บทที่ 4
การผลิตโดยใช้ปัจจัยผันแปรตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป

ความนำ

กระบวนการผลิตที่ได้ศึกษาในบทที่ 3 นั้น พิจารณาเฉพาะการผลิตพืชผลหนึ่งชนิด โดยใช้ปัจจัยผันแปรชนิดเดียวเท่านั้นและสมมุติให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ กระบวนการผลิตแบบนี้หายากในความเป็นจริงแต่มีประโยชน์เฉพาะการศึกษาเท่านั้น สำหรับในบทที่ 4 นี้จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปรสองชนิดขึ้นไป โดยที่ยังสมมุติว่า เกษตรกรหรือผู้ผลิตทำการซื้อปัจจัยและขายผลผลิตในตลาดการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นราคาของปัจจัยและของผลผลิตถูกกำหนดโดยพลังทางเศรษฐกิจและอยู่เหนืออิทธิพลของผู้ผลิตและถือว่าถูกกำหนดให้คงที่ ในการผลิตสินค้า กำหนดให้มีปัจจัยการผลิตอย่างน้อยหนึ่งชนิดเป็นปัจจัยคงที่เพื่อว่าการผลิตนั้นจะได้เป็นการผลิตในระยะสั้นและเป็นไปตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง เนื่องจากผลผลิตทางเกษตรสามารถผลิตขึ้นได้หลายวิธี เพราะผลผลิตการเกษตรสามารถผลิตขึ้นได้จากการใช้ปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ ซึ่งในบทนี้จะศึกษาถึงส่วนผสมของการใช้ปัจจัยที่เหมาะสมและก่อให้เกิดกำไรสูงสุด

หัวเรื่อง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปร 2 ชนิดกับผลผลิตหนึ่งชนิด

4.2 ส่วนผสมของปัจจัยผันแปรสองชนิดที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปร

สาระสำคัญ

4.1 ในการผลิตผลผลิตทางเกษตรจำนวนต่าง ๆ สามารถถูกผลิตขึ้นได้โดยใช้ปัจจัยผันแปรสองชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

4.2 เมื่อนำเอาราคาของปัจจัยผันแปรมาพิจารณาด้วย ส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด ก็คือ ส่วนผสมของปัจจัยผันแปรที่ทำให้ ค่า $MRTS_{X1, X2} = - P_{X1}/ P_{X2}$ แ]t ไม่จำเป็นว่าต้องเป็นส่วนผสมที่ให้กำไรสูงสุดเสมอไปแต่ส่วนผสมของปัจจัยผันแปรที่ให้กำไรสูงสุด (นั่นคือ ทำให้ $VMP_{Xi} = P_{Xi}$) จะต้องเป็นส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนต่ำสุดด้วย

4.3 การทดแทนกันของปัจจัย หมายถึง เมื่อมีการลดจำนวนปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่งลง ก็ต้องใช้ปัจจัยผันแปรอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวนเท่าเดิม ซึ่งการทดแทนกันของปัจจัยจะมีลักษณะแตกต่างกัน ปัจจัยบางชนิดอาจมีลักษณะใช้ร่วมกันหรือแข่งขันกัน

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาบทที่ 4 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

4.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตหนึ่งชนิดกับปัจจัยผันแปรสองชนิด

4.2 บอกถึงส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อยที่สุดและให้กำไรสูงสุดได้

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปร 2 ชนิดกับผลผลิตหนึ่ง ชนิด

ตาราง 4.1 แสดงจำนวนผลผลิตข้าวโพดที่ผลิตได้จากการใช้การใช้ปุ๋ยไนเตรทและปุ๋ยฟอสเฟทจำนวนต่างๆ ซึ่งแสดงถึงกลุ่มฟังก์ชั่นการผลิตย่อย (sub-production function) เช่น ในแถวแรกของตาราง แสดงผลผลิตข้าวโพดที่ได้รับจากการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตจำนวนต่าง ๆโดยกำหนดให้ระดับการใช้ปุ๋ยไนเตรทคงที่ ณ ระดับหนึ่ง ในแถวอื่นๆ ก็เช่นกัน โดยกำหนดระดับปุ๋ยไนเตรทคงที่ ณ ระดับต่าง ๆ ถ้ามองทางด้านคอลัมน์ แต่ละคอลัมน์แสดงผลผลิตข้าวโพดที่ได้จากการใช้ปุ๋ยไนเตรทจำนวนต่างๆ โดยกำหนดให้ปุ๋ยฟอสเฟทคงที่ ณ ระดับหนึ่ง ดังนั้นในตารางฟังก์ชั่นการผลิตนี้จึงมีฟังก์ชั่นย่อยทั้งหมด 22 ฟังก์ชั่น

ฟังก์ชั่นการผลิตสำหรับปัจจัยผันแปร 2 ชนิด ถ้าพิจารณาในแง่ความหมายแล้วก็ไม่แตกต่างจากฟังก์ชั่นการผลิตสำหรับปัจจัย 1 ชนิด นั่นคือ การใช้ปัจจัยผันแปรทั้งสองชนิดในจำนวนต่างๆจะให้ผลผลิตออกมาจำนวนหนึ่ง เราสามารถเขียนความสัมพันธ์นี้ออกมาในรูปความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$Q = f(X_1, X_2)$$

ซึ่ง Q คือ จำนวนผลผลิต

X_1, X_2 คือ จำนวนปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2

ฟังก์ชั่นการผลิตนี้แสดงว่า จำนวนผลผลิต (Q) ขึ้นอยู่กับจำนวนของปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ที่ใช้ร่วมกับปัจจัยคงที่อื่น ๆ อย่างไรก็ตามถ้ามีการเปลี่ยนแปลงในจำนวนปัจจัยคงที่หรือการเปลี่ยนแปลงในเทคนิคการผลิต ก็จะมีผลกระทบต่อฟังก์ชั่นการผลิตด้วย

ตาราง 4.1

ปริมาณข้าวโพดที่ได้จากการใช้ปุ๋ยระดับต่าง ๆ

ปุ๋ย ไนเตรท (X_1)

	จำนวนผลผลิต (Q)										
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	89	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
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**

ปุ๋ยฟอสเฟท (X_2)

ตัวเลขในตาราง 4.1 ได้มาจากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

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

ผลผลิตที่ได้จากส่วนผสมต่าง ๆ ของปัจจัยผันแปร 2 ชนิด คำนวณได้จากการแทนค่า X_1 และ X_2 ในฟังก์ชั่นการผลิตข้างต้น

ผลผลิตที่ได้รับจะค่อย ๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงสำหรับการใช้ปัจจัยผันแปรหน่วยแรก ๆ เช่น $X_1 = 1$ และ $X_2 = 2$ ผลผลิตทั้งหมดจะเท่ากับ 51 ระดับผลผลิตจะมีปริมาณสูงสุดเมื่อ MP มีค่าเท่ากับ 0 โดยคำนวณได้ดังนี้

$$MP_{X1} = \frac{\partial Q}{\partial X_1} = 18 - 2X_1 = 0$$

$$MP_{x2} = \frac{\partial Q}{\partial X_2} = 14 - 2X_2 \quad = 0$$

แสดงว่า เมื่อ $X_1 = 9$, $X_2 = 7$ MP_{X1} และ MP_{X2} จะมีค่าเท่ากับ 0 ผลผลิตจะมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 130 หน่วย ถ้าใช้ปัจจัย X_1 มากกว่า 9 หน่วยขึ้นไป หรือใช้ปัจจัย X_2 มากกว่า 7 หน่วยขึ้นไป ค่า MP ของทั้งสองปัจจัยจะติดลบ และมีผลทำให้ผลผลิตทั้งหมดลดลงต่ำกว่าระดับ 130 หน่วย

เส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquants)

ผลผลิตที่ได้แต่ละจำนวนสามารถผลิตขึ้นได้จากการใช้ปัจจัยผันแปร 2 ชนิดในจำนวนต่าง ๆ จากตาราง 4.1 ถ้าต้องการผลผลิตจำนวนเท่ากับ 105 หน่วย จะสามารถผลิตขึ้นได้โดยการใช้ปัจจัยผันแปรทั้งสองชนิดในสัดส่วนต่าง ๆ ดังแสดงใน**ตารางผลผลิตที่เท่ากัน**

ตาราง 4.2

ส่วนผสมของปัจจัยที่ให้ผลผลิตเท่ากัน (Q = 105 หน่วย)

ปุ๋ยไนเตรท (X_1)	ปุ๋ยฟอสเฟท (X_2)
9	2
6	3
5	4
4	7
5	10

เมื่อเรานำเอาส่วนผสมต่าง ๆ ในตารางผลผลิตที่เท่ากันไปพล็อตกราฟ จะได้เส้นโค้งเส้นหนึ่งดังรูป 4.1 เราเรียกเส้นนี้ว่า **เส้นผลผลิตเท่ากัน(Isoquant Curve)** ซึ่งเป็นเส้นที่แสดงส่วนผสมต่าง ๆ ของปัจจัยผันแปรที่ให้ผลผลิตออกมาเป็นจำนวนเท่ากัน

จากฟังก์ชั่นการผลิต $Q = f(X_1, X_2)$ เราสามารถหาสมการผลผลิตเท่ากัน (Isoquant Equation) ได้โดยการเปลี่ยนรูปฟังก์ชั่นการผลิตให้อยู่ในรูปปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่งเป็นฟังก์ชั่นของปัจจัยผันแปรอีกชนิดหนึ่งโดยให้กำหนดให้ผลผลิตคงที่ ณ ระดับหนึ่งซึ่งเขียนออกมาเป็นความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

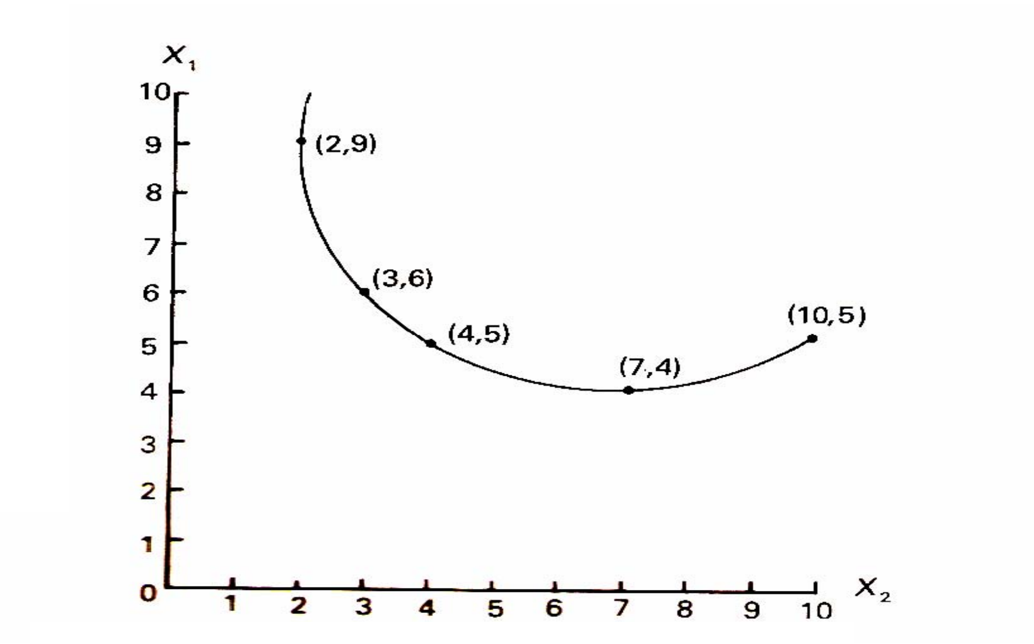
$$X_1 = f(X_2, Q^*)$$

หรือ $$X_2 = f(X_1, Q^*)$$

ถ้าหากระดับผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเรานำไปพล็อตกราฟก็จะได้เส้นผลผลิตเท่ากันหลายเส้น ซึ่งรูปร่างและตำแหน่งของเส้นผลผลิตเท่ากันจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นการผลิต

รูป 4.1

เส้นผลผลิตที่เท่ากัน (Isoquant Curves)



ตัวอย่างที่ 1 จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

$$Q = 18X_1 - X_1^2 + 14X_2 - X_2^2 \qquad \text{...(4.1)}$$

ซึ่ง Q คือ ผลผลิตข้าวโพด (ถัง/ไร่)

X_1 คือ ปุ๋ยไนเตรท (กิโลกรัม/ไร่)

X_2 คือ ปุ๋ยฟอสเฟท (กิโลกรัม/ไร่)

เราสามารถเขียนสมการผลผลิตเท่ากัน (Isoquant Equation) ได้ โดยการให้หาค่า X_1 จากฟังก์ชั่นการผลิตที่อยู่ในรูปของ Quadratic Equation โดยใช้สูตร quadratic formula [1]

---

[1] จากสมการ quadratic: $aX^2 + bX + C = 0$ หาค่า X จาก Quadratic formula

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$X_1 = \frac{18 - \left[324 + 56X_2 - 4X_2^2 - 4Q\right]^{1/2}}{2}$$

$$X_1 = 9 \pm \left[81 + 14X_2 - X_2^2 - Q\right]^{1/2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4.2)$$

เพราะฉะนั้นสมการ(4.2) ก็คือ Isoquant Equation ที่ได้มาจากฟังก์ชั่นการผลิต (4.1)

อัตราการทดแทนกันของปัจจัย (Marginal Rate of Technical Substitution: MRTS)

อัตราการทดแทนกันของปัจจัย (MRTS) แสดงถึงความลาดชัน(Slope) ของเส้นผลผลิตเท่ากัน เช่น ในรูป 4.1 ณ ระดับผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย เมื่อใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้นจาก 2 หน่วย เป็น 3 หน่วย ต้องลดปัจจัย X_1 ลงจาก 9 หน่วย เป็น 6 หน่วย ดังนั้นเราอธิบายได้ว่า MRTS คือ จำนวนของปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่งที่ลดลงเมื่อใช้ปัจจัยผันแปรอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น 1 หน่วย เพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวนเท่าเดิม เช่น ระหว่าง $X_1 = 9, X_2 = 2$ และ $X_1 = 6, X_2 = 3$ ค่า MRTS ของการใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้นเพื่อทดแทนการใช้ปัจจัย X_1 ที่ลดลง หรือ $MRTS_{x2 \text{ for } x1}$ จึงมีค่าเท่ากับ$\Delta X_1 / \Delta X_2 = (6 - 9)/(3 - 2) = -3$

ค่า MRTS มีค่าติดลบเพราะเส้นผลผลิตเท่ากันเป็นเส้นที่ลาดลงจากซ้ายไปทางขวา และโค้งเข้าหาจุดเริ่มต้น และค่า MRTS จะเปลี่ยนแปลงไปตามจุดต่าง ๆ บนเส้น Isoquants

ในตาราง 4.3 แสดงค่า MRTS สำหรับผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย เนื่องจากเส้นผลผลิตเท่ากันเป็นเส้นโค้งเข้าหาจุด origin ดังนั้นค่าความลาดชันจึงเปลี่ยนแปลงตลอดเส้นและเมื่อใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้น ค่า $MRTS_{X2,X1}$ จะค่อย ๆ ลดลง การทดแทนกันในลักษณะนี้เรียกว่า อัตราการทดแทนลดลง (Decreasing Marginal Rate of Substitution) นั่นคือ ความสามารถของปัจจัย X_2 ในการเพิ่มผลผลิตจะลดลงหมายความว่าการใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้นแต่ละหน่วยปริมาณของ X_1 จะถูกใช้น้อยลงเรื่อย ๆ

เราสามารถคำนวณหาค่า MRTS ของปัจจัย X_2 ทดแทนปัจจัย X_1 บนเส้นผลผลิตเท่ากันได้ดังนี้ จากรูป 4.2 ระหว่างจุด A และจุด C ค่า $MRTS_{X2 \text{ for } X1}$ หรือ ค่า slope เท่ากับ AB/BC หรือ $\Delta X_1 / \Delta X_2$ การเคลื่อนย้ายจากจุด A มายังจุด C (ย้ายจุดผสมของปัจจัย) แสดงว่าถ้าผู้ผลิตต้องการใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้นเท่ากับ BC ก็ต้องลดการใช้ปัจจัย X_1 ลงเท่ากับ AB เพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตเท่าเดิม

ตาราง 4.3

แสดงการคำนวณหาค่า MRTS สำหรับผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย

ปัจจัย X_1	ΔX_1	ปัจจัย X_2	ΔX_2	$MRTS_{X2\ for\ X1}$
9	-	2	-	-
6	-3	3	1	-3/1
5	-1	4	1	-1/1
4	-1	7	3	-1/3
5	+1	10	3	+1/3

สูตรในการคำนวณหาค่า MRTS มีดังนี้

$$MRTS_{X2\ for\ X1} = \Delta X_1 / \Delta X_2$$

$$MRTS_{X1\ for\ X2} = \Delta X_2 / \Delta X_1$$

เราลองมาพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแต่ละชนิดว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในผลผลิตอย่างไรได้ดังนี้ การเคลื่อนย้ายจากจุด A มายังจุด B ทำให้ผลผลิตลดลงจาก 105 หน่วยเหลือ 96 หน่วย ดังนั้นกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงในปัจจัย X_1 หรือ ΔX_1 ทำให้ผลผลิตทั้งหมดลดลงเท่ากับ $-\Delta Q$ หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$-\Delta Q/\Delta X_1 = -MP_{X1} \quad \text{หรือ} \quad \Delta X_1 = -\Delta Q/MP_{X1}$$

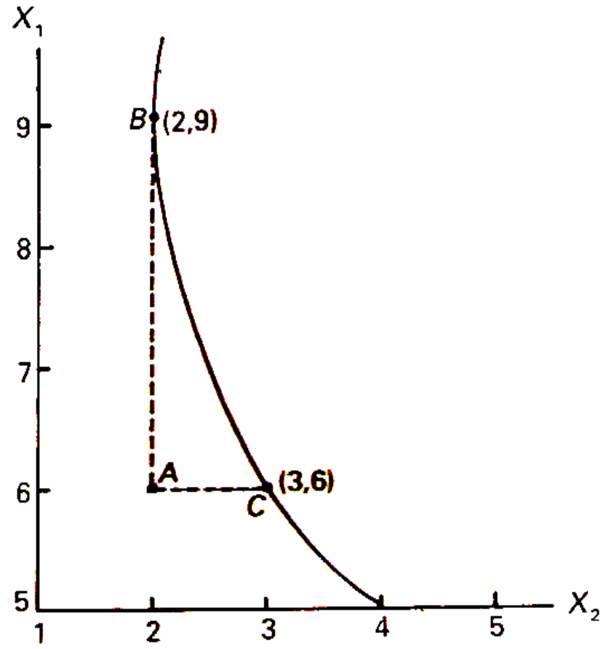
และเพื่อให้ได้ผลผลิตเท่าเดิม คือ 105 หน่วย ก็จะต้องใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้นเพื่อให้ผลผลิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 96 เป็น 105 หน่วย ดังนั้นกล่าวได้ว่า การใช้ปัจจัยผันแปร X_2 เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นเท่ากับ ΔQ หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\Delta Q/\Delta X_2 = MP_{X2} \quad \text{หรือ} \quad \Delta X_2 = \Delta Q/MP_{X2}$$

ดังนั้นการเคลื่อนย้ายจากจุด A มายังจุด C มี 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ จากจุด A มายังจุดB และ จากจุด B มายังจุด C การเคลื่อนย้ายแต่ละครั้ง ผลผลิตทั้งหมดเปลี่ยนแปลงในปริมาณเท่ากัน

รูป 4.2

การหาค่า Marginal Rate of Technical Substitution(MRTS)



จากสูตร MRTS$_{X1 \text{ for } X2}$ = $\Delta X_2 / \Delta X_1$

แทนค่า ΔX_1 และ ΔX_2 ในสูตร MRTS จะได้

$$\frac{\Delta X_1}{\Delta X_2} = \frac{\Delta Q / MP_{X1}}{\Delta Q / MP_{X2}}$$

$$\frac{\Delta X_1}{\Delta X_2} = \frac{-MP_{X1}}{MP_{X2}}$$

เราก็จะได้สูตรในการคำนวณ MRTS ได้อีกสูตรหนึ่ง นั่นคือ

$$MRTS_{X1 \text{ for } X2} = -\frac{MP_{X1}}{MP_{X2}} \quad \text{หรือ} \quad MRTS_{X2 \text{ for } X1} = -\frac{MP_{X2}}{MP_{X1}}$$

$$\frac{\Delta X_1}{\Delta X_2} = \frac{- MP_{X2}}{MP_X} = \frac{- P_{X2}}{P_{X1}}$$

ความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน (Elasticity of Substitution)

ความยืดหยุ่นของการทดแทนกันระหว่างปัจจัย X_1 ทดแทนปัจจัย X_2 หมายถึง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงในจำนวนปัจจัย X_1 เนื่องจากการใช้ปัจจัย X_2 เปลี่ยนแปลงไป 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$ES_{X1,X2} = (\Delta X_1/ X_1) / (\Delta X_2/ X_2)$$

$$= (\Delta X_1/ \Delta X_2) / (X_2/ X_1)$$

$$= MRTS_{X1,X2} (X_2/ X_1)$$

ค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันมีค่าตั้งแต่ลบอินฟินิตี้(∞)ถึงบวกอินฟินิตี้

จากตาราง 4.3 ความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน($ES_{X1,X2}$) เมื่อ $X_1 = 5$ และ $X_2 = 4$ จะมีค่าเท่ากับ (-1)(4/5) หรือ = - 0.80 การที่ความยืดหยุ่นของการทดแทนกันมีค่าติดลบแสดงว่าปัจจัยทั้งสองเป็น Technical Substitute เพราะเมื่อใช้ปัจจัยอย่างหนึ่งเพิ่มขึ้น ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งจะถูกใช้ลดน้อยลง แต่ถ้าค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าปัจจัยทั้งสองเป็น Technical Complement

เส้นไอโซไคลน์ (Isoclines)

เส้นไอโซไคลน์ หมายถึง เส้นที่เชื่อมส่วนผสมของปัจจัย X_1 และปัจจัย X_2 ที่ให้ค่า MRTS เท่ากัน ดังนั้นเส้นไอโซไคลน์จึงเป็นเส้นที่เชื่อมจุดต่าง ๆ บนเส้นผลผลิตเท่ากันแต่ละเส้นซึ่งมีความลาดชันเท่ากัน ดังรูป 4.3

สมการไอโซไคลน์ (Isocline Equation) สามารถหาได้จากฟังก์ชั่นการผลิตภายใต้เงื่อนไข MRTS = -k นั่นคือ ให้หาค่า MRTS แล้วนำแทนในเงื่อนไขข้างต้นนี้ และ solve หาค่า X_1 โดยให้ X_1 ออกมาในรูปเป็นฟังก์ชั่นของ X_2 ซึ่งจะได้สมการไอโซไคลน์ออกมาดังตัวอย่างต่อไปนี้

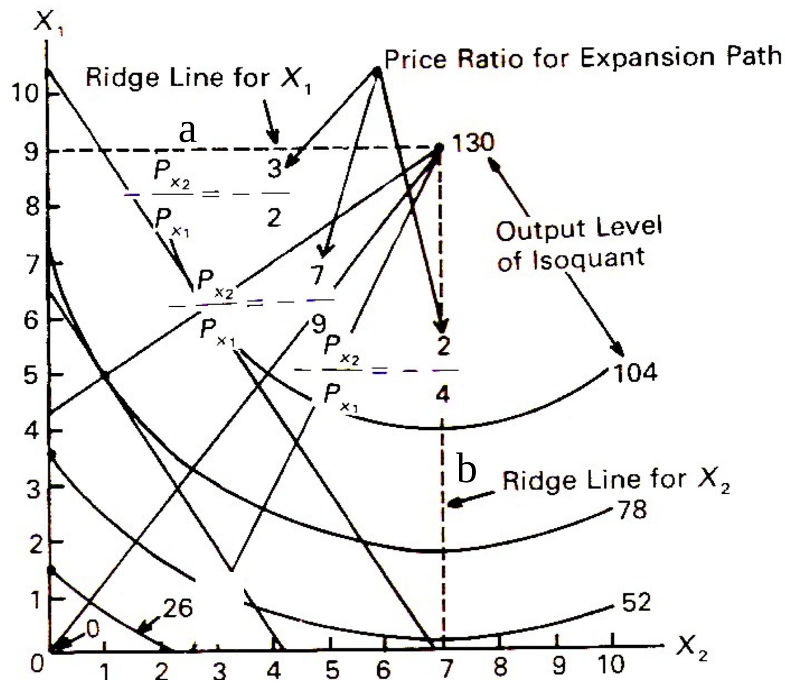
$$Q = 18X_1 - X_1^2 + 14X_2 - X_2^2$$

$$\delta Q/\delta X_1) = MP_{X1} = 18 - 2X_1$$

$$\delta Q/\delta X_2) = MP_{X2} = 14 - 2X_1$$

$$MRTS_{X2, X1} = - MP_{X2}/ MP_{X1} = -k$$

รูป 4.3
เส้นไอโซไคลน์และเส้นริดจ์ไลน์



$$(14 - 2X_2)/(18 - 2X_1) = -k$$

$$X_2 = 7 - k(9 - X_1)$$

หรือ $X_1 = 9 - k(7 -$ ……………………..…….(4.3)

สมการ (4.3) จึงแสดงถึง Isocline Equations สำหรับค่าความลาดชันต่าง ๆ

รูป 4.3 มีเส้นไอโซไคลน์อยู่หลายเส้น แต่จะมีอยู่ 2 เส้นที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีค่าความลาดชันเท่ากับ 0 หรือ ∞ ได้แก่เส้น a และเส้น b เราเรียกเส้นไอโซไคลน์ทั้งสองเส้นนี้ว่าเส้นริดจ์ไลน์ (Ridge Line)

เส้นริดจ์ไลน์ (Ridge Line)

เส้นริดจ์ไลน์ เป็นเส้นแสดงขีดจำกัดในการใช้ปัจจัยทั้งสองอย่างทดแทนกัน และเป็นเส้นที่กำหนดขั้นตอนของการผลิตที่เหมาะสม นอกเหนือบริเวณเส้นริดจ์ไลน์ทั้งสองนี้แล้วถ้าหากยังเอาปัจจัยทั้งสองมาใช้ทดแทนกันอีก จะทำให้ขาดทุน ภายในเส้นริดจ์ไลน์ a & b ค่าความลาดชันของเส้นผลผลิตเท่ากันจะมีค่าเป็นลบ และ ณ ระดับผลผลิตปริมาณสูงสุด (= 130 หน่วย) เส้นริดจ์ไลน์ทั้งสองเส้นและเส้นไอโซไคลน์จะมาพบกันที่จุดเดียวกัน

สมการริดจ์ไลน์ (Ridge Line Equation) สามารถหาได้ในลักษณะเดียวกับ Isocline Equation แตกต่างกันแต่ว่า ค่า MRTS หรือ ค่าความลาดชัน จะมีค่าเท่ากับ 0 หรืออินฟินิตี้เท่านั้น นั่นคือ แทนค่า MP_{X1} และ MP_{X2} ในเงื่อนไขต่อไปนี้

$$MRTS_{X1 \text{ for } X2} = -\frac{MP_{X1}}{MP_{X2}} = 0 \text{ หรือ } \infty$$

$$MRTS_{X2 \text{ for } X1} = -\frac{MP_{X2}}{MP_{X1}} = 0 \text{ หรือ } \infty$$

ตัวอย่างที่ 2 จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้ ได้จากผลการทดลองเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตข้าวสาลี

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

ซึ่ง Q คือ ผลผลิตข้าวสาลี (ถัง/เฮคต้าร์)

N คือ โซเดียมไนเตรต (150 กก./เฮคต้าร์)

P คือ ซุปเปอร์ฟอสเฟต (100 กก./เฮคต้าร์)

ในการทดลองนี้ ได้ใช้โซเดียมไนเตรท (N) จำนวนตั้งแต่ 0 ถึง 7 หน่วย และใช้ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟทจำนวนตั้งแต่ 0 ถึง 5 หน่วย ปัจจัยคงที่ที่สำคัญคือ ชนิดของดิน ระบบการชลประทาน และสภาพอากาศ

ผลผลิตข้าวสาลีที่คาดว่าจะได้ในระยะการทดลองใช้ปุ๋ยทั้งสองชนิดแสดงในตาราง 4.4 ตัวเลขแต่ละแถวของตารางแสดงถึงผลผลิตข้าวสาลีที่ได้จากการใช้ปัจจัยผันแปรเพียง 1 ชนิด ซึ่งมีฟังก์ชั่นการผลิตเป็น Q = f (N) โดยกำหนดให้ P คงที่ ณ ระดับต่าง ๆ ในทำนองเดียวกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงถึงผลผลิตข้าวสาลีที่ได้จากการใช้ปัจจัยผันแปรหนึ่งชนิดซึ่งมีฟังก์ชั่นการผลิตเป็น Q = f (P) ดังนั้นจากตัวเลขทั้งหมดในตาราง เราสามารถหาฟังก์ชั่นการผลิตย่อย (Sub-production function) ได้ถึง 14 ฟังก์ชั่น เช่น สมมุติว่าปัจจัย N คงที่ เท่ากับ 2 หน่วย เพราะฉะนั้นจากฟังก์ชั่นการผลิตข้างต้น แทนค่า N = 2 จะได้ฟังก์ชั่นการผลิตย่อยสำหรับปัจจัยผันแปรหนึ่งชนิดดังนี้

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

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

ตาราง 4.4
ผลทดลองการใช้ปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตข้าวสาลี

ปุ๋ยฟอสเฟท ต่อไร่	จำนวนปุ๋ยไนเตรทที่ใช้ต่อไร่							
	0	150	300	450	600	750	900	1050
0	18.8	25.8	31.4	35.7	38.7	40.4	40.9	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

(1) สมการผลผลิตเท่ากัน กำหนดให้ผลผลิต (Q) คงที่ ณ ระดับหนึ่ง และเปลี่ยนรูปฟังก์ชั่นการผลิตให้อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นผลผลิตเท่ากัน จะได้ดังนี้

$$P = 3.11 + 0.26N \pm (57.06 + 20.74N - 1.58N^2 - 2.51Q^*)^{½}$$

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

$$MP_P = \delta Q/\delta P = 7.59 - 1.30N + 0.21P$$

$$MP_N = \delta Q/\delta N = 2.47 - 0.80P + 0.21N$$

(3) $MRTS_{N,P} = -(MP_N / MP_P)$

$$= -\frac{(7.59 - 1.30N + 0.21P)}{(2.47 - 0.80P + 0.21N)}$$

(4) ความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน สามารถคำนวณหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$ES_{(N,P)} = MRTS_{N,P}\,(N/P)$$

การคำนวณหาค่า MP_N, MP_P, $MRTS_{N,P}$, และ $ES_{N,P}$ สำหรับส่วนผสมต่าง ๆ ของ N และ P ในการผลิตข้าวสาลีจำนวน 40 ถัง สรุปไว้ในตาราง 4.4 ซึ่งแสดงมูลค่าของ N และ P เป็นกิโลกรัม นอกจากนั้นในตาราง 4.5 ยังได้สรุปถึงประเภทของผลตอบแทนต่อขนาดหรือความยืดหยุ่นรวมของการผลิต (overall elasticity of production) ซึ่งหาได้จากผลบวกของความยืดหยุ่นของการผลิตของแต่ละปัจจัย การที่ค่า MP ที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวก แสดงว่า

ตาราง 4.5

ค่า MRTS และความยืดหยุ่นของการผลิต

ไนเตรท	ฟอสเฟท	MP_N	MP_P	$MRTS_{N,P}$	$ES_{N,P}$	$E_N + E_P$
450	179.86	0.0269	0.0171	-1.572	-3.932	0.379
525	92.40	0.0213	0.0249	-0.853	-4.848	0.337
600	41.26	0.0162	0.0299	-0.540	-7.815	0.274
675	8.68	0.0113	0.0335	-0.338	-26.323	0.198

ที่มา : คำนวณจากฟังก์ชั่นการผลิตของตัวอย่างที่ 2

(5) สมการไอโซไคลน์ สามารถหาได้โดยกำหนดให้ค่า MRTS ของฟังก์ชั่นการผลิตมีค่าเท่ากับความลาดชันที่ต้องการ สมมุติ คือ k และ solve สมการเพื่อให้ได้ N เป็นฟังก์ชั่นของ P หรือ P เป็นฟังก์ชั่นของ N ดังนี้

$$MRTS_{N,P} = -\frac{(7.59 - 1.30N + 0.21P)}{(2.47 - 0.80P + 0.21N)} = -k$$

$$(7.59 - 1.30N + 0.21P) = k(2.47 - 0.80P + 0.21N)$$

$$0.80kP + 0.21P = -7.59 + 2.47k + 0.21kN + 1.30N$$

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

(6) สมการริดจ์ไลน์ สามารถหาได้โดยการกำหนดให้ค่า $MRTS_{N,P}$ และ $MRTS_{P,N}$ มีค่าเท่ากับ 0 และ solveสมการเพื่อหาค่า P แล้วกำหนดให้ P เป็นฟังก์ชั่นของ N ดังต่อไปนี้ ถ้า $MRTS_{N,P}$ มีค่าเท่ากับ 0 เราจะได้

$$MRTS_{N,P} = -\frac{(7.59 - 1.30N + 0.21P)}{(2.47 - 0.80P + 0.21N)} = 0$$

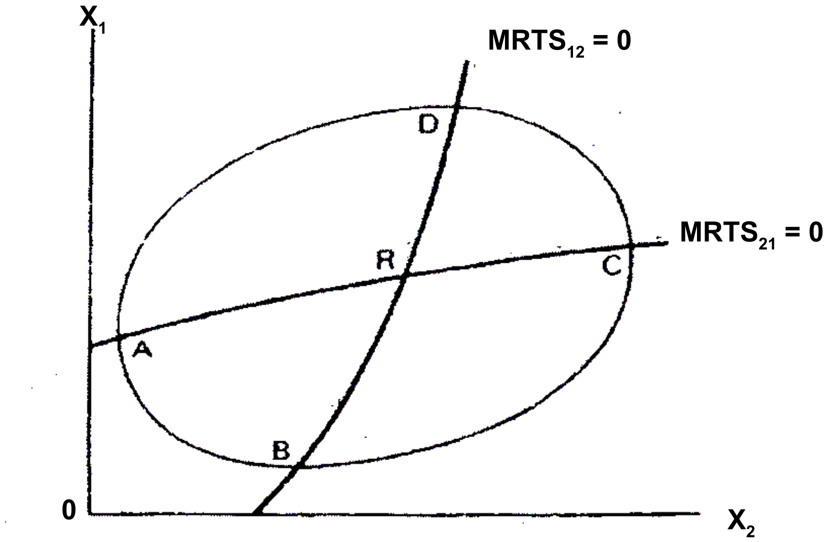
$$(7.59 - 1.30N + 0.21P) = 0$$

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

$$P = -36.14 + 6.19N$$

รูป 4.4

ขอบเขตการใช้ปัจจัยที่เหมาะสม



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

$$MRTS_{P,N} = -\frac{(2.47 - 0.80P + 0.21N)}{(7.59 - 1.30N + 0.21P)} = 0$$

$$(2.47 - 0.80P + 0.21N) = 0$$

$$0.21P = 2.47 + 0.21N$$

$$P = 3.08 + 0.26N$$

จากสมการริดจ์ไลน์ได้ทั้งสองนี้ เมื่อเรานำไปพล็อตกราฟจะได้ดังรูป 4.5

เส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost)

ปัจจัยที่ใช้ในการผลิตแต่ละชนิดต่างก็มีราคาของตนเองโดยเฉพาะหรือมีต้นทุนต่อหน่วยของตนเองอยู่แล้ว ดังนั้นในการผลิตสินค้า 1 อย่างโดยใช้ปัจจัยผันแปร 2 ชนิด ต้นทุนผันแปรทั้งหมดในการผลิตสินค้าจะเท่ากับ

$$TVC = P_{x1} X_1 + P_{x2} X_2$$

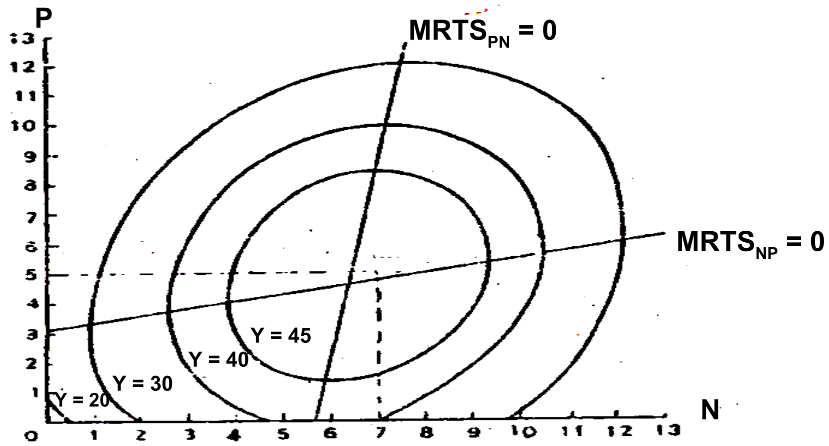
ซึ่ง TVC คือ ต้นทุนผันแปรทั้งหมด

P_{x1} คือ ราคาหรือต้นทุนต่อหน่วยของปัจจัย X_1

P_{x2} คือ ราคาหรือต้นทุนต่อหน่วยของปัจจัย X_2

รูป 4.5

เส้นริดจ์ไลน์



ถ้าราคาของปัจจัย X_1 = 2 บาทต่อหน่วย และราคาของปัจจัย X_2 = 3 บาทต่อหน่วย เราสามารถคำนวณหาต้นทุนผันแปรทั้งหมด (TVC) จากการใช้ปัจจัย X_1 จำนวน 5 หน่วยและใช้ปัจจัย X_2 จำนวน 2 หน่วยได้เท่ากับ TVC = 2 (5) +3(2) = 16 ดังนั้นต้นทุนผันแปรทั้งหมดจึงเป็นฟังก์ชั่นของปัจจัย X_1 และ X_2

สมมุติว่า เกษตรกรมีเงินเพื่อใช้จ่ายอยู่เพียง 180 บาทเพื่อซื้อปัจจัยการผลิตซึ่งเขาอาจจะซื้อปัจจัย X_1 แต่เพียงอย่างเดียวได้เท่ากับ 180/2 = 90 หน่วย หรืออาจจะซื้อปัจจัย X_2 แต่เพียงอย่างเดียวได้เท่ากับ 180/3 = 60 หน่วย หรืออาจจะซื้อปัจจัยทั้งสองได้สัดส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีมูลค่ารวมเท่ากับ 180 บาท

ตาราง 4.6 แสดงให้เห็นถึงส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้ผู้ผลิตเสียต้นทุนที่เท่ากันเมื่อนำเอาส่วนผสมเหล่านี้มาพล็อตกราฟจะได้เส้นต้นทุนทั้งหมดในการซื้อปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ หรืออาจเรียกได้ว่า**เป็นเส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost)** เพราะเป็นเส้นที่เชื่อมจุดต่าง ๆ ซึ่งแต่ละจุดนั้นแสดงส่วนผสมของปัจจัยที่ใช้ในการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่งโดยเสียต้นทุนเป็นจำนวนเท่ากัน (รูป 4.6)

จากสมการต้นทุนผันแปรทั้งหมด เราสามารถหาสมการต้นทุนเท่ากัน (Isocost Equation) ได้โดยการเปลี่ยนรูปสมการต้นทุนทั้งหมดให้ ปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่ง เป็น explicit function ของ ปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่ง ดังนี้

$$P_{X1}X_1 = TVC - P_{X2}X_2$$

$$X_1 = TVC/P_{X1} - (P_{X2}/P_{X1})X_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4.4)$$

หรือ

$$P_{X2}X_2 = TVC - P_{X1}X_1$$

$$X_2 = TVC/P_{X2} - (P_{X1}/P_{X2})\,X_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4.5)$$

จากสมการต้นทุนเท่ากัน เราสามารถหาค่าความลาดชันของเส้นต้นทุนเท่ากันได้ นั่นคือ มีค่าเท่ากับ $-Px_2/Px_1$ สำหรับรูป 4.6 (A) และ เท่ากับ $-Px_1/Px_2$ สำหรับรูป 4.6 (B)

จากสมการ (4.4) Isocost Equation คือ

$$X_1 = 90 - (3/2)\,X_2$$

จากสมการ (4.5) Isocost Equation คือ

$$X_2 = 60 - (2/3)\,X_1$$

เส้นต้นทุนเท่ากันมีลักษณะเป็นเส้นตรงเพราะในตลาดการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ราคาของปัจจัยไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อปริมาณการซื้อปัจจัยเปลี่ยนแปลงไป แต่ราคาของปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ความลาดชันของเส้นต้นทุนเท่ากันเปลี่ยนไปด้วย(รูป 4.6)

ตาราง 4.6

ต้นทุนที่เท่ากันในการผลิตจากการใช้ปัจจัย 2 ชนิด

ปัจจัย X_1 (หน่วย)	ปัจจัย X_2 (หน่วย)	ต้นทุนในการใช้ปัจจัย X_1 (บาท)	ต้นทุนในการใช้ปัจจัย X_1(บาท)	ต้นทุนผันแปรทั้งหมด(บาท)
0	60	0	180	180
15	50	30	150	180
30	40	60	120	180
45	30	90	90	180
60	20	120	60	180
75	10	150	30	180
90	0	180	0	180

กิจกรรมที่ 4.1

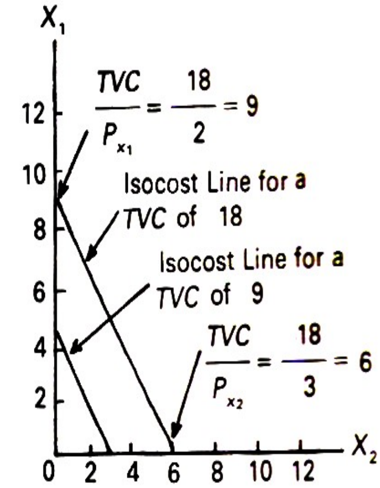
จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

$$Q = X_1^{1/5}X_2^{4/5}$$

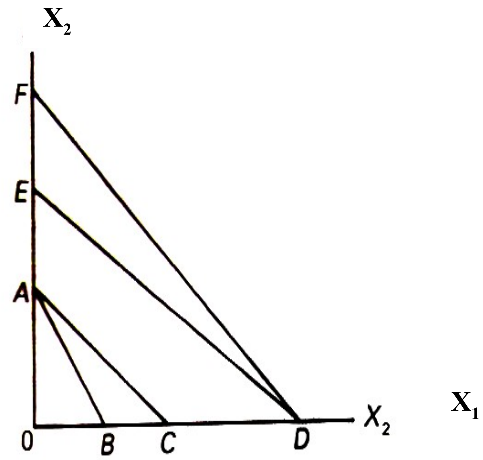
ก) คำนวณค่า $MRTS_{X2\ for\ X1}$ ข) จงหาสมการไอโซไคลน์

รูป 4.6

ส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนผันแปรเท่ากัน



(A)



(B)

แนวตอบกิจกรรมที่ 4.1

ก) จากสูตร $MRTS_{X2,X1} = -\frac{MP_{X2}}{MP_{X1}}$

$$MP_{X2} = \frac{\partial Q}{\partial X_2} = \frac{4}{5} X_1^{1/5} X_2^{-1/5}$$

$$MP_{X1} = \frac{\partial Q}{\partial X_1} = \frac{1}{5} X_1^{-4/5} X_2^{4/5}$$

แทนค่าในสูตร

$$MRTS_{X2,X1} = -\frac{4/5 X_1^{1/5} X_2^{-1/5}}{1/5 X_1^{-4/5} X_2^{4/5}} = -\frac{4X_1}{X_2}$$

(ข) จากเงื่อนไข $MRTS_{X2,\ X1} = -k$

$$-4X_1/X_2 = -k$$

เพราะฉะนั้น Isocline Equation คือ

$$X_1 = (k/4)\ X_2$$

หรือ $X_2 = (4/k)\ X_1$

4.2 ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด (Least - Cost Combination)

ในการผลิตผลผลิตระดับหนึ่ง ผู้ผลิตสามารถผลิตขึ้นได้โดยใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดในอัตราส่วนต่างๆ กัน แต่ควรจะใช้จำนวนเท่าใดจึงจะทำให้ผู้ผลิตเสียต้นทุนน้อยที่สุด ซึ่งมีหลักในการพิจารณา ดังนี้

(1) โดยการคำนวณต้นทุนการผลิตของทุก ๆ ส่วนผสมของปัจจัยและเลือกส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด วิธีนี้เหมาะที่จะใช้ในกรณีที่มีส่วนผสมของปัจจัยจำนวนไม่มากในการผลผลิตจำนวนหนึ่ง จากตาราง 4.7 แสดงถึงส่วนผสมของปัจจัยในการผลิตผลิตจำนวน 105 หน่วยทั้งหมด 5 ส่วนผสม สมมุติว่า ราคาของปัจจัย X_1 เท่ากับ 2 บาทต่อหน่วย และราคาของปัจจัย X_2 เท่ากับ 3 บาทต่อหน่วย จากส่วนผสมทั้ง 5 ส่วนผสม ส่วนผสมที่ใช้ปัจจัย X_1 จำนวน 6 หน่วย และปัจจัย X_2 จำนวน 3 หน่วย เป็นส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดเท่ากับ 210 บาท

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าวิธีที่ 1 จะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แต่ในทางปฏิบัติแล้วยังมีส่วนผสมอื่นอีกมากมายที่แทรกอยู่ระหว่างส่วนผสมดังกล่าวและต้นทุนในการผลิตอาจจะน้อยกว่าส่วนผสมที่ใช้ปัจจัย X_1 3 หน่วย และปัจจัย X_2 6 หน่วยก็ได้

จากรูป 4.7 แสดงว่ายังมีส่วนผสมอื่นอีกมากมายที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 105 หน่วย ซึ่งอาจจะอยู่ทางขวาหรือทางซ้ายของจุดผสม ($X_1 = 6, X_2 = 3$) และอาจทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดก็ได้ ตำแหน่งของส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดที่แน่นอนสามารถหาได้โดยวิธีเรขาคณิต

(2) จากรูป 4.7 แสดงส่วนผสมที่มีอยู่มากมายนับไม่ถ้วน ซึ่งเป็นการยากที่จะคำนวณหาต้นทุนการผลิตได้ทั้งหมดทุกส่วนผสม ดังนั้นอีกหลักเกณฑ์หนึ่งในการหาส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนน้อยที่สุด คือ ส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้ที่ทำให้ $MRTS_{X2,\ X1}$ มีค่าเท่ากับอัตราส่วน (ติดลบ) ของราคาปัจจัยทั้งสอง ($-P_{X2}/P_{X1}$)

นั่นคือ $MRTS_{X2,\ X1} = -P_{X2} / P_{X1}$

$$\Delta X_1/\Delta X_2 = -P_{X2} / P_{X1}$$

$$-P_{X1}\,\Delta X_1 = -P_{X2}\,\Delta X_2$$

หมายความว่า ถ้าส่วนผสมใดบนเส้นผลผลิตเท่ากัน ค่า $-P_{X1}\,\Delta X_1 > -P_{X2}\,\Delta X_2$ ต้นทุนในการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่งสามารถจะลดลงได้โดยการใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้นและใช้ปัจจัย X_1 น้อยลง เพราะต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปัจจัย X_2 มีค่าน้อยกว่าต้นทุน

ตาราง 4.7

ส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด(ผลผลิตจำนวน 105 หน่วย

ปุ๋ยไนเตรท (X_1)	ปุ๋ยฟอสเฟท (X_2)	ค่าใช้จ่ายปัจจัย X_1	ค่าใช้จ่ายปัจจัย X_2	ต้นทุนผันแปรทั้งหมด
9	2	18	6	24
6	3	12	9	21
5	4	10	12	22
4	7	8	21	29
5	10	10	30	40

เราอาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า ส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดจะอยู่ ณ ที่ค่าความลาดชันของเส้นผลผลิตเท่ากัน มีค่าเท่ากับ ความลาดชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน หรือ ณ ที่เส้นผลผลิตเท่ากันสัมผัสกับเส้นต้นทุนเท่ากัน จากรูป 4.7 จะเห็นว่าเส้นผลผลิตเท่ากันและเส้นต้นทุนเท่ากันสัมผัสกันที่จุด A ซึ่งเป็นจุดที่ปัจจัย X_1 มีค่าเท่ากับ 6.2 หน่วย และปัจจัย X_2 มีค่าเท่ากับ 2.8 หน่วย โดยเสียต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 20.80 บาท ซึ่งน้อยกว่าส่วนผสมของปัจจัยที่ได้จากวิธีที่ 1

(3) หลักเกณฑ์ในการกำหนดส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุดโดยนำเอาวิธีวิเคราะห์ส่วนเพิ่ม(Marginal Analysis) เข้ามาพิจารณา นั่นคือ ส่วนผสมที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด คือ ส่วนผสมที่ทำให้

$$\mathrm{MRTS}_{x1,\,x2} = -\frac{P_{X1}}{P_{X2}}$$

หรือ

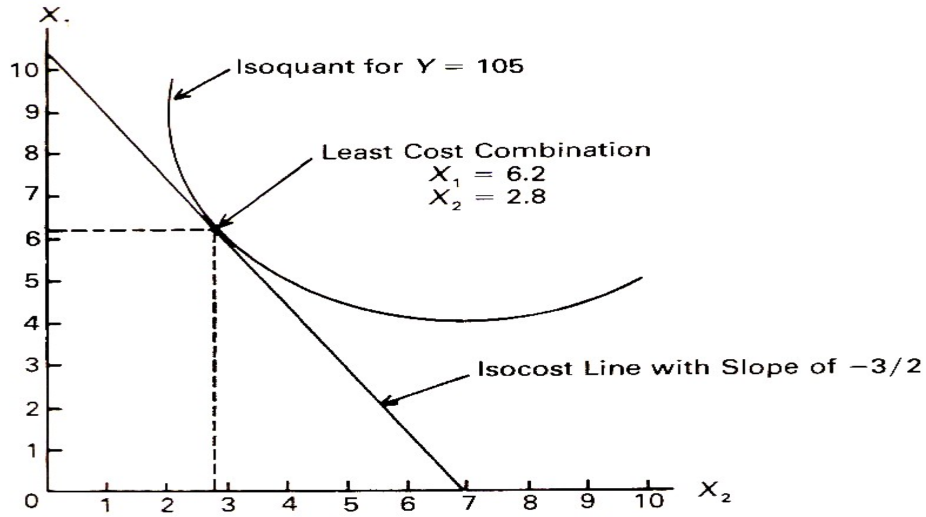
$$\mathrm{MRTS}_{X2,\,X1} = -\frac{P_{X2}}{P_{X1}}$$

กิจกรรมที่ 4.2

จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

$Q = X_1^{½} X_2^{¼}$ กำหนดให้ราคาของปัจจัย X_1 เท่ากับ 4 บาท/กก. และ ราคาของปัจจัย X_2 เท่ากับ 2 บาท/กก. จงหาส่วนผสมของปัจจัยทั้งสองที่ทำให้เสียต้นทุนในการผลิตน้อยที่สุดในการผลิตพืชผล Q จำนวน 80 กิโลกรัม

รูป 4.7
ส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนน้อยที่สุด



แนวตอบกิจกรรมที่ 4.2

จากเงื่อนไขของ least-cost combination:

$$MRTS_{x1,\,x2} = -\frac{P_{X1}}{P_{X2}}$$

คำนวณค่า MRTS จากสูตรต่อไปนี้

$$MRTS_{X1,\,X2} = -\frac{MP_{X1}}{MP_{X2}}$$

$$MP_{X1} = \frac{\partial Q}{\partial X_1} = \frac{1}{2}X_1^{-1/2}X_2^{1/4}$$

$$MP_{X2} = \frac{\partial Q}{\partial X_2} = \frac{1}{4}X_1^{1/2}X_2^{-3/4}$$

แทนค่า MP_{X1} และ MP_{X2} ในสูตร MRTS

$$MRTS_{X1,\,X2} = -\frac{1/2X_1^{-1/2}X_2^{1/4}}{1/4X_1^{1/2}X_2^{-3/4}} = -\frac{2X_2}{X_1}$$

แทนค่าในเงื่อนไข

$$-\frac{2X_2}{X_1} = -\frac{4}{2}$$

$$X_1 = X_2$$

ในการผลิตพืชผล Q จำนวน 80 กิโลกรัม ส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนต่ำสุด คือ

$$80 = X_1^{1/2}X_2^{1/4}$$

$$80 = X_1^{1/2}X_1^{1/4}$$

$$80 = X_1^{3/4}$$

$$X_1 = 80^{4/3} \quad \text{และ} \quad X_2 = 80^{4/3}$$

เส้นลู่ทางขยายการผลิตและการหากำไรสูงสุด

(Input Expansion Path and Profit Maximization)

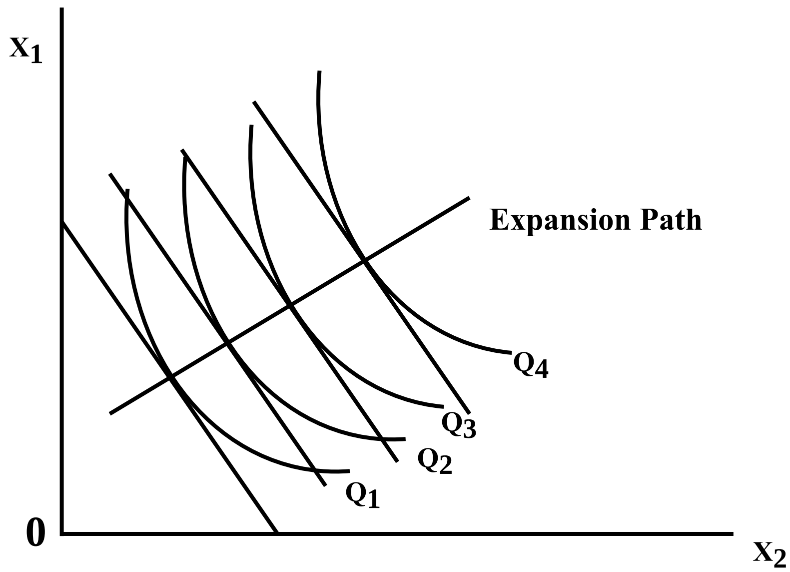
ในการวางแผนการผลิต เราต้องทราบถึงราคาของปัจจัยเพื่อหาส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด รูป 4.8 แสดงจุดผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด ณ ผลผลิตระดับต่างๆ ถ้าเชื่อมจุดผสมต่าง ๆ เหล่านี้เข้าด้วยกัน จะได้เส้นลู่ทางขยายการผลิต (Input Expansion Path)

เราสามารถหาสมการ Expansion Path ได้เช่นกัน โดยการแทนค่า k ในสมการไอโซไคล์นด้วยอัตราส่วนระหว่างราคาของปัจจัยทั้งสอง ตัวอย่างเช่นจากสมการไอโซไคลน์ (4.3) กำหนดให้ $P_{X1} = 2$ และ $P_{X2} = 3$ จะได้สมการ Expansion path ดังนี้

$$X_1 = (13/3) + (2/3)\,X_2$$

เนื่องจากเส้นลู่ทางขยายการผลิต เป็นเส้นที่เชื่อมจุดผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด ณ ผลผลิตระดับต่าง ๆ มีคำถามเกิดขึ้นต่อไปอีกว่าผลผลิตระดับใดที่ให้กำไรสูงสุด คำตอบหาได้จากการเคลื่อนไปตามเส้นลู่ทางขยายการผลิต นั่นคือ ทำการผลิตผลเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมูลค่าของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งสอปัจจัยนั้น นั่นคือ ผลิตไปจนกระทั่ง VMP ของแต่ละปัจจัยมีค่าเท่ากับราคาของปัจจัยนั้น หรือถ้าพิจารณาในแง่ผลผลิต คำตอบก็คือ ควรผลิตไปจนกระทั่งต้นทุนเพิ่ม (MC) เท่ากับรายรับเพิ่ม(MR) ดังนั้นทุก ๆ จุดบนเส้นลู่ทางขยายการผลิต แสดงส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด แต่จะมีเพียงจุดเดียวเท่านั้นที่แสดงถึงการผลิตที่ให้กำไรสูงสุด

รูป 4.8
เส้นลู่ทางขยายการผลิต



ในการวิเคราะห์ถึงส่วนผสมของปัจจัยที่เหมาะสม (Optimum combination of inputs) หรือให้กำไรสูงสุด สามารถพิจารณาได้หลายวิธีด้วยกัน คือ

(1) การหาระดับกำไรสูงสุดโดยตรงจากสมการกำไร นั่นคือ

$$\text{Profit} = TR - TC$$

$$= P_Q Q - [(P_{X1}X_1 + P_{X2}X_2) + TFC]$$

ซึ่ง $Q = f(X_1, X_2)$ ให้หาค่าสูงสุดจากสมการกำไรโดยหา first derivative ของสมการกำไรมุ่งต่อปัจจัยแต่ละชนิด

$$\frac{\partial \text{Profit}}{\partial X_1} = P_Q \frac{\partial Q}{\partial X_1} - P_{X1} = 0 \quad \text{..........(1)}$$

$$\frac{\partial \text{Profit}}{\partial X2} = P_Q \frac{\partial Q}{\partial X_2} - P_{X2} = 0 \quad \text{..........(2)}$$

และคำนวณหาส่วนผสมของปัจจัย X_1 และ X_2 ซึ่งให้กำไรสูงสุดแก่ผู้ผลิต และสมมุติว่าเป็นไปตามเงื่อนไขของ second-order ที่จำเป็นสำหรับการหากำไรสูงสุด นั่นคือ

$$\frac{\partial^2 \text{Profit}}{\partial X_1^2} \text{ และ } \frac{\partial^2 \text{Profit}}{\partial X_2^2} \text{ มีค่าน้อยกว่า } 0$$

จากการหา first derivative ของสมการกำไรที่ (1) และ (2) เราสามารถเขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

$VMP_{X1} = P_{X1}$ ……………………………………………….(3)

และ $VMP_{X2} = P_{X2}$ ……………………………………………….(4)

ซึ่งจากสมการทั้งสองข้างบนนี้เทียบได้กับกรณีมีปัจจัยผันแปรเพียง 1 ชนิด สมการที่ (3) และ (4) แสดงเงื่อนไขการได้กำไรสูงสุด นั่นคือ มูลค่าเพิ่มของผลผลิต (VMP_{Xi}) ของปัจจัยแต่ละชนิด มีค่าเท่ากับราคาของปัจจัยนั้น

ตัวอย่าง จากฟังก์ชั่นการผลิต (4.1) ให้หา MP_{X1} และ MP_{X2} แล้วคูณด้วย P_Q ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.65 ดังนี้

$MP_{X1}. P_Q = VMP_{X1} = (18 - 2X_1)(0.65)$

$MP_{X2}. P_Q = VMP_{X2} = (14 - 2X_2)(0.65)$

จากเงื่อนไขระดับผลผลิตที่ให้กำไรสูงสุด : $VMP_{Xi} = P_{Xi}$

กำหนดให้ P_{X1} = ฿9 และ P_{X2} = ฿7 จะได้

$(18 - 2X_1)(0.65) = 9$ ……………………………………………….(1)

$(14 - 2X_2)(0.65) = 7$ ……………………………………………….(2)

$X_1 = 2.08$ และ $X_2 = 1.6$

แทนค่า X_1 และ X_2 ในฟังก์ชั่นการผลิตจะได้ ผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 53

(2) การหาระดับผลผลิตที่ให้กำไรสูงสุดโดยการพิจารณาต้นทุนเพิ่มและรายรับเพิ่ม นั่นคือ เงื่อนไขว่าด้วย $MC = MR = P_Q$

ตาราง 4.8 แสดงถึงต้นทุนการผลิตและส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด ณ ผลผลิตระดับต่าง ๆ เมื่อนำตัวเลขในตาราง 4.9 ไปพล็อตกราฟจะได้เส้น MC และ AVC ดังรูป 4.9 เส้นตรงขนานกับแกนนอน คือ เส้น P_Q ระดับผลผลิตที่เหมาะสมจะอยู่ตรงจุดตัดกันระหว่างเส้น P_Q ตัดกับเส้น MC คือ Q = 53

ตาราง 4.8

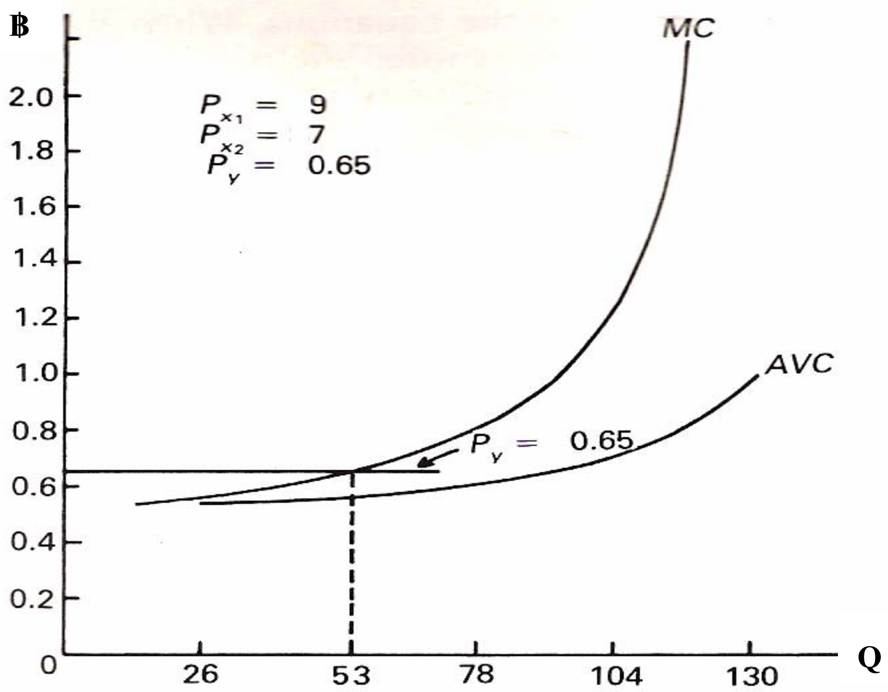
การคำนวณหาส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนน้อยที่สุดและได้กำไรสูงสุด

(กำหนดให้ P_{X1} = ฿9, P_{X2} = ฿7 , P_Q = ฿0.65)

Least-cost Combination		ระดับผลผลิต	ต้นทุนผันแปรทั้งหมด	ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย	ต้นทุนเพิ่ม
X_1	X_2	Q	TVC	AVC	MC
0.0	0.0	0	0	-	-
0.96	0.75	26	13.89	0.53	0.53
2.00	1.55	52	28.85	0.56	0.58
3.30	2.55	78	47.55	0.61	0.72
5.00	3.90	104	72.30	0.70	0.95
9.00	7.00	130	130.00	1.00	2.22

รูป 4.9

ส่วนผสมของปัจจัยที่ให้กำไรสูงสุด



Substitution and Expansion Effects

การเปลี่ยนแปลงในราคาของปัจจัยมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความลาดชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน และในส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนน้อยที่สุด การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากผลของการทดแทนกัน(Substitution effect) นั่นคือ ปัจจัยที่ราคาถูกจะเข้ามาแทนที่ปัจจัยที่มีราคาแพง การเปลี่ยนแปลงเป็นไปมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับอัตราการทดแทนกันระหว่างปัจจัยถ้า MRTS มีค่าคงที่เช่น ระหว่างข้าวโพดกับข้าวฟ่าง ถ้าราคาของข้าวฟ่างลดลง ข้าวฟ่างอาจถูกใช้แทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในการผลิตอาหารสัตว์ แต่ถ้าหาก MRTSมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ผลของการทดแทนกันระหว่างปัจจัยจะมีไม่มาก

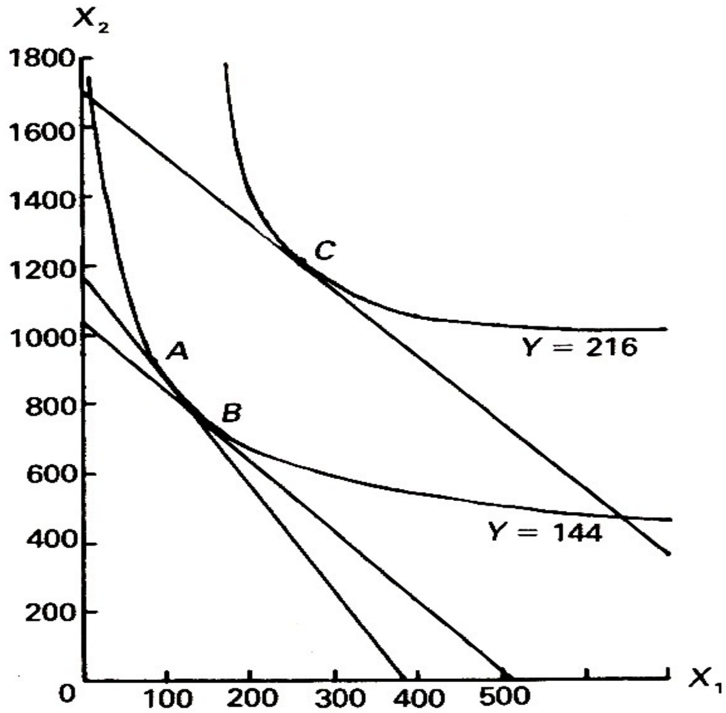
สมมุติให้ราคาของปัจจัย X_1 ลดลงจาก 3 บาท เป็น 2 บาทต่อหน่วย และราคาของปัจจัย X_2 คงที่เท่ากับ 1 บาทต่อหน่วย ความลาดชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน (ในรูป 4.10) เส้นใหม่ คือ เส้น EF จะเท่ากับ 1/2 และส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด คือ ใช้ปัจจัย X_1 = 131 หน่วย และปัจจัย X_2 = 788 หน่วย ผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 144 หน่วย แสดงว่าผู้ผลิตต้องใช้ปัจจัย X_1 เพิ่มขึ้น 35 หน่วย และใช้ปัจจัย X_2 น้อยลง 76 หน่วย จากรูป 4.10 ผลของการทดแทนกันแสดงโดยการเคลื่อนย้ายจุด A ไปยังจุด B บนเส้นผลผลิตเท่ากันซึ่งระดับผลผลิตเท่ากับ 144 หน่วย

เนื่องจากราคาของผลผลิตไม่เปลี่ยนแปลง (เท่ากับ 10 บาทต่อหน่วย) และต้นทุนในการผลิตผลผลิตจำนวน 144 หน่วย ก็ลดลงเนื่องจากราคาของปัจจัย X_1 ลดลง มูลค่าของผลผลิตเพิ่ม (VMP) ณ จุด B มีค่ามากกว่าราคาของปัจจัย แสดงว่าที่จุด B เป็นจุดที่แสดงส่วนผสมของปัจจัยที่เสียต้นทุนน้อยที่สุดน้อยที่สุดแต่ไม่ใช่ส่วนผสมที่ให้กำไรสูงสุด ฉะนั้นเพื่อให้ได้ส่วนผสมที่ให้กำไรสูงสุดด้วย ผู้ผลิตต้องขยายการผลิตจาก144 หน่วยเป็น 216 หน่วย เส้นผลผลิตเท่ากันจะเคลื่อนย้ายไปทางขวามือและสัมผัสกับเส้นต้นทุนเท่ากันที่จุด C ทำให้ต้องใช้ปัจจัย X_1 = 216 และปัจจัย X_2 =1,296 หน่วย ดังนั้นการเคลื่อนย้ายจากจุด B ไปยังจุด C เป็นผลมาจาก Expansion Effect ณ จุด C นี้ $VMP_{X1} = P_{X1}$ และ $VMP_{X2} = P_{X2}$ หรือ $VMP_{X1}/P_{X1} = VMP_{X2}/P_{X2} = 1$ มูลค่าผลผลิตทั้งหมด (TVP) มีค่าเท่ากับ 2,160 บาท ต้นทุนทั้งหมดจากการใช้ปัจจัยทั้งสองเท่ากับ 1,728 บาท และกำไรที่ได้จะเท่ากับ 432 บาท (ไม่ได้เอา TFC มาคำนวณด้วย

การที่ราคาของปัจจัย X_2 สูงขึ้น ผลจากการขยายตัวและผลจากการทดแทนกันเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม ผลจากการทดแทนกันมีแนวโน้มที่จะลดการใช้ปัจจัยที่มีราคาแพงและใช้ปัจจัยที่มีราคาถูกเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามผลจากการขยายตัวมีแนวโน้มที่จะใช้ปัจจัยที่มีราคาแพงมากขึ้นเนื่องจากปัจจัยทั้งสองทดแทนกันได้ไม่สมบูรณ์ ถ้าหากปัจจัยสามารถ

รูป 4.10

Substitution Effect และ Expansion Effect



จากรูป 4.10 expansion effect มีผลกระทบมากกว่า substitution effect เพราะที่จุด C ปัจจัย X_2 ถูกใช้เป็นจำนวน 1,296 หน่วย ซึ่งมากกว่าปัจจัย X_1 ที่เคยถูกใช้มา (จำนวน 864 หน่วย) ณ จุด A ในกรณีนี้ แม้ว่าปัจจัยทั้งสองจะเป็น technical substitute การเปลี่ยนแปลงในระดับผลผลิตจะทำให้ปัจจัยทั้งสองกลายเป็น economic complements

ในกรณีที่ expansion effect มีผลกระทบมากกว่า substitution effects การลดลงในราคาของปัจจัยชนิดหนึ่งอาจมีผลทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นในราคาของปัจจัยอีกชนิดหนึ่งนั่นคือ

กิจกรรมที่ 4.3

จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

$$Q = 18X_1 - X_1^2 + 14X_2 - X_2^2 + X_1X_2$$

ก) จงหาสมการ Isoquant

ข) จงหา Isocline Equation และ

ค) จงหา Ridge Line Equation

แนวตอบกิจกรรมที่ 4.3

ก) เริ่มด้วยการจัดรูปฟังก์ชั่นการผลิต จาก $Q = f(X_1, X_2)$ ให้เป็น $X_1 = f(X_2, Q^*)$ หรือ $X_2 = f(X_1, Q^*)$ ดังนี้

$$X_1 = 9 + 0.5 \pm 0.5\,(324 + 92X_2 - 3X_2^2 - 4Y)^{½}$$

ข) คำนวณค่า MRTS จากสูตรต่อไปนี้

$$MRTS_{X2\ \text{for}\ X1} = -\frac{MP_{X2}}{MP_{X1}}$$

$$MP_{X1} = \frac{\partial Q}{\partial X_1} = 18 - 2X_1 + X_2$$

$$MP_{X2} = \frac{\partial Q}{\partial X_2} = 14 - 2X_2 + X_1$$

$$\therefore\ MRTS_{X2\ \text{for}\ X1} = -\frac{MP_{X2}}{MP_{X1}} = -\frac{14 - 2X_2 + X_1}{18 - 2X_1 + X_2}$$

ตามเงื่อนไขของ Isocline Equation : $MRTS_{X2\ \text{for}\ X1} = -k$

$$-\frac{MP_{X2}}{MP_{X1}} = -\frac{14 - 2X_2 + X_1}{18 - 2X_1 + X_2} = -k$$

จะได้ Isocline Equation ดังนี้

$$X_1 = \frac{(18k - 14) + (2 + k) X_2}{2k + 1}$$

ค) หา Ridge Line Equation ได้ดังนี้

ตามเงื่อนไขของ Ridge Line Equation : $MRTS_{X2 \text{ for } X1} = 0$

$$\frac{MP_{X2}}{MP_{X1}} = \frac{14 - 2X_2 + X_1}{18 - 2X_1 + X_2} = 0$$

จะได้ Ridge Line Equation ต่อไปนี้

$$X_1 = 9 + \tfrac{1}{2} X_2$$

และ $X_2 = 7 + \tfrac{1}{2}X_1$

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย

การทดแทนกันของปัจจัยในกระบวนการผลิต หมายถึง การลดจำนวนปัจจัยชนิดหนึ่งลงและเพิ่มจำนวนปัจจัยอีกชนิดหนึ่งโดยที่ผลผลิตยังคงเท่าเดิม จำนวนของปัจจัยชนิดที่สองที่ต้องใช้เพิ่มขึ้น(ลดลง) เพื่อคงไว้ซึ่งระดับผลผลิตเท่าเดิมเมื่อใช้ปัจจัยชนิดที่หนึ่งลดลง (เพิ่มขึ้น) เราเรียกว่า **อัตราการทดแทนของปัจจัย** และการที่เราเรียกว่า ปัจจัยทั้งสองทดแทนกันในการผลิต เพราะว่าปัจจัยทั้งสองชนิดมีผลต่อการผลิตเหมือนกัน

ในการผลิตทางเกษตร เกษตรกรสามารถใช้แรงงานทดแทนที่ดินได้หรือแรงงานสามารถทดแทนเครื่องจักได้ หรือปุ๋ยสามารถทดแทนที่ดินได้ เป็นต้น เหตุผลก็คือ มีส่วนผสมมากมายของการใช้ที่ดิน แรงงาน และทุนเพื่อผลิตพืชผลจำนวนหนึ่ง ความจริงที่ว่า ปัจจัยการผลิตสามารถทดแทนกันได้นั้น ไม่ได้หมายความว่า ปัจจัยมีลักษณะทางกายภาพหรือมีคุณสมบัติทางเทคนิคเหมือนกัน แต่ด้วยเหตุผลที่ว่าหน้าที่ของปัจจัยแต่ละชนิดคือการเพิ่มผลผลิต ตัวอย่างเช่นฟังก์ชั่นการผลิตที่ได้มาจากการทดลองเกี่ยวกับการเพาะปลูกข้าวโพดกับระดับการใช้ปุ๋ยร่วมกับจำนวนต้นข้าวโพดจำนวนต่าง ๆ มากมาย แต่ไม่ได้หมายความว่า ปุ๋ยไนโตรเจนและต้นข้าวโพดจะทำให้ข้าวโพดเพิ่มขึ้นในลักษณะเดียวกัน เพราะปัจจัยแต่ละชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน เช่น ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นสารเคมีที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด ในขณะที่ต้นข้าวโพดนั้นช่วยเพิ่มจำนวนต้นข้าวโพดที่ปลูกต่อที่ดิน 1 ไร่ ทั้ง ๆ ที่ปัจจัยทั้งสองอย่างมีความแตกต่างกันอย่างสมบูรณ์ในแง่ชีววิทยาก็ตาม ปัจจัยเหล่านี้สามารถทดแทนกันได้ในแง่เศรษฐศาสตร์ เพราะปัจจัยทั้งสองมีผลในการทำให้ผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเช่นกัน

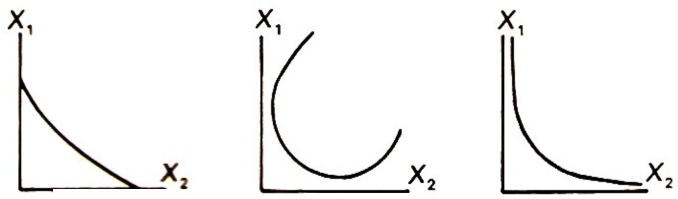
ปัจจัยต่าง ๆ จะทดแทนกันได้เมื่อการใช้ปัจจัยชนิดหนึ่งลดลงแล้วสามารถใช้ปัจจัยอีกชนิดหนึ่งแทนได้โดยไม่ทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงเรียกว่า ปัจจัยการผลิตเหล่านั้นมีลักษณะ

(1) การทดแทนกันเป็นไปในอัตราที่ลดลง(Decreasing Rate of Substitution) หมายความว่าปัจจัยที่ใช้เพิ่มขึ้นนั้นถูกใช้เป็นจำนวนมากกว่าจำนวนของปัจจัยที่ถูกใช้ลดลง

การทดแทนกันของปัจจัยในอัตราลดลงเกิดจากกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง จากเงื่อนไขที่ว่า $MRTS_{X2 \text{ for } X1} = -MP_{X2} / MP_{X1}$ การที่ผลตอบแทนลดน้อยถอยลง แสดงว่า MP_{X2} ลดลงขณะที่ใช้ปัจจัย X_2 เพิ่มขึ้น และ MP_{X1} เพิ่มขึ้นขณะที่ใช้ปัจจัย X_1 ลดลง ดังนั้นอัตราส่วนระหว่าง MP_{X2} / MP_{X1} จะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ การทดแทนกันของปัจจัยในอัตราที่ลดลงมักเกิดขึ้นสำหรับปัจจัยการผลิตส่วนมาก เช่น จากฟังก์ชั่นการผลิตในตาราง 4.1 แสดงตารางฟังก์ชั่นการผลิตที่การทดแทนกันของปัจจัยเป็นไปในอัตราลดลง

รูป 4.11

Decreasing Rates of Substitution



(A) (B) (C)

จากรูป 4.11 (A) เส้นผลผลิตเท่ากันตัดแกนทั้งสองข้าง แสดงว่า ผลผลิตสามารถจะผลิตขึ้นได้โดยใช้ปัจจัย X_1 หรือ X_2 เพียงอย่างเดียวก็ได้ หรือใช้ปัจจัยทั้งสองชนิดร่วมกันก็ได้

จากรูป 4.11 (B) เส้นผลผลิตเท่ากันไม่ตัดแกนทั้งสองข้าง แสดงว่าผลผลิตจะถูกผลิตขึ้นได้จะต้องใช้ปัจจัยทั้งสองอย่างอย่างน้อยจำนวนหนึ่ง ช่วงที่เส้นผลผลิตเท่ากันมีค่าความลาดชันเป็นบวก แสดงว่าถ้าหากใช้ปัจจัยอย่างหนึ่งมากเกินไป จำเป็นจะต้องใช้ปัจจัยอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วยจึงจะได้ผลผลิตเท่าเดิม บริเวณหรือระดับการใช้ปัจจัยที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงที่เส้นผลผลิตเท่ากันมีความลาดชันเป็นลบ

จากรูป 4.11(C) ปลายของเส้นผลผลิตเท่ากันขนานกับแกนทั้งสองข้างในกรณีนี้ปัจจัยทั้งสองทดแทนกันได้ในขอบเขตจำกัดแต่หลังจากที่ปัจจัยชนิดหนึ่งลดลงจนถึงระดับต่ำสุดระดับหนึ่ง ปัจจัยอีกชนิดหนึ่งสามารถใช้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าใดก็ได้โดยไม่ทำให้ผลผลิตหรือจำนวนของปัจจัยชนิดแรกเปลี่ยนแปลง

(2) การทดแทนกันของปัจจัยในอัตราคงที่ (Constant Rate of Substitution) เส้นผลผลิตเท่ากันจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงลาดจากทางซ้ายมือมาทางขวามือหมายความว่า เมื่อใช้ปัจจัยชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย ต้องลดการใช้ปัจจัยอีกชนิดหนึ่งลงเป็นจำนวนคงที่โดยไม่ทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลง MRTS มีค่าคงที่ตลอดเส้นผลผลิตเท่ากัน ตาราง 4.9 A แสดงว่าปัจจัย X_2 หนึ่งหน่วยทดแทนกันได้กับปัจจัย X_1 หนึ่งหน่วย ณ ทุกระดับของผลผลิต เส้นผลผลิตเท่ากันจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงทำมุม 45 องศากับแกนทั้งสองข้าง (ดูรูป 4.12 A)

ตาราง 4.9

การทดแทนกันของปัจจัยในอัตราคงที่

(A)

	3	6	8	10	12
	2	4	6	8	10
X_1	1	2	4	6	8
	0	0	2	4	6
		0	1	2	3

X_2

(B)

	3	3	5	7	9
	2	2	4	6	8
X_1	1	1	3	5	7
	0	0	2	4	6
		0	1	2	3

X_2

(C)

	3	18	21	23	24
	2	14	18	21	23
X_1	1	8	14	18	21
	0	0	8	14	18
		0	1	2	3

X_2

จากตาราง 4.9 (B) แสดงว่า ปัจจัย X_1 จำนวนหนึ่งหน่วยทดแทนปัจจัย X_2 จำนวนสองหน่วย เส้นผลผลิตเท่ากันจะเป็นเส้นตรงที่ไม่ทำมุม 45 องศา

ในกรณีที่ปัจจัยการผลิตทดแทนกันในอัตราคงที่ มักทำให้เกิดความสับสนเกี่ยวกับเส้นผลิตเท่ากัน และเส้นต้นทุนเท่ากันในการหาส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด ซึ่งเราสามารถแยกพิจารณาได้ 3 กรณี คือ

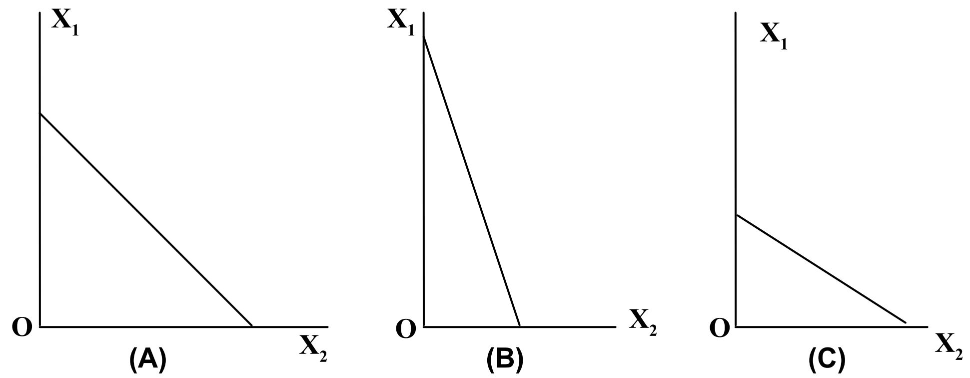
กรณีที่ 1 ถ้าเส้นต้นทุนเท่ากันมีค่าความลาดชันมากกว่าเส้นผลผลิตเท่ากัน ระดับการใช้ปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด คือใช้ปัจจัย X_1 เพียงอย่างเดียวทำการผลิต ดังรูป 4.13 (A)

กรณีที่ 2 ถ้าเส้นต้นทุนเท่ากันมีค่าความลาดชันน้อยกว่าเส้นผลผลิตเท่ากัน ระดับการใช้ปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด คือใช้ปัจจัย X_2 เพียงอย่างเดียว ดังรูป 4.13 (B)

กรณีที่ 3 เมื่อเส้นต้นทุนเท่ากันมีค่าความลาดชันเท่ากับเส้นผลผลิตเท่ากัน ทุกส่วนผสมของปัจจัยทั้งสองบนเส้นผลผลิตเท่ากันจะเสียต้นทุนเท่ากัน เพราะฉะนั้นจะเลือกผลิตโดยใช้ส่วนผสมใดก็ได้

รูป 4.12

Constant Rates of Substitution



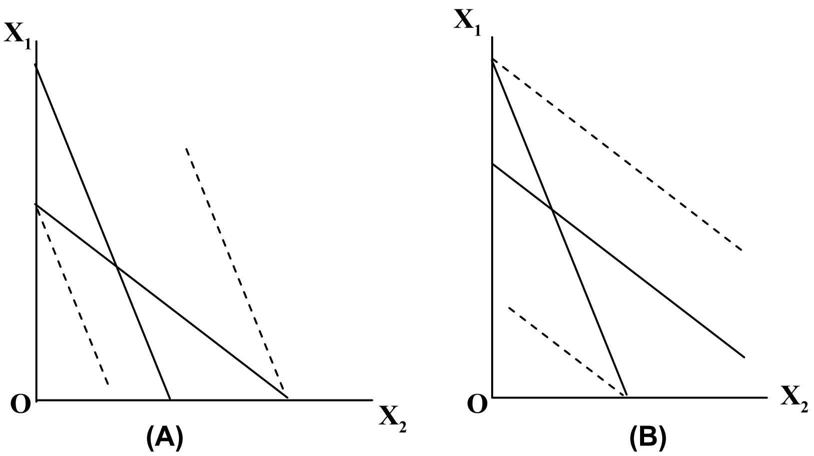
อย่างไรก็ตาม ปัจจัยการผลิตที่ทดแทนกันได้ในอัตราคงที่มักได้แก่ ปัจจัยที่มีความแตกต่างกันในเรื่องคุณภาพ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง 2 ชนิด ดิน 2 ประเภท หรือ แรงงาน 2 คน เป็นต้น การทดแทนกันของปัจจัยในอัตราคงที่มักไม่ค่อยมีในการผลิตทางเกษตรเนื่องจากกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง

(3) ปัจจัยที่มีลักษณะใช้ร่วมกัน (Complementary Inputs) หมายถึง ปัจจัยการผลิตที่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ก็ต่อเมื่อใช้ปัจจัยแต่ละชนิดร่วมกันในสัดส่วนคงที่ (Fixed Proportion) การใช้ปัจจัยร่วมกัน (Compliments) เป็นคำที่ใช้ตรงกันข้ามกับคำว่าทดแทนกัน (Substitutes) เพราะการทดแทนกัน แสดงถึง ขอบเขตที่ส่วนผสมต่าง ๆ ของปัจจัยจะผลิต

รูป 4.13

การหา least-cost combination

ในกรณีการทดแทนกันของปัจจัยในอัตราคงที่



ตาราง 4.10(A) แสดงกรณีที่ปัจจัยทั้งสองชนิดใช้ร่วมกันในอัตราส่วน 1:1 สำหรับทุกระดับผลผลิต ถ้าใช้ร่วมกันในอัตราที่แตกต่างจากนี้แล้วจะทำให้ผลผลิตเท่ากับศูนย์ ดังนั้นเส้นผลผลิตเท่ากันจะออกมาในลักษณะจุดเพียงจุดเดียวสำหรับการผลิตระดับต่าง ๆ แสดงว่ามีเพียงส่วนผสมเดียวเท่านั้นที่ให้ผลผลิต (ดูรูป 4.14 A)

จากตาราง 4.10(B) ถ้าหากใช้ปัจจัย X_2 จำนวนหนึ่งต้องใช้ปัจจัย X_1 อย่างน้อยจำนวนหนึ่งหน่วยเพื่อให้ได้ผลผลิตเท่ากับ 2 ถ้าใช้ปัจจัย X_1 มากกว่า 1 หน่วยขึ้นไปก็ยังคงได้ผลผลิตจำนวนเท่าเดิม แต่ถ้าต้องการเพิ่มผลผลิตขึ้นไปอีก ต้องใช้ปัจจัยทั้งสองเป็นจำนวนเพิ่มขึ้นแต่ในสัดส่วนเดียวกันกับที่กล่าวข้างต้น เช่น ถ้าต้องการได้ผลผลิตเท่ากับ 4 ต้องใช้ปัจจัย X_2 เป็นจำนวน 2 หน่วย และปัจจัย X_1 อย่างน้อย 2 หน่วย เป็นต้น ลักษณะของเส้นผลผลิตเท่ากันจะเป็นเส้นหักมุมฉาก และส่วนผสมของปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด คือส่วนผสมที่จุดหักมุมฉาก (ดูรูป 4.14B)

ปัจจัยการผลิตที่มีลักษณะใช้ร่วมกันมีมากในการผลิตทางเกษตรเช่นการใช้รถแทรกเตอร์ต้องมีรถแทรกเตอร์และคนขับรถ ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจักร ส่วนผสมของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรได้แก่ น้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 ส่วนและออกซิเจน 1 ส่วนเป็นต้น

ตาราง 4.10

ปัจจัยที่มีลักษณะใช้ร่วมกัน

(A)

	3	0	0	0	12
	2	0	0	9	0
X_1	1	0	5	0	0
	0	0	0	9	0
		0	1	2	3

X_2

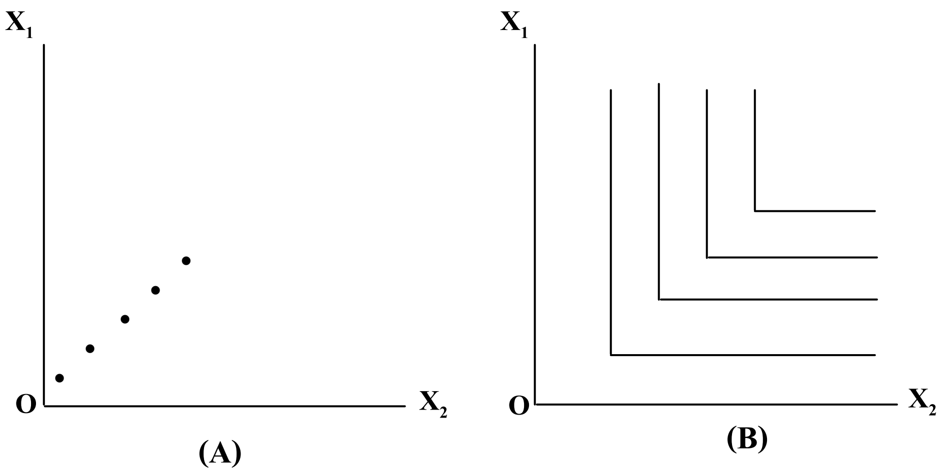
(B)

	3	0	2	4	6
	2	0	2	4	4
X_1	1	0	2	2	3
	0	0	0	0	0
		0	1	2	3

X_2

รูป 4.14

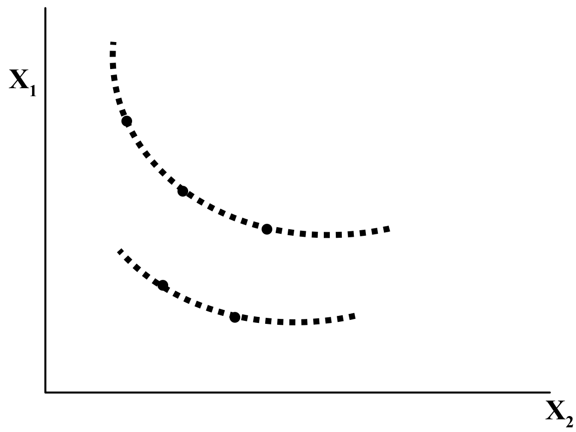
Complements (No Substitution)



(4) **Lumpy Inputs** หมายถึงปัจจัยที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อย่างสมบูรณ์แต่ถูกนำมาใช้เป็นกลุ่มเป็นก้อนจำนวนหนึ่ง ดังนั้นเส้นผลผลิตเท่ากันจะมีลักษณะเป็นกลุ่มของจุดต่าง ๆ มากกว่าจะเป็นเส้น แต่เมื่อเชื่อมจุดต่าง ๆ เข้าด้วยกันทำให้ดูเหมือนกับเป็นเส้น (ดูรูป 4.15)

รูป 4.15

Lumpy Inputs



กิจกรรมที่ 4.3

ถ้าปัจจัย 2 อย่างมีลักษณะทดแทนกันได้ในอัตราคงที่ จงหาส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด

แนวตอบกิจกรรมที่ 4.3

ในการหาส่วนผสมของปัจจัยที่ทำให้เสียต้นทุนน้อยที่สุด พิจารณาได้ดังนี้

(1)ถ้าหากเส้นต้นทุนเท่ากันมีค่าความลาดชันไม่เท่ากับเส้นผลผลิตเท่ากันระดับปัจจัยที่เหมาะสม คือ จะใช้ปัจจัยเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้นทำการผลิต

(2) ถ้าหากเส้นต้นทุนเท่ากันมีค่าความลาดชันเท่ากับเส้นผลผลิตเท่ากัน ทุกส่วนผสมของปัจจัยจะเสียต้นทุนเท่ากัน

บทสรุป

จากฟังก์ชั่นการผลิตต่อไปนี้

$$Q = f(X_1, X_2, X_3, \ldots\ldots X_n)$$

สมมุติว่า ปัจจัยการผลิตอย่างน้อยหนึ่งชนิดเป็นปัจจัยคงที่เพื่อที่จะให้การวิเคราะห์เป็นการวิเคราะห์สำหรับการผลิตระยะสั้น

Minimizing Cost

ในการผลิตผลผลิตโดยเสียต้นทุนน้อยที่สุด จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้ คือ

$$\frac{MP_{X1}}{P_{X1}} = \frac{MP_{X2}}{P_{X2}} = \frac{MP_{X3}}{P_{X3}} = \ldots\ldots = \frac{MP_{Xn}}{P_{Xn}}$$

Maximizing Profit

ผู้ผลิตจะได้รับกำไรสูงสุดจากการผลิตเมื่อ VMP ของแต่ละปัจจัยเท่ากับราคาของปัจจัยนั้นคือ

$$VMP_{X1} = P_{X1}$$

$$VMP_{X2} = P_{X2}$$

$$\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots$$

$$VMP_{Xn} = P_{Xn}$$

สรุปได้ว่า ส่วนผสมของปัจจัยที่ให้กำไรสูงสุดจะต้องเป็นส่วนผสมที่เสียต้นทุนน้อยที่สุดด้วย แต่ส่วนผสมที่เสียต้นทุนน้อยที่สุดไม่จำเป็นจะต้องเป็นส่วนผสมที่ให้กำไรสูงสุดเสมอไป