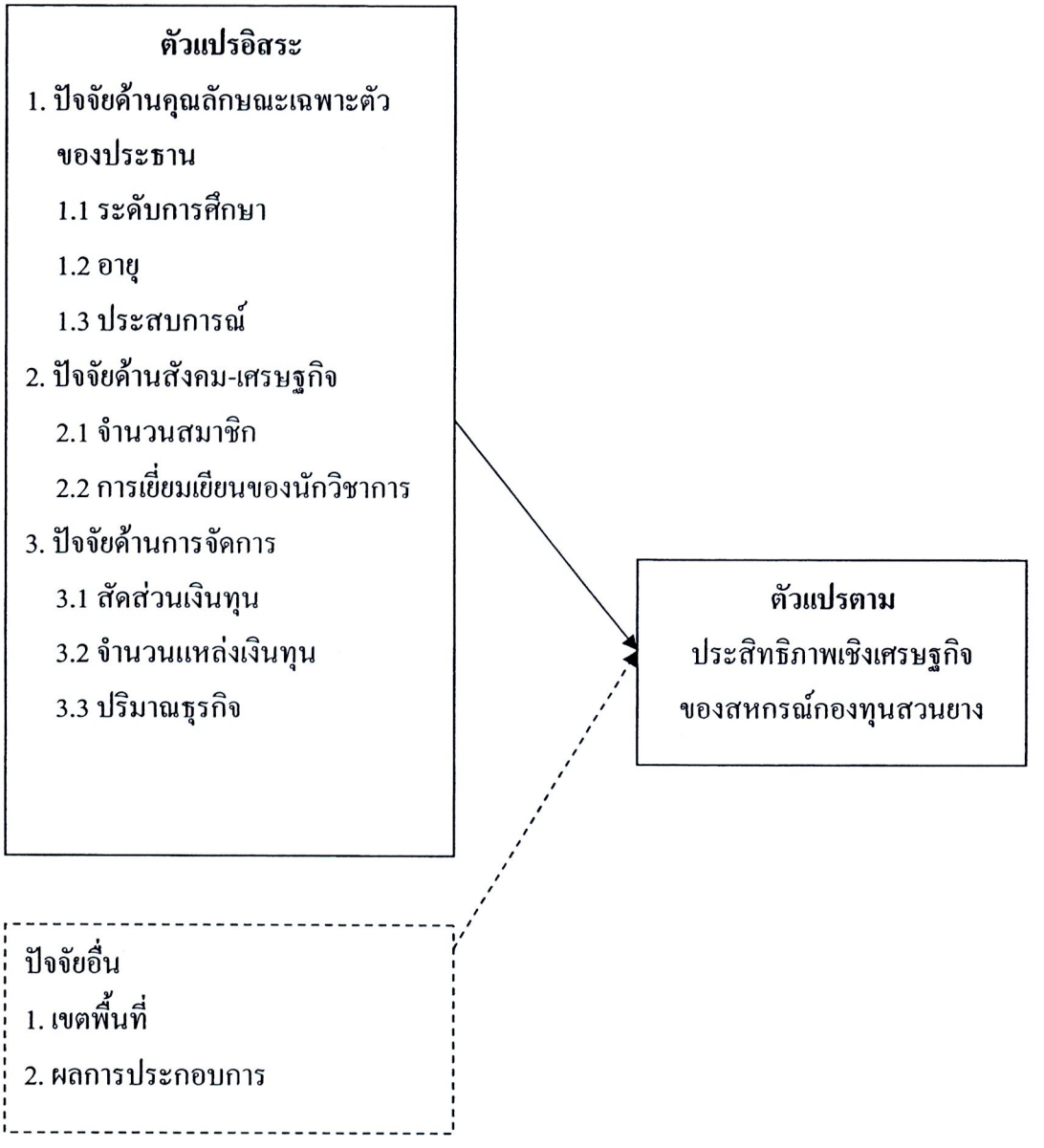
ค่าจ้างแรงงาน มีหน่วยเป็นบาทต่อน้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม

ค่าไฟฟ้า มีหน่วยเป็นบาทต่อน้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม

ค่าเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็นบาทต่อน้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม

ค่าสารเคมี มีหน่วยเป็นบาทต่อน้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม

องค์ประกอบที่สองเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ในขณะที่ตัวแปรอิสระประกอบด้วย ปัจจัยด้านคุณลักษณะเฉพาะตัวของผู้ดำเนินการ สหกรณ์กองทุนสวนยาง ได้แก่ ระดับการศึกษา อายุ และประสบการณ์ของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง ปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจ ได้แก่ จำนวนสมาชิก และจำนวนครั้งต่อปีของการเยี่ยมเยียนของนักวิชาการ ปัจจัยด้านการจัดการ ได้แก่ สัดส่วนเงินทุน จำนวนแหล่งเงินทุน และปริมาณธุรกิจ และปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ เขตพื้นที่ และผลการประกอบการ ผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับจากกรอบแนวคิดในส่วนนี้ คือ ระดับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตด้านต่าง ๆ ของสหกรณ์ ซึ่งเป็นการแสวงหาคำตอบให้กับวัตถุประสงค์ในข้อที่ 2 ตามกรอบแนวคิดในภาพ 15



ภาพ 15 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรอิสระจำนวน 10 ตัว ได้แก่

ระดับการศึกษาของประธาน	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาในระบบของประธาน มีหน่วยเป็นปี
อายุของประธาน	มีหน่วยเป็นปี
ประสบการณ์ของประธาน	มีหน่วยเป็นปี
จำนวนสมาชิก	มีหน่วยเป็นคน

การเยี่ยมเยียนของนักวิชาการ	มีหน่วยเป็นครั้งต่อปี
สัดส่วนของเงินทุน	สัดส่วนของจำนวนเงินทุนจากภายนอกต่อเงินทุนของสหกรณ์สวนยาง
การเข้าถึงแหล่งเงินทุน	มีหน่วยเป็นจำนวนแหล่งเงินทุนภายนอก
ปริมาณธุรกิจ	มีหน่วยเป็นบาทต่อปี

เขตพื้นที่ แบ่งเป็นเขตจังหวัด 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา จังหวัดสตูล จังหวัดตรัง และจังหวัดพัทลุง

ผลการประกอบการ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ สหกรณ์กองทุนสวนยางที่มีผลประกอบการได้กำไรและขาดทุน

สมมติฐานงานวิจัย

การตั้งสมมติฐานการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ปัจจัย ดังนี้

1. ปัจจัยด้านคุณลักษณะเฉพาะตัวของประธาน

1.1 การศึกษาของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยางมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

1.2 อายุของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยางมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

1.3 ประสบการณ์ของประธานสหกรณ์กองทุนสวนยางมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

2. ปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจ

2.1 จำนวนสมาชิกมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

2.2 จำนวนครั้งที่นักวิชาการหรือนักส่งเสริมมาเยี่ยมหน่วยผลิตมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

3. ปัจจัยด้านการจัดการ

3.1 สัดส่วนของเงินทุนมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

3.2 ความสามารถในการเข้าถึงสินเชื่อได้อย่างสะดวกมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

3.3 ปริมาณธุรกิจมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย

เนื่องจากในการวิเคราะห์ข้อมูลมีลักษณะเป็นการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการมีการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ถดถอยสองขั้นตอน ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546, หน้า 364)

ขั้นที่ 1 ทดสอบทั้งสมการ

H_o: $\beta_1 = \beta_2 = \ldots \beta_8 = 0$

H_a มี β_k อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0; $k = 1, 2, \ldots, 8$

โดยใช้ค่าสถิติ F ทดสอบ หากไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_o) สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม แต่หากปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ซึ่งจะต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไปว่ามีตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

ขั้นที่ 2 ทดสอบระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวแปรตาม (หรือการทดสอบ partial regression coefficient)

H_o: $\beta_k = 0$

H_o: $\beta_k \neq 0$; $k = 1, 2, \ldots, 8$

โดยใช้ค่าสถิติ t ทดสอบ ซึ่งหากไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_o) สรุปได้ว่าตัวแปรอิสระตัวที่ k ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม แต่หากปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่าตัวแปรอิสระตัวที่ k มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์นั้นไม่เพียงแต่บอกได้ว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือไม่เท่านั้น ยังสามารถบอกได้ถึงขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองด้วย ซึ่งเป็นค่าที่มีประโยชน์ในการอภิปรายผลการวิจัยในลำดับต่อไป

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสมมติฐานเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจอีกสองตัว ได้แก่ เขตพื้นที่ ซึ่งหมายถึง 4 จังหวัดที่ศึกษา และผลประกอบการ ซึ่งหมายถึง การมีกำไรหรือขาดทุนของสหกรณ์ โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

1. ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจเฉลี่ยของสหกรณ์กองทุนสวนยางในแต่ละจังหวัดแตกต่างกัน

2. ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจเฉลี่ยของสหกรณ์กองทุนสวนยางที่ผลประกอบการมีกำไรหรือขาดทุนจะแตกต่างกัน

เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจระหว่างกลุ่มในตัวแปรทั้งสอง ตัวแปรจังหวัดสามารถแบ่งสหกรณ์กองทุน-สวนยางเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ สงขลา สตูล พัทลุง และตรัง ในขณะที่ตัวแปรผลประกอบสามารถแบ่งสหกรณ์ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีผลประกอบการได้กำไรและขาดทุน จึงสามารถแสดงรูปแบบของสมมติฐานทางสถิติแยกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจในกรณีตัวแปรเดียวที่แบ่งข้อมูลได้มากกว่า 2 กลุ่ม เช่น ตัวแปรเขตจังหวัด ซึ่งแบ่งข้อมูลได้เป็น 4 จังหวัด ในกรณีนี้เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) โดยมีข้อสมมติฐานดังนี้

H_o: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_a: มี $\mu_i \neq \mu_j$ อย่างน้อยหนึ่งคู่

โดยใช้ค่าสถิติ F ทดสอบ หากไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_o) สรุปได้ว่า สหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจที่ไม่แตกต่างกัน แต่หากปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของบางจังหวัดอย่างน้อยหนึ่งคู่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน

2. การตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจในกรณีตัวแปรตัวแปรเดียวที่แบ่งข้อมูลได้ 2 กลุ่ม เช่น ตัวแปรผลประกอบการ ซึ่งแบ่งข้อมูลได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีผลประกอบการได้กำไรและกลุ่มที่ขาดทุน ในกรณีนี้

เป็นการทดสอบเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจระหว่าง 2 กลุ่ม โดยมีข้อสมมติฐานดังนี้

H_o: $\mu_1 = \mu_2$

H_a: $\mu_1 \neq \mu_2$

โดยใช้ค่าสถิติ *t* ทดสอบ หากไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_o) สรุปได้ว่า สหกรณ์กองทุนสวนยางที่มีผลประกอบการต่างกันมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจที่ไม่แตกต่างกัน แต่หากปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่า สหกรณ์กองทุน-สวนยางที่มีผลประกอบการต่างกันมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจที่แตกต่างกัน