บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

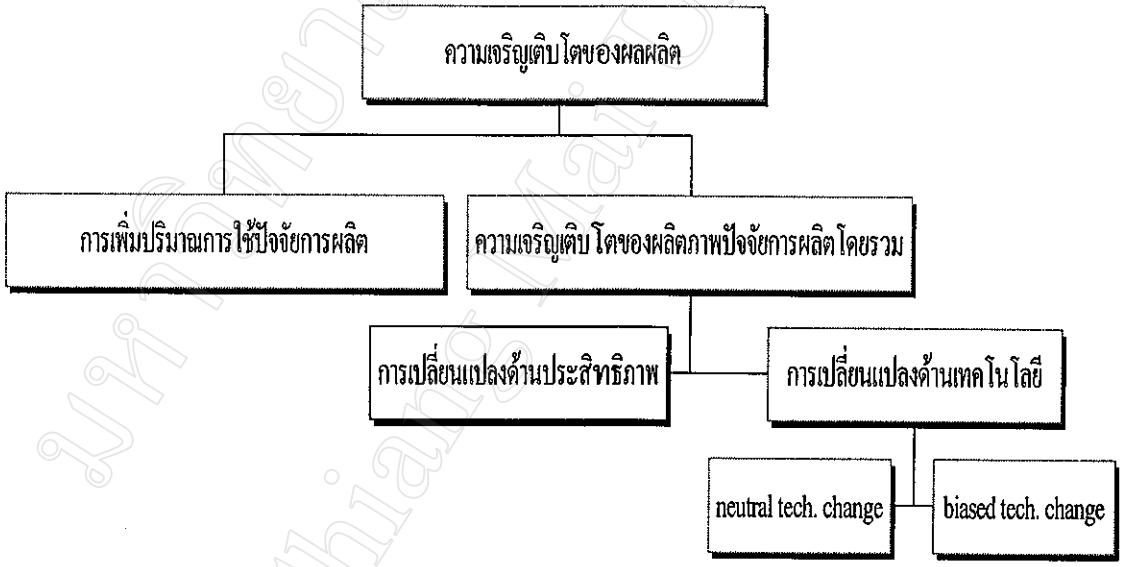
3.1 แหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต (Sources of output growth)

ในขบวนการผลิตใดๆ ความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth) จะเกิดขึ้นได้โดยมีแหล่งที่มาจากปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการคือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากการขยายตัวหรือการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (Input growth) ให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวของผลผลิตเคลื่อนที่ (movements) ไปตามเส้นฟังก์ชั่นการผลิต (production function) เดิม หรือความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากการเกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (Total Factor Productivity Growth: TFP growth) ขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นของผลผลิตโดยการเคลื่อนย้าย (shift) ของเส้นฟังก์ชั่นการผลิตไปสู่เส้นที่สูงขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของผลผลิตดังกล่าวไม่จำเป็นจะต้องเพิ่มหรือขยายปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆ ให้มากขึ้นเลย (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์, 2541) อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ง่ายในการทำความเข้าใจถึงแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตดังกล่าว สามารถที่จะพิจารณาได้จากรูปที่ 3.1 ที่แสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth) ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 2 แหล่ง คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (Input growth) และความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ซึ่งความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมดังกล่าวนั้น สามารถจำแนกออกได้เป็นสองส่วนย่อย คือ การปรับปรุงหรือการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิต (Technical efficiency change) และความก้าวหน้าหรือการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี (Technological progress) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีแบบเป็นกลาง (neutral technological change) และการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีแบบ biased (biased technological change) ดังแสดงในรูปที่ 3.1

พิจารณาในรูปที่ 3.2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตของผู้ผลิตในสองช่วงเวลา คือ $F^1(X)$ และ $F^2(X)$ ตามลำดับ ถ้ากำหนดให้ผู้ผลิตทำการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (Technically efficient firm) หรือมีระดับประสิทธิภาพการผลิต (Technical efficiency) เท่ากับหนึ่ง ดังนั้นปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตจะได้รับจะอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต นั่นคือ จะมีค่าเท่ากับ Y_1^* และ Y_2^{**} สำหรับช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และจากระดับผลผลิตที่จุด Y_1^* ผู้ผลิตที่มีประ

สิทธิภาพจะสามารถขยายผลผลิตให้เพิ่มสูงขึ้นได้ใน 2 กรณี ได้แก่ กรณีแรก คือ จากการขยายตัวหรือการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตจาก X_1 เพิ่มขึ้นเป็น X_2 ซึ่งจะทำให้ผลผลิตสามารถขยายตัวเพิ่มขึ้นไปสู่ระดับผลผลิตที่จุด Y_1^{**} และกรณีที่สอง คือ เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมขึ้น ซึ่งจะทำให้ปริมาณของผลผลิตเพิ่มขึ้นได้โดยที่มีระดับการใช้ปัจจัยการผลิตในขนาดเท่าเดิม นั่นคือ ระดับของผลผลิตจะเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่จุด Y_2^* ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ X_1 และถ้าหากผู้ผลิตมีการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตควบคู่ไปด้วยแล้ว ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมดังกล่าวนั้นจะมีผลทำให้ผลผลิตขยายตัวไปตามเส้นพรมแดนการผลิต $F^2(X)$ จนถึง ณ ระดับผลผลิต Y_2^{**} เมื่อมีเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเป็น X_2 ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.1 แหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth)

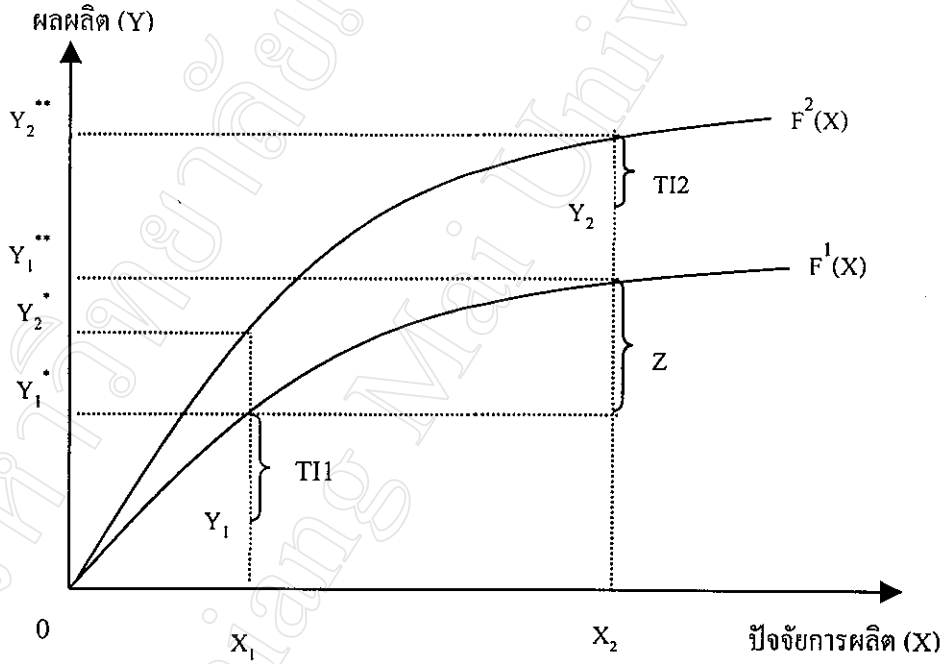


อย่างไรก็ตาม หากผู้ผลิตดำเนินการผลิตไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพการผลิต (Technically inefficient firm) หรือเป็นผู้ผลิตที่มีระดับความมีประสิทธิภาพการผลิตน้อยกว่าหนึ่ง ดังนั้นปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจริงจะอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิต เช่น มีค่าเท่ากับ Y_1 หรือ Y_2 สำหรับช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ความไม่มีประสิทธิภาพการผลิต (Technically inefficiency: TI) ดังกล่าวสามารถวัดได้จากระยะห่างในแนวตั้งระหว่างผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตกับผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงของผู้ผลิต ซึ่งก็คือ ระยะ $TI1$ และระยะ $TI2$ ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ดังนั้นการปรับปรุงหรือการพัฒนาที่ดีขึ้นของประสิทธิภาพการผลิตเมื่อเวลาได้เปลี่ยนแปลงไปก็คือ ความแตกต่างระหว่าง $TI1$

และ $TI2$ หรือเท่ากับ($TI1$ - $TI2$) นั่นเอง ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตนั้น สามารถหาได้จากการเคลื่อนย้าย (shift) ของเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิต ซึ่งก็คือ ระยะความแตกต่างระหว่างเส้นพรมแดนการผลิต $F^1(X)$ กับ $F^2(X)$ ซึ่งก็คือ $(Y_2^* - Y_1^*)$ หรือ $(Y_2^{**} - Y_1^{**})$ ณ ระดับของการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ตามลำดับ ในขณะที่ผลของการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตจากปริมาณ X_1 เป็น X_2 นั้น มีค่าเท่ากับ $(Y_1^{**} - Y_1^*)$ หรือเท่ากับค่า Z ดังแสดงในรูป 3.2

รูปที่ 3.2 ความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth)



ดังนั้น สามารถแสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต $(Y_2 - Y_1)$ เมื่อเวลาได้เปลี่ยนแปลงไป ได้ดังนี้

$$(Y_2 - Y_1) = (Y_1^* - Y_1) + (Y_1^{**} - Y_1^*) + (Y_2 - Y_1^{**})$$

$$= (Y_1^* - Y_1) + (Y_1^{**} - Y_1^*) + (Y_2 - Y_1^{**}) + (Y_2^{**} - Y_2^{**})$$

$$= (Y_1^{**} - Y_1^*) + \left[(Y_1^* - Y_1) - (Y_2^{**} - Y_2)\right] + (Y_2^{**} - Y_1^{**})$$

$$(Y_2 - Y_1) = Z + (TI1 - TI2) + (Y_2^{**} - Y_1^{**}) \qquad (3.1)$$

โดยที่ $(Y_2 - Y_1)$ คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิต

Z คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต

$(TI1 - TI2)$ คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงด้านประสิทธิภาพการผลิต

$(Y_2^{**} - Y_1^{**})$ คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิต เนื่องมาจากการเกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

จากคำนิยามของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมที่หมายถึง การขยายตัวของผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้นโดยที่ไม่ได้มีการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆ ขึ้นเลย ดังนั้น ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมจึงมีค่าเท่ากับ ความเจริญเติบโตของผลผลิตลบด้วยความเจริญเติบโตของผลผลิตเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต และจากกรอบแนวคิดที่ได้พิจารณาวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตข้างต้น ดังนั้นจะได้ว่า ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมนั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อย คือ การเปลี่ยนแปลงหรือการปรับปรุงด้านประสิทธิภาพการผลิตและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งแสดงได้ดังสมการ

$$TFP\ Growth = (TI1 - TI2) + (Y_2^{**} - Y_1^{**}) \qquad (3.2)$$

ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดย หมายถึง การขยายตัวของผลผลิตที่ผลิตได้โดยที่ไม่ได้เพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆ ขึ้นเลย แต่ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นเพราะเกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมขึ้น ซึ่งนักเศรษฐศาสตร์บางท่านได้ตีความว่ามันเป็นผลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Technical progress) หรือเรียกว่าความก้าวหน้าของความรู้ (Advance of knowledge) หรือเรียกว่า ส่วนที่เหลือ (Residual) หรือตัววัดความไม่รู้ (Measure of ignorance) ทั้งนี้เพราะว่ามันคือส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอธิบายไม่ได้ด้วยการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต แต่มาจากอะไรบางอย่างที่ทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตเพิ่มขึ้น (ปราณี ทินกรและฉลองภพ สุสังกร์กาญจน์, 2537)

สำหรับปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพของปัจจัยการผลิตโดยรวมนั้น อาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตที่สูงขึ้น

(Technological change) การค้นคว้าวิจัยและพัฒนา การสูงขึ้นของคุณภาพปัจจัยการผลิต การมีประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้น (Technical efficiency) รวมถึงปัจจัยแวดล้อมที่สร้างสรรค์ที่เอื้อต่อการปรับปรุงและพัฒนา เช่น มีการแข่งขันที่ไม่ผูกขาด เป็นต้น (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์, 2541)

3.2 วิธีการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต

วิธีการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์แบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach) ซึ่งมีหลักการที่สำคัญคือ จะพยายามประมาณการฟังก์ชั่นการผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตโดยอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติ และอีกวิธีได้แก่ วิธีการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-parametric Approach) ซึ่งจะหมายถึงกลุ่มของวิธีการประมาณค่าหาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตโดยไม่อาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติใดๆ นั่นคือ เป็นการวิเคราะห์โดยไม่ต้องมีการสมมุติรูปแบบของฟังก์ชั่นการผลิตเพื่อใช้ในการวิเคราะห์นั่นเอง (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์, 2541)

3.2.1 วิธีการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-parametric Approach)

การวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตด้วยวิธีนี้ไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบเฉพาะของฟังก์ชั่นการผลิต แต่จะใช้ฟังก์ชั่นการผลิตในรูปแบบทั่วไป (general form) (อัญรัตน์ วิเชียร, 2543) และในการวิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องมีจำนวนข้อมูลของผลผลิตและปัจจัยการผลิตเป็นจำนวนมาก หากมีข้อมูลเพียง 2 ชุด หรือ 2 ช่วงเวลาก็สามารถนำมาวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตได้ อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยข้อสมมุติบางประการเกี่ยวกับพฤติกรรมและภาวะดุลยภาพของผู้ผลิต (ปราณี ทินกรและฉลองภพ สุสังกร์กาญจน์, 2537) ตัวอย่างของวิธีการในกลุ่มนี้ เช่น วิธีการแบบ Growth Accounting ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่อาศัยเงื่อนไขที่ว่าผู้ผลิตมีพฤติกรรมแสวงหากำไรสูงสุดและอยู่ในภาวะดุลยภาพ ซึ่งจะทำให้ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิต (output elasticity of input) มีค่าเท่ากับส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิต (factor income share) นั้นๆ (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์, 2541) หรือวิธีการศึกษาที่อาศัยการหาเลขดัชนี เช่น ดัชนีแบบ Tornqvist-Theil Index ซึ่งใช้ในการคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรระหว่างช่วงเวลาใดๆ หรือเป็นข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete) และดัชนีแบบ Divisia Index ซึ่งมีความเหมาะสมกับการประมาณในกรณีที่ข้อมูลมีความต่อเนื่อง (Continuous) ซึ่ง

สามารถอธิบายเทคนิคทางทฤษฎีของการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเติบโตของผลผลิตแบบไม่มีพารามิเตอร์ โดยวิธีการแบบ Growth Accounting ให้เข้าใจได้ดังนี้

กำหนดให้ในขบวนการผลิตผลผลิต (Y) ขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิต n ชนิด และฟังก์ชั่นการผลิตสามารถเลื่อนขึ้นได้เมื่อเวลา (t) เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีหรือความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องมีข้อสมมุติที่สำคัญอีก 4 ประการ คือ ประการแรก ในการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบเป็นกลาง (neutral technological change) ซึ่งหมายความว่า การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจะไม่มีผลทำให้อัตราการทดแทนหน่วยสุดท้ายระหว่างปัจจัยการผลิตเปลี่ยนแปลง ประการที่สอง ฟังก์ชั่นการผลิตเป็นไปตามกฎลดน้อยถอยลงของผลผลิต (low of diminishing returns) ประการที่สาม ผู้ผลิตมีพฤติกรรมแสวงหากำไรสูงสุดและอยู่ในภาวะดุลยภาพภายใต้ตลาดแข่งขันสมบูรณ์ (อัญรัตน์ วิเชียร, 2543) และประการที่สี่ สมการการผลิตนั้นต้องมีลักษณะเป็น linearly homogeneous ซึ่งจะได้ว่าการผลิตจะต้องอยู่ในระยะของผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (constant return to scale) (เสถียร ศรีบุญเรืองและชัยณรงค์ พูลเกษม, 2539) ดังนั้นจะได้ฟังก์ชั่นการผลิตในรูปแบบทั่วๆ ไป (general form) ดังนี้ คือ

$$Y(t) = f\left(X_1(t), X_2(t), ..., X_n(t), t\right) \tag{3.3}$$

โดยที่ $Y(t)$ คือ ระดับของผลผลิต ณ เวลาที่ t

$X_i(t)$ คือ $1 \times n$ เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิต ณ เวลาที่ t

t คือ แนวโน้มเวลา (time) ที่ใช้อธิบายถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดการเลื่อนขึ้นของเส้นฟังก์ชั่นการผลิต

จากสมการที่ (3.3) สามารถหาค่าอนุพันธ์ (Total differentiation) เทียบกับเวลา (t) เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตเมื่อเวลาได้เปลี่ยนแปลงไป จะได้ดังสมการที่ (3.4)

$$\frac{dY(t)}{dt} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial f(.)}{\partial X_i(t)} \frac{dX_i(t)}{dt} + \frac{df(.)}{dt}$$

$$\dot{Y}(t) = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial f(.)}{\partial X_i(t)} \dot{X}_i(t) + \dot{f}(.) \tag{3.4}$$

โดยที่จุดดำ($\cdot$)เหนือตัวแปรใดๆ แสดงถึงค่าอนุพันธ์ของตัวแปรนั้นๆ เมื่อเทียบกับเวลา (t) หารสมการที่ (3.4) ด้วยสมการที่ (3.3) แล้วจัดรูปใหม่ จะได้

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} = \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\partial f(.)}{\partial X_i(t)}\frac{X_i(t)}{f(.)}\right]\frac{\dot{X}_i(t)}{X_i(t)} + \frac{\dot{f}(.)}{f(.)}$$

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} = \sum_{i=1}^{n}\eta_i\frac{\dot{X}_i(t)}{X_i(t)} + \frac{\dot{f}(.)}{f(.)} \qquad (3.5)$$

โดยที่ค่า (η_i) คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตที่ i ; $i = 1,2,..,n$

จากสมการที่ (3.5) เรียกสมการนี้ว่า สมการบัญชีของความเจริญเติบโต (Growth Accounting Equation) ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นการผลิตที่เขียนอยู่ในรูปของอัตราความเจริญเติบโตของตัวแปร และแสดงให้เห็นว่าความเจริญเติบโตของผลผลิต $[\dot{Y}(t)/Y(t)]$ นั้น สามารถแยกแหล่งที่มาได้เป็นสองส่วน คือ ความเจริญเติบโตจากปัจจัยการผลิต $[\dot{X}(t)/X(t)]$ ที่ถ่วงน้ำหนักด้วยความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆ (η_i) และอัตราการเคลื่อนย้าย (shift) ของฟังก์ชั่นการผลิตหรือความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม $[\dot{f}(.)/f(.)]$ อันเนื่องมาจากการเกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยมิใช่มาจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่างความเจริญเติบโตของผลผลิตกับความเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิตที่ถ่วงน้ำหนักด้วยความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยการผลิตชนิดนั้น หรือ

$$\frac{\dot{f}(.)}{f(.)} = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - \sum_{i=1}^{n}\eta_i\frac{\dot{X}_i(t)}{X_i(t)} \qquad (3.6)$$

จากสมการที่ (3.6) ถ้าหากมีข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวแปรที่ปรากฏในด้านขวามือของสมการก็สามารถวัดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมได้ แต่ในความเป็นจริง ค่าของผลผลิตและปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดนั้นสามารถที่จะสังเกตได้ แต่ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด (η_i) นั้นไม่อาจสังเกตได้ ซึ่งเป็นสาเหตุที่นักวิจัยต้องหันไปใช้วิธีการทางเศรษฐ

มิติประมาณค่าดังกล่าวจากฟังก์ชั่นการผลิตในรูปแบบต่างๆ (ปราณี ทินกรและฉลองภพ สุสังกร์กาญจน์, 2537)

อย่างไรก็ตาม หากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีไม่มากพอที่จะทำให้ผลประมาณการที่น่าเชื่อถือหรือไม่ต้องการสมมุติรูปแบบของฟังก์ชั่นการผลิต ดังนั้นก็จะสามารถวัดค่าความยืดหยุ่นดังกล่าวได้โดยอาศัยข้อสมมุติที่ว่า ผู้ผลิตมีพฤติกรรมแสวงหากำไรสูงสุด (Profit maximization) และการผลิตอยู่ในภาวะดุลยภาพภายใต้ตลาดแข่งขันสมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่าระดับของการใช้ปัจจัยการผลิตจะอยู่ ณ จุดที่ประสิทธิภาพส่วนเพิ่มของผลผลิต (marginal production: MP) จากปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆ จะมีค่าเท่ากับต้นทุนที่แท้จริง (real cost) หรือจะทำการผลิต ณ จุดที่ราคาปัจจัยการผลิตเท่ากับมูลค่าของผลผลิตเพิ่ม [$w_i(t) = P(t)MP_{X_i}$] ซึ่งจะได้ว่า

$$MP_{X_i} = \frac{\partial f(.)}{\partial X_i(t)} = \frac{w_i(t)}{P(t)}$$

โดยที่ $w_i(t)$ คือ ระดับราคาของปัจจัยการผลิตที่ i ; $i = 1,2,..,n$

$P(t)$ คือ ระดับราคาผลผลิต

นั่นคือ จะได้ว่าเมื่อผู้ผลิตมีพฤติกรรมแสวงหากำไรสูงสุดและอยู่ในภาวะดุลยภาพแล้ว ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตจะมีค่าเท่ากับส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิต (Factor income share) ชนิดนั้นๆ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ดังนี้

$$\eta_i = \frac{\partial \ln Y(t)}{\partial \ln X_i(t)} = \frac{\partial Y(t)}{\partial X_i(t)} \frac{X_i(t)}{Y(t)} = MP_{Xi}\left(\frac{X_i(t)}{Y(t)}\right) = \frac{w_i(t)X_i(t)}{P(t)Y(t)} = \alpha_i$$

โดยที่ α_i คือ ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิตที่ i ; $i = 1,2,..,n$

ดังนั้นสามารถวัดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมในสมการที่ (3.6) ได้ดังนี้

$$\frac{\dot{f}(.)}{f(.)} = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \frac{\dot{X}_i(t)}{X_i(t)} \qquad (3.7)$$

จากข้อสมมุติที่ว่าการผลิตอยู่ในระยะของผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ ซึ่งทำให้ทราบว่าผลผลิตจะกระจายไปยังปัจจัยการผลิตจนหมด ดังนั้นส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิตจะมีผลรวมเท่ากับหนึ่ง ($\sum \alpha_i = 1$) และส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิตเป็นข้อมูลที่วัดหรือสังเกตได้ง่ายกว่าค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิต

จากสมการที่ (3.7) สามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมได้ภายใต้เงื่อนไขว่าข้อมูลที่ใช้จะต้องเป็นข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง (continuous) เพราะเป็นผลสืบเนื่องมาจากการดำเนินการด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ (Derivation) และมาจากฟังก์ชั่นประเภทต่อเนื่อง (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์, 2541) แต่ในความเป็นจริงแล้วข้อมูลที่ใช้มักเป็นข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับสมการที่ (3.7) นี้ให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องดังกล่าว ซึ่งวิธีหนึ่งที่นิยมก็คือ การใช้ดัชนีแบบ Tornqvist-Theil ซึ่งเป็นดัชนีแบบจุดของเวลา และอยู่ในรูปของผลต่างของค่า Natural Logarithm ดังสมการสมการที่ (3.8)

$$\left[\ln TFP(t) - \ln TFP(t-1)\right] = \left[\ln Y(t) - \ln Y(t-1)\right]$$

$$-\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{2}\left(\alpha_{X_i(t)} - \alpha_{X_i(t-1)}\right)\left[\ln X_i(t) - \ln X_i(t-1)\right] \qquad (3.8)$$

จากสมการที่ (3.8) จะเห็นได้ว่า ถ้าหากมีข้อมูลของผลผลิต ปัจจัยการผลิตและส่วนแบ่งของรายได้ของปัจจัยการผลิตเพียง 2 ช่วงเวลาก็สามารถที่จะนำมาประเมินความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีหรือความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมในระหว่างช่วงเวลานั้นได้ โดยไม่จำเป็นต้องสมมุติรูปแบบของฟังก์ชั่นการผลิตว่าอยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง

3.2.2 วิธีการวิเคราะห์แบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach)

ในการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตโดยวิธีแบบมีพารามิเตอร์นี้เป็นการประมาณค่าโดยอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติในการประมาณฟังก์ชั่นการผลิต (Production function) โดยตรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสมมุติฟังก์ชั่นการผลิตให้อยู่ในรูปแบบเฉพาะขึ้นมาก่อน เช่น ฟังก์ชั่นการผลิตแบบ Cobb-Douglas แบบ constant elasticity of substitution (CES) หรือแบบ translog production function เป็นต้น การศึกษาวิธีนี้ต้องอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลาของผลผลิตและปัจจัยการผลิตที่มีจำนวนข้อมูลมากเพียงพอสำหรับการประมาณค่า (ปราณี ทินกร และ ฉลองภพ สุสังกร์กาญจน์, 2537)

วิธีการแบบ Parametric Approach จะใช้วิธีการประมาณการสมการการผลิตโดยตรงโดยใช้วิธีการทางเศรษฐมิติ ซึ่งเชื่อว่าจะสามารถทำให้ประมาณค่าองค์ประกอบต่างๆ ที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อสมมุติของดุลยภาพของการผลิตภายใต้เงื่อนไขของการแข่งขันสมบูรณ์มาเป็นเงื่อนไขในการคำนวณหาค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตเพื่อใช้เป็นน้ำหนักของปัจจัยการผลิตในการคำนวณ แต่จะคำนวณหาขนาดของค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิต โดยการใช้กระบวนการทางเศรษฐมิติ เพื่อให้ได้ค่าความยืดหยุ่นดังกล่าวมาเป็นน้ำหนักในการคำนวณได้โดยตรง (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์, 2541)

จากสมการที่ (3.3) เพื่อให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจะขอยกตัวอย่างให้เห็นในกรณีของสมการการผลิตแบบ translog production function ซึ่งเป็นรูปแบบของสมการที่มีความยืดหยุ่น (flexible) มากและยังไม่มีข้อจำกัดต่างๆ ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (priori restrictive constraints) เหมือนกับสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการ translog ได้ดังนี้

$$\ln Y(t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ln X_i(t) + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{ii} [\ln X_i(t)]^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij} \ln X_i(t) \ln X_j(t)$$

$$+ \sum_{i=1}^{n} \gamma_i t \ln X_i(t) + \beta_t t + \beta_{tt} t^2 \qquad (3.9)$$

จากสมการที่ (3.9) สามารถหาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต โดยการหาอนุพันธ์ของสมการที่ (3.9) เทียบกับเวลา (t) ซึ่งจะได้สมการอัตราการเจริญเติบโตของผลผลิตดังนี้

$$\frac{d \ln Y(t)}{dt} = \sum_{i=1}^{n} \eta_i \frac{d \ln X_i(t)}{dt} + [\sum_{i=1}^{n} \gamma_i \ln X_i(t) + \beta_t + 2\beta_{tt} t] \qquad (3.10)$$

จากสมการที่ (3.10) สามารถจำแนกแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตได้ดังนี้ เทอมแรกด้านขวามือของสมการ คือ ผลของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (Input growth) ที่ถูกถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆ (η_i) ที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิต เทอมที่สองคือ ผลของความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม และสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนย่อย คือ ผลจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง (neutral

technological change) และผลจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบ biased (biased technological change) ซึ่งก็คือ $b_i + 2b_{ii}t$ และ $\sum_{i=1}^{n}\gamma_i \ln X_i(t)$ ในสมการที่ (3.10) ตามลำดับ

จากสมการที่ (3.9) สามารถคำนวณหาค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตเมื่อเทียบกับปัจจัยการผลิตที่ i ซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ (3.11)

$$\eta_i = \frac{\partial \ln Y(t)}{\partial \ln X_i(t)} = \alpha_i + 2\alpha_{ii} \ln X_i(t) + \sum_j \alpha_{ij} \ln X_j(t) + \gamma_i t \qquad (3.11)$$

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาใส่ข้อจำกัด (Restriction) ที่ว่าปัจจัยการผลิตทุกชนิดสามารถจะแยกออกจากกันและกันได้ (separable) และปัจจัยการผลิตกับเวลาสามารถแยกจากกันได้ลงในสมการที่ (3.9) ดังนั้นฟังก์ชั่นการผลิตในสมการที่ (3.9) ก็จะกลายเป็นสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas นั่นเอง (Shenggen Fan, 1991)

ตามแนวความคิดของการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตที่ผ่านมาเป็นการวิเคราะห์บนข้อสมมุติฐานที่ว่า ผู้ผลิตเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่จะพยายามทำการผลิตให้ได้กำไรสูงสุด ดังนั้นในระยะยาวแล้วการผลิตจะอยู่ ณ จุดดุลยภาพเสมอไป และความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจึงน่าจะเป็นความคลาดเคลื่อนเล็กๆ น้อยๆ ในทางสถิติที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้และหากเกิดขึ้นจริงก็น่าจะเป็นเรื่องของระยะเวลาสั้น ซึ่งผู้ผลิตนั้นๆ จะต้องทำการปรับปรุงประสิทธิภาพให้สูงขึ้นมิฉะนั้นจะไม่สามารถดำเนินการแข่งขันกับผู้อื่นต่อไปได้ ดังนั้นผลของการวิเคราะห์บนข้อสมมุติฐานดังกล่าวจะไม่สามารถคำนวณหาค่าความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงหรือการปรับปรุงด้านประสิทธิภาพการผลิตได้เลย เนื่องจากว่าได้สมมุติไว้แล้วว่าผู้ผลิตทำการผลิต ณ ระดับที่มีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ดังนั้นความเจริญเติบโตของผลผลิตเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปตามข้อสมมุติฐานดังกล่าว จึงเป็นผลมาจากการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเท่านั้น

แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีการพัฒนาวิธีการคำนวณหาสมการการผลิตอีกรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า Stochastic Frontier Approach ซึ่งนำเสนอโดย Aigner, Lovell และ Schmidt (1977) และ Meeusen และ van den Broeck (1977) โดยมีแนวคิดว่า ข้อมูลที่เกิดขึ้นและเก็บรวบรวมมาได้ (Observed) จากผู้ผลิตนั้นอาจจะเป็นจุดที่ไม่จำเป็นต้องอยู่บนเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตเสมอไป และความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นมาจากสาเหตุ 2 ประการคือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพดิน ฟ้า อากาศ และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของตัวผู้ผลิตเอง โดยถ้าหากเกิดความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตดังกล่าวจริงก็จะส่งผล

ทำให้ปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจริงนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าปริมาณผลผลิต ณ ระดับเส้นพรมแดนการผลิต ดังนั้นในการประมาณจึงจำเป็นที่ต้องพยายามหาแนวของเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิต (production function frontier) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบหาระดับประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิต สำหรับการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตตามกรอบวิธีของ Stochastic Frontier Approach นี้ นอกจากจะทำให้ทราบถึงผลของการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตแล้ว ยังสามารถที่จะคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตในแต่ละช่วงเวลา และค่าความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงหรือการปรับปรุงด้านประสิทธิภาพการผลิต (Technical efficiency change) ได้อีกด้วย ซึ่งทำให้ทราบถึงแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตที่ละเอียดและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3.2.3 วิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธี Stochastic Frontier Approach

สมมุติให้ในกระบวนการผลิตของผู้ผลิต มีการใช้ปัจจัยการผลิต n ชนิด ในการผลิตผลผลิต 1 ชนิด ดังนั้นจึงสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับปัจจัยการผลิตให้อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่มีลักษณะแบบ Stochastic (stochastic production function frontier) ได้ดังนี้

$$Y_{it} = f(X_{it}, t; \beta)e^{v_{it}}e^{u_{it}} \qquad (3.12)$$

$$; i = 1,2,...,n \;\; ; t = 1,2,...,T$$

โดยที่ Y_{it} คือ ผลผลิตของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t

X_{it} คือ $1 \times n$ เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิตของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t

β คือ เวคเตอร์ของสัมประสิทธิ์ (coefficients)

t คือ แนวโน้มของเวลา (time)

$f(X_{it}, t; \beta)$ คือ ระดับของผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด (potential output)

v_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้

u_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ชี้ถึงความไม่มีประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งมีการกระจายข้างเดียว (One-sided distribution) โดยที่ค่า $u_{it} \leq 0$

ในสมการ (3.12) $f(X_{it},t;\beta)e^{v_{it}}$ คือ ฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่มีลักษณะ Stochastic โดยที่ v_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายแบบปกติที่เป็นไปได้ทั้งสองข้าง (two-sided error) และมีค่าความแปรปรวน (variance) เท่ากับ σ_v^2 และค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับศูนย์หรือ $v_{it} \sim N(0,\sigma_v^2)$ และถือว่าเป็น purely stochastic ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบสุ่มของเส้นพรมแดนการผลิต อันเนื่องมาจากเหตุการณ์ภายนอกในเชิงบวกและลบต่อเส้นพรมแดนการผลิต ส่วนค่า u_{it} คือ ความคลาดเคลื่อนที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพการผลิต (technical inefficiency: TI) ของผู้ผลิต โดยค่า u_{it} จะมีค่าไม่เป็นบวก ($u_{it} \leq 0$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณผลผลิตที่แสดงโดย $f(X_{it},t;\beta)e^{v_{it}}e^{u_{it}}$ จะต้องอยู่ไม่เกินเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) โดยที่ถ้าค่า $u_{it}=0$ หมายความว่า ผู้ผลิตรายนั้นๆ มีประสิทธิภาพการผลิตสูงสุดหรือมีประสิทธิภาพการผลิตเท่ากับหนึ่งและปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจะอยู่บนเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิต และถ้าค่า u_{it} เพิ่มมากขึ้น (ในรูปของ absolute value) ก็หมายความว่า ปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตจะได้รับจะอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) ดังนั้น ค่า u_{it} จึงสะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตและสมมุติให้ค่า u_{it} มีการกระจายแบบปกติข้างเดียว (normal one-sided distribution) และมีค่าความแปรปรวน (variance) เท่ากับ σ_u^2 หรือ $u_{it} \sim \left|N(0,\sigma_u^2)\right|$ และสำหรับ $t \neq t'$, $E[u_{it}\, u_{it'}]=0$ สำหรับทุกๆ หน่วยการผลิตที่ i และ $E[u_{it}\, u_{it'}]=0$ สำหรับทุกๆ หน่วยการผลิตที่ $i \neq j$ และค่าความคลาดเคลื่อน v_{it} และ u_{it} มีการกระจายที่เป็นอิสระต่อกัน $E[u_{it}\, v_{it'}]=0$

จากสมการที่ (3.12) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ translog production function เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต ได้ดังสมการที่ (3.13)

$$\ln Y(t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{n}\alpha_i \ln X_i(t) + \sum_{i=1}^{n}\alpha_{ii}[\ln X_i(t)]^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\alpha_{ij}\ln X_i(t)\ln X_j(t)$$

$$+\sum_{i=1}^{n}\gamma_i t \ln X_i(t) + \beta_i t + \beta_{it}t^2 + \ln(e^{u(t)}) + v(t) \qquad (3.13)$$

จากสมการที่ (3.13) สามารถหาสมการอัตราการเติบโตของผลผลิตโดยการหาอนุพันธ์ (Total differentiation) ของสมการที่ (3.13) เทียบกับเวลา (t) ซึ่งจะได้สมการที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิต ดังสมการที่ (3.14)

$$\frac{d\ln Y(t)}{dt} = \left[\sum_{i=1}^{n}\eta_i \frac{d\ln X_i(t)}{dt}\right] + \sum_{i=1}^{n}\gamma_i \ln X_i(t) + \left[\beta_t + 2\beta_{tt}t\right] + \frac{d\ln(e^{u(t)})}{dt} \qquad (3.14)$$

จากสมการอัตราการเติบโตของผลผลิตที่ (3.14) เทอมแรกด้านขวามือ คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตที่ถูกถ่วงน้ำหนักโดยค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิต (η_i) ชนิดนั้นๆ เทอมที่สอง คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะ biased (biased technological change) เทอมที่สาม คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง (neutral technological change) และ เทอมสุดท้าย คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงหรือการปรับปรุงด้านประสิทธิภาพการผลิต (technical efficiency change) (Sheggen Fan, 1991)

จากฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตที่มีลักษณะ Stochastic ในสมการที่ (3.12) สามารถวัดระดับประสิทธิภาพการผลิต (Technical efficiency: TE_{it}) ของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t ได้ดังสมการที่ (3.15)

$$TE_{it} = e^{u_{it}} = \frac{Y_{it}}{f(X_{it},t;\beta)e^{v_{it}}} \quad ; \quad u_{it} \le 0 \qquad (3.15)$$

จากสมการที่ (3.15) ระดับของประสิทธิภาพการผลิต (TE) คือ สัดส่วนของปริมาณผลผลิตที่ได้รับจริงต่อปริมาณของผลผลิตที่ระดับของการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้จากการประมาณ ซึ่งก็คือ ปริมาณของผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตนั่นเอง

เนื่องจากการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน u_{it} จากส่วนต่างระหว่างผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่เกิดขึ้นจากบนเส้นพรมแดนการผลิตที่ได้จากการประมาณนั้น จะมีส่วนประกอบของค่าความคลาดเคลื่อน v_{it} ผสมมาด้วย แต่อย่างไรก็ตาม Jondrow และคณะ (1982) ได้เป็นกลุ่มแรกที่ได้แสดงวิธีคำนวณค่าประมาณความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละหน่วยการผลิต ซึ่งได้แสดงวิธีในการแยกค่า u_{it} ออกจากค่า v_{it} โดยคำนวณได้จากการหาค่าความคาดหวัง (expected value) ของ u_{it} ภายใต้เงื่อนไข (conditional) ของค่าความคลาดเคลื่อนรวม ε_{it} หรือ $E[u_{it}/\varepsilon_{it}]$ โดยที่ $\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$ เมื่อได้ค่า u_{it} แล้วก็นำไปคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิต โดยการหา $\exp(u_{it})$

ดังนั้นระดับประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t ตามวิธีของ Jondrow และคณะ (1982) แสดงได้ดังสมการที่ (3.16)

$$TE_{it} = E\left\{\exp\left(\frac{u_{it}}{v_{it}+u_{it}}\right)\right\}$$

$$= \exp\left[-\frac{\sigma_u\sigma_v}{\sigma}\left(\frac{\phi\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)}{1-\Phi\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)}-\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)\right)\right] \qquad (3.16)$$

โดยที่ **E** คือ expectations operator

exp คือ exponential

$\phi(.)$ คือ ค่าของ Standard normal density function

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

σ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ของ ε_{it}

$;\sigma = \left(\sigma_v^2+\sigma_u^2\right)^{\frac{1}{2}}$ และ $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$

การที่จะแก้สมการที่ (3.15) เพื่อหาค่า u_{it} นั้นจะต้องใช้ค่า Variance parameters $(\sigma^2,\sigma_v^2,\sigma_u^2)$ ค่า Lambda (λ) และค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients: β_i) ของตัวแปรต่างๆ Aigner, Lovell และ Schmidt (1977) ได้แสดงให้เห็นว่าการประมาณสมการที่ (3.12) ด้วยวิธี Maximum Likelihood Estimates (MLE) นั้น สามารถที่จะนำมาใช้ในการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ทุกๆ ตัวที่ต้องการในการคำนวณหาค่า u_{it} ได้ ซึ่งค่า u_{it} ที่คำนวณได้ดังกล่าวนั้น จะสะท้อนถึงระดับของความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของผู้ผลิตแต่ละรายนั่นเอง และนำค่า u_{it} ที่ได้นั้นไปคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิต โดยการค่า exponential ค่า u_{it} หรือ $\exp(u_{it})$ ก็จะได้ระดับประสิทธิภาพของผู้ผลิตแต่ละราย

3.3 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์แบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach) ในการประมาณค่าโดยอาศัยวิธีทางเศรษฐมิติประมาณการจากฟังก์ชั่นการผลิตโดยตรง เนื่องจากว่าวิธีการทางเศรษฐมิติมีข้อดีในแง่ที่ว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยได้โดยไม่จำเป็นต้องมีข้อ

สมมุติฐานทางทฤษฎีการผลิตบ้างประการเหมือนกับวิธีการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-parametric Approach) และวิธีการประมาณนี้ก็ยังมีทฤษฎีหรือพื้นฐานการทดสอบความน่าเชื่อถือทางสถิติรองรับอยู่ด้วยทำให้วิธีการทางเศรษฐมิตินี้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม วิธีทางเศรษฐมิตินั้นจำเป็นต้องใช้จำนวนค่าสังเกตที่มีมากพอที่จะไม่เกิดปัญหาลำดับขั้นของความอิสระ (Degree of Freedom) ตลอดจนวิธีการนี้มักเกิดปัญหาทางด้านเศรษฐมิติ เช่น ปัญหา multicollinearity ระหว่างปัจจัยการผลิตชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับประเภทของสมการการผลิต (Production function) ที่จะใช้ในการศึกษานี้ คือ สมการพรมแดนการผลิตแบบ translog ที่มีลักษณะแบบ stochastic ซึ่งเป็นสมการการผลิตที่มีขนาดผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตและสัดส่วนของปัจจัยการผลิตในดุลยภาพไม่คงที่และยังมีรูปแบบของสมการที่มีความยืดหยุ่น (flexible) มากว่าสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ซึ่งมักมีข้อจำกัดที่ว่าผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตมีค่าคงที่ (constant return to scale) และความยืดหยุ่นแห่งการทดแทน (elasticity of substitution) ระหว่างปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับหนึ่งเสมอ ซึ่งไม่ค่อยจะสอดคล้องกับข้อเท็จจริงมากนัก เพราะว่าปัจจัยการผลิตนั้นไม่สามารถทดแทนกันได้สมบูรณ์ หรืออีกนัยหนึ่งคือยังไม่ได้นำเอากฎแห่งการลดน้อยถอยลงของการทดแทนกันของปัจจัยการผลิตเข้าร่วมในการพิจารณา นอกจากนี้ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตชนิดต่างๆ ที่ใช้เป็นตัวถ่วงน้ำหนักสำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าความเจริญเติบโตของผลผลิตที่มาจากการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่าความยืดหยุ่นดังกล่าวที่คำนวณได้จากสมการการผลิตแบบ translog production function จะมีค่าไม่คงที่ในแต่ละช่วงเวลา นั้นคือ จะมีค่าที่แตกต่างกันไปในแต่ละปี ขณะที่ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตที่คำนวณได้จากสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas นั้นจะมีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ซึ่งจะมีคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการที่ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตจะมีค่าคงที่ในทุกๆ ช่วงเวลานั้นเกิดขึ้นได้ยากมาก นอกจากนี้ ในการใช้สมการการผลิตที่มีลักษณะ stochastic frontier ในการวิเคราะห์ นอกจากจะทำให้ทราบถึงผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตแล้ว ยังเปิดโอกาสให้สามารถคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิตและผลของการเปลี่ยนแปลงด้านประสิทธิภาพการผลิต (technical efficiency change) ที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตได้อีกด้วย ซึ่งทำให้ผลของการศึกษาวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือครั้งนี้มีความละเอียดชัดเจนและตรงกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากรูปแบบสมการการผลิตแบบ translog นั้นมักนำมาซึ่งปัญหา multicollinearity ระหว่างปัจจัยการผลิตชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา ดังนั้นจะทำการประมาณรูป

แบบสมการการผลิตอื่นๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตแบบ translog กรณีที่ไม่มีข้อจำกัดใดๆ ซึ่งได้แก่ รูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตแบบ translog กรณีที่พิจารณาใส่ข้อจำกัดที่ว่าปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดสามารถแยกออกจากกันและกันได้ (separable) แต่ว่าปัจจัยแต่ละตัวนั้นไม่สามารถแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีได้ และรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตแบบ Cobb-Douglas เพื่อทดสอบหารูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้

3.3.1 แบบจำลองเชิงประจักษ์ (Empirical Model)

ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2520-2542 ครั้งนี้ จะใช้วิธีแบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ดังนั้นสมการพรมแดนการผลิตที่มีลักษณะ stochastic (stochastic production frontier) ของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจ สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (3.17) ดังนี้

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_L \ln L_{it} + \beta_C \ln Cr_{it} + \beta_A \ln A_{it} + \beta_{LL}(\ln L_{it})^2 + \beta_{LC}(\ln L_{it})(\ln Cr_{it})$$

$$+ \beta_{LA}(\ln L_{it})(\ln A_{it}) + \beta_{CC}(\ln Cr_{it})^2 + \beta_{CA}(\ln Cr_{it})(\ln A_{it}) + \beta_{AA}(\ln A_{it})^2$$

$$+ \beta_{LT}T(\ln L_{it}) + \beta_{CT}T(\ln Cr_{it}) + \beta_{AT}T(\ln A_{it}) + \beta_T T + \beta_{TT}T^2 + \ln(e^{u_{it}}) + v_{it} \quad (3.17)$$

กำหนดให้ $i = 1,2,\ldots,6$ คือ จำนวนเขตเกษตรเศรษฐกิจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

$t = 1, 2,\ldots,23$ คือ ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2542

สำหรับตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้

Y_{it} คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ระดับราคาคงที่ปี 2531 ของเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ i ในปีที่ t (หน่วย : พันบาท)

L_{it} คือ จำนวนแรงงานที่ใช้ในภาคการเกษตรของเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ i ในปีที่ t (หน่วย : คน)

Cr_{it} คือ ปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ของเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ i ในปีที่ t (หน่วย : พันบาท)

A_{it} คือ พื้นที่เพาะพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลบวกของพื้นที่เพาะปลูกข้าวและพืชไร่ ของเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ i ในปีที่ t (หน่วย : ไร่)

T คือ แนวโน้มของเวลา (time)

u_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ชี้ถึงระดับความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตของเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ i ในปีที่ t โดยที่ u_{it} มีการกระจายข้างเดียว (one-sided distribution) และ $u_{it} \leq 0$

v_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรที่เกิดจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ของเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ i ในปีที่ t

จากสมการที่ (3.17) ซึ่งก็คือ สมการพรมแดนการผลิตที่มีลักษณะ Stochastic (stochastic production frontier) และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นิยมใช้กันโปรแกรมหนึ่งในการหาค่าประมาณ (estimates) ของตัวพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองพรมแดนที่มีลักษณะ stochastic (stochastic frontier model) คือ โปรแกรม Limdep version 7.0 ซึ่งประมาณโดยวิธี Maximum Likelihood Estimation (MLE) ก็จะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการพรมแดนการผลิตและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับใช้ในการคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิตของแต่เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับการพิจารณาว่ารูปแบบของฟังก์ชั่นการผลิตรูปแบบใดที่มีความเหมาะสม ระหว่างรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตแบบ translog กรณีที่ไม่มีข้อจำกัด รูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตแบบ Cobb-Douglas และรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตแบบ translog กรณีมีข้อจำกัดให้ปัจจัยการผลิตสามารถแยกออกจากกันและกันได้แต่ไม่สามารแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตั้งสมมุติฐานเพื่อใช้ในการทดสอบ เพื่อพิจารณาหารูปแบบของฟังก์ชั่นการผลิตที่มีความเหมาะสมในการศึกษา คือ

1. ทดสอบสมมุติฐานหลัก (Null hypothesis: H_0) ที่ว่า รูปแบบสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษามากกว่ารูปแบบสมการแบบ translog โดยการกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของเทอมที่แสดงความมีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction terms) ระหว่างปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดและเทอมที่แสดงความมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยการผลิตกับเวลามีค่าเท่ากับศูนย์ หรือ $H_0 : \beta_{jk} = \beta_{jT} = \beta_{TT} = 0 \; ; j,k = L, Cr, A$ ซึ่งถ้าหากปฏิเสธสมมุติฐานหลักก็หมายความว่ารูปแบบสมการการผลิตแบบ translog มีความเหมาะสมมากกว่าสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas นั่นเอง

2. ทดสอบสมมุติฐานหลัก (Null hypothesis: H_0) ที่ว่า รูปแบบสมการการผลิตแบบ translog กรณีที่กำหนดให้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดสามารถแยกออกจากกันและกันได้ (separable) แต่ว่าปัจจัยแต่ละตัวนั้นไม่สามารถแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีได้ โดยการกำหนดให้สัมประสิทธิ์ของเทอมที่แสดงความมีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction terms) ระหว่างปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับศูนย์ หรือ $H_0 : \beta_{jk} = 0 \;\; ; j,k = L, Cr, A$ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ Shenggen Fan (1991) และ ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และ Haimin Wanh (2539) ใช้ในการศึกษา เปรียบเทียบกับรูปแบบสมการ translog กรณีที่ไม่ใส่ข้อจำกัดใดๆ ซึ่งถ้าหากปฏิเสธสมมุติฐานหลักก็หมายความว่าปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดนั้นไม่สามารถแยกออกจากกันและกันได้นั้นเอง

ซึ่งสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานทั้ง 2 ข้อนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่า Likelihood-Ratio Statistic Test (LR test) ในการทดสอบ โดยใช้การกระจายแบบ Chi-square (หรือ mixed chi-square) ณ ระดับองศาแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับจำนวนของข้อจำกัดที่ใส่ในข้อสมมุติฐานหลัก สำหรับใช้หาช่วงวิกฤติเพื่อการตัดสินใจ (Tim Coelli (1996), Battese และคณะ (1998)) ซึ่งสูตรในการคำนวณค่า LR test แสดงได้ดังนี้

$$LR = -2\ln\left[L(H_0)/L(H_1)\right] = -2\left[\ln L(H_0) - \ln L(H_1)\right] \qquad (3.18)$$

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

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

ซึ่งค่า $\ln L(H_0)$ และ $\ln L(H_1)$ นั้นได้รับจากผลการประมาณหาเส้นพรมแดนการผลิต (Frontier) ด้วยวิธี Maximum Likelihood Estimates (MLE) ในโปรแกรม Limdep version 7.0

เมื่อได้รูปแบบของฟังก์ชั่นการผลิตที่เหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์แล้ว ก็ทำการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของสมการพรมแดนการนั้น และทำการคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจในแต่ละปี โดยการแทนค่าตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดลงในสมการพรมแดนการผลิตดังกล่าว ซึ่งจะทำให้ได้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ระดับที่เป็นไปได้สูงสุดจากระดับของการใช้ปัจจัยการผลิตในแต่ละปี [$\ln \hat{Y}_{it} = \ln f(X_{it}, t; \beta)$] ซึ่งได้จากการประมาณโดยวิธี Maximum Likelihood Estimates ของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจในแต่ละช่วงเวลา

แล้วนำเอามูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรดังกล่าวไปคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนรวม (ε_{it}) โดยการนำเอามูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรที่ได้รับจริงมาลบออก หรือ $\varepsilon_{it} = \ln Y_{it} - \ln \hat{Y}_{it}$ เมื่อทราบค่าความคลาดเคลื่อนรวม (ε_{it}) แล้ว ทำการคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิตตามวิธีของ Jondrow และคณะ(1982) ดังแสดงในสมการที่ (3.16) และสำหรับค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่จะนำมาใช้ในการคำนวณหาสมการอัตราการเติบโตของผลผลิตนั้น สามารถหาได้โดยใช้สูตรดังแสดงในสมการที่ (3.11)

เมื่อได้ค่าระดับประสิทธิภาพการผลิตและค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจในแต่ละปีแล้ว ก็สามารถที่จะคำนวนหาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ โดยการค่าหาอนุพันธ์ (Total differentiation) ของสมการที่แสดงถึงระดับของผลผลิตที่ได้รับ ณ ระดับประสิทธิภาพการผลิตนั้นๆ ในแต่ละปี [$\ln \hat{Y}_{it}^{*} = \ln f(X_{it}, t; \beta) + \ln(e^{u_{it}})$] เทียบกับเวลา (t) ดังแสดงในสมการที่ (3.14) ก็จะได้สมการที่แสดงถึงอัตราการเติบโตของผลผลิต ซึ่งจะทำให้ทราบถึงผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง (neutral technological change) การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะ biased (biased technological change) และการเปลี่ยนแปลงด้านประสิทธิภาพการผลิต (technical efficiency change) ที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรในแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในแต่ละปีได้

3.3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1. ข้อมูลของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจ ในช่วงปี 2520–2542 นั้น เป็นผลรวมของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรของแต่ละจังหวัดที่อยู่ในเขตเกษตรเศรษฐกิจเดียวกัน โดยรวบรวมได้จากสมุดรายงานสถิติรายจังหวัด และสมุดรายงานสถิติภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจัดทำโดย สำนักงานสถิติจังหวัด สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี และจากรายงานสถิติผลิตภัณฑ์ภาคและจังหวัด ที่จัดทำโดยกองบัญชีประชาชาติ คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาของอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ ดังนั้นมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรที่นำมาใช้ในการศึกษาจะเป็นมูลค่าที่ถูกปรับโดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ฐานปี 2531 เพื่อให้เป็นมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ราคาคงที่ (constant prices) ปี 2531 โดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ฐานปี 2531 ได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1ก-3ก ของภาคผนวก ก)

$$\text{GDP Ag Deflator at 1988} = \frac{\text{(GDP Ag at current prices) x 100}}{\text{GDP Ag at constant 1988 prices}}$$

โดยที่ GDP Ag Deflator at 1988 คือ GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรของประเทศ ฐานปี 2531

GDP Ag at current prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมสาขาเกษตรของประเทศ ณ ราคาประจำปี

GDP Ag at constant 1988 prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมสาขาเกษตรของประเทศ ณ ราคาคงที่ ปี 2531

2. ข้อมูลของจำนวนแรงงานภาคการเกษตรของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจ ในช่วงปี 2520-2542 นั้น เป็นผลรวมจากข้อมูลของจำนวนแรงงานภาคการเกษตรของแต่ละจังหวัดที่อยู่ในเขตเกษตรเศรษฐกิจเดียวกัน โดยข้อมูลจำนวนแรงงานภาคการเกษตรของแต่ละจังหวัดนั้น รวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ ดังนี้

- ข้อมูลแรงงานภาคการเกษตร ในปี 2523 และปี 2533 รวบรวมจาก สำมะโนประชากรและเคหะ(ระดับจังหวัด) ซึ่งเป็นข้อมูลของจำนวนของประชากรอายุ 11 ปีขึ้นไปที่ทำงานในเชิงเศรษฐกิจในภาคการเกษตร จำแนกตามหมวดอุตสาหกรรม ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

- ข้อมูลแรงงานภาคการเกษตร ในช่วงปี 2537 ถึง 2542 รวบรวมจาก รายงานโครงการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ระดับจังหวัด ระหว่างปี พ.ศ. 2520-2542 ซึ่งเป็นจำนวนประชากรอายุ 13 ปีขึ้นไปที่มีงานทำในเชิงเศรษฐกิจในภาคการเกษตร จำแนกตามหมวดหมวดอุตสาหกรรม โดยเป็นข้อมูลในรอบการสำรวจที่ 3 (สิงหาคม) ซึ่งเป็นช่วงฤดูการเกษตร ซึ่งจัดทำโดย สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

- สำหรับข้อมูลแรงงานภาคการเกษตร ในช่วงปี 2520-22, 2524-32 และ 2534-36 นั้น เนื่องจากว่าในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีการสำรวจและเผยแพร่ข้อมูลแรงงานภาคการเกษตรในระดับจังหวัด ดังนั้นข้อมูลแรงงานภาคการเกษตรในช่วงเวลาดังกล่าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้จากการประมาณ โดยการอาศัยข้อมูลจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในปี 2523, 2533 และปี 2537-42 เป็นฐานในการคำนวณ และสูตรที่ใช้ในการประมาณแสดงดังต่อไปนี้

$$L_{it} = L_{i(t-1)} \times [(Pop.\ growth + 100)/100]$$

เมื่อ L_{it} คือ จำนวนแรงงานภาคการเกษตรของจังหวัดที่ i ในปีที่ t

$L_{i(t-1)}$ คือ จำนวนแรงงานภาคการเกษตรของจังหวัดที่ i ในปีที่ $t-1$

$Pop.\ growth$ คือ อัตราการเพิ่มของประชากรของจังหวัดที่ i (ร้อยละต่อปี)

โดยที่ อัตราการเพิ่มของประชากรในแต่ละจังหวัดนั้น รวบรวมจากหนังสือประชากรของประเทศไทย สถิติในช่วง 25 ปี (2511-35) จัดพิมพ์โดย สถาบันประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และรวบรวมจากสมุดรายงานสถิติจังหวัด และสมุดรายงานสถิติภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จัดทำโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี โดยข้อมูลของจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจทั้งที่ได้จากการรวบรวมและการประมาณนั้น แสดงในตารางที่ 4ก ของภาคผนวก ก

3. ข้อมูลขนาดเนื้อที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน ปอแก้ว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียว ของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจ ในช่วงปี 2520-2542 นั้น เป็นผลรวมของเนื้อที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญดังกล่าวของแต่ละจังหวัดที่อยู่ในเขตเกษตรเศรษฐกิจเดียวกัน โดยข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดนั้น รวบรวมจากสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูกต่างๆ ซึ่งจัดทำโดยศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจนั้น แสดงในตารางที่ 5ก-7ก ของภาคผนวก ก

4. ข้อมูลปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจ ในช่วงปี 2520-2542 นั้น เป็นผลรวมของปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรของ ธ.ก.ส. ของแต่ละจังหวัดที่อยู่ในเขตเกษตรเศรษฐกิจเดียวกัน ซึ่งรวบรวมได้จากรายงานกิจการ งบดุล งบกำไรขาดทุน ในรอบปีบัญชีต่างๆ ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร และรวบรวมจากสมุดรายงานสถิติจังหวัดและสถิติภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี โดยข้อมูลของปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ที่ได้จากการรวบรวมแสดงในตารางที่ 8ก ของภาคผนวก ก