บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ฟังก์ชั่นการผลิต

บทนี้จะเป็นการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาหาความยืนยงของระบบเกษตรที่หมู่บ้านผานกกก โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนแรกจะเป็นการวิเคราะห์ฟังก์ชั่นการผลิตพืชผักทุกชนิดในระบบเพื่อนำไปสู่การหารายได้สุทธิของระบบการทำฟาร์ม และในการวิเคราะห์เพื่อหาฟังก์ชั่นการผลิตนี้สามารถทำได้หลายวิธีทั้งโดยการประมาณค่าจากฟังก์ชั่นการผลิตโดยตรงหรือประมาณค่าผ่านฟังก์ชั่นต้นทุน(cost function) หรือฟังก์ชั่นกำไร (profit function) ซึ่งเป็นวิธีการทางอ้อม การประมาณโดยวิธีการทางอ้อมนี้มีข้อดีกว่าการประมาณค่าโดยวิธีการทางตรงหลายประการเช่นไม่ต้องคำนึงถึง homogeneity properties ของ production function ปัญหา multicollinearity จะน้อยกว่าการประมาณค่าจาก production function เพราะความสัมพันธ์ระหว่างราคากับปัจจัยการผลิตจะมีน้อยกว่าปัจจัยการผลิตกับปัจจัยการผลิตเป็นต้น แต่ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการประมาณค่าผ่านฟังก์ชั่นการผลิตโดยตรงและใช้ single equation approach ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านราคาปัจจัยการผลิตเพราะในหมู่บ้านเดียวกันราคาปัจจัยการผลิตต่าง ๆ แทบไม่มีความแตกต่างกันทำให้ไม่สามารถประมาณค่าโดยวิธีการอื่นได้ ซึ่งผลการศึกษาจะแสดงในหัวข้อต่อไป ในการวิเคราะห์ฟังก์ชั่นการผลิตให้ถูกต้องนั้นจำเป็นจะต้องแน่ใจว่าไม่มีปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่(heteroscedasticity) และปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง(multicollinearity) ซึ่งมักจะเกิดกับการกะประมาณฟังก์ชั่นเมื่อใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง ลักษณะของปัญหาและวิธีการทดสอบตลอดจนผลที่จะเกิดจากปัญหาทั้งสองจะนำมาเสนอไว้เป็นอันดับแรก เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์สมการถดถอยในหัวข้อต่อ ๆ ไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Heteroscedasticity

ปัญหา heteroscedasticity คือ ปัญหาที่ลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนในตัวแบบเส้นตรงกระจายไม่คงที่ ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นกับสมการที่ต้องประมาณค่าด้วยวิธีการ Ordinary Least Squares(OLS) แล้ว ถึงแม้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่คำนวนได้จะมีค่าไม่ลำเอียง (unbias) แต่ค่านั้นจะไม่มีประสิทธิภาพกล่าวคือค่าความแปรปรวนมักจะต่ำเกินความเป็นจริง (under estimate) ซึ่งจะส่งผลให้ค่า t-ratio สูงกว่าที่ควรจะเป็น (over estimate) และค่า t-ratio ที่สูงเกินควรนี้อาจนำไปสู่การสรุปผลที่ผิดพลาดได้นั่นคือเมื่อ t-ratio มีค่าสูงเราจะยอมรับสมมุติฐานที่ว่าค่าพารามิเตอร์นั้นมีนัยสำคัญที่ต่างไปจาก 0 ดังนั้นเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เราคำนวนได้นั้นจะมีคุณสมบัติ homoscedasticity หรือไม่เราสามารถทำการตรวจสอบปัญหานี้ได้หลายวิธีด้วยกันเช่น Glejser test Goldfield and Quandt test White test Breusch-Pagan test เป็นต้น แต่ในที่นี้จะเสนอวิธีการตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่เพียง 2 วิธีการที่ใช้ในการศึกษานี้เท่านั้นคือ (1) Goldfield and Quandt test (2) Glejser test ซึ่งวิธีการทั้ง 2 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1. Goldfield and Quandt test

วิธีการทดสอบปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่ของ Goldfield and Quandt นั้นสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้คือ

1. เรียงลำดับตัวแปรอิสระที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวน ซึ่งอาจเรียงจากมากไปน้อย หรือ น้อยไปหามากก็ได้

2. แบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน โดยให้ส่วนแรกและส่วนที่สามมีจำนวนตัวอย่างเท่ากัน คือมี (n-c)/2 ตัวอย่างแต่ (n-c)/2 นี้จะต้องมีค่ามากกว่า k (เมื่อ n คือจำนวนตัวอย่าง) k คือจำนวนตัวพารามิเตอร์ที่จะหาค่า และส่วนกลางมีเท่ากับ c ตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่าง โดยค่า c จะมีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้วิเคราะห์ซึ่งค่า c นี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพของการทดสอบ แต่จากการทดลองปฏิบัติของ Goldfield and Quandt นั้นพบว่าถ้าข้อมูลมี 30 ตัวอย่างค่า c ที่เหมาะสมควรมีค่าประมาณ 8 และถ้าข้อมูลมี 60 ตัวอย่าง ค่า c ควรมีค่าประมาณ 16 ซึ่งเป็นกรณีที่ตัวแปรอิสระมีเพียง 1 ตัว

3. ดำเนินการหาค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการ OLS กับส่วนแรกและส่วนที่สาม

4. นำผลบวกค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (residual sum squares, S) ของสมการทั้งสองเส้นมาหารกันซึ่งผลลัพธ์จะมีการกระจายแบบ F โดยมี degree of freedom เท่ากับ (n-c-2k)/2 และ (n-c-2k)/2 ภายใต้ข้อสมมุติฐานของความแปรปรวนคงที่

$R = S_2/S_1$

S_1 = residual sum squares ของสมการที่มีค่าน้อยกว่า

S_2 = residual sum squares ของสมการที่มีค่ามากกว่า

ถ้า R มากกว่า F (table) แสดงว่าเกิดปัญหา heteroscedasticity

ถ้า R น้อยกว่า F (table) แสดงว่าไม่เกิดปัญหา heteroscedasticity

2. Glejser test

Glejser ได้เสนอวิธีการทดสอบปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่ โดยให้นำค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนหรือ e ไป regress กับ X_i โดย X_i นี้คือตัวแปรอิสระที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของ error term ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กันเช่น

$$e = a + bX + v$$

$$e = a + bX^2 + v$$

$$e = a + b(1/X) + v$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$e = a + b(1/X^2) + v$$

$$e = a + bX^{1/2} + v$$

เป็นต้น

ในการที่จะตัดสินใจว่าจะมีปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่หรือไม่นั้น Glejser เสนอให้พิจารณาดูนัยสำคัญของ a และ b ซึ่งถ้า a=0 และ b=0 แสดงว่าเกิดปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่ที่เรียกว่า pure heteroscedasticity แต่ถ้า a=0 และ b=0 แสดงว่าเกิดปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่ที่เรียกว่า mixed heteroscedasticity และถ้า b=0 แสดงว่าไม่เกิดปัญหา heteroscedasticity

ปัญหา Multicollinearity

ปัญหา multicollinearity คือปัญหาที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มักเกิดกับข้อมูลตัวแปรภายนอกซึ่งจะถูกกำหนดโดยธรรมชาติ เช่น จำนวนที่ดินกับจำนวนแรงงานมักจะมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง เพราะเมื่อมีที่ดินมากย่อมต้องใช้แรงงานมากขึ้นด้วยเป็นต้น ถ้าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันแบบสมบูรณ์ (perfect collinearity) แล้วจะทำให้ข้อสมมุติของการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการ OLS (ordinary least square) ที่ว่าเมตริกของตัวแปรอิสระจะต้องมีลักษณะ full rank ผิดไป และเราจะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เนื่องจาก X'X จะเป็น singular metrix แต่ถ้าตัวแปรภายนอก 2 หรือมากกว่า 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันแบบไม่สมบูรณ์เราสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ แต่ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวนได้นั้นจะขาดคุณสมบัติที่สำคัญบางประการไป และเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าการเกิดปัญหา multicollinearity จะทำให้ค่าความแปรปรวนสูงซึ่งจะส่งผลให้ค่า t-ratio มีค่าต่ำทำให้เราอาจตัดสินใจผิดคิดว่าตัวแปรอิสระตัวดังกล่าวไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม เพราะทดสอบสมมุติฐานแล้วปรากฏว่าค่าพารามิเตอร์มิได้มีความแตกต่างไปจาก 0 ซึ่งในความเป็นจริงแล้วตัวแปรอิสระดังกล่าวอาจมีความสำคัญต่อสมการด้วย แต่เนื่องจากลักษณะของตัวอย่างที่เก็บมาเป็นข้อมูลที่ไม่ครอบคลุมพอในการประมาณค่าทำให้อาจสรุปผิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลาดได้ แต่ตราบใดก็ตามถ้า t-ratio มีค่าสูงพอแล้วปัญหา multicollinearity จะไม่เป็นปัญหาที่น่าหนักใจเราอาจไม่จำเป็นต้องแก้ปัญหานี้ได้เพราะการแก้ปัญหา multicollinearity จะทำให้ t-ratio มีค่าสูงยิ่งขึ้นไปอีกซึ่งก็จะให้ข้อสรุปในทิศทางเดิม

ผลการประมาณค่า

จากผลการวิเคราะห์เราสามารถแสดงรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตและค่าสัมประสิทธิ์ในฟังก์ชั่นการผลิตพืชผักทั้ง 8 ชนิดที่ผลิตในหมู่บ้านผานกกกได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กะหล่ำปลี

หลังจากที่ได้ทำการทดลองวิเคราะห์หารูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตกะหล่ำปลีในหลาย ๆ รูปแบบ ปรากฏว่าฟังก์ชั่นการผลิตกะหล่ำปลีที่เหมาะสมคือ

$$\ln Q = 2.87 + .475\ln N + .519\ln L + .097\ln F$$
$$\quad (2.69) \quad (3.61) \quad (3.72) \quad (.966)$$
$$+ .603\ln OM + .00042FM - .38VD \quad \ldots.(4.1)$$
$$\quad (1.34) \quad (.0823) \quad (-3.12)$$

$R^2 = .6187$

$N = 74$

โดยที่

Q = ผลผลิตกะหล่ำปลี (กิโลกรัม)

N = จำนวนที่ดินที่ใช้ในการผลิต (งาน)

L = จำนวนแรงงานทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)

F = จำนวนปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการผลิต (กิโลกรัม)

FM = จำนวนปุ๋ยคอกที่ใช้ในการผลิต (ถัง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

OM = อินทรีย์วัตถุในดิน (%)

VD = dummy variable ของฤดูร้อน โดยมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อทำการเพาะปลูกเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อทำการเพาะปลูกเดือนมิถุนายนถึงกุมภาพันธ์

ตัวเลขในวงเล็บคือค่า t-ratio

จากฟังก์ชั่นการผลิตเส้นดังกล่าวจะพบว่า t-ratio ของค่าคงที่ (constant) lnN lnL และ VD มีค่าสูงพอที่จะปฏิเสธข้อสมมุติฐานที่ว่าค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างไปจาก 0 ได้ด้วยความเชื่อมั่น 95% ส่วนค่า t-ratio ของ OM นั้นค่อนข้างจะต่ำ แต่ด้วยความเชื่อมั่น 90% เราสามารถยอมรับได้ว่า OM มีค่าไม่แตกต่างไปจาก 0 และเป็นที่น่าสังเกตว่าค่า t-ratio ของ lnF และ FM นั้นมีค่าต่ำมาก นั่นก็แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ lnF และ FM ที่คำนวนได้มีค่าไม่แตกต่างไปจากศูนย์ แต่โดยทางการเกษตรแล้ว เป็นที่ยอมรับกันว่าปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีนั้นน่าจะมีผลต่อผลผลิตกะหล่ำปลี ดังนั้นจึงต้องทำการตรวจสอบปัญหา multicollinearity โดยใช้วิธีการตรวจสอบของ Lawrencd R. Klein(อ้างใน ธรรมนูญ โสภารัตน์ 2529) แต่ไม่พบว่าเกิดปัญหา multicollinearity กับตัวแปรเหล่านี้แต่อย่างใด เพื่อความแน่ใจจึงทดลองใส่เงื่อนไขหรือข้อจำกัด(restriction) โดยทางเศรษฐศาสตร์ที่ว่าผู้ผลิตจะทำการผลิตที่ $MPP_x = P_x/P_o$ เมื่อ P_x คือราคาปัจจัยการผลิต X, P_o คือราคาผลผลิต ค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยการผลิตที่จะนำมาเป็นข้อจำกัดจะหาได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

สมมุติว่าฟังก์ชั่นการผลิตอยู่ในรูป $Q = Ae^{aX_1} X_2^b$

$$\frac{\partial Q}{\partial X_1} = Aae^{aX_1} X_2^b \qquad \frac{\partial Q}{\partial X_2} = Abe^{aX_1} X_2^{b-1}$$

$$a = \frac{\partial Q}{\partial X_1} \cdot \frac{1}{Q} \qquad b = \frac{\partial Q}{\partial X_2} \cdot \frac{X_2}{Q}$$

$$MPP_{x_1} = P_{x_1}/P \qquad MPP_{x_2} = P_{x_2}/P$$

$$a = \frac{P_1}{P} \cdot \frac{1}{Q} \qquad b = \frac{P_2}{P} \cdot \frac{X_2}{Q}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 คือ a และ b จึงมีความสัมพันธ์กับราคาปัจจัย ราคาผลผลิต และปริมาณผลผลิต ในกรณีของการผลิตกะหล่ำปลีนี้ค่าสัมประสิทธิ์ F มีค่าเท่ากับ .0699 และค่าสัมประสิทธิ์ FM มีค่าเท่ากับ .0000157 เมื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์ F และ FM แล้วจึงนำไปดำเนินการใส่ restriction ใน OLS ซึ่งเรียกว่าrestricted ordinary least squares และปรากฏผลดังนี้

$$\ln Q = 2.93 + .48\ln N + .54\ln L + .0699\ln F \quad ....(4.2)$$
$$(3.00) \quad (4.275) \quad (4.798)$$
$$+ .58\ln OM + .0000157FM - .38VD \qquad R^2 = .6178$$
$$(1.31) \quad (-3.34) \qquad N = 74$$
$$F = .041$$

หลังจากใส่ restriction F และ FM เข้าไว้ในสมการแล้วจะพบว่า t-ratio ในสมการ 4.2 สูงขึ้นเกือบทุกตัว แต่ยังต้องทำการทดสอบว่า restriction ที่ใส่เข้าไปนั้นสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่โดยพิจารณาจาก F-test และปรากฏว่า F-test ที่คำนวนได้มีค่า .041 ซึ่งน้อยกว่า F ในตารางการแจกแจงแบบ F ทำให้เราปฏิเสธข้อสมมุติฐานที่ว่าตัวแปร F และ FM ที่ใส่ข้อจำกัดเข้าไปนั้นมีค่าไม่แตกต่างไปจากที่ได้กำหนดไว้ และเป็นที่น่าสังเกตว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระทุกตัวนั้นมีเครื่องหมายตรงตามทฤษฎีทั้งทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์และทฤษฎีทางการเกษตรด้วย เช่นเมื่อใช้ที่ดินมากผลผลิตย่อมมากตามการใช้ที่ดินด้วยเป็นต้น อีกทั้ง VD มีเครื่องหมายเป็นลบซึ่งถูกต้องตามที่คาดหมายเอาไว้เพราะในการใส่ VD นั้นให้ VD=1 ซึ่งตรงกับฤดูร้อนผลผลิตกะหล่ำปลีจะน้อยกว่าหน้าฝนหรือหน้าหนาวซึ่ง VD=0

จากการทดสอบปัญหา heteroscedasticity โดยวิธีของ Goldfield and Quandt test และปัญหา multicollinearity แล้วไม่ปรากฏว่ามีปัญหา heteroscedasticity แต่ประการใด อีกทั้งปัญหา multicollinearity ก็ไม่ใช่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัญหาที่น่าหนักใจสำหรับสมการการผลิตกะหล่ำปลีเส้นนี้

ผักกาดขาวปลี

ฟังก์ชั่นการผลิตผักกาดขาวปลีที่เหมาะสมของชาวเขาหมู่บ้านผานกกกสามารถแสดงได้ดังสมการ 4.3

$$\ln Q = -2.89 + 1.08\ln N + .856\ln L + 3.21\ln OM + .0054F \quad ...(4.3)$$

$$(-1.37) \quad (6.201) \quad (2.01) \quad (4.061) \quad (1.944)$$

$$R^2 = .9310$$

$$N = 10$$

จากฟังก์ชั่นการผลิตที่ประมาณค่าได้ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตผักกาดขาวปลีคือ ปัจจัยที่ดิน(N) ปัจจัยแรงงาน(L) ปุ๋ยเคมี(F) และอินทรีย์วัตถุในดิน(OM) ซึ่งเมื่อทำการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรต่าง ๆ แล้วพบว่าด้วยความเชื่อมั่น 95% ตัวแปรที่ดิน แรงงานและปุ๋ยเคมี มีค่าแตกต่างไปจาก 0 และตัวแปรอินทรีย์วัตถุในดินจะมีค่าแตกต่างไปจากศูนย์ ถ้าพิจารณาด้วยความเชื่อมั่น 90% สำหรับค่าคงที่ (constant term) นั้นด้วยความเชื่อมั่น 80% สามารถลงความเห็นได้ว่ามีค่าแตกต่างไปจาก 0 อีกทั้งเครื่องหมายของตัวแปรอิสระทุกตัวนั้นถูกต้องตามทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ทุกประการ กล่าวคือเมื่อเพิ่มปัจจัยที่ดิน แรงงาน ปุ๋ยเคมี และอินทรีย์วัตถุในดินเข้าไปจะทำให้ผลผลิตผักกาดขาวปลีสูงขึ้น และจากการตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่ (heteroscedasticity) โดย Glejser test นั้น ไม่ปรากฏว่าสมการเส้นดังกล่าวเกิดปัญหา heteroscedasticity แต่อย่างใด

ผักกาดหางหงษ์

ฟังก์ชั่นการผลิตผักกาดหางหงษ์ที่เหมาะสมของชาวเขาหมู่บ้านผานกกก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถแสดงได้ดังสมการ 4.4

$$Q = -6728.29 + 526.25N + 4.46L + 1.47F + 1141.390M \quad ...(4.4)$$
$$(-1.17) \quad (3.07) \quad (.43) \quad (.21) \quad (1.02)$$
$$R^2 = .8560$$
$$N = 7$$

จากฟังก์ชั่นการผลิตเส้นดังกล่าวเมื่อทำการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว พบว่าตัวแปรที่ดินมีความแตกต่างไปจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญด้วยความเชื่อมั่น 95% สำหรับค่าคงที่ อินทรีย์วัตถุในดิน และแรงงาน ถึงแม้ว่าค่า t-ratio จะค่อนข้างต่ำไปเล็กน้อยแต่ก็ยังพอจะสรุปได้ว่าตัวแปรต่าง ๆ เหล่านั้นมีความแตกต่างไปจาก 0 โดยให้ความเชื่อมั่นในระดับที่ต่าง ๆ กันคือค่าคงที่ให้ความเชื่อมั่นได้ 80% อินทรีย์วัตถุในดินให้ความเชื่อมั่นได้ 70% และตัวแปรแรงงานให้ความเชื่อมั่นได้ 60% แต่สำหรับตัวแปรปุ๋ยเคมี จากสมการ 4.4 ทำให้เราอาจลงความเห็นได้ว่าปุ๋ยเคมีไม่มีความสำคัญต่อการผลิตผัก แต่โดยทางการเกษตรแล้วเป็นที่ยอมรับกันว่าปุ๋ยเคมีนั้นมีส่วนสำคัญในการกำหนดผลผลิต สาเหตุที่การประมาณค่าให้ผลลัพธ์ในลักษณะดังกล่าวนั้น อาจเป็นเพราะว่าข้อมูลนั้นมีจำนวนน้อยเกินไปจึงไม่สามารถที่จะแสดงถึงความสำคัญของตัวแปรปุ๋ยเคมีออกมาได้ หรืออาจเป็นเพราะว่าฟังก์ชั่นการผลิตผักกาดหางหงษ์นี้เกิดปัญหา multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบปัญหานี้โดยใช้วิธีตรวจสอบของ Kawrence R. Klein ซึ่งปรากฏว่าสมการนี้ไม่มีปัญหา multicollinearity แต่อย่างใด เพราะฉะนั้นในกรณีนี้จะต้องใช้ข้อมูลทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ที่มีอยู่แล้วรวมเข้าไปในการประมาณค่าโดยผ่านการใส่ข้อจำกัดเบื้องต้นเข้าไว้ในสมการ โดยใช้หลักการเดียวกับที่แสดงไว้ในการหาข้อจำกัดของกะหล่ำปลี และพบว่าควรใส่ข้อจำกัดให้กับปุ๋ยเคมีในการผลิตผักกาดหางหงษ์ เท่ากับ P_f/P ซึ่งมีค่า 1.77 และผลที่ได้ปรากฏดังสมการที่ 4.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$Q = -6723.85 + 525.57N + 4.4L + 1.77F + 1135.64OM \quad ...(4.5)$$

(-1.17) (3.07) (.43) (1.02)

$R^2 = .8560$

$N = 7$

$F = .00177$

หลังจากใส่ข้อจำกัดในสมการ 4.5 แล้วพบว่าค่า t-ratio ของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ยังคงมีค่าเท่ากับในสมการที่ 4.4 นั่นก็สามารถอธิบายความเชื่อมั่นของตัวแปรต่าง ๆ ได้เหมือนกับที่ได้อธิบายไปแล้วในสมการ 4.3 แต่สำหรับปุ๋ยเคมีเมื่อใส่ข้อจำกัดเข้าไว้ในสมการแล้วต้องทำการทดสอบ F-test ดูก่อนว่าข้อจำกัดที่ใส่เข้าไปนั้นถูกต้องหรือไม่ และพบว่าค่าสถิติ F ที่คำนวนได้มีค่าเท่ากับ .00177 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า F ในตาราง ทำให้สรุปได้ว่าข้อจำกัดที่ใส่เข้าไปนั้นมีค่าที่ถูกต้องแล้ว และเมื่อทดสอบปัญหา heteroscedasticity โดย Glejser test แล้วปรากฏว่าสมการนี้ไม่เกิดปัญหา heteroscedasticity แต่อย่างใด

แครอท

ฟังก์ชั่นการผลิตแครอทสามารถแสดงได้ดังสมการ 4.6

$$\ln Q = .06 + .51\ln N + .41\ln L + .00054F + .0000095FM + .780M \quad ...(4.6)$$

(.07) (3.22) (2.91) (.153) (.0012) (6.18)

$R^2 = .9503$

$N = 9$

ฟังก์ชั่นการผลิตแครอทที่คำนวนได้นั้น ตัวแปรที่ดิน(N) แรงงาน(L) และอินทรีย์วัตถุในดิน(OM) เป็นตัวแปรที่สามารถอธิบายผลผลิตแครอทได้อย่างมีนัยสำคัญที่ต่างไปจาก 0 ด้วยความเชื่อมั่น 95% แต่ตัวแปรปุ๋ยเคมี(F) และปุ๋ยคอก(FM) ไม่สามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายผลผลิตแครอทได้เพราะจากการทดสอบสมมุติฐานแล้วพบว่ามีนัยสำคัญที่ไม่ต่างไปจาก 0 และจากการตรวจสอบปัญหา multicollinearity โดยวิธีของ Lawrence R. Klein พบว่าสมการการผลิตแครอทเส้นนี้ไม่มีปัญหาแต่อย่างใด แต่ด้วยเหตุผลเดียวกับการหาฟังก์ชั่นการผลิตผักกาดหางหงษ์จึงทำให้จำเป็นต้องหาข้อจำกัดมาเพิ่ม และโดยหลักการเดียวกันพบว่าควรใส่ข้อจำกัดให้กับปุ๋ยเคมีเท่ากับ .0006 และปุ๋ยคอกเท่ากับ .0004 ซึ่งเมื่อใส่ข้อจำกัดเข้าไปใน restricted ordinary least squares แล้วปรากฏผลดังสมการ 4.7

$$\ln Q = .062 + .01\ln N + .402\ln L + .0006F + .0004FM + .780M \quad \ldots(4.7)$$
$$(.073) \quad (3.48) \quad (3.84) \quad (6.57)$$
$$R^2 = .9549$$
$$N = 9$$
$$F = .0017$$

เมื่อใส่ข้อจำกัดเข้าไปในฟังก์ชั่นการผลิตแครอทแล้วปรากฏว่าค่า t-ratio ของตัวแปรอิสระทุกตัวสูงขึ้นกว่าเดิม และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรต่าง ๆ แล้วปรากฏว่าตัวแปรอิสระทุกตัวมีนัยสำคัญที่ต่างไปจาก 0 รวมทั้งเครื่องหมายเป็นไปตามที่คาดไว้และตรงตามทฤษฎี และสำหรับปุ๋ยเคมี และ ปุ๋ยคอกนั้น เมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ F-test แล้วปรากฏว่า F ที่คำนวนได้มีค่าต่ำกว่า F ที่เปิดจากตาราง ดังนั้นเราจึงสามารถยอมรับได้ว่าข้อจำกัดที่เราใส่เข้าไปนั้นถูกต้องแล้ว และเมื่อทำการตรวจสอบปัญหา heteroscedasticity โดย Glejser test แล้วไม่ปรากฏพบว่าฟังก์ชั่นการผลิตแครอทเส้นนี้มีปัญหา heteroscedasticity แต่อย่างใด

เผือก

ฟังก์ชั่นการผลิตเผือกที่คำนวนได้สามารถแสดงได้ดังสมการ 4.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\ln Q = .09 + 1.1\ln N + .31\ln L + 2.370M \quad ....(4.8)$$
$$(.035)\ (2.87)\quad (1.68)\quad (1.61)$$
$$R^2 = .9670$$
$$N = 6$$

จากฟังก์ชั่นการผลิตดังกล่าวเมื่อทำการทดสอบสมมุติฐานแล้ว พบว่าตัวแปรที่ดินมีความแตกต่างไปจาก 0 ด้วยความเชื่อมั่น 90% และตัวแปรแรงงาน อินทรีย์วัตถุในดิน จะมีค่าต่างไปจาก 0 ด้วยความเชื่อมั่น 80% ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าตัวแปรที่ดิน แรงงาน และอินทรีย์วัตถุในดินมีความสำคัญในการอธิบายผลผลิตเผือกด้วยกันทั้งสิ้น สำหรับปัญหา heteroscedasticity นั้นเมื่อทำการตรวจสอบโดย Glejser test แล้วปรากฏว่าฟังก์ชั่นการผลิตเผือกนี้ไม่มีปัญหา heteroscedasticity

มันเทศ

ฟังก์ชั่นการผลิตมันเทศที่คำนวนได้สำหรับชาวเขาหมู่บ้านผานกกกคือ

$$\ln Q = 4.56 + 1.01\ln N + .174\ln L + .127OM \quad ....(4.9)$$
$$(4.11)\quad (1.63)\quad (.48)\quad (.595)$$
$$R^2 = .8891$$
$$N = 6$$

จากฟังก์ชั่นการผลิตเส้นดังกล่าวจะพบว่าค่า t-ratio ของปัจจัยแรงงานและอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าต่ำมาก เมื่อทำการตรวจสอบปัญหา multicollinearity ปรากฏว่าปัจจัยแรงงานและที่ดินมีความสัมพันธ์กันสูงถึง .83 ดังนั้นสำหรับสมการการผลิตมันเทศควรต้องทำการแก้ไขปัญหา multicollinearity ก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหานี้ John P. Doll ได้เสนอวิธีการแก้ไขไว้ใน AJAE, 1984 กล่าวคือการแก้ไขปัญหานี้สามารถทำได้โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกิดปัญหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

multicollinearity กันซึ่งในสมการการผลิตมันเทศนี้คือปัจจัยแรงงานกับปัจจัยที่ดิน และผลจากการหาความสัมพันธ์ที่ได้คือ

$$\ln L = 1.18 + 1.357 \ln N \qquad \ldots.(4.10)$$
$$(2.01) \quad (2.89)$$
$$R^2 = .6758$$
$$N = 6$$

จากนั้น Doll เสนอให้ดำเนินการหาฟังก์ชั่นการผลิตใหม่โดยตัดตัวแปรที่มีปัญหา multicollinearity ทิ้ง 1 ตัว วิธีการนี้ไม่ได้เป็นการตัดอิทธิพลของตัวแปรนั้นออกไปจากสมการแต่อย่างใดเพราะอิทธิพลของตัวแปรนั้นได้รวมอยู่ในตัวแปรอีกตัวที่เกิดปัญหา multicollinearity ด้วยกัน ซึ่งในกรณีนี้เมื่อได้ตัดตัวแปรแรงงานออกไปแล้วได้ผลดังสมการ 4.11

$$\ln Q = 4.74 + 1.244 \ln N + .1310 M \qquad \ldots.(4.11)$$
$$(5.31) \quad (3.79) \quad (.712)$$
$$R^2 = .8766$$
$$N = 6$$

จากสมการ 4.11 เมื่อทำการตรวจสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว พบว่าปัจจัยที่ดิน และค่าคงที่มีค่าแตกต่างไปจาก 0 ด้วยความเชื่อมั่น 95% และถึงแม้ว่าอินทรีย์วัตถุในดินจะมีค่า t-ratio ต่ำแต่เรายังพอสรุปได้ว่าอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าต่างไปจาก 0 ด้วยความเชื่อมั่น 70% และเมื่อคำนวนสมการ 4.10 และ 4.11 ได้แล้วจะสามารถทราบค่าพารามิเตอร์ของที่ดินและแรงงานได้โดยการคำนวน

$$a + b = 1 \qquad \ldots.(4.12)$$
$$a + hb = h \qquad \ldots.(4.13)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่

a = พารามิเตอร์ของตัวแปรที่ดิน

b = พารามิเตอร์ของตัวแปรแรงงาน

h = ค่าพารามิเตอร์ของที่ดินที่ได้จากสมการ 4.10

l = ค่าพารามิเตอร์ของที่ดินที่ได้จากสมการ 4.11

สมการที่ 4.12 สามารถแสดงถึงที่มาทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้คือ สมมุติให้ $Q = AX_1^aX_2^b$ และเราทราบว่า X_1 กับ X_2 มีความสัมพันธ์กันและสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้คือ $X_2 = kX_1$ เมื่อทราบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้วจึงนำ kX_1 แทนที่ X_2 ได้ และจะได้ว่า $Q = AX_1^a(kX_1)^b = Ak^bX_1^{a+b}$ นั่นคือตัวแปร X_1 จะมี return to scale เท่ากับ return ของ X_1 รวมกับ return ของ X_2 ทำให้เราสรุปได้ว่า a+b=1 และสำหรับสมการที่ 4.13 จากข้อสมมุติที่ว่าผู้ผลิตเป็นผู้ที่มีเหตุผลดังนั้นเขาจะผลิต ณ จุดที่ทำให้เขาเสียต้นทุนต่ำที่สุดหรือได้รับกำไรสูงที่สุด นั่นคือผู้ผลิตจะผลิตที่ $P*MPP_2=P_2$ และเราสามารถหาความสัมพันธ์ได้ดังนี้คือ

$$X_2 = (P_oAbP_2^{-1})^{1/(1-b)}X_1^{a/(1-b)} = gX_1^h$$

จะเห็นว่า $h = a/(1-b)$

หรือ $a + hb = h$

และสำหรับสมการการผลิตมันเทศนี้ค่าพารามิเตอร์ของที่ดินที่คำนวนได้คือ 1.16 และค่าพารามิเตอร์ของแรงงานคือ .08 ดังนั้นสมการการผลิตมันเทศที่ได้ขจัดปัญหา multicollinearity แล้วสามารถแสดงได้ดังสมการ 4.14

$$\ln Q = 4.74 + 1.16\ln N + .08\ln L + .131OM \quad ....(4.14)$$

จากสมการ 4.14 ตัวแปรที่สามารถอธิบายผลผลิตมันเทศได้คือตัวแปรที่ดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรงงานและอินทรีย์วัตถุในดิน และจากการตรวจสอบปัญหา heteroscedasticity โดย Glejser test แล้วไม่ปรากฏพบปัญหานี้แต่อย่างใด

ข้าวโพด

ฟังก์ชั่นการผลิตข้าวโพดที่คำนวนได้คือ

$$Q = -49.89 + 3.41N + .155L + 8.960M \quad ....(4.15)$$
$$(-2.52) \quad (3.44) \quad (2.89) \quad (2.48)$$
$$R^2 = .8976$$
$$N = 18$$

ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการกำหนดผลผลิตข้าวโพดคือปัจจัยที่ดิน(N) แรงงาน(L) และอินทรีย์วัตถุในดิน(OM) โดยเมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .025 ปรากฏว่าทุกตัวแปรมีนัยสำคัญที่ต่างไปจาก 0 อีกทั้งเครื่องหมายยังคงถูกต้องตามทฤษฎี และเมื่อทำการทดสอบปัญหา heteroscedasticity โดย Glejser test พบว่าฟังก์ชั่นการผลิตข้าวโพดนี้ไม่มีปัญหาแต่อย่างใด

ข้าวไร่

ฟังก์ชั่นการผลิตข้าวไร่ของชาวเขาหมู่บ้านผานกกกสามารถแสดงได้ดังสมการ 4.16

$$\ln Q = -1.195 + .71\ln N + .37\ln L + .0006F + .269OM \quad ...(4.16)$$
$$(-1.13) \quad (3.05) \quad (1.81) \quad (.42) \quad (1.39)$$
$$R^2 = .8165$$
$$N = 19$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการ 4.16 พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวไร่คือปัจจัยที่ดิน(N) แรงงาน(L) ปุ๋ยเคมี(F) และอินทรีย์วัตถุในดิน(OM) โดยเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05 พบว่าตัวแปรปุ๋ยเคมี(F) และอินทรีย์วัตถุในดิน(OM) มีค่าไม่แตกต่างไปจาก 0 แต่ถ้าทดสอบนัยสำคัญ ณ ระดับ .10 แล้วปรากฏว่ามีเพียงตัวแปรปุ๋ยเคมีเพียงตัวเดียวที่มีค่าไม่แตกต่างไปจาก 0 แต่ยังพอให้ความเชื่อมั่นได้ 60% ว่าตัวแปรดังกล่าวมีค่าแตกต่างไปจาก 0 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสาเหตุที่ปุ๋ยเคมีมีค่าความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำนั้นเป็นเพราะเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีแล้วหญ้าจะมีมากขึ้น ซึ่งถ้าแรงงานของเกษตรกรขาดในช่วงนั้นพอดีผลผลิตของข้าวไร่สำหรับคนที่ใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่ปุ๋ยจะมีค่าไม่แตกต่างกันเลย และสำหรับฟังก์ชั่นการผลิตข้าวไร่เมื่อทำการทดสอบปัญหา heteroscedasticity โดย Glejser test แล้วปรากฏว่าไม่มีปัญหา heteroscedasticity แต่อย่างใด

สรุปผลการประมาณฟังก์ชั่นการผลิตพืชผักชนิดต่าง ๆ

$$Q1 = 18.66e^{.0000157FM - .384VD} N^{.463} L^{.538} F^{.069} OM^{.579}$$

$$Q2 = -6723.85 + 525.57N + 4.4L + 1.77F + 1135.64OM$$

$$Q3 = .056e^{.0054F} N^{1.07} L^{.856} OM^{3.21}$$

$$Q4 = 1.06e^{.00059F + .00036FM + .780M} N^{.506} L^{.402}$$

$$Q5 = 114.4e^{.1310M} N^{1.16} L^{.08}$$

$$Q6 = 1.09N^{1.11} L^{.31} OM^{2.37}$$

$$Q7 = -49.89 + 3.41N + .155L + 8.96OM$$

$$Q8 = .3e^{.00064F + .2690M} N^{.71} L^{.37}$$

โดยที่

Q1 = ผลผลิตกะหล่ำปลี (กิโลกรัม)

Q2 = ผลผลิตหางหงษ์ (กิโลกรัม)

Q3 = ผลผลิตผักกาดขาวปลี (กิโลกรัม)

Q4 = ผลผลิตแครอท (กิโลกรัม)

Q5 = ผลผลิตมันเทศ (กิโลกรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Q6 = ผลผลิตเผือก (กิโลกรัม)

Q7 = ผลผลิตข้าวโพด (ถัง)

Q8 = ผลผลิตข้าวไร่ (ถัง)

N = จำนวนที่ดิน (งาน)

L = จำนวนแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต (ชั่วโมง)

F = จำนวนปุ๋ยเคมีที่ใส่ (กิโลกรัม)

FM = จำนวนปุ๋ยคอกที่ใส่ (กิโลกรัม)

OM = อินทรีย์วัตถุในดิน (%)

VD = dummy variable โดยมีค่า = 1 เมื่อทำการเพาะปลูกเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อทำการเพาะปลูกเดือนมิถุนายนถึงกุมภาพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved