บทที่ 4
การผลิตโดยใช้ปัจจัยผันแปรตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป

ความนำ

กระบวนการผลิตที่ได้ศึกษาในบทที่ 3 นั้น พิจารณาเฉพาะการผลิตพืชผลหนึ่งชนิดโดยใช้ปัจจัยผันแปรชนิดเดียวเท่านั้นและสมมุติให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ กระบวนการผลิตแบบนี้หายากในความเป็นจริงแต่มีประโยชน์เฉพาะการศึกษาเท่านั้น สำหรับในบทที่ 4 นี้จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปรสองชนิดขึ้นไป โดยมีข้อสมมุติว่า เกษตรกรหรือผู้ผลิตทำการซื้อปัจจัยและขายผลผลิตในตลาดการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นราคาของปัจจัยและของผลผลิตถูกกำหนดโดยพลังทางเศรษฐกิจและอยู่เหนืออิทธิพลของผู้ผลิตและถือว่าถูกกำหนดให้คงที่ ในการผลิตสินค้า กำหนดให้มีปัจจัยการผลิตอย่างน้อยหนึ่งชนิดเป็นปัจจัยคงที่เพื่อว่าการผลิตนั้นจะได้เป็นการผลิตในระยะสั้นและเป็นไปตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง เนื่องจากผลผลิตสามารถผลิตขึ้นได้หลายวิธีซึ่งมักเป็นจริงในการผลิตทางเกษตร เพราะผลผลิตการเกษตรสามารถผลิตขึ้นได้จากการใช้ปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ ซึ่งในบทนี้จะศึกษาถึงส่วนผสมของการใช้ปัจจัยที่เหมาะสมและก่อให้เกิดกำไรสูงสุด

หัวเรื่อง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปร 2 ชนิดกับผลผลิตหนึ่งชนิด

4.2 ส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิต

สาระสำคัญ

4.1 ผลผลิตแต่ละระดับสามารถถูกผลิตขึ้นได้โดยส่วนผสมของการใช้ปัจจัยสองชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน และผลผลิตระดับหนึ่งก็สามารถถูกผลิตขึ้นได้โดยการใช้ปัจจัยในการผลิตต่าง ๆ ร่วมกันในสัดส่วนต่าง ๆ

4.2 เมื่อนำเอาราคาของปัจจัยมาพิจารณาด้วย ส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด ไม่จำเป็นต้องเป็นส่วนผสมที่ให้กำไรสูงสุดเสมอไปและเป็นส่วนผสมที่ทำให้ $MRIS_{x_1 \text{ for } x_2} = -\frac{Px_1}{Px_2} = -\frac{MPx_1}{MPx_2}$ แต่ส่วนผสมของปัจจัยที่ให้กำไรสูงสุด (เมื่อ $VMP_{xi} = P_{xi}$) จะต้องเป็นส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดด้วย

4.3 การทดแทนกันของปัจจัย หมายถึง การลดจำนวนปัจจัยชนิดหนึ่งลงและเพิ่มจำนวนปัจจัยอีกชนิดหนึ่งโดยที่ผลผลิตยังคงเท่าเดิม ซึ่งการทดแทนกันของปัจจัยจะมีลักษณะแตกต่างกัน ปัจจัยบางชนิดอาจมีลักษณะใช้ร่วมกันหรือแข่งขันกัน

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาบทที่ 4 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

4.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตหนึ่งชนิดกับปัจจัยผันแปรสองชนิดได้

4.2 บอกถึงส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อยที่สุดได้

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตสองชนิดกับผลผลิตหนึ่งชนิด

ตารางที่ 4.1

ผลตอบสนองของข้าวโพดที่มีต่อการใช้ปุ๋ยระดับต่าง ๆ

X_1 \ X_2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	80	94	104	113	120	125	128	129	128	125	120
9	81	94	105	114	121	126	129	130	129	126	121
8	80	93	104	113	120	125	128	129	128	125	120
7	77	90	101	110	117	122	125	126	125	122	117
6	72	85	96	105	112	117	120	121	120	117	112
5	65	78	89	98	105	110	113	114	113	110	105
4	56	69	80	89	96	101	104	105	104	101	96
3	45	58	69	78	85	90	93	94	93	90	85
2	32	45	56	65	72	77	80	81	80	77	72
1	17	30	51	50	57	62	65	66	65	62	57
0	0	13	24	33	40	45	48	49	48	45	40

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวเลขผลตอบสนองของปริมาณข้าวโพดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับการใช้ปุ๋ยต่อไร่ และจำนวนต้นข้าวโพดต่อไร่ ฟังก์ชั่นการผลิตต่าง ๆ ในตารางที่ 4.1 เรียกได้ว่าเป็นกลุ่มฟังก์ชั่นการผลิตย่อย (sub-production function) เช่น ในแถวแรกของตาราง แสดงผลตอบสนองของปริมาณข้าวโพดที่มีต่อการเพิ่มขึ้นในจำนวนต้นข้าวโพด โดยกำหนดให้ระดับการใช้ปุ๋ยคงที่ ณ ระดับหนึ่ง ในแถวอื่น ๆ ก็เช่นกัน โดยกำหนดระดับปุ๋ยคงที่ ณ ระดับต่าง ๆ ถ้ามองทางด้านคอลัมน์ แต่ละคอลัมน์แสดงผลตอบสนองของปริมาณข้าวโพดที่มีต่อการใช้ปุ๋ยโดยกำหนดให้จำนวนต้นข้าวโพดคงที่ ณ ระดับหนึ่ง ในตารางนี้มีฟังก์ชั่นย่อยทั้งหมด 22 ฟังก์ชั่น

ฟังก์ชั่นการผลิตสำหรับปัจจัย 2 ชนิด ถ้าพิจารณาในแง่ความหมายแล้วก็ไม่แตกต่างจากฟังก์ชั่นการผลิตสำหรับปัจจัย 1 ชนิด แต่ละส่วนผสมของการใช้ปัจจัยจะให้ผลผลิตออกมา

จำนวนหนึ่ง ถ้าหากอัตราส่วนของแต่ละปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปอาจมีผลทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไปได้ เราสามารถเขียนความสัมพันธ์นี้ออกมาในรูปความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$Y = f[X_1, X_2]$$

ซึ่ง Y คือ จำนวนผลผลิต

X_1, X_2 คือ จำนวนของปัจจัยการผลิต 2 ชนิด

ฟังก์ชั่นการผลิตนี้แสดงว่า จำนวนผลผลิต (Y) ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนการใช้ปัจจัย X_1 และ X_2 ร่วมกับปัจจัยคงที่อื่น ๆ อย่างไรก็ตามถ้ามีการเปลี่ยนแปลงในจำนวนปัจจัยคงที่หรือการเปลี่ยนแปลงในเทคนิคการผลิต ก็จะมีผลกระทบต่อฟังก์ชั่นการผลิตด้วย

ตัวเลขในตารางที่ 4.1 ได้มาจากฟังก์ชั่นการผลิตดังต่อไปนี้

$$Y = 18X_1 - X_1^2 + 14X_2 - X_2^2 \qquad .....(4.1)$$

ผลผลิตที่ได้จากส่วนผสมต่าง ๆ ของปัจจัยผันแปร 2 ชนิด คำนวณได้จากการแทนค่า X_1 และ X_2 ในฟังก์ชั่นการผลิตข้างต้น

ผลผลิตจะค่อย ๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงสำหรับหน่วยแรก ๆ ของปัจจัย X_1 และ X_2 เมื่อ $X_1 = 0$ และ $X_2 = 0$ ผลผลิตทั้งหมดจะเท่ากับ 0 ระดับผลผลิตจะมีปริมาณสูงสุดเมื่อ MP มีค่าเท่ากับ 0 จากตัวอย่างต่อไปนี้

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = MP_{X_1} = 18 - 2X_1 = 0$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_2} = MP_{X_2} = 14 - 2X_2 = 0$$

แสดงว่า เมื่อ $X_1 = 9, X_2 = 7$ ผลผลิตจะมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 130 หน่วย ถ้าใช้ปัจจัย X_1 มากกว่า 9 หน่วยขึ้นไป หรือใช้ปัจจัย X_2 มากกว่า 7 หน่วยขึ้นไป ค่า MP ของทั้งสองปัจจัยจะติดลบ และมีผลทำให้ผลผลิตทั้งหมดลดลงต่ำกว่าระดับ 130 หน่วย

เส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquants)

ผลผลิตแต่ละระดับสามารถจะผลิตขึ้นได้โดยส่วนผสมของการใช้ปัจจัย 2 ชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน โดยสมมุติว่าปัจจัยต่าง ๆ สามารถแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยได้จากตารางที่ 4.1 ผลผลิตจำนวนเท่ากับ 105 หน่วย สามารถผลิตขึ้นได้โดยการใช้ปัจจัยทั้งสองชนิดในสัดส่วนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2

ส่วนผสมของปัจจัยที่ให้ผลผลิตเท่ากัน (Y = 105)

X_1	X_2
9	2
6	3
5	4
4	7
5	10

เมื่อเราเชื่อมส่วนผสมต่าง ๆ ข้างบนนี้ลงบนรูปกราฟ จะได้เส้นโค้งเส้นหนึ่งดังรูปที่ 4.1 เราเรียกเส้นนี้ว่า เส้นผลผลิตเท่ากัน ซึ่งเป็นเส้นที่แสดงส่วนผสมต่าง ๆ ของปัจจัยที่ให้ผลผลิตออกมาเป็นจำนวนเท่ากัน

จากฟังก์ชั่นการผลิต $Y = f[X_1, X_2]$ เราสามารถหาสมการผลผลิตเท่ากัน (Isoquant Equation) ได้โดยการเปลี่ยนรูปฟังก์ชั่นการผลิตให้อยู่ในรูปที่ปัจจัยชนิดหนึ่งเป็นฟังก์ชั่นของปัจจัยอีกชนิดหนึ่งโดยให้ผลผลิตคงที่ ณ ระดับหนึ่งซึ่งเขียนออกมาเป็นความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$X_1 = f[X_2, Y^*]$$

หรือ

$$X_2 = f[X_1, Y^*]$$

ถ้าหากระดับผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเรานำไปพล็อตกราฟก็จะได้เส้นผลผลิตเท่ากันหลายเส้น ซึ่งรูปร่างและตำแหน่งของเส้นผลผลิตเท่ากันจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นการผลิต

ตัวอย่างที่ 1 จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

$$Y = 18X_1 - X_1^2 + 14X_2 - X_2^2$$

ซึ่ง Y คือ ผลผลิตข้าวโพด (ถัง/ไร่)

X_1 คือ ปุ๋ยไนเตรต (กิโลกรัม/ไร่)

X_2 คือ ปุ๋ยฟอสเฟต (กิโลกรัม/ไร่)

เราสามารถหาค่าของ X_1 และให้ X_1 เป็นฟังก์ชั่นของ X_2 และ Y ได้โดยใช้สูตร quadratic formula[1]:

[1] จากสมการ quadratic: $aX^2 + bX + c = 0$ หาค่า X จาก quadratic formula $X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$X_1 = \frac{18 - [324 + 56X_2 - 4X_2^2 - 4Y]^{\frac{1}{2}}}{2}$$

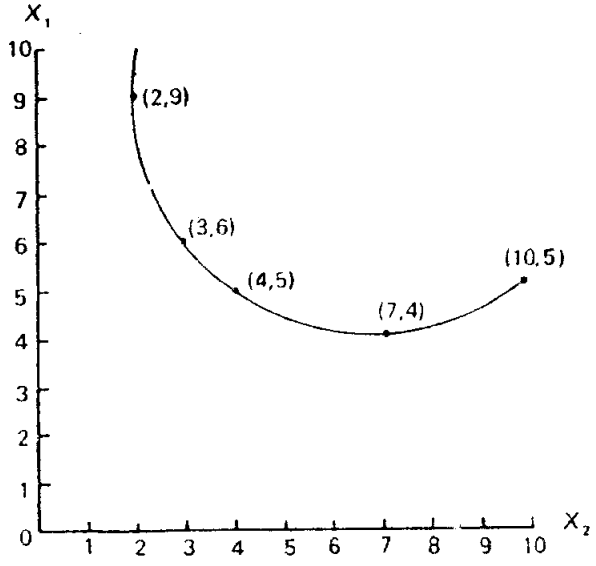
$$X_1 = 9 \pm [81 + 14X_2 - X_2^2 - Y]^{\frac{1}{2}} \qquad .....(4.2)$$

เพราะฉะนั้นสมการ (4.2) ก็คือ Isoquant Equation ที่ได้มาจากฟังก์ชั่นการผลิต (4.1)

อัตราการทดแทนกันของปัจจัย (Marginal Rate of Input Substitution)

อัตราการทดแทนกันของปัจจัยแสดงให้เห็นจากความลาดชันของเส้นผลผลิตเท่ากัน เช่น ในรูปที่ 4.1 ระดับผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย เมื่อใช้ปัจจัยเพิ่มขึ้นจาก 2 เป็น 3 หน่วย ต้องลดปัจจัย X ลงจาก 9 เป็น 6 หน่วย ดังนั้นเราอธิบายได้ว่า MRIS คือ จำนวนของปัจจัยชนิดหนึ่งที่ลดลงเมื่อใช้ปัจจัยอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น 1 หน่วย เพื่อจะคงไว้ซึ่งระดับผลผลิตเท่าเดิม เช่น ระหว่าง $X_1 = 9, X_2 = 2$ และ $X_1 = 6, X_2 = 3$ MRIS ของการใช้ X_2 เพิ่มขึ้นเพื่อทดแทน X_1 ที่ลดลง ($MRIS_{X_2 \; for \; X_1}$) มีค่าเท่ากับ $\Delta X_1/\Delta X_2 = \frac{6-9}{3-2} = -3$

รูปที่ 4.1
เส้นผลผลิตเท่ากัน



ค่า MRIS มีค่าติดลบเพราะเส้นผลผลิตเท่ากันโค้งเข้าหาจุดเริ่มต้นจากซ้ายไปทางขวา และค่า MRIS จะเปลี่ยนแปลงไปตามจุดต่าง ๆ บนเส้น Isoquants

ตารางที่ 4.3

แสดงการคำนวณหาค่า MRIS สำหรับผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย

ปัจจัย X_1	ปัจจัย X_2	ΔX_1	ΔX_2	$MRIS_{X_2, X_1}$
2	9.0	1	− 3	− 3.0
3	6.0	1	− 1	− 1.0
4	5.0	1	− 0.6	− 0.6
5	4.4	1	− 0.3	− 0.3
6	4.1	1	− 0.1	− 0.1
7	4.0	1	0.1	0.1
8	4.1			

ในตารางที่ 4.3 แสดงค่า MRIS สำหรับผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย เนื่องจากเส้นผลผลิตเท่ากันเป็นเส้นโค้งเข้า ดังนั้นค่าความลาดชันจึงเปลี่ยนแปลงตลอดเส้น และเมื่อใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้น $MRIS_{X_2, X_1}$ ค่อย ๆ ลดลง การทดแทนกันในลักษณะนี้เรียกว่า อัตราการทดแทนลดลง (Decreasing Marginal Rate of Substitution) นั่นคือ ความสามารถของ X_2 ในการเพิ่มผลผลิตจะลดลง ขณะที่ต้องใช้ X_2 เพิ่มขึ้นแต่ละหน่วย ปริมาณของ X_1 จะถูกใช้น้อยลงเรื่อย ๆ

ความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน (Elasticity of Substitution)

ความยืดหยุ่นของการทดแทนกันระหว่างปัจจัย X_1 ทดแทนปัจจัย X_2 หมายถึงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงในปัจจัย X_1 เนื่องจากเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงในปัจจัย X_2 ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$
\begin{aligned}
ES_{X_2, X_1} &= [\Delta X_1/X_1]/[\Delta X_2/X_2] \\
&= [\Delta X_1/\Delta X_2][X_2/X_1] \\
&= MRIS_{X_2, X_1}[X_2/X_1] \\
&= \frac{1}{ES_{X_1, X_2}}
\end{aligned}
$$

ค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันมีค่าตั้งแต่ลบอินฟินิตี้ถึงบวกอินฟินิตี้

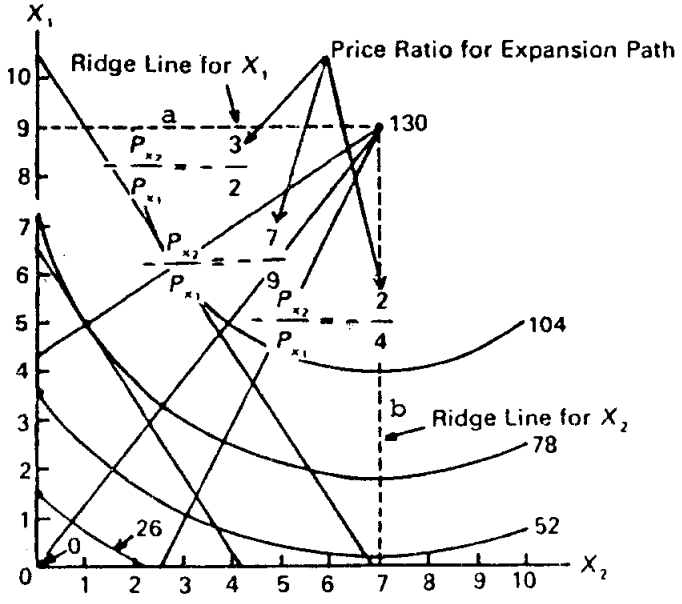
จากตารางที่ 4.3 ความยืดหยุ่นของการทดแทนกันเมื่อ $X_1 = 5$ และ $X_2 = 4$ จะมีค่าเท่ากับ $(-1)(3.5/5.5)$ หรือ $= -0.64$ การที่ความยืดหยุ่นของการทดแทนกันมีค่าติดลบแสดงว่าปัจจัยทั้งสองเป็น Technical Substitute เพราะเมื่อใช้ปัจจัยอย่างหนึ่งเพิ่มขึ้น ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งจะถูกใช้ลดน้อยลง แต่ถ้าค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าปัจจัยทั้งสองเป็น Technical Complement

เส้นไอโซไคลน์ (Isoclines)

เส้นไอโซไคลน์ หมายถึงเส้นที่เชื่อมจุดผสมของปัจจัย X_1 และปัจจัย X_2 ที่ให้ค่า MRIS เท่ากัน ดังนั้นเส้นไอโซไคลน์จึงเป็นเส้นที่ลากผ่านเส้นผลผลิตเท่ากันแต่ละเส้นโดยเชื่อมจุดต่าง ๆ ที่มีความลาดชันเท่ากัน ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2

เส้นไอโซไคลน์และเส้นริดจ์ไลน์



สมการไอโซไคลน์ (Isocline Equation) สามารถหาได้จากฟังก์ชั่นการผลิตเช่นกัน จากเงื่อนไข MRIS = k นั่นคือ ให้เอา derivative ของฟังก์ชั่นการผลิต (คือ ∂X_1 และ ∂X_2) ไปแทนในเงื่อนข้างต้นนี้ และ solve หาค่า X_1 โดยให้ X_1 ออกมาในรูปฟังก์ชั่นของ X_2 และราคาของปัจจัย ซึ่งจะได้สมการไอโซไคลน์ออกมาดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$Y = 18X_1 - X_1^2 + 14X_2 - X_2^2$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = MP_{X_1} = 18 - 2X_1$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_2} = MP_{X_2} = 14 - 2X_2$$

$$MRIS_{X_2, X_1} = -\frac{MP_{X_2}}{MP_{X_1}} = k$$

$$\frac{14 - 2X_2}{18 - 2X_1} = k$$

$$X_2 = 7 - k(9 - X_1) \qquad .....(4.3)$$

สมการ (4.3) จึงแสดงถึง Isocline Equation สำหรับค่าความลาดชันต่าง ๆ

รูปที่ 4.2 มีเส้นไอโซไคลน์อยู่หลายเส้น แต่จะมีอยู่ 2 เส้นที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีค่าความลาดชันเท่ากับ 0 หรือ $\propto$ ได้แก่เส้น a และเส้น b เราเรียกเส้นไอโซไคลน์ 2 เส้นนี้ว่า เส้นริดจ์ไลน์ (Ridge Line)

เส้นริดจ์ไลน์ (Ridge Line)

เส้นริดจ์ไลน์ เป็นเส้นแสดงขีดจำกัดในการใช้ปัจจัยทั้งสองอย่างแทนกัน และเป็นเส้นที่กำหนดขั้นตอนของการผลิตที่เหมาะสม นอกเหนือบริเวณเส้นริดจ์ไลน์ทั้งสองนี้แล้ว ถ้าหากยังเอาปัจจัยทั้งสองมาใช้ทดแทนกันอีก จะทำให้ขาดทุน ภายในเส้นริดจ์ไลน์ a และ b ค่าความลาดชันของเส้นผลผลิตเท่ากันมีค่าเป็นลบ ณ ระดับผลผลิตปริมาณสูงสุด (= 130 หน่วย) เส้นริดจ์ไลน์ทั้งสองเส้นและเส้นไอโซไคลน์จะมาพบกันที่จุดเดียวกัน

สมการริดจ์ไลน์ (Ridge Line Equation) สามารถหาได้ในลักษณะเดียวกับ Isocline Equation แตกต่างกันแต่ว่า MRIS หรือค่าความลาดชันมีค่าเท่ากับ 0 หรืออินฟินิตี้เท่านั้น แทนค่า MPx_1 และ MPx_2 ในเงื่อนไขต่อไปนี้ $MRIS_{X_1, X_2} = \frac{MP_{X_1}}{MP_{X_2}} = 0$

$$\frac{18-2X_1}{14-2X_2} = 0$$

$$X_1 = 9 \qquad .....(4.4)$$

ตัวอย่างที่ 2 จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้ ได้จากผลการทดลองเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตข้าวสาลีที่เมือง เอล อิลาโน ในประเทศชิลี ในปี ค.ศ. 1962-63

$$Y = 18.85 + 7.59N + 2.47P - 0.65N^2 - 0.40P^2 + 0.21NP$$

ซึ่ง Y คือ ผลผลิตข้าวสาลี (ถัง/เฮคต้าร์)

N คือ โซเดียมไนเตรต (150 กก. /เฮคต้าร์)

P คือ ซุปเปอร์ฟอสเฟต (100 กก. /เฮคต้าร์)

ในการทดลองนี้ ได้ใช้โซเดียมไนเตรต (N) จำนวนตั้งแต่ 0 ถึง 7 หน่วย และใช้ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟตจำนวนตั้งแต่ 0 ถึง 5 หน่วย ปัจจัยคงที่ที่สำคัญคือ ชนิดของดิน ระบบการชลประทาน และสภาพอากาศ ของปี ค.ศ. 1962-63

ตารางที่ 4.4

ผลทดลองการใช้ปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตข้าวสาลี

จำนวนปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟตที่ใช้ต่อเฮคต้าร์	จำนวนปุ๋ยไนเตรตที่ใช้ต่อเฮคต้าร์							
	0	150	300	450	600	750	900	1050
0	18.8	25.8	31.4	35.7	38.7	40.4	40.8	39.8
100	20.9	28.3	33.9	38.4	41.6	43.5	44.1	43.4
200	22.0	29.5	35.6	40.3	43.7	45.8	46.6	46.1
300	22.7	30.2	36.5	41.4	45.1	47.4	48.4	48.1
400	22.3	30.1	36.6	41.8	46.6	48.1	49.3	49.3
500	21.3	29.2	35.9	41.3	45.3	48.1	49.5	49.6
	(ถังต่อเฮคต้าร์)							

ผลผลิตข้าวสาลีที่คาดว่าจะได้ในระยะการทดลองใช้ปุ๋ยทั้งสองชนิดแสดงในตารางที่ 4.4 ตัวเลขแต่ละแถวของตารางแสดงถึงผลผลิตข้าวสาลีที่ได้จากการใช้ปัจจัยผันแปรเพียง 1 ชนิด

ซึ่งมีฟังก์ชั่นการผลิตเป็น Y = f[N] โดยกำหนดให้ P คงที่ ณ ระดับต่าง ๆ ในทำนองเดียวกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงถึงผลผลิตข้าวสาลีที่ได้จากการใช้ปัจจัยผันแปรหนึ่งชนิดซึ่งมีฟังก์ชั่นการผลิตเป็น Y = f[P] ดังนั้นจากตัวเลขทั้งหมดในตาราง เราสามารถหาฟังก์ชั่นการผลิตย่อย (Sub-production function) ได้ถึง 14 ฟังก์ชั่น เช่น สมมุติว่าปัจจัย N คงที่ เท่ากับ 2 หน่วย เพราะฉะนั้นจากฟังก์ชั่นการผลิตข้างต้นแทนค่า N = 2 จะได้ฟังก์ชั่นการผลิตย่อยสำหรับปัจจัยผันแปรหนึ่งชนิดดังนี้

$$Y = 31.39 + 2.89P - 0.40P^2$$

จากฟังก์ชั่นการผลิตในตัวอย่างที่ 2 เราสามารถนำไปหา Isoquant Equation, Isocline Equation, Ridge line Equation, MRIS และ ES ได้ดังนี้

(1) **สมการผลผลิตเท่ากัน** กำหนดให้ผลผลิต (Y) คงที่ ณ ระดับหนึ่ง และเปลี่ยนรูปฟังก์ชั่นการผลิตให้อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นผลผลิตเท่ากัน จะได้ดังนี้

$$P = 3.11 + 0.26N \pm [57.06 + 20.74N - 1.58N^2 - 2.51Y^*]^{\frac{1}{2}}$$

(2) MP ต่อหน่วยของ N และ P สามารถคำนวณหาได้โดยตรงจาก first derivative ของฟังก์ชั่นการผลิต ดังนี้

$$MP = 7.59 - 1.30N + 0.21P$$

$$MP = 2.47 - 0.80P + 0.21N$$

(3)
$$MRIS_{N,P} = -[MP_N/MP_P]$$

$$= \frac{[7.59 - 1.30N + 0.21P]}{[2.47 - 0.80P + 0.21N]}$$

$$= \frac{1}{MRIS_{P,N}}$$

(4) ความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน สามารถคำนวณหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$ES_{N,P} = MRIS_{N,P}[N/P]$$

$$= \frac{[7.59P^{-1} - 1.31NP^{-1} + 0.21]}{[2.47N^{-1} - 0.79N^{-1} + 0.21]}$$

การคำนวณหาค่า MP_N, MP_P, $MRIS_{N,P}$ และ $ES_{N,P}$ สำหรับส่วนผสมต่าง ๆ ของ N และ P ในการผลิตข้าวสาลีจำนวน 40 ถัง สรุปไว้ในตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงมูลค่าของ N และ P เป็นกิโลกรัม นอกจากนั้นในตารางที่ 4.5 ยังได้สรุปถึงประเภทของผลตอบแทนต่อขนาด

หรือความยืดหยุ่นรวมของการผลิต (overall elasticity of production) ซึ่งหาได้จากผลบวกของความยืดหยุ่นของการผลิตของแต่ละปัจจัย การที่ค่า MP ที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวก แสดงว่า

ตารางที่ 4.5

ค่า MRIS และความยืดหยุ่นของการผลิต

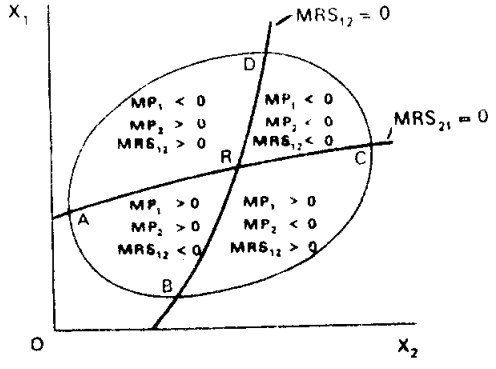
ไนเตรต	ฟอสเฟต	MP_N	MP_P	$MRIS_{NP}$	ES_{NP}	$E_N + E_P$
450	179.86	.0269	.0171	− 1.572	− 3.932	0.379
525	92.40	.0213	.0249	− 0.853	− 4.848	0.337
600	41.26	.0162	.0299	− 0.540	− 7.815	0.274
675	8.68	.0113	.0335	− 0.338	− 26.323	0.198

ที่มา: คำนวณจากฟังก์ชั่นการผลิตของตัวอย่างที่ 2

ส่วนผสมของปัจจัยที่ถูกเลือกมาทำการผลิตนั้นอยู่ภายในบริเวณ (ขอบเขต) ที่ MRIS มีค่าติดลบและลดน้อยถอยลง นั่นคือ บริเวณพื้นที่ OARB ในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3

ขอบเขตการใช้ปัจจัยที่เหมาะสม



(5) **สมการไอโซไคลน์** สามารถหาได้โดยกำหนดให้ค่า MRIS ของฟังก์ชั่นการผลิตมีค่าเท่ากับความลาดชันที่ต้องการ สมมุติว่า คือ k และ solve สมการเพื่อให้ได้ N เป็นฟังก์ชั่นของ P หรือ P เป็นฟังก์ชั่นของ N

$$P = \frac{[7.59 + 2.47k - 1.30N + 0.21kN]}{[0.80k - 0.21]}$$

(6) **สมการริดจ์ไลน์** สามารถหาได้โดยการกำหนดให้ค่า $MRIS_{N,P}$ และ $MRIS_{P,N}$ มีค่าเท่ากับ 0 และ solve สมการเพื่อให้ได้ P เป็นฟังก์ชั่นของ N ดังต่อไปนี้

ถ้า $MRIS_{P,N}$ มีค่าเท่ากับ 0 เราจะได้

$$= -35.88 + 6.02N$$

และถ้า $MRIS_{N,P}$ มีค่าเท่ากับ 0 (หรือ $MRIS_{P,N} = \infty$ นั่นเอง) เราจะได้

$$P = 3.11 + 0.25N$$

จากสมการริดจ์ไลน์ที่ได้ทั้งสองนี้ เมื่อเรานำไปพล็อตกราฟจะได้ดังรูปที่ 4.4

เส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost)

ปัจจัยที่ใช้ในการผลิตแต่ละชนิดต่างก็มีราคาของตนเองโดยเฉพาะหรือมีต้นทุนต่อหน่วยของตนเองอยู่แล้ว ดังนั้นในการผลิตสินค้า 1 อย่างโดยใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด ต้นทุนทั้งหมดในการผลิตสินค้าจะเท่ากับ

$$TC = P_{X_1}X_1 + P_{X_2}X_2$$

ซึ่ง TC คือ ต้นทุนการผลิตทั้งหมด

P_{X_1} คือ ราคาหรือต้นทุนต่อหน่วยของปัจจัย

P_{X_2} คือ ราคาหรือต้นทุนต่อหน่วยของปัจจัย

ถ้าราคาของปัจจัย $X_1 = 2$ บาทต่อหน่วย และราคาของปัจจัย $X_2 = 3$ บาทต่อหน่วย เราสามารถคำนวณหาต้นทุนทั้งหมดในการผลิตโดยใช้ปัจจัย X_1 จำนวน 5 หน่วยและใช้ปัจจัย X_2 จำนวน 2 หน่วยได้เท่ากับ $TC = 2(5) + 3(2) = 16$ ดังนั้นต้นทุนทั้งหมดจึงเป็นฟังก์ชั่นของปัจจัย X_1 และ X_2

สมมุติว่า เกษตรกรมีเงินเพื่อใช้จ่ายอยู่เพียง 18 บาทเพื่อซื้อปัจจัยการผลิตซึ่งเขาอาจจะซื้อปัจจัย X_1 แต่เพียงอย่างเดียวได้เท่ากับ 18/2 = 9 หน่วย หรืออาจจะซื้อปัจจัย X_2 แต่เพียง

อย่างเดียวได้เท่ากับ 18/3 = **6 หน่วย** หรืออาจจะซื้อปัจจัยทั้งสองได้ในสัดส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีมูลค่ารวมเท่ากับ 18 บาท

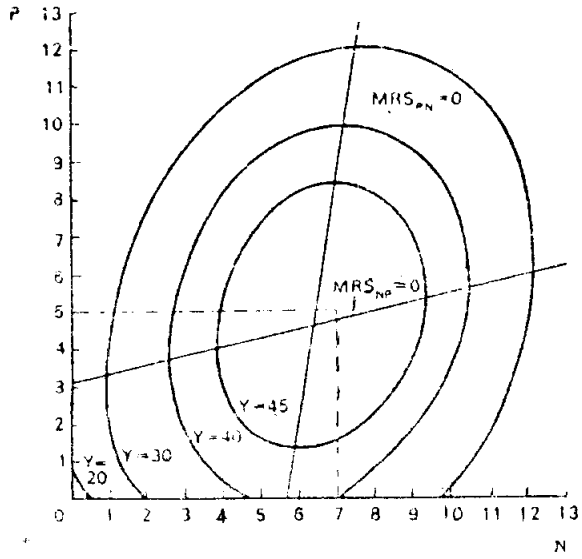
ตารางที่ 4.6

ต้นทุนในการผลิตจากการใช้ปัจจัย 2 ชนิด

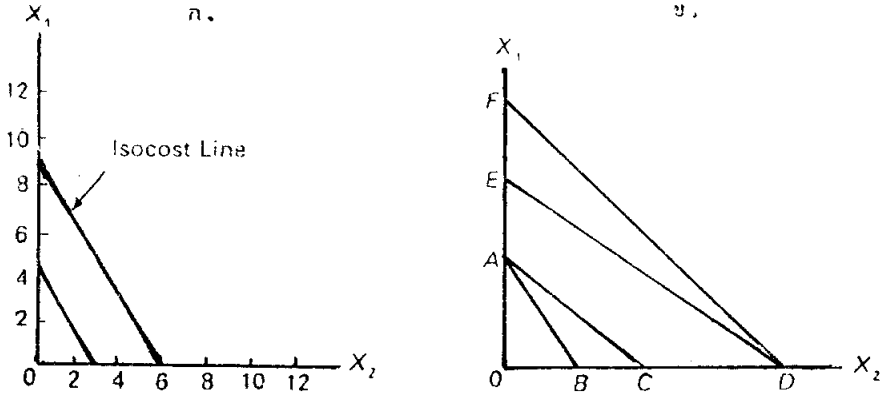
ปัจจัย X_1	ปัจจัย X_2	ต้นทุนในการใช้ X_1	ต้นทุนในการใช้ X_2	ต้นทุนทั้งหมด
0	6	0	18	18
1.5	5	3	15	18
3	4	6	12	18
4.5	3	9	9	18
6	2	12	6	18
7.5	1	15	3	18
9	0	18	0	18

ตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นถึงส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้ผู้ผลิตเสียต้นทุนที่เท่ากัน เมื่อนำเอาส่วนผสมเหล่านี้มาพล็อตกราฟจะได้เส้นต้นทุนทั้งหมดในการซื้อปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นเส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost) เพราะเป็นเส้นที่เชื่อมจุดต่าง ๆ ซึ่งแต่ละจุดนั้นแสดงส่วนผสมของปัจจัยที่ใช้ในการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่งโดยเสียต้นทุนเป็นจำนวนเท่ากัน (รูปที่ 4.5)

รูปที่ 4.4
เส้นริดจ์ไลน์



รูปที่ 4.5
ส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนเท่ากัน



จากสมการต้นทุนทั้งหมด เราสามารถหาสมการต้นทุนเท่ากัน (Isocost Equation) ได้ โดยการเปลี่ยนรูปสมการต้นทุนทั้งหมดให้ X_1 เป็น explicit function ของ X_2 ดังนี้

$$P_{X_1} \cdot X_1 = TC - P_{X_2} \cdot X_2$$

$$X_1 = TC/P_{X_1} - [P_{X_2}/P_{X_1}]X_2$$

จากสมการต้นทุนเท่ากัน เราสามารถหาค่าความลาดชันของเส้นต้นทุนเท่ากันได้ นั่นคือ มีค่าเท่ากับ $-P_{X_2}/P_{X_1}$ และ intercept บนแกน X_1 เท่ากับ TC/P_{X_1} เช่น ณ ระดับราคาที่กำหนดให้ สมการต้นทุนเท่ากันสำหรับการผลิตที่เสียต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 18 บาท จะเป็นดังนี้

$$X_1 = 9 - [3/2]X_2$$

เส้นต้นทุนเท่ากันมีลักษณะเป็นเส้นตรงเพราะในตลาดการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ราคาของปัจจัยไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อปริมาณการซื้อปัจจัยเปลี่ยนแปลงไป แต่ถ้าราคาของปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ความลาดชันของเส้นต้นทุนเท่ากันเปลี่ยนไปด้วย

กิจกรรมที่ 4.1

จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

$$Y = X_1^{\frac{1}{5}} X_2^{\frac{4}{5}}$$

(ก) จงหาค่าของ $MRIS_{X_2, X_1}$

(ข) จงหาสมการไอโซไคลน์

แนวตอบกิจกรรมที่ 4.1

(ก) จากสูตร $$MRIS_{X_2, X_1} = -\frac{MP_{X_2}}{MP_{X_1}}$$

$$MP_{X_2} = \frac{\partial Y}{\partial X_2} = \frac{4}{5} X_1^{\frac{1}{5}} X_2^{-\frac{1}{5}}$$

$$MP_{X_1} = \frac{\partial Y}{\partial X_1} = \frac{1}{5} X_1^{-\frac{4}{5}} X_2^{\frac{4}{5}}$$

แทนค่าในสูตร $$MRIS_{X_2, X_1} = -\frac{4/5 X_1^{\frac{1}{5}} X_2^{-\frac{1}{5}}}{1/5 X_1^{-\frac{4}{5}} X_2^{\frac{4}{5}}}$$

$$= -\frac{4X_1}{X_2}$$

(ข) จากเงื่อนไข $MRIS_{X_2, X_1} = k$

$$\frac{4X_1}{X_2} = k$$

∴ สมการไอโซไคลน์:- $X_1 = \frac{k}{4}X_2$

หรือ $X_2 = \frac{4}{k}X_1$

4.2 ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด (Least-Cost Combination)

ในการผลิตผลผลิตระดับหนึ่ง สามารถผลิตขึ้นได้โดยใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดในอัตราต่าง ๆ กัน แต่ควรจะใช้จำนวนเท่าใดจึงจะทำให้ผู้ผลิตเสียต้นทุนน้อยที่สุด ซึ่งมีหลักในการพิจารณา ดังนี้

(1) โดยการคำนวณต้นทุนการผลิตของทุก ๆ ส่วนผสมของปัจจัยและเลือกส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด วิธีนี้เหมาะที่จะใช้ในกรณีที่มีส่วนผสมของปัจจัยจำนวนไม่มากในการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่ง จากตารางที่ 4.7 แสดงถึงส่วนผสมของปัจจัยในการผลิตผลผลิตจำนวน 105 หน่วยทั้งหมด 7 ส่วนผสม สมมุติว่า ราคาของปัจจัย X_1 เท่ากับ 2 บาทต่อหน่วย และราคาของปัจจัย X_2 เท่ากับ 3 บาทต่อหน่วย จากส่วนผสมทั้ง 7 ส่วนผสม ส่วนผสมที่ใช้ปัจจัย X_1 จำนวน 6 หน่วย และปัจจัย X_2 จำนวน 3 หน่วย เป็นส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดเท่ากับ 21 บาท

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าวิธีที่ 1 จะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แต่ในทางปฏิบัติแล้วยังมีส่วนผสมอื่น ๆ อีกมากมายที่แทรกอยู่ระหว่างส่วนผสมดังกล่าว และต้นทุนในการผลิตอาจน้อยกว่าส่วนผสมที่ใช้ปัจจัย X_1 เท่ากับ 3 หน่วย และปัจจัย X_2 เท่ากับ 6 หน่วยก็ได้ จากรูปที่ 4.6 แสดงว่ายังมีส่วนผสมอื่นอีกมากมายที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย ซึ่งอาจจะอยู่ทางขวาหรือทางซ้ายของจุดผสม ($X_1 = 6, X_2 = 3$) และอาจทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดก็ได้ ตำแหน่งของส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดที่แน่นอนสามารถหาได้โดยวิธีเรขาคณิต

(2) จากรูปที่ 4.6 แสดงส่วนผสมที่มีอยู่มากมายนับไม่ถ้วน ซึ่งเป็นการยากที่จะคำนวณหาต้นทุนการผลิตได้ทั้งหมดทุกส่วนผสม ดังนั้นอีกหลักเกณฑ์หนึ่งในการหาส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนน้อยที่สุด คือส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด คือส่วนผสมที่ทำให้ $MRIS_{X_2, X_1}$ มีค่าเท่ากับอัตราส่วน (ติดลบ) ของราคาปัจจัยทั้งสอง $(-P_{X_2}/P_{X_1})$