

ผลกระทบของการใช้ปัจจัยการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี และประสิทธิภาพการผลิตที่มีต่อการผลิตทางการเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย

ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และ Haimin Wang

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้ก็เพื่อที่จะวิเคราะห์ถึงการมีส่วนร่วมของอัตราการใช้ปัจจัยการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี และการพัฒนาทางด้านประสิทธิภาพการผลิตในภาคเกษตร ต่อการเจริญเติบโตของการผลิตทางการเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย การทราบผลกระทบของปัจจัยเหล่านี้ทำให้ผู้วางแผนนโยบายสามารถบริหารการเจริญเติบโตของภาคเกษตรได้ดีขึ้น

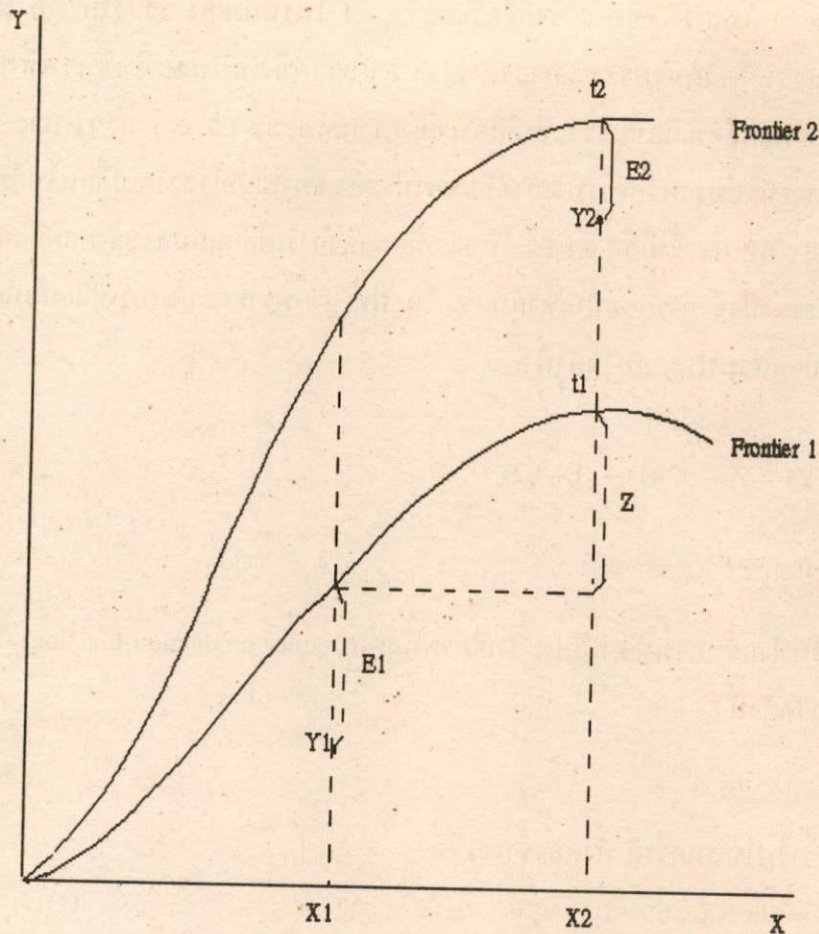
1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งความสนใจไปสู่ระดับมหภาคของภาคการเกษตรของภาคเหนือของประเทศไทย โดยการรวมข้อมูลแบบอนุกรมเวลาเป็นรายปีตั้งแต่ปี 1975-1991 และข้อมูลตัดขวางรายจังหวัด จาก 16 จังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทย ทั้งนี้เป็นการนับจังหวัดพะเยา และเชียงรายเข้าเป็นจังหวัดเดียวกัน ดังนั้นจำนวนค่าสังเกต (observations) ทั้งหมดจึงเท่ากับ 272 ค่าสังเกต ข้อมูลส่วนใหญ่มาจาก 2 แหล่ง คือ ธนาคารกรุงไทย (มหาชน) จำกัด และ สถิติการเกษตรของประเทศไทย

ในจังหวัด 16 จังหวัดนี้ จะแบ่งออกเป็นโซนทั้งหมด 4 โซนด้วยกัน คือ โซน A ประกอบไปด้วยจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และพะเยา แม่ฮ่องสอน ลำพูน โซน B ประกอบไปด้วยจังหวัดน่าน แพร่ ลำปาง สุโขทัย อุตรดิตถ์ โซน C ประกอบไปด้วย กำแพงเพชร ตาก พิจิตร พิษณุโลก โซน D มินครสวรรค์ เพชรบูรณ์ อุทัยธานี

2. กรอบทฤษฎี

ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การผลิตกล่าวว่าการเติบโตของการผลิตประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ไปตามฟังก์ชันการผลิต (ซึ่งเนื่องมาจากการขยายตัวของปัจจัยการผลิต) และการเคลื่อนที่ (shift) ของเส้นฟังก์ชันการผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี (technological change) โดยมีข้อสมมุติว่าหน่วยการผลิต (firm) ดังกล่าวได้ทำการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดแล้ว อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงหน่วยการผลิตอาจจะทำการผลิต ณ จุดที่ยังไม่มีประสิทธิภาพก็ได้ Fan (1991) ได้แสดงที่มาของการเปลี่ยนแปลงในการผลิตดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการเติบโตของการผลิตอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของการใช้ปัจจัยการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางค่านเทคโนโลยี และการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

ในรูปที่ 1 ณ เวลาที่ 1 ผู้ผลิตมีฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (production frontier) เส้นที่ 1 ซึ่งก็คือเส้น Frontier 1 ในรูป และ ณ เวลาที่ 2 ก็มีเส้นที่ 2 Frontier 2 ซึ่งก็หมายความว่าถ้ากระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพที่สุดแล้ว ผลผลิตก็ต้องอยู่บนเส้นฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (production frontier) อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้วผลผลิตที่แท้จริงอาจจะอยู่ที่ Y_1 ณ เวลาที่ 1 และ Y_2 ณ เวลาที่ 2 ทั้งนี้ก็เนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของการผลิต และตามรูป การเปลี่ยนแปลงทางค่านเทคโนโลยี (Technological change) สามารถวัดได้จากการเคลื่อนที่ (shift) ในฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (production frontier) ซึ่งก็คือการเคลื่อนที่จาก Frontier 1 ไปสู่ Frontier 2 ซึ่งก็คือระยะ $t_2 - t_1$ ในรูปนั่นเอง สำหรับความไม่มี

ของการผลิต และตามรูป การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี (Technological change) สามารถวัดได้จากการเคลื่อนที่ (shift) ในฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (production frontier) ซึ่งก็คือการเคลื่อนที่จาก Frontier 1 ไปสู่ Frontier 2 ซึ่งก็คือระยะ $t_2 - t_1$ ในรูปนั่นเอง สำหรับความไม่มีประสิทธิภาพนั้นสามารถวัดได้จากระยะทางระหว่างเส้นการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (production frontier) กับผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งก็คือระยะ E_1 และระยะ E_2 ณ เวลา t_1 และ t_2 ตามลำดับ ดังนั้นการปรับปรุงหรือการพัฒนาด้านประสิทธิภาพเมื่อเวลาได้เปลี่ยนไปก็คือความแตกต่างระหว่าง E_1 กับ E_2 ซึ่งก็คือ $E_2 - E_1$ ในขณะที่ผลของการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตอันเนื่องมาจากการขยายตัวของปัจจัยการผลิตนั้นเท่ากับ Z ในรูปที่ 1 เพราะฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตสามารถจะแยกส่วนประกอบได้ดังนี้

$$Y_2 - Y_1 = Z + (t_2 - t_1) + (E_2 - E_1)$$

3. แบบจำลอง

สำหรับฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (frontier production function) โดยทั่วไปนั้นสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_{it} = f(X_{it}, b) e^{v_{it}} e^{u_{it}}$$

และจากการใช้ $\log_e$ เข้าไปในสมการนี้ ทั้งสองข้างจะได้

$$\ln Y_{it} = \ln f(X_{it}, b) + v_{it} + u_{it} \quad (1)$$

โดยที่

$$\ln = \log_e$$

$$i = \text{หน่วยการผลิต (firm) ที่ } i$$

$$t = \text{เวลา}$$

$$Y_{it} = \text{ผลผลิตของหน่วยการผลิตที่ } i \text{ ณ เวลาที่ } t$$

$$X_{it} = 1 \times k \text{ เวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตของหน่วยการผลิตที่ } i \text{ ณ เวลาที่ } t$$

$$f(X_{it}, b) = \text{ระดับของผลผลิตที่มีศักยภาพ}$$

$$v_{it} = \text{ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้}$$

$$u_{it} = \text{ความไม่มีประสิทธิภาพทางด้านการผลิต มีการกระจายข้างเดียว}$$

$$(\text{one-sided distribution}) \text{ โดยที่ } u \leq 0$$

จากสมการข้างบน $f(X_{it}, b)e^{v_{it}}$ คือฟังก์ชันการผลิตที่ดีที่สุดที่มีลักษณะเป็น

stochastic ค่าของ u ที่ไม่เป็นบวก ($u \leq 0$) แสดงให้เห็นว่าผลผลิตซึ่งแสดงโดย $f(X_{it}, b)e^{v_{it}}e^{u_{it}}$

จะต้องอยู่ไม่เกินเส้นฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (production frontier) ทั้งนี้เพราะว่า

ประสิทธิภาพสามารถจะเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อเวลาได้เปลี่ยนไป และนอกจากนี้ยังสมมุติอีกว่า u มีการกระจายแบบปกติแบบข้างเดียว และมีความแปรปรวน (variance) เท่ากับ σ_u^2 ส่วน v เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายแบบปกติด้วยค่า mean เท่ากับศูนย์ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_v^2 และ $E u_{it} v_{it} = 0$

ประสิทธิภาพของหน่วยการผลิต ณ. เวลาที่ t สามารถจะนิยามได้ดังนี้ คือ

$$e_{it} = \frac{Y_{it}}{f(X_{it}, b) e^{v_{it}}}$$

และเนื่องจาก v_{it} นี้ไม่สามารถสังเกตได้ ประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตจึงไม่สามารถวัดได้ อย่างไรก็ตาม Kalirajan และ Flinn (1983) ได้แสดงวิธีวัดประสิทธิภาพของหน่วยการผลิต ณ เวลาหนึ่งดังนี้

$$E \left[\exp \left(\frac{u_{it}}{u_{it} + v_{it}} \right) \right] = \exp \left[- \left(\frac{\sigma_u \sigma_v}{\sigma} \right) \left(\frac{f(.)}{1 - F(.)} - \frac{\varepsilon_{it}}{\sigma} \sqrt{\gamma} \right) \right] \quad (2)$$

โดยที่ $\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$

σ = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของ ε_{it}

$\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2$

$f(.)$ = ค่าของ standard normal density function ณ $\frac{\varepsilon_{it} \sqrt{\gamma}}{\sigma (1 - \gamma)}$

$F(.)$ = ค่าของ standard normal distribution function ณ $\frac{\varepsilon_{it} \sqrt{\gamma}}{\sigma (1 - \gamma)}$

กระบวนการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิต n ชนิดในการผลิตผลผลิต 1 ชนิด สามารถจะเขียนในรูปของฟังก์ชันการผลิตได้ดังนี้

$$Y = f(X_1, \dots, X_n, T) \quad (3)$$

โดยที่

Y = ผลผลิต

X_i = ปัจจัยการผลิตที่ $i \quad i = 1, \dots, n$

T = แนวโน้มเวลาที่ใช้ในการหาการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี

Translog function ที่ไม่มีข้อจำกัด อาจใช้เป็นตัวแทนสมการ (3) ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\ln Y = a_0 + a_t t + \sum_i a_i \ln X_i + \sum_i \sum_j a_{ij} \ln X_i \ln X_j + \sum a_{it} \ln X_i t + a_{tt} t^2 \quad (4)$$

อย่างง่ายตาม translog function มีจำนวนตัวแปรมาก (ทำให้องค์การรวบรวมเป็นจำนวนมาก) ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหา multicollinearity ฉะนั้นเราอาจพิจารณาใช้ข้อจำกัดที่ว่า ปัจจัยการผลิตทุกชนิดสามารถแยกออกจากกันและกันได้ (separable) แต่ว่าแต่ละปัจจัยไม่สามารถแยกออกจากกันการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y = f\{g_1(X_1, T), \dots, g_n(X_n, T)\} \quad (5)$$

ฟังก์ชันการผลิต (5) อาจจะแสดงได้ในรูปแบบ

$$\ln Y = a_0 + a_1 t + \sum_{i=1}^I a_i \ln X_i + \sum_{j=2}^J a_{ij} \ln X_i \cdot t + a_{i^2} t^2 \quad (6)$$

แต่อาจพิจารณาว่าสามารถแยกออกจากกันได้ (separable) ฟังก์ชันการผลิตนี้อาจจะแสดงได้ดังนี้

$$Y = f\{g_1(X_1), \dots, g_n(X_n), T\} \quad (7)$$

และ สมการ (7) ก็อาจจะแสดงได้ในรูปแบบฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb - Douglas ดังนี้

$$\ln Y = a_0 + \sum_{i=1}^I a_i \ln X_i + a_{i^2} t^2 \quad (8)$$

เนื่องจากฟังก์ชันการผลิตแบบ translog มีกัมมันต์หลายอย่าง multicollinearity และเนื่องจากฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb - Douglas นั้นจะขึ้นอยู่กับค่าความยืดหยุ่นทางการผลิต (production elasticity) มีค่าคงที่ และความยืดหยุ่นแห่งการทดแทน (elasticity of substitution) ระหว่างปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากันหนึ่งเสมอ เราจึงเลือกเอาสมการ (6) มาเป็นแบบจำลองสำหรับประมาณค่า แต่ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb - Douglas และฟังก์ชันการผลิตแบบเฉลี่ย (average production functions) จะถูกคำนวณด้วยวิธีการเปรียบเทียบ

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

Y = มูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรในรูปของมูลค่า (1,000 บาท) ณ ระดับ

จังหวัด (ราคา ณ ปี 1988)

LAND = ที่ดิน (ที่ดินที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว) หน่วยเป็น 1,000 ไร่

LABR = แรงงานที่ใช้ในการเกษตร (1,000 คน)

TRAC = ค่าเช่าที่ดินในการเกษตร (1,000 หน่วย)

IRRIC = พื้นที่ชลประทาน (1,000 ไร่)

T = แนวโน้มเวลา $t = 1$ สำหรับปี 1975 , $t = 2$ สำหรับปี 1976 , ...,
 $t = 17$ สำหรับปี 1991

$$LANDT = LAND \times T$$

$$LABRT = LABR \times T$$

$$TRACT = TRAC \times T$$

$$IRRIGT = IRRIG \times T$$

$$T^2 = T \times T$$

5. ผลการวิเคราะห์

ในการเลือกว่ารูปแบบของฟังก์ชันการผลิตรูปแบบใดจะดีกว่ากันระหว่าง Cobb - Douglas กับ restricted translog นั้น F- test จะถูกนำมาใช้ในการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : a_{it} = 0$ สำหรับทุกค่าของ i โดยที่

$$F = \frac{(e' * e * - e' e) / q}{e' e / (n-k)} \sim F(q, n-k) \quad (9)$$

$e' * e *$ คือ restricted residual sum of squares ที่ได้จาก restricted least squares (นั่นคือสัมประสิทธิ์ของ interaction terms ทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์)

$e' e$ คือ unrestricted residual sum of squares จาก unrestricted least squares

n คือ จำนวนค่าสังเกต (observations)

k คือ จำนวนของตัวแปรอิสระ

q คือ จำนวนของข้อจำกัด (restrictions)

ผลจากการคำนวณค่า F พบว่า F ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 9.553 และเมื่อเทียบกับ $F_{0.99}(5, 261) \cong 3.08$ ซึ่งแสดงว่า restricted translog (R2) นั้นแตกต่างจากฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb - Douglas (R1) และฟังก์ชันการผลิตแบบ restricted translog (R2) นั้นดีกว่า Cobb - Douglas (R1) เพราะว่า R^2 และ adjusted R^2 ของ restricted translog นั้นสูงกว่า อีกทั้งตัวแปรที่เพิ่มขึ้นมาจาก Cobb - Douglas 5 ตัวแปรเป็นตัวแปรที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 5% สามตัวแปร และระดับ 20% หนึ่งตัวแปร

อย่างไรก็ตามถ้าเราเอาแบบจำลอง restricted translog (R2) ไปคำนวณ production frontier ก็จะได้ค่า R^3 และสังเกตเห็นว่า สัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จาก R^3 และ R^2 จะแตกต่างกันไม่มากนัก แต่ R^3 จะดีกว่า เพราะว่า λ มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ (Kalirajan et al, 1989) (ตารางที่ 1)

6. ความยืดหยุ่นของการผลิต (production elasticity) เทียบกับปัจจัยการผลิตต่าง ๆ

ความยืดหยุ่นของการผลิตในการศึกษานี้คำนวณมาจากสมการ (6) ความยืดหยุ่นของการผลิตเมื่อเทียบกับปัจจัยการผลิตที่ i จากฟังก์ชันการผลิต (6) สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\epsilon_{it} = \partial \ln Y / \partial \ln X_{it} = a_i + a_{it} \quad (12)$$

ถ้า $a_{it} > 0$ ความยืดหยุ่นของการผลิตเทียบกับปัจจัยการผลิต i จะมีลักษณะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาได้เปลี่ยนไปมากขึ้น และถ้า $a_{it} < 0$ ความยืดหยุ่นดังกล่าวก็จะลดลง ค่าความยืดหยุ่นของการผลิตเป็นรายปีตั้งแต่ปี 1975 ถึง 1991 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

7. ประสิทธิภาพการผลิต

ประสิทธิภาพการผลิตคำนวณมาจากสมการ (2) และฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด (production frontier) ซึ่งคือ R3 ในตารางที่ 1 ผลของการคำนวณประสิทธิภาพการผลิตแบ่งตามโซนแสดงไว้ดังตารางที่ 3

8. ผลการวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้ปัจจัยการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพการผลิต

การเติบโตของการผลิตทางการเกษตรสามารถจะแยกได้ว่ามาจาก 3 แหล่งดังนี้ (1) จากการเพิ่มขึ้นของการใช้ปัจจัยการผลิต (2) จากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี และ (3) จากการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต ในการแยกผลที่มีต่อการเติบโตของการผลิตทางการเกษตรในรูปของอัตราการเจริญเติบโตรายปีของการเพิ่มขึ้นในการใช้ปัจจัยการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพการผลิตนั้นสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ (6) ซึ่งสามารถที่จะเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\ln Y(t) = a_0 + \sum_i a_i \ln X_i(t) + \sum_i a_{it} [\ln X_i(t)] \cdot t + a_t + a_{tt} t^2 + \ln [e^{u(t)}] + v(t) \quad (13)$$

$$\text{และ กำหนดให้ } \ln A_0(t) = a_0 + a_t t + a_{tt} t^2 + v(t)$$

$$a_i(t) = a_i + a_{it} t$$

$$\text{และ } E(t) = e$$

สมการ (13) ก็จะสามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\ln Y(t) = \ln A_0(t) + \sum_i a_i(t) \ln X_i(t) + \ln E(t) \quad (14)$$

หาอนุพันธ์อันดับแรกของสมการ (14) เทียบกับเวลาจะได้สมการอัตราการเจริญเติบโตของการผลิตซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$\partial \ln Y(t) / \partial t = \partial \ln A_0(t) / \partial t + \sum_i a_i(t) \cdot \partial \ln X_i(t) / \partial t + \sum_i \ln X_i(t) \cdot \partial a_i(t) / \partial t + \partial \ln E(t) / \partial t \quad (15)$$

เทอมแรกทางขวามือของสมการ (15) คือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่เรียกว่า neutral technological change เทอมที่สองก็คือผลของการเปลี่ยนแปลงของการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของการผลิต เทอมที่สาม คือ ผลของการเจริญเติบโตของการผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีชนิดที่เรียกว่า biased technological change และเทอมสุดท้ายคือผลอันเนื่องมาจากการปรับปรุงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต ผลการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 4

9. ความหมายทางด้านนโยบาย

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ให้ความหมายทางด้านนโยบายที่สำคัญเกี่ยวกับการเพิ่มอัตราการเติบโตของผลผลิตทางการเกษตร และการทำให้ความเหลื่อมล้ำระหว่างโซนนั้นบรรเทาลงได้

ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของการใช้ปัจจัยการผลิต มีส่วนร้อยละ 54.1 ในการทำให้ผลผลิตเจริญเติบโต ส่วนทางด้าน การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้ผลผลิตเจริญเติบโตเท่ากับร้อยละ 42.8 ในขณะที่การปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตมีส่วนช่วยเพียงร้อยละ 3.1 เท่านั้น แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการผลิตแบบ neutral technological change มีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของการผลิตทางการเกษตรมากที่สุดร้อยละ 37.8 จากการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดร้อยละ 42.8 ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี (ตารางที่ 4)

การเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรสามารถที่จะทำได้หลายทาง แต่ที่เห็นชัดเจนก็คือการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิต ซึ่งสามารถที่จะพยากรณ์การเพิ่มขึ้นของผลผลิตทางการเกษตรได้จากความยืดหยุ่นของการผลิต ดังที่แสดงไว้เป็นแนวทางในตารางที่ 2

อย่างไรก็ตาม ช่องทางการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรอีกช่องทางหนึ่งที่สามารถทำได้เช่นกันก็คือ เพิ่มหรือปรับปรุงประสิทธิภาพทางการผลิต (technical efficiency) ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโซน B เนื่องจากโซน B มีการปรับปรุงทางด้านประสิทธิภาพทางการผลิตเป็นลบ และโซน B ก็ยังคงมีประสิทธิภาพการผลิตอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบ

กับโซนอื่น ๆ เพราะฉะนั้นยังมีช่องทางพอสมควร ในการเพิ่ม และปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่ผ่านมา และมีส่วนเกื้อหนุนการเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรแทบจะทั้งหมดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีประเภท neutral technological change ซึ่งได้แก่ วิธีการปฏิบัติในการเกษตร ความชำนาญในการจัดการเกี่ยวกับการปลูกพืช ระยะเวลาและจำนวนปุ๋ยเคมีที่ใช้ การจัดระบบการปลูกพืชอย่างเหมาะสม เป็นต้น แต่ในโซน A และโซน B ยังมีการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงทางด้านนี้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ โซน C และ D และเมื่อเปรียบเทียบกับมีส่วนร่วมในอัตราการเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรของการเพิ่มขึ้นของการใช้ปัจจัยการผลิต ดังนั้นในโซน A และโซน B น่าจะได้รับความสนใจในการปรับปรุงทางด้านการจัดการต่าง ๆ ในการทำการเกษตรให้มีประสิทธิภาพขึ้น

10. ข้อจำกัดสำหรับการศึกษา

การศึกษานี้มีข้อจำกัดอยู่หลายประการด้วยกันโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลทางด้านจำนวนของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก เมล็ดพันธุ์ ที่ใช้ในการผลิต จำนวนการใช้ที่ดินในแต่ละพื้นที่ ต่อปี ความแตกต่างในด้านคุณภาพของดินในแต่ละจังหวัดหรือพื้นที่ จำนวนแรงงาน (mandays or manmonths) ที่แท้จริงที่ใช้ในการเกษตร คุณภาพของแรงงานในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งความแตกต่างทางด้านภูมิอากาศ เป็นต้น เป็นสิ่งที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ ฉะนั้นการใช้ผลการ วิเคราะห์จึงต้องระวังข้อจำกัดดังกล่าว

ตารางที่ 1 แสดงค่าประมาณการของสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันการผลิตแบบเฉลี่ยที่อยู่ในรูปของ Cobb - Douglas (R1) restricted translog (R2) และ restricted translog frontier (R3)

Regression No.	R1	R2	R3
	(Average)	(Average)	(Frontier)
Constant	9.95* (49.85)	10.93* (31.57)	11.29* (37.39)
LABOR	.432* (16.61)	.563* (10.26)	.542* (9.73)
LAND	.287* (9.99)	.068*** (1.27)	.059 (1.20)
TRACTORS	.081* (3.42)	.095* (2.11)	.106* (2.70)
IRRIGATION	.038* (2.93)	.015 (.82)	.016 (.69)
T	.003 (.81)	-.238* (-3.45)	-.263* (-3.46)
LABORT		-.0128* (-2.54)	-.0107** (-1.69)
LANDT		.0259* (4.72)	.0258* (3.92)
TRACTORST		-.0045 (-1.04)	-.0051 (-.93)
IRRIGATIONT		.0047* (1.98)	.0045*** (1.34)
T ²		.00123*** (1.45)	.00142*** (1.37)
$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$			1.382* (3.087)
σ	.210* (23.3)	.195* (23.3)	.250* (10.73)
Log-likelihood			65.736
Observations	272	272	272
R ²	.875	.894	
$\bar{R}^2$	.872	.890	

แหล่งที่มา : คำนวณ

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ คือค่า t

*, **, *** คือความมีนัยสำคัญ ณ ระดับ 5%, 10%, และ 20% ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความยืดหยุ่นของการผลิต เมื่อเทียบกับปัจจัยการผลิตต่างๆ 1975-1991

Year	Labor	Land	Tractors	Irrigation	Total
1975	.531	.085	.101	.021	.738
1976	.521	.111	.096	.025	.753
1977	.510	.136	.091	.030	.767
1978	.499	.162	.086	.034	.781
1979	.489	.188	.081	.039	.797
1980	.478	.214	.076	.043	.811
1981	.467	.240	.070	.048	.825
1982	.456	.265	.065	.052	.838
1983	.446	.291	.060	.057	.854
1984	.435	.317	.055	.062	.869
1985	.424	.343	.050	.066	.883
1986	.414	.369	.045	.071	.899
1987	.403	.394	.040	.075	.912
1988	.392	.420	.035	.080	.927
1989	.382	.446	.030	.084	.942
1990	.371	.472	.025	.089	.957
1991	.360	.498	.020	.094	.972

แหล่งที่มา : คำนวณ

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการผลิตแบ่งตามโซน 1975-1991

Year	Zone				Regional		
	A	B	C	D	Average	C.V.	
1975		.911	.786	.588	.872	.800	.182
1976		.938	.727	.673	.893	.833	.158
Average 75-76		.926	.757	.629	.882	.817	
Rank		1	3	4	2		
C.V. 75-76		.019	.055	.095	.017		
Rank		3	2	1	4		
1977		.919	.753	.610	.691	.755	.176
1978		.916	.766	.700	.896	.826	.120
1979		.938	.812	.707	.832	.841	.115
1980		.865	.730	.723	.889	.810	.109
1981		.883	.717	.785	.911	.836	.109
Average 77-81		.909	.756	.704	.849	.814	
Rank		1	3	4	2		
C.V. 77-81		.033	.049	.089	.104		
Rank		4	3	2	1		
1982		.874	.636	.828	.845	.800	.136
1983		.891	.597	.699	.905	.786	.194
1984		.914	.682	.791	.921	.847	.137
1985		.877	.721	.789	.907	.834	.103
1986		.907	.692	.782	.881	.827	.121
Average 82-86		.894	.664	.779	.895	.819	
Rank	2	4	3	1			
C.V. 82-86		.020	.074	.061	.033		
Rank	4	1	2	3			
1987		.924	.658	.701	.848	.789	.159
1988		.927	.739	.846	.897	.866	.097
1989		.851	.804	.868	.875	.852	.038
1990		.880	.779	.769	.820	.816	.062
1991		.834	.757	.822	.835	.813	.047
Average 87-91		.890	.747	.805	.858	.830	
Rank		1	4	3	2		
C.V. 87-91		.047	.074	.084	.036		
Rank		3	2	1	2		
Δ 82-91		.040	.121	.006	.010	.013	
Rank		3	1	2	4		
Δ 75-91		.077	.029	.234	.037	.013	
Rank		2	4	1	3		
Annual Growth Rate (%)		-.528	-.231	2.49	-.265	.102	

Note: C.V. is coefficient of variation

Δ 82-91 and Δ 75-91 indicate the absolute change of technical efficiency

แหล่งที่มา: คำนวณ

ตารางที่ 4 แหล่งที่มาของอัตราการเติบโตของผลผลิตทางการเกษตรต่อปีระหว่างปี 1975-1991

Zone	A	B	C	D	Regional
Total Production Growth					
	2.2	1.18	9.06	3.13	3.27
	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
Total Input Growth					
	2.27	1.01	2.55	1.84	1.77
	(103.2)	(85.6)	(28.1)	(58.8)	(54.1)
Labor	1.2	.15	1.12	.31	.74
	(54.5)	(12.7)	(12.4)	(9.9)	(22.6)
Land	.12	.08	.14	.03	.08
	(5.5)	(6.8)	(1.5)	(1.0)	(2.4)
Tractors	.83	.56	.80	.53	.66
	(37.6)	(47.5)	(8.8)	(16.9)	(20.2)
Irrigation	.12	.22	.49	.97	.29
	(5.5)	(18.6)	(5.4)	(31.0)	(8.9)
Total Productivity Growth					
	-.07	.17	6.25	1.29	1.50
	(-3.2)	(14.4)	(71.9)	(41.2)	(45.9)
Efficiency Change	-.53	-.23	-2.49	-.27	.10
	(-24.1)	(-19.5)	(27.5)	(-8.6)	(3.1)
Technological Change	.46	.40	4.02	1.56	1.40
	(20.9)	(33.9)	(44.4)	(49.8)	(42.8)
<i>Neutral Technological Change</i>					
	.29	.24	3.86	1.39	1.24
	(13.3)	(20.4)	(42.6)	(44.3)	(37.8)
<i>Biased Technological Change</i>					
	.17	.16	.16	.17	.16
	(7.7)	(13.5)	(1.8)	(5.5)	(5.0)
Labor	-.077	-.074	-.071	-.071	-.073
	(-3.50)	(-6.23)	(-.78)	(-2.26)	(-2.24)
Land	.221	.216	.221	.232	.221
	(10.50)	(18.31)	(2.44)	(7.41)	(6.67)
Tractors	-.008	-.011	-.012	-.011	-.011
	(-.38)	(-9.50)	(-.13)	(-.36)	(-.33)
Irrigation	.032	.028	.027	.024	.028
	(1.43)	(2.37)	(.03)	(.76)	(.87)

แหล่งที่มา : คำนวณ

REFERENCES

- Kalarajan, K.P., and J.C. Flinn. 1983. "The Measurement of Farm Specific Technical Efficiency." *Pakistan J. Appl. Econ.* 2: 167-80.
- Kalarajan, K.P., and R. T. Shand. 1989. "A Generalized Measure of Technical Efficiency." *Appl. Econ.* 21:25-34.
- Fan, S. 1991. "Effects of Technological Change and Institutional Reform on Production growth in Chinese Agriculture." *Amer. J. Agr. Econ.* 73: 266-275.