

เอกสารประกอบการสอนวิชา 01119321

เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร
(Agricultural Production Economics)

เรียบเรียงโดย

ดร. สุวรรณฯ สายรวมญาติ

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรกฎาคม 2563

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 เศรษฐศาสตร์คืออะไร	1
1.1.1 นิยามของคำว่า เศรษฐศาสตร์.....	1
1.1.2 คำสำคัญ.....	1
1.1.3 แนวคิดในทางเศรษฐศาสตร์.....	1
1.2 ความแตกต่างระหว่างทฤษฎีและแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์.....	2
1.3 เศรษฐศาสตร์จุลภาคและเศรษฐศาสตร์มหภาค.....	3
1.4 การบริโภคและการผลิตในทางเศรษฐศาสตร์.....	3
1.5 เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร	3
1.6 เศรษฐศาสตร์สถิติและเศรษฐศาสตร์พลวัต.....	4
1.7 การศึกษากระบวนการผลิตทางการเกษตรในทางเศรษฐศาสตร์.....	5
1.8 ข้อสมมติในการศึกษาสำหรับการผลิตทางการเกษตรในมุมมองของเศรษฐศาสตร์.....	5
บทที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต	7
2.1 แนวคิดของฟังก์ชันการผลิต.....	7
2.3 ระยะเวลาในกระบวนการผลิต.....	8
2.4 ผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม	9
2.5 กฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง	11
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม.....	11
2.7 ความยืดหยุ่นของการผลิต	13
2.8 ชนิดของฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยผันแปร 1 ชนิด	14
2.8.1 Linear function	14
2.8.2 Cobb-Douglas function	14
2.8.3 Quadratic function	15
2.8.4 Cubic function	16
2.9 การวิเคราะห์ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิดที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุด	17
2.10 อุปสงค์ของปัจจัยการผลิต	18
2.11 แบบฝึกหัดท้ายบท	20

บทที่ 3 ต้นทุน รายได้ และกำไรการผลิต	21
3.1 ต้นทุนการผลิต.....	21
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันต้นทุนการผลิตกับฟังก์ชันการผลิต	22
3.3 การประมาณฟังก์ชันต้นทุนการผลิต.....	23
3.4 การคำนวณระดับผลผลิตที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด	24
3.5 การเปรียบเทียบหลักการคำนวณระดับการใช้ปัจจัยการผลิตและระดับผลผลิตที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด.....	25
3.6 ผลกระทบของเทคโนโลยีที่มีต่อการผลิต	26
บทที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิต	27
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปรสองชนิดกับผลิตผล	27
4.2 การทดแทนกันของปัจจัยการผลิต.....	27
4.3 ลักษณะของเส้นผลผลิตเท่ากัน.....	28
4.3.1 เส้นขอบเขตการทดแทนกันและเส้น Isocline	30
4.3.2 เส้นต้นทุนเท่า (Isocost or Iso-outlay)	31
4.4 การวิเคราะห์ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนต่ำสุด.....	32
4.5 เส้นไอโซไคลน์และเส้นขยายการผลิต (Isocline and Expansion Path)	33
4.6 เส้นขยายขนาดการผลิตกับกำไรสูงสุด.....	34
4.7 แบบฝึกหัดท้ายบท.....	37
บทที่ 5 การผลิตผลิตผลมากกว่า 1 ชนิด.....	39
5.1 เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต.....	39
5.2 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างผลิตผลกับผลิตผล.....	40
5.3 ความสัมพันธ์ทั่วไประหว่างเส้นความเป็นไปได้ในการผลิตฟังก์ชันการผลิต.....	42
5.4 การผลิตผลิตผลสองชนิดร่วมกันเพื่อให้ได้รายได้มากที่สุด.....	43
5.5 เส้นขยายการผลิตเมื่อพิจารณาทางด้านผลผลิต	46
5.6 การวิเคราะห์การรวมกิจกรรม 2 ชนิดจากสมการกำไร	46
5.7 การวิเคราะห์การรวมกิจการตามแนวตั้งจากฟังก์ชันการผลิต.....	47
5.8 แบบฝึกหัดท้ายบท.....	49
บทที่ 6 การจัดสรรปัจจัยการผลิตให้มีประสิทธิภาพภายใต้งบประมาณที่จำกัด.....	52
6.1 พื้นฐานทางทฤษฎีอุปทาน	52

6.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอุปทานของผลิตผลเกษตร	52
6.3 ความยืดหยุ่นของอุปทาน.....	53
6.4 ปัจจัยที่กำหนดความยืดหยุ่นของอุปทาน	53
6.5 เวลาและความยืดหยุ่นของอุปทาน.....	54
6.6 ฟังก์ชันอุปทาน	54
6.7 อุปทานตอบสนอง (Supply response relation)	55
6.8 แบบฝึกหัดบท.....	58
บทที่ 7 ประสิทธิภาพการผลิตและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี	60
7.1 เส้นต้นทุนการผลิตในระยะยาว	60
7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นต้นทุนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาว	62
7.3 ดุลยภาพในระยะยาว (long-run equilibrium)	63
7.4 การเคลื่อนย้ายเส้นต้นทุนในระยะยาว.....	64
7.5 หลักของผลตอบแทนต่อขนาด.....	67
บทที่ 8 การตัดสินใจการผลิตเมื่อมีเวลามาเกี่ยวข้อง	70
8.1 แนวคิดเรื่องการลงทุนเมื่อมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง.....	70
8.2 การวิเคราะห์ทางเลือกในการตัดสินใจ.....	70
8.2.1 กรณีมีทางเลือกเดียว	70
8.2.2 กรณีมีหลายทางเลือก.....	71
8.2.3 กรณีมีทั้งรายได้และรายจ่ายเกิดขึ้นในอนาคต.....	72
8.2.4 กรณีการตัดสินใจลงทุนโดยเปรียบเทียบจากอัตราผลตอบแทน	72
8.3 การลงทุนซื้อปัจจัยคงทน.....	73
8.4 แบบฝึกหัดบท.....	75
บทที่ 9 การตัดสินใจผลิตภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน.....	78
9.1 ความหมายของความเสี่ยงและความไม่แน่นอน.....	78
9.2 หลักการตัดสินใจทำการผลิตภายใต้ความเสี่ยง.....	78
9.3 การลงทุนเมื่อคำนึงถึงระยะเวลาและความเสี่ยง.....	81
9.4 แนวทางการจัดการเพื่อแก้ไขปัญหาความเสี่ยงและความไม่แน่นอน	81
9.5 แบบฝึกหัดบท.....	84

บทที่ 10 การประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้นเพื่อการวางแผนการผลิตทางการเกษตร	85
10.1 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธีกราฟ	87
10.1.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์หารายได้เหนือต้นทุนมากที่สุดโดยวิธีกราฟ	88
10.1.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์หาต้นทุนต่ำสุดโดยวิธีกราฟ	91
10.2 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธี Simplex.....	94
10.2.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ต้องการรายได้สูงสุดโดยวิธี Simplex	95
10.2.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ต้องการหาต้นทุนต่ำสุดโดยวิธี Simplex.....	100
10.3 การใช้งานฟังก์ชัน Solver ใน Excel เพื่อการแก้ปัญหาการผลิต.....	104
10.4 ตัวอย่างแบบจำลองการหารายได้เหนือต้นทุนเงินสดและผลลัพธ์ที่ได้.....	106
10.5 ตัวอย่างแบบจำลองการหาต้นทุนต่ำสุดและผลลัพธ์ที่ได้.....	107
เอกสารอ้างอิง	112

บทที่ 1 บทนำ

1.1 เศรษฐศาสตร์คืออะไร

1.1.1 นิยามของคำว่า เศรษฐศาสตร์

Alfred Marshall กล่าวใน Principles of Economics (1890) ว่า

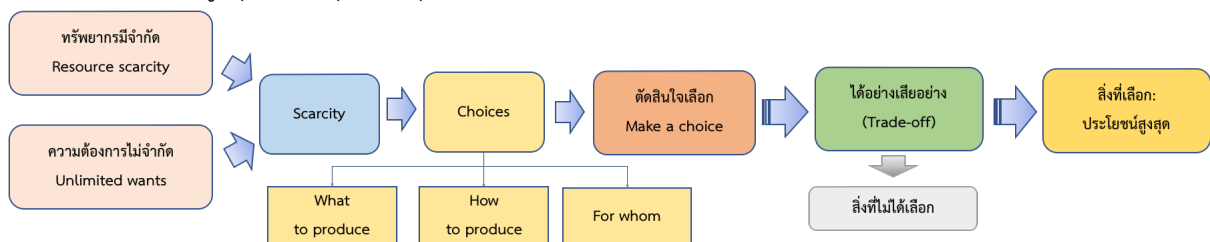
“เศรษฐศาสตร์เป็นการศึกษาถึงการดำเนินชีวิตของมนุษย์อย่างธรรมดาสามัญ โดยแสดงให้เห็นถึงการกระทำของสังคม และของแต่ละบุคคลซึ่งเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับการใช้วัสดุและปัจจัยที่สำคัญที่มีอยู่”

David L. Debertiny กล่าวใน Agricultural Production Economics (1986) ว่า

“วิชาเศรษฐศาสตร์เป็นการศึกษาการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างไร เพื่อสนองความต้องการอย่างไม่จำกัดของมนุษย์”

1.1.2 คำสำคัญ

ในทางเศรษฐศาสตร์จะเน้นให้ความสำคัญกับความขาดแคลน (Scarcity) ทางเลือก (Choice) และค่าเสียโอกาส (Opportunity) ที่เป็นรากฐานแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการศึกษา โดยผู้บริโภคต้องการความพึงพอใจสูงสุดจากการตัดสินใจเลือกภายใต้ทางเลือกที่มี ขณะที่ผู้ผลิตต้องตัดสินใจว่าจะผลิตอะไร ผลิตอย่างไร และจะขายให้แก่ผู้ใด เพื่อเป้าหมายกำไรสูงสุด โดยสินค้าเศรษฐกิจ (Economic goods) จัดเป็นสินค้าหายากที่มีความต้องการมากกว่าสินค้าที่หามาได้ง่ายจากธรรมชาติ จึงเป็นที่มาของการการจัดสรร (Allocation) ทรัพยากรที่มีอยู่ไปใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด (Best alternative use) ให้สอดคล้องกับเป้าหมายของตัวแทนเศรษฐกิจนั้น (Goals of economic agents) เช่น เกษตรกรจะจัดสรรที่ดินที่มีอยู่เพื่อปลูกข้าวและข้าวโพดอย่างไรให้ได้กำไรสูงสุด มีต้นทุนต่ำที่สุด เป็นต้น



ภาพที่ 1.1 คำสำคัญของวิชา

ที่มา: ปรับปรุงจาก ทรงธรรม ปิ่นโต และคณะ (2555)

1.1.3 แนวคิดในทางเศรษฐศาสตร์

จากคำสำคัญที่ได้กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่หลักหรือแนวคิดในทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในรายวิชานี้ ประกอบด้วย ดังนี้

1) โลกนี้ไม่มีอะไรฟรี กล่าวคือ การได้มาซึ่งสิ่งหนึ่ง จะต้องมีการเสียสละหรือแลกเปลี่ยนบางสิ่งบางอย่างไปเสมอ โดยสินค้าที่ขาดแคลนหรือหายากต้องมีค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) ของการได้มา ซึ่งสินค้าที่มีมูลค่าในทางเศรษฐศาสตร์จะไม่ใช่ของให้เปล่า

2) ทุกการตัดสินใจเลือกต้องมีจุดมุ่งหมาย เช่น เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ได้ผลประโยชน์มากที่สุด ได้รับกำไรสูงสุด หรือได้ปริมาณที่มากที่สุด โดยไม่มีเจตนาที่จะเลือกทางที่สูญเสียหรือใช้ทรัพยากรที่มีคุณค่าอย่างเปล่าประโยชน์

3) สิ่งจูงใจในการเลือกของมนุษย์สามารถที่จะคาดหมายผลที่จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในสิ่งจูงใจทางเศรษฐกิจ เช่น เมื่อราคาปุ๋ยลดลง เกษตรกรจะใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น หรือเมื่อราคาผลผลิตปรับตัวเพิ่มขึ้น เกษตรกรจะผลิตมากขึ้น เป็นต้น

4) แนวความคิดทางเศรษฐศาสตร์เป็นแนวความคิดส่วนเพิ่ม เช่น ผลประโยชน์ส่วนเพิ่ม (Marginal benefits) ต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal costs) อันเป็นหัวใจสำคัญของพฤติกรรมที่มีเหตุผล (Rational thinking) เป็นตัวกำหนดการตัดสินใจ ดังนั้น สิ่งที่เกิดขึ้น ณ หน่วยสุดท้ายจึงเป็นส่วนสำคัญของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

1.2 ความแตกต่างระหว่างทฤษฎีและแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์

ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ (Economic theory) เป็นการแสดงชุดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมของมนุษย์ที่แตกต่างกัน โดยมีสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์เฉพาะอย่างทางเศรษฐกิจว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีมีการทดสอบสมมติฐานนั้นว่า สอดคล้องกับพฤติกรรมตามที่มีการสังเกตไว้ภายในระบบเศรษฐกิจหรือไม่ อาจมีความเห็นโต้แย้งกันอย่างมากในส่วนที่เกี่ยวกับทฤษฎี โดยเฉพาะการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาว่าถูกต้องหรือไม่ นำมาซึ่งการปรับปรุงทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ใหม่ ๆ ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนไป

ขณะที่แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ (Economic model) คือ ชุดของความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่ภายใต้ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา เพื่อช่วยในการพยากรณ์ซึ่งนำไปสู่การตอบคำถามที่ว่า “อะไรจะเกิดขึ้นถ้ามีนโยบาย/เหตุการณ์/การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งในทางเศรษฐกิจ” ทั้งนี้ นักเศรษฐศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นแนวทางในการประกอบ/อธิบายให้เห็นถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการใช้นโยบาย ในขณะที่ยังไม่ได้ำนโยบายนั้นไปปฏิบัติจริง

ทั้งนี้ แบบจำลองในสมัย Adam Smith ปลายศตวรรษที่ 19 และต้นศตวรรษที่ 20 จากหนังสือ “The Wealth of Nations” ได้แสดงความสัมพันธ์ในลักษณะที่อาศัย “ถ้อยคำ” และ “กราฟ” ประกอบการอธิบายทฤษฎีและแบบจำลอง

ต่อมา Paul Samuelson “Foundations of Economic Analysis” (1947) ได้นำเอาคณิตศาสตร์มาใช้ในการอธิบายทฤษฎีและแบบจำลอง และต่อมาได้มีการนำเศรษฐมิติ (Econometrics) เข้ามา

ประกอบการอธิบาย ประกอบกับการพัฒนาของระบบคอมพิวเตอร์และโปรแกรม ทำให้นักเศรษฐศาสตร์สามารถนำวิชาการต่าง ๆ มาทดสอบหาความรู้ใหม่และพัฒนาแบบจำลองได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้น

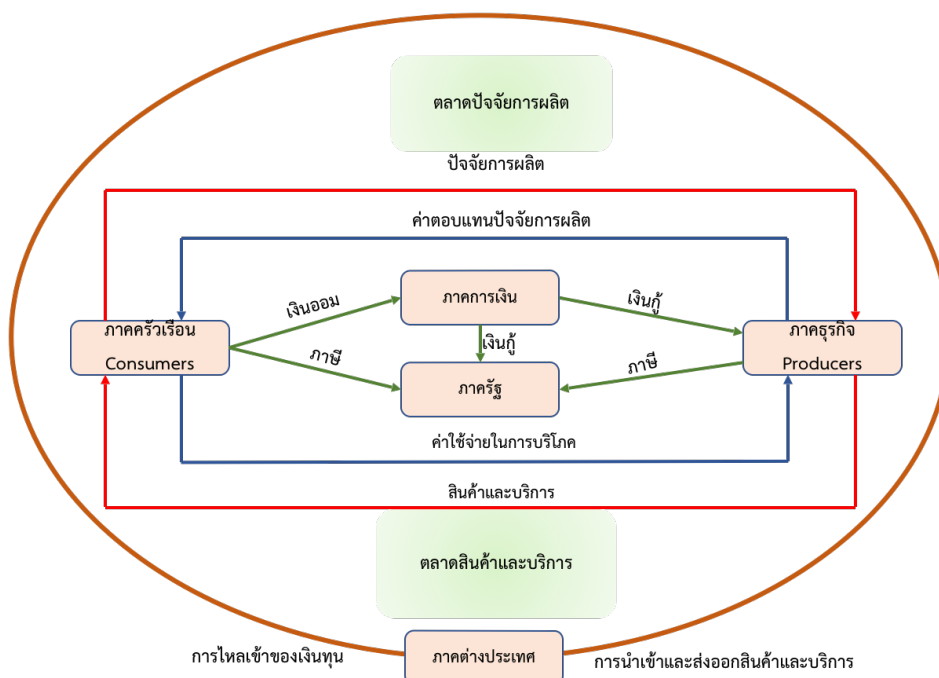
1.3 เศรษฐศาสตร์จุลภาคและเศรษฐศาสตร์มหภาค

ในทางเศรษฐศาสตร์ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ประเภทคือ

เศรษฐศาสตร์จุลภาค (Microeconomics) มุ่งศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของหน่วยธุรกิจหนึ่ง ๆ ในการตัดสินใจ เช่น การบริโภคของผู้บริโภค การจัดสรรการใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตของเกษตรกร เป็นต้น

เศรษฐศาสตร์มหภาค (Macroeconomics) มุ่งศึกษาเกี่ยวกับเศรษฐกิจในภาพรวม เช่น ภาวะเศรษฐกิจ เงินเฟ้อ การจ้างงาน รายได้ประชาชาติ ภาษี เป็นต้น

Microeconomics มีความเกี่ยวข้องกับ Macroeconomics หรือไม่ อย่างไร



ภาพที่ 1.2 วงจรของระบบเศรษฐกิจ

1.4 การบริโภคและการผลิตในทางเศรษฐศาสตร์

เศรษฐศาสตร์เกี่ยวข้องกับการเลือกในระหว่างทางเลือกที่มี ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดบางอย่างโดย ปัญหาพื้นฐานของเศรษฐศาสตร์การบริโภคจะมุ่งเน้นทำให้การบริโภคนั้นเกิดอรรถประโยชน์ (Utility) หรือ ความพึงพอใจ (Satisfaction) สูงสุด ภายใต้เงื่อนไขของรายได้/งบประมาณที่มีอยู่จำกัด ขณะที่เศรษฐศาสตร์การผลิตมุ่งเน้นการแสวงหากำไรสูงสุดภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัด โดยกำไรที่ผู้ผลิตได้รับจะกลั่นนำไปใช้ซื้อ สินค้าและบริการเพื่อให้เกิดความพึงพอใจสูงสุดด้วยเช่นเดียวกัน

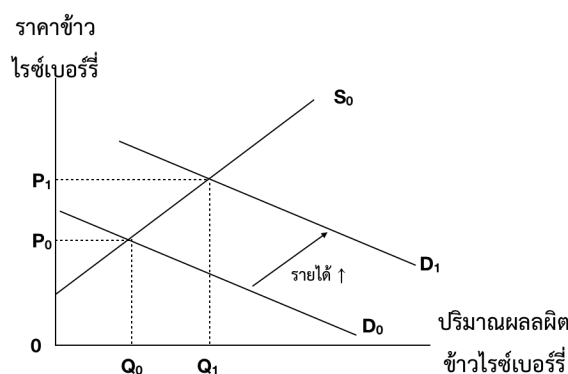
1.5 เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร

เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร (Agricultural production economics) เป็นการนำหลักและทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาคมาใช้ในการศึกษาการผลิตสินค้าเกษตร โดยอาศัยตรรกวิทยาของเศรษฐศาสตร์การผลิตเป็นแนวทางการตัดสินใจในการทำฟาร์ม โดยเกี่ยวข้องกับเรื่องหลักๆ ดังนี้

- 1) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของผู้จัดการฟาร์ม
- 2) การเลือกผลิตผล (products) ที่จะทำการผลิต (What to produce?)
- 3) การจัดสรรทรัพยากรในการผลิต

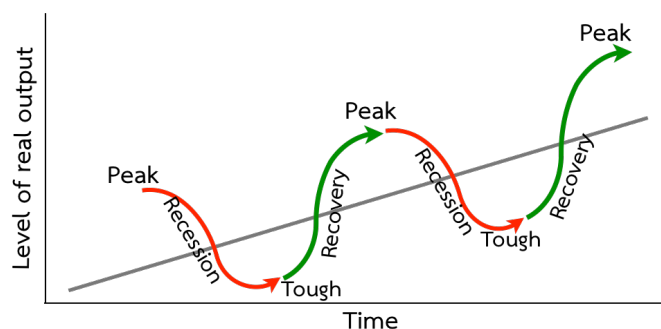
1.6 เศรษฐศาสตร์สถิตและเศรษฐศาสตร์พลวัต

เศรษฐศาสตร์สถิต (Static economics) พิจารณาถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจหนึ่งๆ ในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งซึ่งแสดงเพียงผลสุดท้ายของปรากฏการณ์เท่านั้น โดยสมมติให้ปัจจัยอื่น ๆ เช่น เทคโนโลยี ความชอบ รสนิยม มีค่าคงที่ และไม่มีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ของเศรษฐศาสตร์สถิตสามารถแสดงด้วยกราฟ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทานข้าวไรซ์เบอร์รี่เมื่อผู้บริโภคมีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการเปรียบเทียบปัจจัยที่ศึกษาว่าส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ดังภาพที่ 3 อธิบายว่า เมื่อรายได้ของผู้บริโภคมากขึ้น อุปสงค์ของข้าวไรซ์เบอร์รี่จะเพิ่มมากขึ้น ปริมาณและราคาจะปรับตัวเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1.3 เส้นอุปสงค์และอุปทานเมื่อผู้บริโภคมีรายได้เพิ่มขึ้น

เศรษฐศาสตร์พลวัต (Dynamic economics) พิจารณาภาพที่เคลื่อนไหวของปรากฏการณ์หรือระบบเศรษฐกิจที่มีระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น วัฏจักรเศรษฐกิจ ที่แสดงถึงดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจจากจุดหนึ่งเคลื่อนไปอีกจุดหนึ่งตามช่วงเวลา



ภาพที่ 1.4 วัฏจักรเศรษฐกิจ

1.7 การศึกษากระบวนการผลิตทางการเกษตรในทางเศรษฐศาสตร์

ประเด็นปัญหาสำคัญที่ใช้เป็นหลักในการศึกษาคือ เราสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์เพื่อผลิตสินค้าเกษตรให้มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้อย่างไร โดยมุ่งเน้นการศึกษาเพื่อตอบโจทย์ของเป้าหมายของเกษตรกร (Farmer's targets/purposes) ที่จะกำหนดว่าควรผลิตอะไร (What to produce) จะจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างไร (Resource allocation) มีแนวทางในการจัดการเรื่องความเสี่ยงและความไม่แน่นอน (Risk and uncertainty management) และสภาพแวดล้อมของการแข่งขันเป็นอย่างไร (Business environment: competition) จึงสามารถตั้งคำถามที่ใช้ในการศึกษาได้มากมาย เช่น

- 1) การผลิตที่มีประสิทธิภาพคืออะไร
 - 2) จำนวนปัจจัยการผลิตที่ทำให้ต้นทุนต่ำสุดเป็นเท่าไร
 - 3) จำนวนปัจจัยการผลิตที่ทำให้เกษตรกรได้รับกำไรสูงสุด กำหนดได้อย่างไร
 - 4) เกษตรกรตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงราคาปัจจัยการผลิตและราคาผลผลิตอย่างไร
 - 5) เกษตรกรจะรวมกิจการอะไรเข้าด้วยกันจึงจะได้รับกำไรสูงสุด
 - 6) เกษตรกรสามารถซื้อปัจจัยการผลิตที่มีอายุการใช้งานหลายปีได้มากน้อยเพียงใด
 - 7) เกษตรกรควรตัดสินใจเช่าหรือซื้อปัจจัยการผลิต เช่น ที่ดิน เครื่องจักร
 - 8) เกษตรกรมีแนวทางปฏิบัติอย่างไร เมื่อมีความเสี่ยงและความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้อง
 - 9) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในการผลิต จะมีผลกระทบต่อฟาร์มหรือไม่ อย่างไร
- ฯลฯ

1.8 ข้อสมมติในการศึกษาสำหรับการผลิตทางการเกษตรในมุมมองของเศรษฐศาสตร์

การศึกษาเศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตรจะอาศัยสมมติของตลาดแข่งขันสมบูรณ์ (Perfect competition market) เป็นหลักในการศึกษา ได้แก่

- 1) จำนวนผู้ซื้อและผู้ขายในอุตสาหกรรมนั้นมีมาก
- 2) ผู้ซื้อและผู้ขายเป็น "Price taker" ไม่มีผู้ใดมีอำนาจในการกำหนดราคา (Price maker)
- 3) สิ่งที่ขายอยู่ในท้องตลาดต้องมีลักษณะเหมือนกัน

- 4) การเข้ามาและการยุติการทำธุรกิจเป็นไปได้อย่างเสรี
- 5) ผู้ผลิตและผู้บริโภคมีได้รับข้อมูลข่าวสารและความรู้อย่างสมบูรณ์

จากข้อสมมติข้างต้น จึงนำมาซึ่งข้อสมมติที่ใช้ในการศึกษาเศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร ได้แก่

- 1) เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตคงที่ เกษตรกรจะเลือกเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่รู้จักมาใช้ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงในตลอดช่วงที่ทำการผลิต
- 2) เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจของผู้เริ่มศึกษา ฟังก์ชันการผลิตจะถูกวาดให้เป็นเส้นราบเรียบต่อเนื่องกัน ปัจจัยการผลิตจะถูกสมมติให้มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ คุณภาพคงที่และมีคุณภาพเดียวกัน ง่ายต่อการแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้ และสามารถเคลื่อนย้ายได้
- 3) ราคา (Price) และผลผลิต (Yield) มีค่าคงที่
- 4) ค่าของเงินคงที่ ไม่ลดค่าไปตามเวลา
- 5) เกษตรกรมีกำไรเป็นเป้าหมายของการผลิต
- 6) เมื่อทำการศึกษา พัฒนาโครงร่างทางทฤษฎีทั่วไปในภาวะสถิตแล้ว ข้อสมมติแต่ละข้อสามารถผ่อนคลายเป็นได้

บทที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต

ในมุมมองทางเศรษฐศาสตร์แบ่งปัจจัยการผลิตออกเป็น 4 ประเภท คือ ที่ดิน ทุน แรงงาน และผู้ประกอบการ ร่วมในกระบวนการผลิตทางการเกษตรที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะพื้นที่และเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต ทั้งนี้ตามทฤษฎีการผลิต จำแนกปัจจัยการผลิตในภาพรวมออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) ปัจจัยผันแปร (Variable inputs) คือ ปัจจัยที่มีการใช้แปรผันไปตามช่วงระยะเวลาของการผลิต เช่น อัตราการให้น้ำหรือใส่ปุ๋ยที่เปลี่ยนไปตามช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น
- 2) ปัจจัยคงที่ (Fixed inputs) คือ ปัจจัยที่คงอยู่หรือกำหนดให้คงที่โดยไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต เช่น รถแอร์บัสเป็นปัจจัยคงที่ที่ใช้ขนส่งผู้โดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชซึ่งเป็นปัจจัยผันแปร โดยปัจจัยคงที่จะยังคงมีอยู่แม้ว่าจะไม่ดำเนินการผลิต
- 3) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Random inputs) เช่น ฤดูกาล ปริมาณฝน นโยบายรัฐ เป็นต้น

ทั้งนี้ การพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีต่อผลผลิตนั้นสามารถทำได้ง่ายเมื่อพิจารณาปัจจัยการผลิตเพียงชนิดเดียว โดยให้ปัจจัยอื่นมีค่าคงที่ เพื่อประเมินว่าปัจจัยการผลิตที่สนใจนั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตอย่างไร

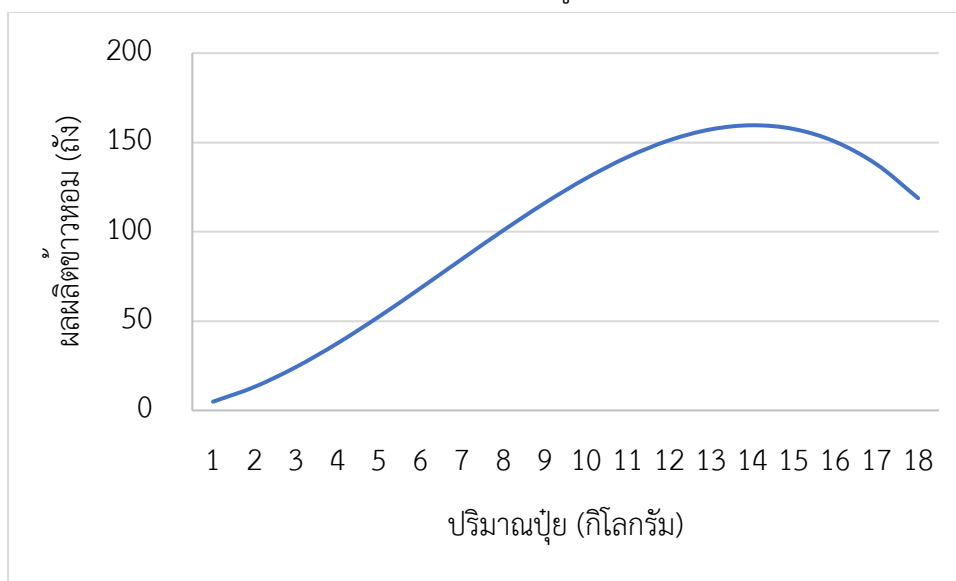
2.1 แนวคิดของฟังก์ชันการผลิต

ฟังก์ชันการผลิตเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้หลายรูปแบบ ได้แก่ คำอธิบาย ตาราง กราฟ หรือ สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงถึงปริมาณผลผลิตที่จะได้รับเมื่อมีการใช้ปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่งร่วมกับปัจจัยคงที่จำนวนหนึ่ง ช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยมีคุณสมบัติต่าง ๆ ทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยาของปัจจัยการผลิตนั้น ๆ เป็นตัวกำหนดชนิด และปริมาณผลผลิตที่จะได้รับ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิตในรูปตารางแสดงดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตข้าวหอมและปริมาณปุ๋ยสูตร 16-16-16 ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม)	ผลผลิตข้าวหอม (ถัง)	ผลผลิตที่ได้รับเพิ่ม (กิโลกรัม)
1	5	-
5	50	45
8	100	50
10	130	30
12	150	20
14	160	10
16	150	-10

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิตในรูปกราฟแสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปุ๋ยที่ใช้กับผลผลิตข้าวหอมที่ได้รับ

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิตในรูปคณิตศาสตร์

$$Y = f(X)$$

กำหนดให้ Y คือ ปริมาณผลผลิตข้าวหอม (กิโลกรัม) และ X คือ ปัจจัยการผลิต เมื่อแยกปัจจัยการผลิตออกเป็นปัจจัยผันแปรและปัจจัยคงที่ ภายใต้ข้อสมมติว่าเทคโนโลยีการผลิตคงที่ รูปแบบสมการทั่วไปจะเป็นดังนี้

$$Y = f(X_1|X_2, X_3, \dots, X_n)$$

โดยที่ X_1 คือ ปัจจัยผันแปร และ $X_2, X_3, \dots, X_n$ คือ ปัจจัยคงที่

2.2 ข้อสมมติเกี่ยวกับฟังก์ชันการผลิต

- 1) เกษตรกรทราบผลขั้นสุดท้ายของกระบวนการผลิตก่อนที่จะเริ่มดำเนินการผลิต (Perfect certainty) กล่าวคือ เกษตรกรทราบ ปริมาณผลผลิตที่จะได้รับ ต้นทุนปุ๋ยที่จะใช้ ราคาขายผลผลิต ฯลฯ
- 2) เกษตรกรจะใช้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่มีอยู่เพียงวิธีเดียว (เทคโนโลยีคงที่)
- 3) ระยะเวลาการผลิตต้องกำหนดไว้แน่นอน (เช่น ปลูกข้าวโพดใช้เวลา 4 เดือน ฯลฯ)
- 4) ปัจจัยการผลิตและผลผลิตสามารถแบ่งแยกได้อย่างสมบูรณ์ (Perfectly divisible) ปัจจัยการผลิตและผลผลิตทุกหน่วยมีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneity of inputs and outputs)

2.3 ระยะเวลาในกระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตจะมีปัจจัยบางอย่างถูกกำหนดให้คงที่ มีหลายสาเหตุ ได้แก่

- 1) เกษตรกรใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้ว (เช่น นายสมจริงมีที่อยู่ 100 ไร่ เหมาะสมกับรถไถ 1 คัน)
- 2) ระยะเวลาในกระบวนการผลิตนั้นสั้นมาก จนเกษตรกรไม่สามารถหาปัจจัยการผลิตนั้นมาเพิ่มเติมได้
- 3) เกษตรกรอาจจะไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงจำนวนปัจจัยการผลิตดังกล่าว

การแบ่งระยะเวลาในกระบวนการผลิต แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

- 1) ระยะสั้นมาก (Very short run) ปัจจัยการผลิตทุกชนิดจะเป็นปัจจัยคงที่
- 2) ระยะสั้น (Short run) จะมีปัจจัยการผลิตอย่างน้อย 1 ชนิดเป็นปัจจัยผันแปร
- 3) ระยะยาว (Long run) ปัจจัยการผลิตทุกชนิดเป็นปัจจัยผันแปร
- 4) ระยะยาวมาก (Very long run) ปัจจัยการผลิตทุกชนิดเป็นปัจจัยผันแปร และเทคโนโลยีการผลิตเปลี่ยนแปลง

ในสภาพความเป็นจริง การผลิตในระยะสั้นและระยะยาวมักจะไม่ชัดเจน การผลิตในระยะยาวมักจะอยู่ในลักษณะระยะสั้นต่อเนื่องกัน เมื่อเกษตรกรทำการขยายการผลิตไปถึงจุดหนึ่งการใช้ปัจจัยการผลิตย่อมมีขีดจำกัด เกษตรกรจะต้องใช้เวลาพิจารณาว่าจะเพิ่มหรือลดปัจจัยการผลิตชนิดนั้น อีกทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตมีการพัฒนาอยู่เสมอ

2.4 ผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม

การแสดงความสัมพันธ์ทางกายภาพระหว่างปัจจัยการผลิตและผลิตผลจะเกี่ยวข้องกับผลิตผล 3 ชนิด คือ

- 1) ผลิตผลทั้งหมด (Total Physical Product : TPP) ผลิตผลทั้งหมดที่ได้รับจากการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

$$TPP = Y = f(x)$$

โดยที่ Y คือ ผลิตผล

- 2) ผลิตผลเฉลี่ย (Average Physical Product : APP) ผลิตผลทั้งหมดเฉลี่ยต่อการใช้ปัจจัยการผลิต 1 หน่วย โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

$$APP = \frac{TPP}{X} = \frac{Y}{X}$$

โดยที่ Y คือ ผลิตผล และ X คือ ปัจจัยการผลิตผันแปร

- 3) ผลิตผลเพิ่ม (Marginal Physical Product : MPP) ผลิตผลทั้งหมดที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการใช้ปัจจัยผันแปรเพิ่มขึ้นอีก 1 หน่วย

$$MPP = \frac{\Delta TPP}{\Delta X} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{dY}{dX}$$

จากสมการผลิตผลเพิ่มสามารถคำนวณได้ 2 วิธีคือ 1) ผลิตผลเพิ่มแบบเฉลี่ย คำนวณจาก $MPP = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$ โดยที่ ΔY คือ จำนวนการเปลี่ยนแปลงผลิตผลทั้งหมด และ ΔX จำนวนการเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิต

ผลิต และ 2) ผลิตผลเพิ่มที่แท้จริง คำนวณจาก $MPP = \frac{dY}{dX}$ เป็นการคำนวณด้วยการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน แสดงถึงการเปลี่ยนแปลง (Rate of change) ของฟังก์ชันการผลิต เช่น

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิต X สามารถแสดงในรูปสมการได้ ดังนี้

$$\text{ผลิตผลทั้งหมด : } TPP = Y = 4X - 0.05X^2$$

$$\text{ผลิตผลเฉลี่ย : } APP = Y/X = (4X - 0.05X^2)/X = 4 - 0.05X$$

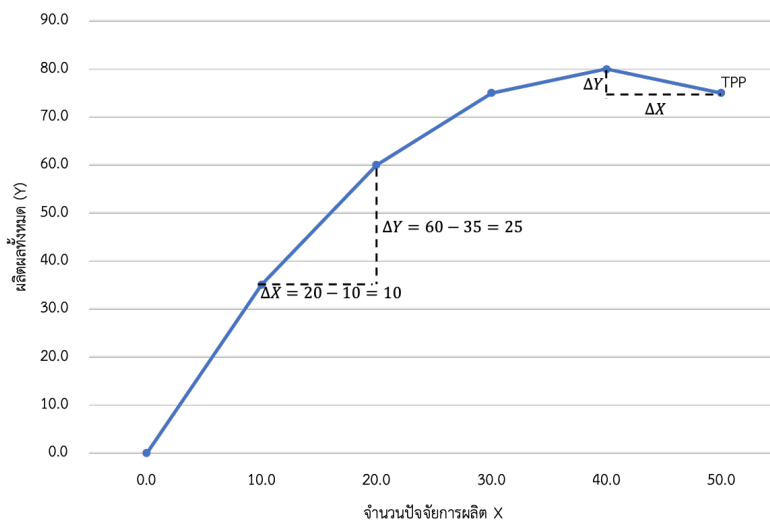
$$\text{ผลิตผลส่วนเพิ่ม : } MPP = \frac{dTPP}{dX} = \frac{d(4X - 0.05X^2)}{dX} = 4 - 0.1X$$

โดยค่าของผลิตผลเฉลี่ย หรือ APP จะสะท้อนถึงการวัดประสิทธิภาพทางกายภาพของการผลิต (Physical or technical efficiency) นั่นคือ จุดที่ APP สูงสุดจะเป็นจุดที่ใช้ปัจจัยการผลิตมีประสิทธิภาพทางกายภาพมากที่สุด และผลการคำนวณค่า MPP แสดงค่าความลาดชันของ TPP เฉลี่ย และค่าที่ค่าความลาดชันของ TPP แท้จริง ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต X ผลการคำนวณข้างต้น แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลิตผลทั้งหมด ผลิตผลเฉลี่ย และผลิตผลเพิ่มของการผลิต

ปัจจัยการผลิต X	ผลิตผลทั้งหมด (Y)	ผลิตผลเฉลี่ย (APP)	Average MPP $MPP = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	Real MPP $MPP = \frac{dY}{dX}$
0.0	-	-	-	-
			3.5	
10.0	35.0	3.5		3.0
			2.5	
20.0	60.0	3.0		2.0
			1.5	
30.0	75.0	2.5		1.0
			0.5	
40.0	80.0	2.0		0.0
			-0.5	
50.0	75.0	1.5		-1.0

เมื่อนำค่าผลิตผลทั้งหมด ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตในตารางข้างต้น มาพล็อตกราฟ จะเห็นภาพของการเปลี่ยนแปลงของผลิตผลทั้งหมดเมื่อมีการเพิ่มระดับการใช้ปัจจัยการผลิตได้ว่า MPP หรือความชันของ TPP จะมีค่าไม่คงที่แปรเปลี่ยนไปตามจำนวนปัจจัยการผลิตที่ใช้ ดังภาพด้านล่าง



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตที่ใช้ ผลผลิตทั้งหมด

2.5 กฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง

กฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง (The law of diminishing marginal returns) กล่าวว่า

“เมื่อเพิ่มจำนวนปัจจัยการผลิตชนิดหนึ่งที่เป็นปัจจัยผันแปรเข้าไปในกระบวนการผลิต ในขณะที่ปัจจัยการผลิตอื่นๆ คงที่แล้ว จำนวนผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยปัจจัยผันแปรจะลดน้อยลงในที่สุด”

กฎนี้ให้ข้อเสนอแนะว่า เกษตรกรควรใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสม ไม่ควรใช้ปัจจัยผันแปรมากหรือน้อยเกินไป โดยมีเงื่อนไขว่าปัจจัยผันแปรแต่ละหน่วยที่เพิ่มขึ้นต้องมีคุณภาพเหมือนกัน ปัจจัยคงที่และเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไม่เปลี่ยนแปลง

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตส่วนเพิ่ม

ความสัมพันธ์ทางกายภาพระหว่าง TPP APP และ MPP แบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ (The three stages of the neoclassical production function) คือ

1) ระยะผลตอบแทนเพิ่มขึ้น (increasing returns) เป็นระยะที่เริ่มต้นใช้ปัจจัยผันแปร (X) เพิ่มขึ้น มีผลทำให้

- TPP เพิ่มขึ้น
- MPP มีค่ามากกว่า APP
- APP จะเพิ่มขึ้นจะกระทั่ง APP สูงสุด
- MPP เมื่อถึงจุดสูงสุดแล้ว จะลดลงมาตัดกับ APP ที่จุดที่ APP สูงสุดพอดี อันเป็นจุดสิ้นสุดของระยะการผลิตที่ 1

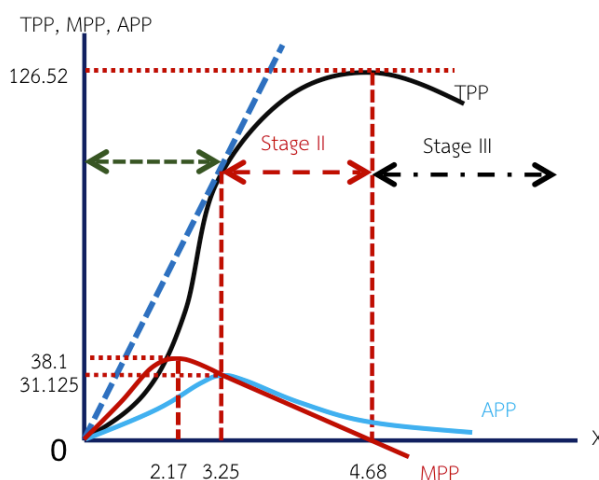
ระยะการผลิตนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพทางกายภาพหรือเทคนิคของการใช้ปัจจัยผันแปร X ที่สูงขึ้นโดยตลอดผ่านค่า APP

2) ระยะผลตอบแทนลดน้อยถอยลง (Diminishing returns) เป็นระยะที่มีการใช้ปัจจัยผันแปร (X) มากขึ้น มีผลทำให้

- MPP และ APP มีค่าลดลง แต่ MPP มีค่าลดลงมากกว่า APP
- จุดที่มีประสิทธิภาพทางกายภาพของการใช้ปัจจัยผันแปรสูงสุด คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำให้ APP มีค่าสูงสุดที่ $MPP = APP$ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของระยะที่ 2
- TPP จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ช้าลง
- MPP จะมีค่าลดลงจนมีค่า = 0 ซึ่งเป็นจุดที่ TPP มีค่าสูงสุด และถือว่าเป็นจุดสิ้นสุดของระยะการผลิตที่ 2
- APP จะมีค่าลดลงจากระดับสูงสุดอย่างต่อเนื่อง

3) ระยะผลตอบแทนลดลง (Decreasing returns) เป็นระยะที่มีการใช้ปัจจัยผันแปร (X) มากเกินไป มีผลทำให้

- MPP มีค่าเป็นลบ
- TPP และ APP มีค่าลดลงเข้าใกล้ 0



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตที่ใช้และผลผลิตทั้งหมด และระยะการผลิต

จากภาพข้างต้น สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง MPP และ TPP ได้ว่า เมื่อ MPP เพิ่มขึ้น TPP จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น (ระยะที่ 1) เมื่อ MPP ลดลง TPP จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง (ระยะที่ 2) เมื่อ $MPP = 0$ TPP จะอยู่ในระดับที่สูงสุด (จุดสิ้นสุดของระยะที่ 2) เมื่อ MPP ติดลบ TPP จะลดลง (ระยะที่ 3)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง APP กับ MPP สามารถอธิบายด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$MPP = \frac{dTPP}{dX} \quad \text{โดยที่ } TPP = APP \times X$$

$$MPP = \frac{d(APP \times X)}{dX}$$

อนุพันธ์ผลคูณ จะได้ว่า $MPP = APP \frac{dX}{dX} + X \frac{dAPP}{dX}$

$$MPP = APP + X \frac{dAPP}{dX}$$

$\frac{dAPP}{dX}$ คือ ค่าความชันของเส้น APP

เมื่อ $\frac{dAPP}{dX} > 0$ จะทำให้ $MPP > APP$ และเมื่อ APP เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ค่า MPP จะมากกว่าค่า APP

เสมอ

เมื่อ $\frac{dAPP}{dX} = 0$ ค่า APP จะมีค่าสูงสุด และ $MPP = APP$ ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ได้ APP

สูงสุด

เมื่อ $\frac{dAPP}{dX} < 0$ ค่า MPP จะมีค่าน้อยกว่า APP นั่นคือ ผลผลิตเพิ่มจะมีค่าน้อยกว่าผลผลิตเฉลี่ยเมื่อผลผลิตเฉลี่ยมีค่าน้อยลง

ในทางคณิตศาสตร์ ถ้าปัจจัยการผลิตมีค่า = 0 ค่า APP จะไม่สามารถกำหนดค่าได้ กล่าวคือ เมื่อไม่มีการใช้ปัจจัยผันแปรในการผลิต ประสิทธิภาพการผลิตจะไม่เกิดขึ้น ถ้าเป็นการวัดประสิทธิภาพในเชิงเศรษฐกิจ (Economic efficiency) จะต้องนำราคาเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย

2.7 ความยืดหยุ่นของการผลิต

ความยืดหยุ่นของการผลิต (Elasticity of production: Ep) คือ ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (ลดลง) ร้อยละ 1 ซึ่งเป็นแนวคิดที่ใช้วัดระดับการตอบสนองของระหว่างผลผลิตกับปัจจัยการผลิตหนึ่งชนิดที่เปลี่ยนแปลงไป (A single-input production elasticity)

$$\text{ความยืดหยุ่นของการผลิต} = \frac{\text{ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต}}{\text{ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการผลิตผันแปร}}$$

$$Ep = \frac{\Delta Y / Y}{\Delta X / X} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \times \frac{X}{Y}$$

$$Ep = MPP \times \frac{1}{APP}$$

$$\therefore Ep = \frac{MPP}{APP}$$

ระยะการผลิตที่เป็นไปตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง สามารถอธิบายด้วยแนวคิดของความยืดหยุ่นได้ว่า ณ จุดเริ่มต้นของระยะการผลิตที่ 2 ค่า Ep = 1 ซึ่งเป็นจุดที่ประสิทธิภาพทางกายภาพของการใช้ปัจจัย

ผันแปรอยู่ในระดับสูงสุด แสดงว่า เกษตรกรควรจะใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นจนกระทั่งผลตอบแทนเพิ่มเริ่มลดลงโดยไม่ต้องคำนึงถึงราคาของผลิตผลและปัจจัยการผลิต จนกระทั่งจุดสิ้นสุดของระยะการผลิตที่ 2 ค่า $E_p = 0$ นั่นคือ ช่วงระยะการผลิตที่เหมาะสมจะมีค่าความยืดหยุ่นของการผลิตอยู่ในช่วง $0 \leq E_p \leq 1$ อีกนัยยะหนึ่ง จุดที่ $E_p = 1$ คือจุดที่ APP จะสูงสุด และจุดที่ $E_p = 0$ จะเป็นจุดที่ TPP จะสูงสุด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความยืดหยุ่นกับระยะการผลิตทั้ง 3 ระยะ สามารถสรุปได้ดังนี้

ระยะการผลิตที่ 1 จะอยู่ในช่วงที่ $E_p > 1$

ระยะการผลิตที่ 2 จะอยู่ในช่วง $0 \leq E_p \leq 1$

ระยะการผลิตที่ 3 จะอยู่ในช่วงที่ $E_p < 0$

2.8 ชนิดของฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยผันแปร 1 ชนิด

2.8.1 Linear function

เป็นฟังก์ชันที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลิตผลในลักษณะผลตอบแทนคงที่ (Constant returns) กล่าวคือ เมื่อการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ผลิตผลเพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่เท่ากัน หรือค่า MPP จะเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ต่อทุก ๆ หน่วยของปัจจัยผันแปรที่ใช้เพิ่มขึ้น รูปแบบสมการทั่วไปคือ $Y = bX$

$$MPP = \frac{dY}{dX} = \frac{d(bX)}{dX} = \frac{bd(X)}{dX} = b$$

$$APP = \frac{Y}{X} \text{ หรือ } \frac{bX}{X} = b$$

ดังนั้น ฟังก์ชันการผลิตที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น จะไม่เป็นไปตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง เนื่องจาก ทุก ๆ หน่วยของปัจจัยการผลิตผันแปรที่ใส่เข้าไป จะทำให้ผลิตผลเพิ่มขึ้นเท่ากับ b เสมอ

2.8.2 Cobb-Douglas function

เป็นฟังก์ชันที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลิตผลได้ 3 ลักษณะ ขึ้นอยู่กับค่า ยกกำลังของสมการ และค่ายกกำลังนั้นยังอธิบายถึงค่าความยืดหยุ่นของการผลิตได้อีกด้วย

$$Y = AX^b$$

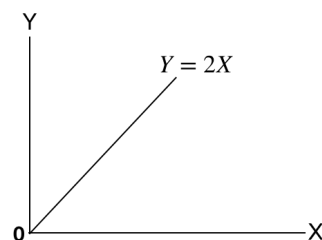
$$MPP = \frac{dy}{dyx} = AbX^{b-1} = \frac{bY}{X}$$

$$APP = \frac{AX^b}{X} = AX^{b-1}$$

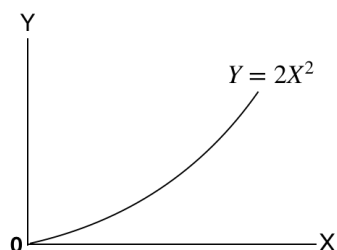
$$E_p = \frac{MPP}{APP} = \frac{AbX^{b-1}}{AX^{b-1}} = b$$

โดยความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลิตผลที่เป็น Cobb-Douglas function มีดังนี้

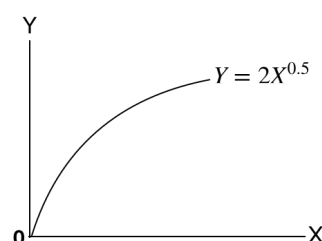
1) ถ้า $b=1$ แสดงว่า MPP เพิ่มขึ้นในอัตราคงที่



2) ถ้า $b>1$ แสดงว่า MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น



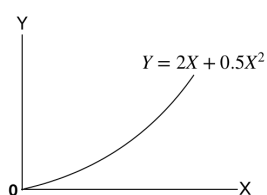
3) ถ้า $b<1$ แสดงว่า MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง



2.8.3 Quadratic function

เป็นฟังก์ชันที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลิตผลได้ 2 ลักษณะ คือ MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น และ MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง

MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลิตผลจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น และไม่สามารถหาจุดสูงสุดได้

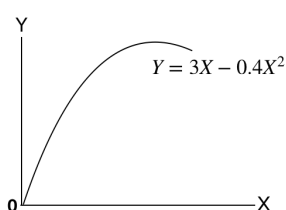


$$Y = aX^2 + bX$$

$$MPP = \frac{dy}{dX} = 2aX + b$$

$$APP = \frac{Y}{X} = \frac{aX^2 + bX}{X} = aX + b$$

MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง



$$Y = bX - aX^2$$

$$MPP = \frac{dy}{dX} = b - 2aX$$

$$APP = \frac{Y}{X} = \frac{bX - aX^2}{X} = b - aX$$

จะเห็นได้ว่า ผลิตผลจะเพิ่มขึ้นแบบลดน้อยถอยลงจนกระทั่งถึงจุดที่ผลิตผลสูงสุด และลดลงตามลำดับ

2.8.4 Cubic function

รูปแบบของฟังก์ชันการผลิตนี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลิตผลได้ 3 ลักษณะ คือ 1) MPP เพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ 2) MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น และ 3) MPP เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง โดยมีรูปแบบสมการทั่วไปดังนี้

$$Y = cX + bX^2 - aX^3$$

$$MPP = \frac{dY}{dX} = c + 2bX - 3aX^2$$

$$APP = \frac{Y}{X} = \frac{cX + bX^2 - aX^3}{X} = c + bX - aX^2$$

ซึ่งเป็นระยะการผลิตที่แบ่งได้ 3 ระยะตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง คือ

- 1) ระยะการผลิตที่ 1 เริ่มต้นตั้งแต่มีการใช้ปัจจัยการผลิตจนถึงจุดที่ APP สูงสุด และ APP จะมีค่าสูงสุด โดยการหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิต X ที่ทำให้ APP สูงสุด ทำได้โดยการหาอนุพันธ์

$$\frac{dAPP}{dX} = b - 2aX = 0$$

$$\therefore X = \frac{b}{2a}$$

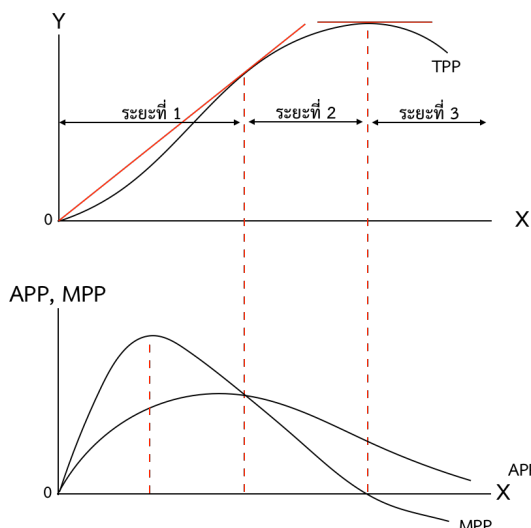
- 2) ระยะการผลิตที่ 2 เริ่มต้นตั้งแต่ APP สูงสุดไปจนกระทั่ง $MPP = 0$ (TPP มีค่าสูงสุด) ซึ่งสามารถหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิต X ที่ทำให้ TPP มีค่าสูงสุด โดย

$$MPP = c + 2bX - 3aX^2 = 0$$

$$X = \frac{-2b \pm \sqrt{(2b)^2 - 4(-3a)(c)}}{2(-3a)}$$

$$X = \frac{-2b \pm \sqrt{4b^2 + 12ac}}{-6a}$$

- 3) ระยะการผลิตที่ 3 เริ่มต้นตั้งแต่ MPP มีค่าน้อยกว่า 0 เมื่อมีการใช้ปัจจัยการผลิต X ที่มากกว่าจุดที่ทำให้ TPP สูงสุด



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลิตผลของฟังก์ชันการผลิตแบบ Cubic

2.9 การวิเคราะห์ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิดที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุด

การหาจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม (Optimum amount) ในการผลิตที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุดเป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic efficiency) เพราะต้องมีราคาปัจจัยการผลิต (P_X) และราคาผลิตผล (P_Y) เข้ามาเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ โดยปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมจะมีความสัมพันธ์กับผลผลิตอยู่ในระยะการผลิตที่ 2 ซึ่งค่าความยืดหยุ่นของการผลิตจะอยู่ในช่วง $0 < E_p < 1$

ในการหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมจะอาศัยหลักที่ว่าด้วยผลประโยชน์เพิ่มเท่ากัน (Equi-marginal principle) หรือทฤษฎีว่าด้วยผลิตภาพเพิ่ม (Marginal productivity theory) ซึ่งกล่าวว่า

“ถ้าผู้ผลิตมีปัจจัยผันแปรจำนวนมากพอแล้ว ผู้ผลิตจะใช้ปัจจัยนั้นเรื่อย ๆ トラบเท่าที่รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปัจจัยผันแปรเพิ่มขึ้นอีก 1 หน่วยยังมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปัจจัยผันแปรนั้นเพิ่มขึ้น 1 หน่วย”

โดยกำไรสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อ มูลค่าผลิตผลเพิ่ม (The Value of Marginal Product : VMP) มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปัจจัยนั้นเพิ่มขึ้นอีก 1 หน่วย (Marginal Factor Cost : MFC) เมื่อพิจารณาภายใต้ข้อสมมติของตลาดแข่งขันสมบูรณ์ทั้งในตลาดปัจจัยการผลิตและตลาดผลิตผลแล้ว ค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มจะมีค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับราคาปัจจัยการผลิต ($MFC = P_X$) และราคาผลิตผลจะคงที่เช่นเดียวกัน (P_Y)

นั่นคือ กำไรสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อ

$$VMP = MFC$$

หรือ

$$VMP = P_X$$

$$MPP \times P_Y = P_X$$

นั่นคือ

$$\frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{P_X}{P_Y}$$

หรือ

$$\frac{dY}{dX} = \frac{P_X}{P_Y}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจจากสมการการผลิตข้าวหอม

$$Y = 4X - 0.05X^2$$

โดยที่ Y = ผลผลิตข้าวหอม (กิโลกรัม/ไร่) และ X = จำนวนปุ๋ยสูตร 16-16-8 (กิโลกรัม/ไร่)

กำหนดให้ราคาข้าวหอม (P_Y) = 12 บาท/กิโลกรัม และราคาปุ๋ย (P_X) = 8.5 บาท/กิโลกรัม จง

คำนวณหาระดับการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดตามทฤษฎีว่าด้วยผลิตภาพเพิ่ม

วิธีทำ

$$\begin{aligned} VMP &= P_X \\ MPP \times P_Y &= P_X \end{aligned}$$

คำนวณค่า VMP จากสมการการผลิต

$$MPP = \frac{dY}{dX} = 4 - 2(0.05)X$$

คำนวณหาระดับการใช้ปุ๋ย 16-16-8 ที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด

$$\begin{aligned} 4 - 2(0.05)X \times 12 &= 8.5 \\ 48 - 0.1(12)X &= 8.5 \\ X &= 32.91 \end{aligned}$$

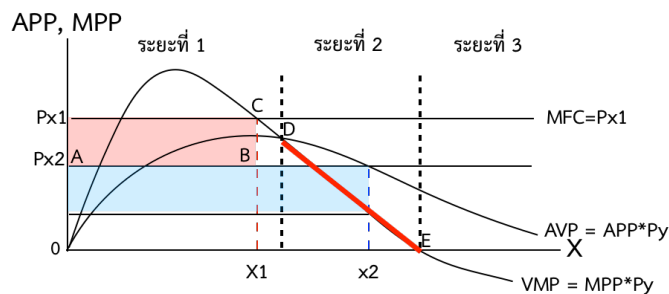
ดังนั้น ในการผลิตข้าวหอมเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด เกษตรกรต้องใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 จำนวน 32.91

กิโลกรัมต่อไร่ ณ ระดับราคาข้าวหอม 12 บาท/กิโลกรัม และราคาปุ๋ยเท่ากับ 8.5 บาท/กิโลกรัม

2.10 อุปสงค์ของปัจจัยการผลิต

อุปสงค์ของปัจจัยการผลิต (Demand for inputs) สามารถพิจารณาได้จากเส้นมูลค่าผลิตผลเพิ่ม (VMP) ในระยะการผลิตที่ 2 โดยอาศัยใช้หลัก $VMP = P_X$ เมื่อราคาปัจจัยการผลิตเปลี่ยนแปลง ผู้ผลิตจะเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต X ไปตามเส้น VMP ซึ่งการเปลี่ยนแปลงราคาผลิตผลจะส่งผลให้เส้นอุปสงค์ของปัจจัยการผลิตเคลื่อนย้ายไปด้วย กล่าวได้ว่า อุปสงค์ของปัจจัยการผลิต คือ อุปสงค์สืบเนื่อง (Derived demand curve) เนื่องจากอุปสงค์ปัจจัยการผลิตจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ผลิตต้องการทำการผลิตแล้วพิจารณาการใช้ปริมาณการผลิตจากราคาผลิตผลรวมกับราคาปัจจัยการผลิตชนิดนั้น

จากภาพด้านล่าง ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมคือ OX_2 ซึ่งอยู่บนเส้นอุปสงค์ปัจจัยการผลิต (DE) ในระยะการผลิตที่ 2 หากผู้ผลิตใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน OX_1 จะทำให้ผู้ผลิตประสบภาวะขาดทุน เนื่องจากรายได้จากการผลิตน้อยกว่าค่าใช้จ่ายทั้งหมด โดยจะขาดทุนเฉลี่ยเท่ากับ CB หรืออีกนัยหนึ่ง ราคาปัจจัยการผลิต (P_{X1}) มากกว่ารายได้เฉลี่ย (AVP)



ภาพที่ 2.5 เส้นอุปสงค์ปัจจัยการผลิต

ตัวอย่างการคำนวณหาอุปสงค์ต่อปัจจัยการผลิต ต้องทราบฟังก์ชันการผลิต และ P_Y คือ

$$Y = 0.4X + 0.09X^2 - 0.003X^3$$

$$P_Y = 10 \text{ บาท/กก.}$$

ขั้นตอนแรก ให้หาฟังก์ชันอุปสงค์ต่อปัจจัยการผลิตเมื่อทราบ P_Y ซึ่งมีรูปแบบทั่วไป คือ $X = f(P_X)$ โดยเริ่มจากสมการ $VMP = P_X$ ดังนี้

$$VMP = P_X$$

$$P_Y * MPP = P_X$$

$$P_Y * \frac{dY}{dX} = P_X$$

$$10(0.4 + 0.18X - 0.009X^2) = P_X$$

$$4 + 1.8X - 0.09X^2 = P_X$$

$$-0.09X^2 + 1.8X + (4 - P_X) = 0$$

แล้วหาความสัมพันธ์ $X = f(P_X)$ ด้วย Quadratic formula คือ $X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ จากสมการข้างต้น แทนค่า $a = -0.09$, $b = 1.8$ และ $c = (4 - P_X)$ จะได้

$$X = \frac{-1.8 \pm \sqrt{1.8^2 - 4(-0.09)(4 - P_X)}}{2(-0.09)}$$

$$X = \frac{-1.8}{-0.18} \pm \frac{\sqrt{1.8^2 + 1.44 - 0.36P_X}}{-0.18}$$

สมการอุปสงค์ปัจจัยการผลิต เมื่อราคารวมผลิตเท่ากับ 10 บาท/กก. คือ

$$X = 10 + \frac{\sqrt{4.68 - 0.36P_X}}{0.18}$$

โดย $0 \leq P_X \leq AVP$ ที่ AVP สูงสุด

ขั้นตอนต่อมาให้หาจุดเริ่มต้นของเส้นอุปสงค์ต่อปัจจัยการผลิต ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของระยะการผลิตที่ 2 นั่นคือ จุดที่ AVP มีค่าสูงสุด (จุดที่ $VMP = AVP$) จึงสามารถหาระดับราคา P_X ที่ AVP สูงสุด ได้โดยวิธีการอนุพันธ์

$$AVP = APP * P_Y$$

$$AVP = \frac{0.4X + 0.09X^2 - 0.003X^3}{X} \times 10$$

$$\begin{aligned}
 AVP &= (0.4 + 0.09X - 0.003X^2) \times 10 \\
 AVP &= 4 + 0.9X - 0.03X^2 \\
 \frac{dAVP}{dX} &= 0.9 - 0.06X = 0 \\
 \therefore X &= \frac{0.9}{0.06} = 15
 \end{aligned}$$

จากนั้นแทนค่า $X = 15$ ในสมการ AVP

$$\begin{aligned}
 AVP_{max} = P_x &= 4 + 0.9X - 0.03X^2 \\
 P_x &= 4 + 0.9(15) - 0.03(15)^2 \\
 P_x &= 4 + 13.5 - 6.75 \\
 \therefore P_x &= 10.75
 \end{aligned}$$

ระดับราคา P_x ที่สูงที่สุดเท่ากับ 10.75 และต่ำที่สุดคือ 0 จึงสามารถสรุปได้ว่า สมการอุปสงค์ปัจจัยการผลิต $Y = 0.4X + 0.09X^2 - 0.003X^3$ เมื่อกำหนดให้ $P_y = 10$ คือเส้น VMP ที่มีราคาปัจจัยการผลิตตั้งแต่ 10.75 ไปจนกระทั่งราคาปัจจัยการผลิตเท่ากับ 0 ซึ่งมีสมการดังนี้

$$X = f(x) = 10 + \frac{\sqrt{4.68 - 0.36P_x}}{0.18}, 0 \leq P_x \leq 10.75$$

2.11 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ทำไมระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดจึงใช้ไประยะการผลิตที่ 1
2. สมมติให้การผลิตค่น้ำใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 เป็นปัจจัยผันแปร โดยฟังก์ชันการผลิตคือ

$$Y = 3X + 0.02X^2 - 0.01X^3$$

ให้ Y = ผลผลิตผัดค่น้ำ (กก.)

X = จำนวนปุ๋ยสูตร 16-16-16 ที่ใช้ (กก.)

และกำหนดให้ $P_x=20$ และ $P_y=12$ บาท/กก. ตามลำดับ

จงหา

- a) ผลิตผลเพิ่ม (MPP) และผลิตผลเฉลี่ย (APP) ณ การใช้ปุ๋ย 10 กก.
- b) ความยืดหยุ่นในการผลิต ณ การใช้ปุ๋ย 10 กก.
- c) หากเกษตรกรใส่ปุ๋ย 10 กก. มีประสิทธิภาพทางกายภาพหรือไม่ เพราะเหตุใด
- d) ช่วงปริมาณการใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพทางกายภาพ
- e) ปริมาณการใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุด
- f) สมการอุปสงค์ของปัจจัยการผลิต (Input demand function)

บทที่ 3 ต้นทุน รายได้ และกำไรการผลิต

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต้นทุนการผลิต และความสัมพันธ์ระหว่างผลิตผลกับต้นทุนการผลิต โดยพิจารณาระดับผลิตผลที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุดในระยะสั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการผลิต ต้นทุนการผลิตก็เปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน รวมถึงการตัดสินใจขยายการผลิตในแต่ละระดับ หรือการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิตก็ต้องคำนึงถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นควบคู่กับรายได้และกำไรที่คาดว่าจะได้รับด้วยเช่นกัน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันการผลิตและฟังก์ชันต้นทุนการผลิต จะช่วยให้ทราบถึงระดับการผลิตที่เหมาะสมได้

3.1 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการผลิตที่รวมการจัดการและการดำเนินงานในกระบวนการผลิต ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการใช้ปัจจัยการผลิตและบริการต่าง ๆ ในการผลิต แบ่งออกเป็น

ต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Total Cost of Production: TC) คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ในการผลิตระยะสั้นต้นทุนการผลิตทั้งหมดจะแบ่งออกเป็นต้นทุนผันแปร (Variable cost) และต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (Total Variable Cost: TVC) คือ ค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะเกิดขึ้นก็เมื่อเริ่มดำเนินการผลิต เช่น ค่าเตรียมแปลง ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างแรงงาน เป็นต้น หากไม่ได้ดำเนินการผลิต จะไม่มีต้นทุนส่วนนี้เกิดขึ้น โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เหล่านี้ที่เกิดขึ้นทั้งหมด เรียกว่า ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (Total variable cost)

ต้นทุนคงที่ทั้งหมด (Total Fixed Cost: TFC) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นและไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิต ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแม้ไม่มีการดำเนินการผลิตก็ตาม เช่น ค่าภาษีที่ดิน ค่าเสื่อมเครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้มีทั้งที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด

ดังนั้น ความสัมพันธ์ของต้นทุนทั้ง 3 ประเภทสามารถเขียนในรูปสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$TC = TVC + TFC$$

กรณีที่มิปัจจัยผันแปร 1 ชนิด สามารถเขียนต้นทุนผันแปรทั้งหมดในรูปของปัจจัยผันแปรได้ดังนี้

$$TC = Px \cdot X + TFC$$

ทั้งนี้ การแบ่งประเภทของต้นทุนระยะการผลิตได้ 4 ประเภท คือ

- 1) ระยะสั้นมาก กรณีนี้เกษตรกรไม่สามารถปรับเปลี่ยนปัจจัยการผลิตได้ในช่วงระยะเวลานั้น ๆ เช่น 1 เดือน ต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมดถือเป็นต้นทุนคงที่
- 2) ระยะสั้น เมื่อเกษตรกรมีระยะเวลามากขึ้น เช่น 1 ปี เกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรบางชนิดได้ เช่น ปริมาณการใส่ปุ๋ย ซึ่งต้นทุนที่เกิดขึ้นถือเป็นต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่

3) ระยะยาว เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยเกษตรกรมีเวลาปรับเปลี่ยนปัจจัยการผลิตทุกชนิด ทำให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นในระยะนี้เป็นต้นทุนผันแปรทั้งหมด

4) ระยะยาวมาก เป็นกรณีที่เกษตรกรมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิต

นอกจากนี้ เราสามารถพิจารณาต้นทุนที่เกิดขึ้นในรูปแบบของต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยผลิตผล (Average cost) และต้นทุนเพิ่ม (Marginal cost) โดยต้นทุนทั้งนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพิจารณาประสิทธิภาพการผลิตและความสัมพันธ์ระหว่างผลิตผลกับต้นทุนการผลิต และการหาระดับผลิตผลที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดในระยะสั้น

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันต้นทุนการผลิตกับฟังก์ชันการผลิต

ฟังก์ชันต้นทุนการผลิต เกิดจากการรวมกันของฟังก์ชันต้นทุนผันแปร และฟังก์ชันต้นทุนคงที่เข้าด้วยกันเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ทางกายภาพระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต ดังตัวอย่าง กรณีการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิด

$$\text{สมการต้นทุนการผลิต : } TC = P_x * X + TFC$$

$$\text{สมการการผลิต : } Y = f(x)$$

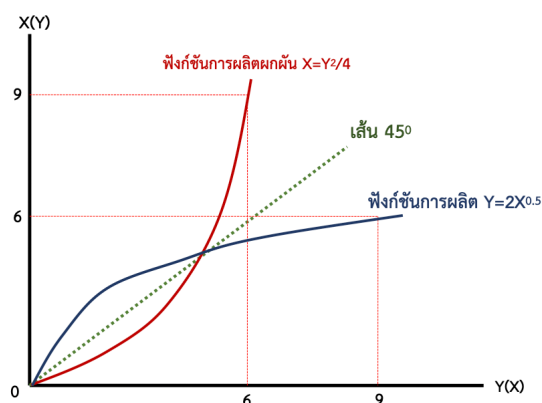
$$\text{สมมติให้ฟังก์ชันการผลิตมีความสัมพันธ์แบบ Cobb-Douglas : } Y = AX^b$$

$$X = (Y/A)^{\frac{1}{b}} = (Y)^{\frac{1}{b}}(A)^{-\frac{1}{b}}$$

ดังนั้น

$$TC = P_x * (Y)^{\frac{1}{b}}(A)^{-\frac{1}{b}} + TFC$$

จะเห็นว่าฟังก์ชันต้นทุนการผลิตสามารถหาได้จากฟังก์ชันการผลิตแต่ไม่ได้หมายความว่า ฟังก์ชันการผลิตทุกชนิดสามารถนำมาหาฟังก์ชันการผลิตผกผันได้ เช่น ฟังก์ชันการผลิตแบบกำลังสาม ไม่สามารถหาฟังก์ชันการผลิตผกผันโดยสูตรทางพีชคณิตอย่างง่ายได้ แต่รูปร่างของเส้นฟังก์ชันการผลิตผกผันและต้นทุนการผลิตทั้งหมดสามารถแสดงให้เห็นได้ เป็นการแสดงความเหมือนในทางกลับ (Inverse correspondence) เหมือนกับการส่องกระจกเงา (Mirror image) ดังภาพ 3.1



ภาพที่ 3.1 ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas และฟังก์ชันการผลิตแบบผกผัน

ความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันการผลิตกับต้นทุนการผลิตสามารถอธิบายตามระยะการผลิตได้เช่นเดียวกัน เนื่องจาก

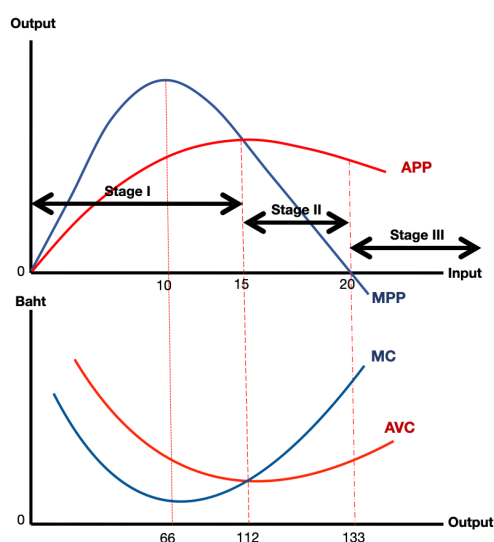
$$AVC = \frac{TVC}{Y} = \frac{P_X * X}{Y}$$

$$\therefore AVC = \frac{P_X}{APP}$$

$$MC = \frac{dTVC}{dY} = \frac{P_X * dX}{dY}$$

$$\therefore MC = \frac{P_X}{MPP}$$

ดังนั้น ระยะการผลิตที่ 1 เมื่อ APP มีค่าเพิ่มขึ้นและน้อยกว่าค่า MPP ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย (AVC) จะมีค่าลดลง โดยระยะนี้ต้นทุนส่วนเพิ่ม (MC) ลดลงจนถึงจุดต่ำสุด ซึ่งเป็นจุดที่ MPP มีค่าสูงสุด หลังจากนั้นจะเข้าสู่ระยะที่สอง MC เพิ่มขึ้น ขณะที่ MPP จะลดลง จนไปตัดกับเส้น AVC และ APP อันเป็นจุดสิ้นสุดในระยะที่ 2 (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง APP MPP กับ AVC และ MC

3.3 การประมาณฟังก์ชันต้นทุนการผลิต

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับต้นทุนการผลิตคือ $TC = f(Y)$ หรือ $C = f(Y)$

เราสามารถประมาณฟังก์ชันต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่งโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและต้นทุนการผลิตโดยตรงว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะใด เช่น

$$C = a + bY$$

$$C = aY^b$$

$$C = a + bY + cY^2$$

$$C = a + bY + cY^2 + dY^3$$

เช่น กำหนดฟังก์ชันต้นทุนเป็นดังนี้

$$TC = 50 + 6Y - 0.4Y^2 + .02Y^3$$

จากสมการข้างต้นฟังก์ชันต้นทุนเฉลี่ย และต้นทุนส่วนเพิ่มได้ คือ

$$AVC = 6 - 0.4Y + 0.02Y^2$$

$$MC = 6 - 0.8Y + 0.06Y^2$$

สามารถหาระดับผลผลิต (Y) ณ จุดที่ AVC ต่ำที่สุด โดยหาค่าความลาดชันของ AVC แล้วเซท 0 จากนั้นแก้สมการหาค่า Y เช่น

$$\frac{dAVC}{dY} = -0.4 + 0.04Y = 0$$

$$\therefore Y = 0.4/0.04 = 10$$

แทนค่า Y = 10 ในสมการ AVC และ MC

$$AVC = 6 - 0.4(10) + 0.02(10)^2 = 4$$

$$MC = 6 - 0.8(10) + 0.06(10)^2 = 4$$

ดังนั้น $AVC = MC$ ที่ AVC ต่ำสุด

นอกจากนี้ ยังสามารถหาจุดคุ้มทุนทั้งหมดได้จากสมการ

$$TR = TC$$

$$Y * P_Y = TVC + TFC$$

$$Y * P_Y - TVC = TFC$$

$$Y * P_Y - Y * AVC = TFC$$

$$Y = \frac{TFC}{P_Y - AVC}$$

3.4 การคำนวณระดับผลผลิตที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด

ระดับผลผลิตที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด สามารถคำนวณด้วยหลักที่ว่าด้วยผลประโยชน์เพิ่มเท่ากัน คือ รายได้เพิ่ม (MR) เท่ากับต้นทุนเพิ่มขึ้น (MC)

$$MR = MC$$

รายได้จากการขายผลิตผล คือ

$$TR = P_Y * Y$$

กำไรที่ได้รับ เกิดจากรายได้ทั้งหมดลบด้วยต้นทุนทั้งหมด

$$\pi = TR - TC$$

โดยจุดที่กำไรมากที่สุดคือ จุดที่ส่วนต่างของรายรับกับต้นทุนมากที่สุด นั่นคือจุดที่ความชันของ TR เท่ากับความชันของ TC

$$\frac{d\pi}{dY} = \frac{dTR}{dY} - \frac{dTC}{dY} = 0$$

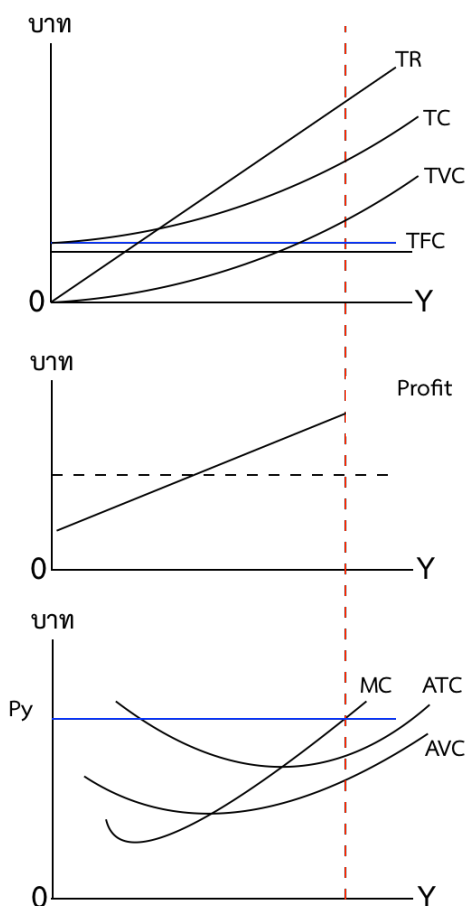
นั่นคือ

$$MR = MC$$

ภายใต้ข้อสมมติของตลาดแข่งขันสมบูรณ์ ราคาผลผลิตจะคงที่ ดังนั้น

$$\frac{dTR}{dY} = MR = P_Y$$

$$\therefore P_Y = MR = MC$$



ภาพที่ 2.3 รายได้ ต้นทุนการผลิต และระดับผลผลิตที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด

3.5 การเปรียบเทียบหลักการคำนวณระดับการใช้ปัจจัยการผลิตและระดับผลผลิตที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด

เราสามารถหาคำไรสูงสุดได้ 2 วิธี คือ

- 1) หาระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำให้ได้ร้บกำไรสูงสุด

$$VMP = MFC = P_x$$

$$P_Y * MPP = P_x$$

$$P_Y * \frac{\Delta Y}{\Delta X} = P_x$$

$$P_Y * \Delta Y = P_x * \Delta X$$

- 2) หาระดับผลผลิตที่ทำให้ได้ร้บกำไรสูงสุดจาก

$$MR = MC$$

$$P_Y = MC$$

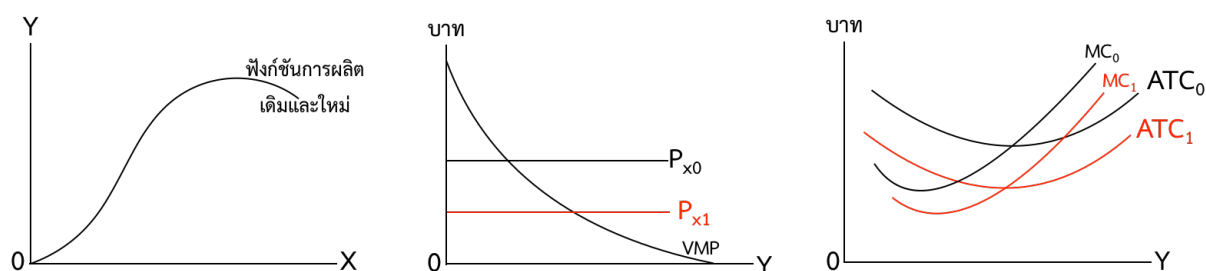
$$MC = \frac{P_x}{MPP} = P_x * \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

$$P_Y * \Delta Y = P_x * \Delta X$$

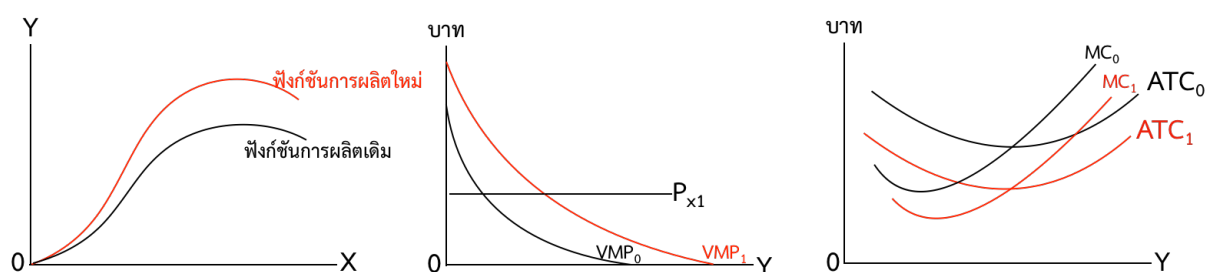
3.6 ผลกระทบของเทคโนโลยีที่มีต่อการผลิต

การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีจะส่งผลกระทบต่อการผลิต 2 กรณี คือ

- 1) กรณีฟังก์ชันการผลิตไม่เปลี่ยนแปลง แต่ต้นทุนการผลิตลดลง (A cost reducing technology)



- 2) กรณีฟังก์ชันการผลิตเปลี่ยน



บทที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิต

ในทางปฏิบัติการผลิตทางการเกษตรนั้น เกษตรกรจะใช้ปัจจัยผันแปรมากกว่า 1 ชนิดเป็นปกติ และจะพยายามลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำสุดโดยใช้ปัจจัยที่มีราคาถูกแทนปัจจัยที่มีราคาแพงไปเรื่อย ๆ จนเกิดสัดส่วนการใช้ปัจจัยที่เกิดต้นทุนต่ำที่สุด (Least cost combination) ได้ในที่สุด

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผันแปรสองชนิดกับผลิตผล

กำหนดให้ฟังก์ชันการผลิต คือ

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

โดยที่ Y = จำนวนผลิตผล

X_1 และ X_2 = จำนวนปัจจัยผันแปร

$X_3, \dots, X_n$ = จำนวนปัจจัยคงที่

ตัวอย่าง

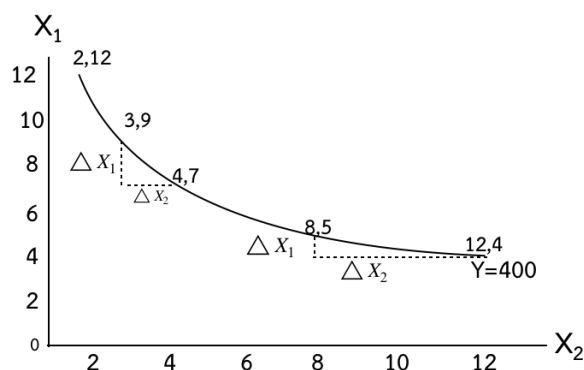
ลูกมานิตยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน ได้ผลผลิตข้าวโพดหวานเท่ากันที่ 400 กก./ไร่ มีดังนี้

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Y) (กก./ไร่)	ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (X ₁) (กก./ไร่)	ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (X ₂) (กก./ไร่)	ΔX_1	ΔX_2	MRS_{21} $\Delta X_1 / \Delta X_2$
400	12	2	-	-	-
400	9	3	-3	1	-3.00
400	7	4	-2	1	-2.00
400	6	5	-1	1	-1.00
400	5	8	-1	3	-0.33
400	4	12	-1	4	-0.25

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้ปัจจัยผันแปร 2 ชนิดร่วมกันในอัตราที่ต่างกัน แต่ได้รับผลผลิตเท่ากัน แสดงว่าปุ๋ยสองชนิดนี้สามารถใช้แทนกันได้ หากลากเส้นเชื่อมจุดที่มีผลผลิตเท่ากัน เราจะเรียกเส้นนี้ว่า เส้นผลิตผลเท่า (Isoquant or isoproduct line) ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.2 การทดแทนกันของปัจจัยการผลิต

เส้นผลิตผลเท่าคือ “เส้นที่แสดงจำนวนผลิตผลที่เท่ากันจากการใช้ปัจจัยผันแปร 2 ชนิดร่วมกัน โดยปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ถูกกำหนดให้คงที่”



ภาพที่ 4.1 เส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquant line)

เส้นผลิตผลเท่าโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นเส้นที่โค้งเว้าเข้าหาจุดกำเนิด (ภาพที่ 11) ค่าความลาดชันของเส้นผลิตผลเท่ากันจะมีค่าเป็นลบ แสดงว่าปัจจัยทั้งสองชนิดมีการใช้ทดแทนกัน หรืออีกนัยหนึ่ง ณ ปริมาณผลผลิตคงที่ระดับหนึ่ง ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 จะถูกใช้ร่วมกันในอัตราที่แตกต่างกัน โดยผลผลิตยังคงเท่าเดิม เรียกว่า “อัตราการทดแทนเพิ่ม (Marginal rate of substitution: MRS)” หรือ “อัตราการทดแทนเพิ่มของปัจจัยการผลิต (Marginal rate of input substitution: MRIS)”

Marginal rate of substitution of X_2 for X_1

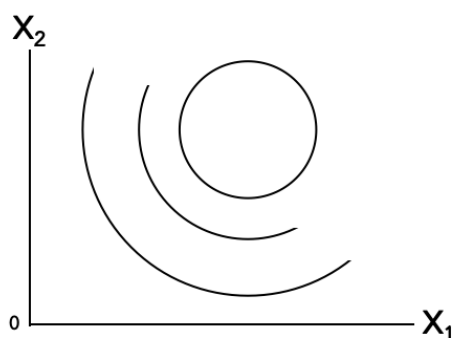
$$MRS_{X_2 X_1} = \frac{\Delta X_1}{\Delta X_2} = \frac{1}{MRS_{X_1 X_2}}$$

Marginal rate of substitution of X_1 for X_2

$$MRS_{X_1 X_2} = \frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \frac{1}{MRS_{X_2 X_1}}$$

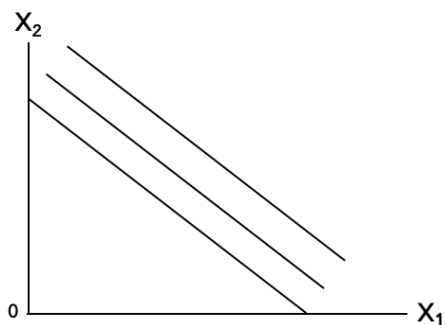
4.3 ลักษณะของเส้นผลิตผลเท่ากัน

เส้นผลิตผลเท่ากันมีหลายรูปแบบ ได้แก่



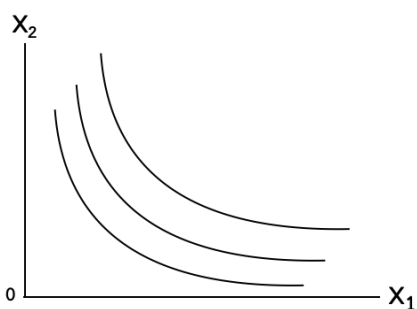
อัตราการทดแทนกันระหว่างปัจจัยการผลิต 2 ชนิด ณ ระดับผลิตผลต่าง ๆ ในลักษณะที่เป็นวงแหวน เกิดขึ้นเมื่อมีการใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไปจนทำให้ผลผลิตรวมลดลง เส้นจะมีลักษณะโค้งเว้าเข้าหาจุดกำเนิดโดยจุดบนและจุดล่างจะเข้าใกล้แกน X_1 และ X_2

ภาพที่ 4.2ก เส้นผลผลิตเท่ากันแบบวงแหวน



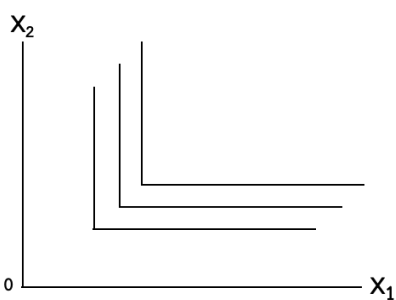
ภาพที่ 4.2ข การทดแทนกันโดยสมบูรณ์

ภาพ 4.2ข อัตราการทดแทนกันระหว่างปัจจัยการผลิต 2 ชนิดในลักษณะคงที่ แสดงถึงปัจจัยทั้งสองชนิดทดแทนกันได้อย่างสมบูรณ์ (Perfect substitution)



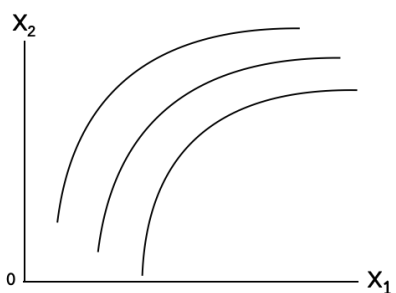
ภาพที่ 4.2ค เส้นผลผลิตเท่ากันที่โค้งเว้าเข้าหาจุดกำเนิด

ภาพ 4.2ค แสดงถึงอัตราการทดแทนกันระหว่างปัจจัยการผลิต 2 ชนิดในลักษณะลดน้อยถอยลง ซึ่งเป็นการทดแทนกันไม่สมบูรณ์ (Imperfect substitution) เส้นจะมีลักษณะโค้งเว้าเข้าหาจุดกำเนิด โดยจุดบนและจุดล่างจะเข้าใกล้แกน X_1 และ X_2 ซึ่งการใช้ปัจจัยทั้งสองชนิดจะเป็นไปตามกฎว่าด้วยผลตอบแทนลดน้อยถอยลง



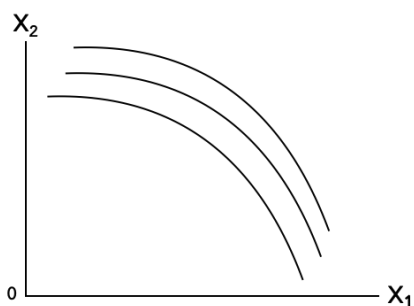
ภาพที่ 4.2ง เส้นผลผลิตเท่ากันที่เป็นมุมฉาก

ภาพที่ 4.2ง เมื่อปัจจัยการผลิต 2 ชนิดต้องใช้ร่วมกัน เช่น เมื่อเพิ่มรถไถอีกหนึ่งคัน ก็ต้องเพิ่มคนขับรถอีก 2 คน ฯลฯ แสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งสองประกอบกันโดยสมบูรณ์ (Perfect complement)



ภาพที่ 4.2จ เมื่อเพิ่มปัจจัยการผลิตเพียงชนิดเดียว ผลผลิตจะลดลง ต้องเพิ่มปัจจัยการผลิตอีกชนิดหนึ่งเข้าไปด้วย ผลผลิตจึงจะยังคงเดิม

ภาพที่ 4.2จ เส้นผลผลิตเท่ากันที่มีความลาดชันเป็นบวก



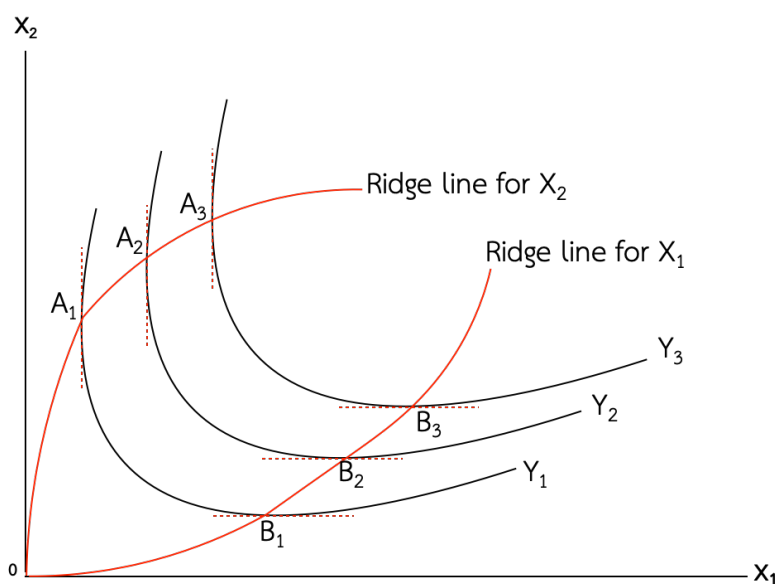
ภาพที่ 4.2ฉ แสดงถึงอัตราการทดแทนกันระหว่างปัจจัยการผลิต 2 ชนิดในลักษณะเพิ่มขึ้น การใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิดร่วมกันจะทำให้ผลิตภาพของการใช้ปัจจัยการผลิตลดลง

ภาพที่ 4.2ฉ เส้นผลผลิตเท่ากันที่โค้งออกจากจุดกำเนิด

ภาพที่ 4.2 ลักษณะเส้นผลผลิตเท่ากันแบบต่าง ๆ

4.3.1 เส้นขอบเขตการทดแทนกันและเส้น Isocline

เส้นขอบเขตการทดแทนกันหรือเส้น Ridge line เกิดจากการเชื่อมจุดต่าง ๆ บนเส้นผลิตผลเท่ากันที่มีความลาดชันเท่ากับ 0 ณ ระดับการผลิตต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับต่ำสุดของผลิตผลจนถึงระดับสูงสุดของผลิตผล โดยกำหนดให้ปัจจัยการผลิตอีกชนิดหนึ่งคงที่ กล่าวได้ว่าเส้น Ridge line จะแสดงเขตแดนของการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด ณ จุดที่เมื่อมีการใช้ปัจจัยการผลิตใดปัจจัยหนึ่งในขณะที่การใช้ปัจจัยอีกชนิดหนึ่งคงที่แล้ว ทำให้ได้รับผลผลิตสูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด



ภาพที่ 3.3 เส้นขอบเขตของการทดแทนกัน (Ridge line)

เส้นผลิตผลเท่าที่อยู่ระหว่าง Ridge lines ทั้งสอง คือ ขอบเขตของการผลิตเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic region of production) ภายในเส้น Ridge line จะอยู่ในระยะการผลิตที่ 2 การผลิตนอกเส้น

Ridge line จะอยู่ในระยะการผลิตที่ 3 ซึ่งมีปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตที่มากเกินไป โดย Ridges lines จะพบกัน ณ ตำแหน่งที่ผลิตสูงสุด ส่วนเส้น Isocline คือเส้นที่ลากเชื่อมจุดต่าง ๆ บนเส้นผลิตผลเท่าที่ีความลาดชัน (MRS) เท่ากัน เส้น Isocline จึงมีได้หลายเส้น

4.3.2 เส้นต้นทุนเท่า (Isocost or Iso-outlay)

เมื่อเกษตรกรมีงบประมาณอยู่จำนวนหนึ่งและนำมาใช้ซื้อปัจจัยการผลิต 2 ชนิดคือ X_1 และ X_2 สัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 สามารถคำนวณต้นทุนได้ดังสมการ

$$C^0 = P_{X_1} * X_1 + P_{X_2} * X_2$$

โดยที่

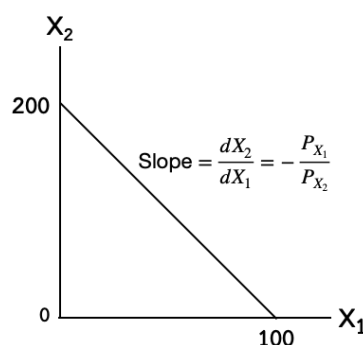
C^0 = งบประมาณหรือต้นทุนที่มีจำนวนจำกัด

P_{X_1} = ราคาปัจจัยการผลิต X_1

P_{X_2} = ราคาปัจจัยการผลิต X_2

สมมติให้ปัจจัยการผลิต X_1 ราคา 20 บาท/กก. และปัจจัยการผลิต X_2 ราคา 10 บาท/กก. ภายใต้งบประมาณ 2,000 บาท สามารถคำนวณสัดส่วนการซื้อปัจจัยได้ดังตารางตัวอย่างการใช้ปัจจัยการผลิตภายใต้งบประมาณคงที่เท่ากับ 2,000 บาท

สูตรผสม	จำนวน X_1 (กก.)	จำนวน X_2 (กก.)	ต้นทุนทั้งหมด (บาท)
1	100	0	2000
2	75	50	2000
3	50	100	2000
4	25	150	2000
5	0	200	2000



ภาพที่ 4.4 เส้นต้นทุนเท่ากัน

หมายเหตุ : ราคาปัจจัย $X_1 = 20$ บาท/กก. ราคาปัจจัย $X_2 = 10$ บาท/กก.

เมื่อราคาปัจจัยการผลิตมีค่าคงที่ ต้นทุนทั้งหมดที่เปลี่ยนไปจะมีค่าเท่ากับ

$$dC^0 = P_{X_1} * X_1 + P_{X_2} * X_2$$

เนื่องจากต้นทุนมีค่าคงที่ $dC^0 = 0$

$$\text{ดังนั้น } 0 = P_{X_1} * X_1 + P_{X_2} * X_2$$

จึงสามารถหาค่าความชันได้ คือ $\frac{dX_2}{dX_1} = -\frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$

เส้นที่แสดงส่วนผสมของการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิดในการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่ง โดยทุก ๆ จุดบนเส้นต้นทุนเท่าๆ จะเสียค่าใช้จ่ายที่เท่ากันตลอดทั้งเส้น เรียกว่า เส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost หรือ Iso-outlay)

4.4 การวิเคราะห์ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนต่ำสุด

จากความสัมพันธ์แบบ Input-input relationship เราสามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาส่วนผสมของการใช้ปัจจัยการผลิตที่ก่อให้เกิดต้นทุนต่ำสุด (Least cost combination) ได้โดยพิจารณาจากอัตราส่วนของการทดแทนกันของปัจจัยการผลิตเท่ากับอัตราส่วนกลับของราคาปัจจัยการผลิต

ความชันของเส้นผลผลิตเท่ากัน = ความชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน

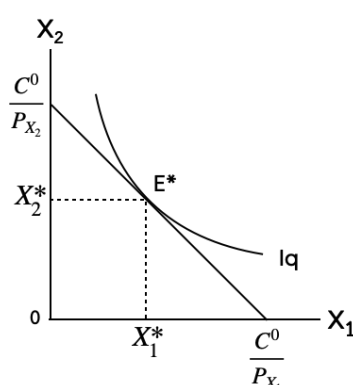
$$MRS_{12} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

เงื่อนไขการใช้ปัจจัยที่เสียต้นทุนต่ำที่สุด คือ

$$MRS_{12} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

$$\frac{dX_2}{dX_1} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

$$\frac{MPP_{X_1}}{MPP_{X_2}} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$



ภาพที่ 4.5 เส้นต้นทุนเท่ากันเท่ากับเส้นผลผลิตเท่ากัน

ตัวอย่าง กำหนดให้ผลผลิตข้าวโพดเท่ากันที่ 400 กก./ไร่ โดยมีอัตราการใส่ปุ๋ย X_1 และ X_2 ดังตารางที่ 4 โดยราคาปัจจัยผันแปร X_1 เท่ากับ 5 บาท/กก. ราคาปัจจัยผันแปร X_2 เท่ากับ 10 บาท/กก. สามารถคำนวณต้นทุนได้ดังตาราง

ตัวอย่างการวิเคราะห์ส่วนผสมของการใช้ปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนต่ำสุด

ผลผลิต ข้าวโพด (Y)	X_1 (กก./ไร่)	X_2 (กก./ไร่)	$\Delta X_1 / \Delta X_2$	ค่าปุ๋ย		ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (บาท/ไร่)
				$P_{X1} \times X_1$	$P_{X2} \times X_2$	
400	12	2	-	60	20	80
400	9	3	-3	45	30	75
400	7	4	-2	35	40	75
400	6	5	-1	30	50	80
400	5	8	-0.33	25	80	105
400	4	12	-0.25	20	120	140

การวิเคราะห์หาส่วนผสมของการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด เราใช้หลัก Equi-marginal principle (โดยสมมติให้ตลาดปัจจัยการผลิตและตลาดผลิตผลเป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์) คือ มูลค่าของผลผลิตส่วนเพิ่ม เท่ากับราคาปัจจัยการผลิตของชนิดหนึ่งหน่วย

$$VMP_X = P_X$$

จะได้ว่า เงื่อนไขการหาระดับปัจจัยการผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดสำหรับปัจจัย X_1 คือ

$$VMP_{X_2} = P_{X_2} \quad \dots (1)$$

และ เงื่อนไขการหาระดับปัจจัยการผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดสำหรับปัจจัย X_2 คือ

$$VMP_{X_1} = P_{X_1} \quad \dots (2)$$

นำสมการที่ (1) มาหารด้วยสมการที่ (2)

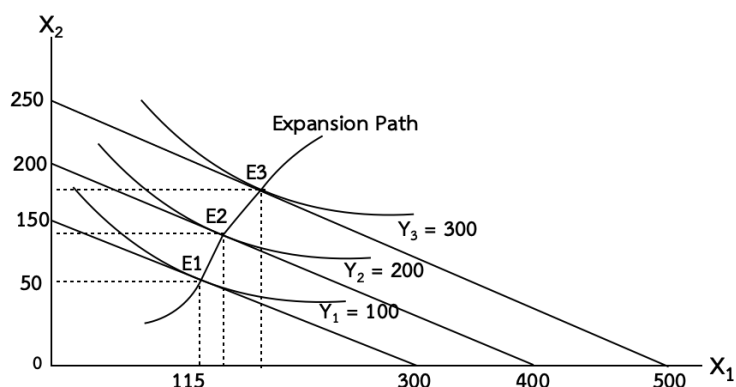
$$\frac{VMP_{X_1}}{VMP_{X_2}} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

สรุปได้ว่า ณ ระดับผลิตผลที่กำหนดให้คงที่ระดับหนึ่ง การใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ร่วมกัน เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด และเสียต้นทุนน้อยที่สุดคือจุดที่ อัตราส่วนของการทดแทนกันเท่ากับอัตราส่วนกลับของราคา

$$MRS_{12} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

4.5 เส้นไอโซโคลนและเส้นขยายการผลิต (Isocline and Expansion Path)

เส้นไอโซโคลน (Isocline) คือ เส้นที่เชื่อมต่อกับจุดต่าง ๆ บนเส้นผลิตผลเท่ากันที่มีค่าความชันเท่ากัน (เส้นริตจ์ก็คือเส้นไอโซโคลนเช่นเดียวกัน แต่เส้นริตจ์เชื่อมต่อกับจุดที่ค่า Marginal product เท่ากับ 0 บนเส้นผลิตผลเท่ากัน) ดังนั้น เส้นไอโซโคลน ที่เชื่อมจุดต่าง ๆ บนเส้นผลิตผลเท่ากันที่มีค่าความชันเท่ากัน ณ จุดต้นทุนต่ำสุด ณ ระดับผลิตผลต่าง ๆ เรียกว่า เส้นขยายการผลิต (Expansion path) (Scale line หรือ Least cost combination: LCC)



ภาพที่ 4.6 เส้นขยายขนาดการผลิต

สมการการผลิตของเส้นขยายขนาดการผลิต สามารถคำนวณได้โดยการคำนวณหาค่า

$$\frac{VMP_{X_1}}{VMP_{X_2}} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}} \text{ (กรณีที่เอา } X_2 \text{ ไปแทนค่า } X_1)$$

ตัวอย่างฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas

$$Y = aX_1^{0.5}X_2^{0.5}$$

$$MPP_{X_1} = \frac{dY}{dX_1} = 0.5aX_1^{-0.5}X_2^{0.5}$$

$$MPP_{X_2} = \frac{dY}{dX_2} = 0.5aX_1^{0.5}X_2^{-0.5}$$

$$MRS_{X_2X_1} = \frac{MPP_{X_2}}{MPP_{X_1}} = \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}}$$

$$MRS_{X_2X_1} = \frac{0.5aX_1^{0.5}X_2^{-0.5}}{0.5aX_1^{-0.5}X_2^{0.5}} = \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}}$$

$$MRS_{X_2X_1} = \frac{X_1}{X_2} = \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}} = k$$

4.6 เส้นขยายขนาดการผลิตกับกำไรสูงสุด

ภายใต้เงื่อนไขของ Equi-marginal principle ที่กล่าวว่า

$$VMP_{X_i} = P_{X_i}$$

หากมีปัจจัยการผลิต 2 ชนิด จะได้

$$VMP_{X_1} = P_{X_1} \text{ และ } VMP_{X_2} = P_{X_2}$$

ดังนั้น

$$\frac{VMP_{X_1}}{P_{X_1}} = \frac{VMP_{X_2}}{P_{X_2}} = 1$$

ถ้าเกษตรกรมีเงินทุนจำกัด การใช้ปัจจัยการผลิตจะอยู่ ณ จุดที่

$$\frac{VMP_{X_1}}{P_{X_1}} = \frac{VMP_{X_2}}{P_{X_2}} = k$$

กรณี $0 < k < 1$ จะเป็นช่วงที่ การผลิตอยู่ในระยะที่ 2 และ $k < 0$ แสดงว่า การผลิตอยู่ในระยะที่ 3

กรณีที่ $k = 0$ $\frac{VMP_{X_1}}{P_{X_1}} = \frac{VMP_{X_2}}{P_{X_2}} = 0$ จะเป็นจุดที่ผลผลิตมีค่าสูงสุด (จุดที่ Ridge line พบกัน)

ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้

$$Y = X_1^{1/5}X_2^{3/5} \quad \dots (1)$$

ให้ $P_{X_1} = 3$ บาท/กก. $P_{X_2} = 1$ บาท/กก. $P_y = 10$ บาท/กก. และระดับการผลิต $Y_0 = 144$ กก./ไร่

สามารถหาระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนน้อยที่สุด ได้ดังนี้

$$MRS_{X_2X_1} = \frac{MPP_{X_2}}{MPP_{X_1}}$$

$$MRS_{X_2X_1} = \frac{\frac{\partial Y}{\partial X_2}}{\frac{\partial Y}{\partial X_1}}$$

$$MRS_{X_2X_1} = \frac{\frac{3}{5}X_2^{-\frac{2}{5}}X_1^{\frac{1}{5}}}{\frac{1}{5}X_1^{-\frac{4}{5}}X_2^{\frac{3}{5}}}$$

$$MRS_{X_2X_1} = \frac{3X_1}{X_2} = \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}}$$

$$X_2 = 9X_1 \quad \dots(2)$$

แทนค่า X_2 ลงในสมการ (1) เพื่อหาค่า X_1 , X_2 ต้นทุน และกำไร

$$Y = X_1^{1/5}(9X_1)^{3/5}$$

$$Y = 9^{3/5}X_1^{4/5} \quad \dots(3)$$

จากที่กำหนดให้ $Y^0 = 144$

$$\text{ดังนั้น } 144 = 9^{3/5}X_1^{4/5}$$

$$X_1^{4/5} = \frac{144}{3.737} = 38.53$$

$$X_1 = 96 \text{ Kg.}$$

แทนค่า X_1 ในสมการ (2) จะได้

$$X_2 = 9(96) = 864 \text{ Kg.}$$

เมื่อคำนวณต้นทุนจาก $P_{x1} = 3$ บาท/กก. $P_{x2} = 1$ บาท/กก. $P_y = 10$ บาท/กก. ณ $Y=144$

ต้นทุนจะเท่ากับ $96 * 3 + 864 * 1 = 1,152$ บาท

$$\text{กำไร} = 144 * 10 - 1,152 = 288 \text{ บาท}$$

นอกจากนี้ เราสามารถหาจากสมการกำไรได้เช่นเดียวกัน

$$\pi = P_y \times Y - \{(X_1 \times P_{X_1}) - (X_2 \times P_{X_2}) - TFC\}$$

$$\pi = 10Y - 3X_1 - X_2 - TFC \quad \dots(4)$$

จากสมการที่ 2 $X_2 = 9X_1$ แทนค่า X_2 ในสมการที่ 4 จะได้

$$\pi = 10Y - 12X_1 - TFC \quad \dots(5)$$

จากสมการที่ 3 แทนค่า Y ในสมการกำไร (สมการที่ 5)

$$\pi = (10)9^{3/5}X_1^{4/5} - 12X_1 - TFC$$

จุดที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุด คือ จุดที่ค่าความลาดชันของฟังก์ชันกำไร เท่ากับ ศูนย์ ($\frac{\partial \pi}{\partial X_1} = 0$)

$$\frac{\partial \pi}{\partial X_1} = \frac{\frac{4}{5}(10)9^{\frac{3}{5}}}{X_1^{\frac{1}{5}}} - 12 = 0$$

$$\frac{(8)9^{\frac{3}{5}}}{X_1^{\frac{1}{5}}} - 12 = 0$$

$$\frac{8 * 3.737}{X_1^{\frac{1}{5}}} = 12$$

$$X_1^{\frac{1}{5}} = \frac{29.897}{12}$$

$$X_1 = 2.491^5 = 96$$

$$X_2 = 9 * 96 = 864$$

แทนค่า X_1 และ X_2 ลงในสมการ Y จะได้

$$Y = 96^{\frac{1}{5}} * (864^{\frac{3}{5}}) = 144$$

4.7 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. กำหนดฟังก์ชันการผลิต คือ

$$Y = 0.5X_1 + X_2$$

จงคำนวณหา Marginal rate of substitution of X_1 for X_2 (MRS_{12}) และหาค่าของ Y ตามสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิตที่กำหนดให้ดังตาราง พร้อมวาดกราฟเส้นผลผลิตเท่ากัน

X_1	X_2	ΔX_1	ΔX_2	MRS_{12}	Y
2	4				
3	3.5				
4	3				
5	2.5				
6	2				
7	1.5				
8	1				

2. กำหนดฟังก์ชันการผลิตเป็นดังนี้

$$Y = 16X_2 - X_1^2 + 18X_1 - X_1^2$$

จงคำนวณหา Marginal rate of substitution of X_1 for X_2 (MRS_{12}) และหาค่าของ Y ตามสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิตที่กำหนดให้ดังตาราง พร้อมวาดกราฟเส้นผลผลิตเท่ากัน

X_1	X_2	ΔX_1	ΔX_2	MRS_{12}	Y
2	7.0				
3	4.3				
4	3.0				
5	2.2				
6	1.6				
7	1.2				
8	1.0				

3. กำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตเป็นดังนี้

$$Y = 20X_1^{0.5}X_2^{0.5}$$

เมื่อ Y คือปริมาณผลผลิตทั้งหมดจากการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 และ X_1 คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ 1 และ X_2 คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ 2 โดยกำหนดให้ ราคาของ X_1 เท่ากับ 100 บาทต่อกก. และ ราคาของ X_2 เท่ากับ 1,000 บาทต่อกก. จงหา

- ก. อัตราส่วนการทดแทนกันของปัจจัยการผลิต (Marginal rate of input substitution)

- ข. ค่าความชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน
- ค. เงื่อนไขในการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนต่ำที่สุด
- ง. ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำให้เสียต้นทุนต่ำสุดโดยวิธี Calculus ณ $Y=160$ หน่วย

4. กำหนดฟังก์ชันการผลิต คือ

$$Y = X_1^{\frac{1}{5}} X_2^{\frac{3}{5}}$$

หากกำหนดให้ $P_{x1} = 3$, $P_{x2} = 1$ และ $P_y = 10$ จงหา

- ก. อัตราส่วนการทดแทนกันของปัจจัยการผลิต (Marginal rate of input substitution)
- ข. ค่าความชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน
- ค. เงื่อนไขในการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนต่ำที่สุด
- ง. ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนต่ำสุด ณ $Y=144$ หน่วย
- จ. พิสูจน์ว่า ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตดังกล่าวก่อให้เกิดกำไรสูงสุดด้วยหรือไม่ หากได้กำไรสูงสุด ได้กำไรสูงสุดเท่าไร

5. กำหนดฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas คือ $Y = 8X_1^{3/4} X_2^{1/4}$

ให้ $P_{x1} = 9$, $P_{x2} = 7$ ให้ฟังก์ชันเส้นขยายขนาดการผลิต (Expansion path function) ที่ทำให้ส่วนผสมของ X_1 และ X_2 เสียต้นทุนน้อยที่สุด

6. สมการแบบ Quadratic function

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

ให้ $P_{x1}=12$ $P_{x2}=5$ ให้หาส่วนผสมของ X_1 และ X_2 ที่เสียต้นทุนน้อยที่สุด (Expansion Path function)

บทที่ 5 การผลิตผลิตผลมากกว่า 1 ชนิด

ในบทนี้จะพิจารณาการผลิตผลิตผล 2 ชนิดร่วมกัน โดยใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนหนึ่ง เพื่อให้ได้รับกำไรสูงสุด ภายใต้ตลาดแข่งขันสมบูรณ์ของปัจจัยการผลิตและผลิตผล

5.1 เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต

เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (Production possibilities curve: PPC) บางครั้งเราก็เรียกว่า เส้นการเปลี่ยนแปลงรูปผลผลิต (Production transformation curve) หรือ เส้นการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากัน (iso-resource) เป็นเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตผลกับผลิตผล (Product – product relationship) โดยการผลิตผลิตผลร่วมกันนั้นจะเห็นถึงอัตราส่วนต่าง ๆ โดยใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่จำกัดจำนวนหนึ่ง

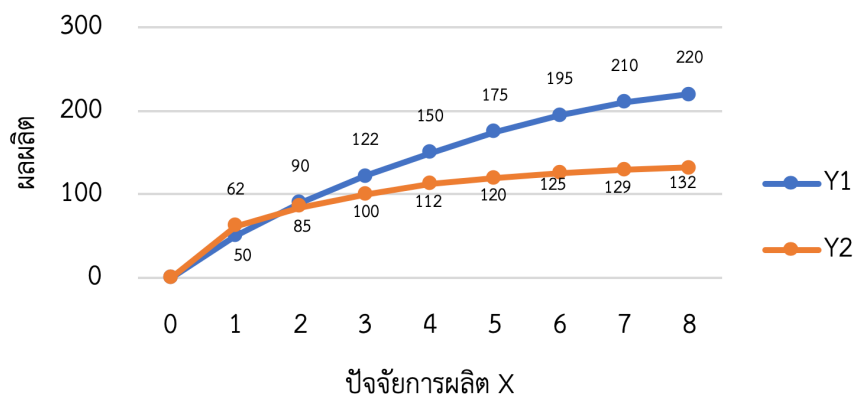
การผลิตผลิตผลสองชนิดจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด (ปัจจัย X) สามารถแสดงได้ในหลายรูปแบบ ดังตาราง ที่ 5.1 ภาพ 5.1 และ 5.2 และสามารถแสดงในรูปแบบฟังก์ชันได้ ดังนี้

$$X^* = g(Y_1, Y_2)$$

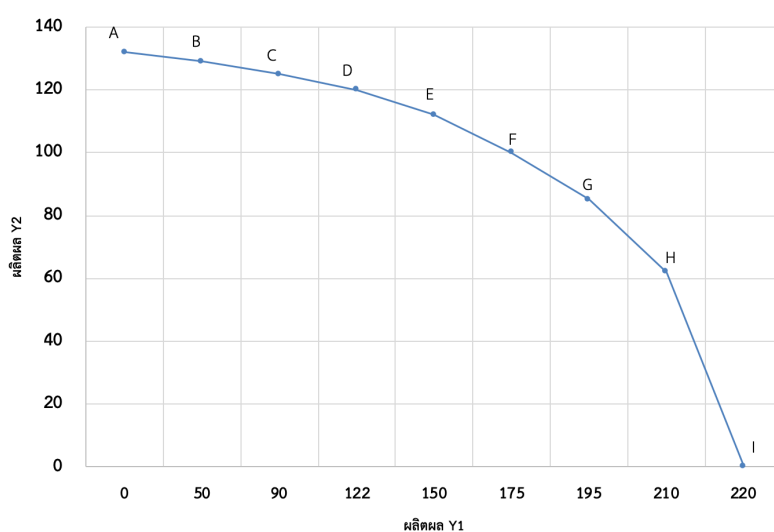
เมื่อ Y_1 และ Y_2 คือ ผลิตผลชนิดที่ 1 และ 2 และ X คือ ปัจจัยการผลิตผันแปรที่มีอยู่อย่างจำกัด ณ X^*

ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ของการใช้ปัจจัยการผลิต X เพื่อผลิตผลิตผล 2 ชนิด

X	Y_1	$\Delta Y_1 / \Delta X$	X	Y_2	$\Delta Y_2 / \Delta X$	จุดที่ผลิตร่วมกัน
8	220		0	0		A
7	210	-10	1	62	62	B
6	195	-15	2	85	23	C
5	175	-20	3	100	15	D
4	150	-25	4	112	12	E
3	122	-28	5	120	8	F
2	90	-32	6	125	5	G
1	50	-40	7	129	4	H
0	0	-50	8	132	3	I



ภาพที่ 5.1 ฟังก์ชันการผลิตของ Y1 และ Y2 จากการใช้ปัจจัยการผลิต X

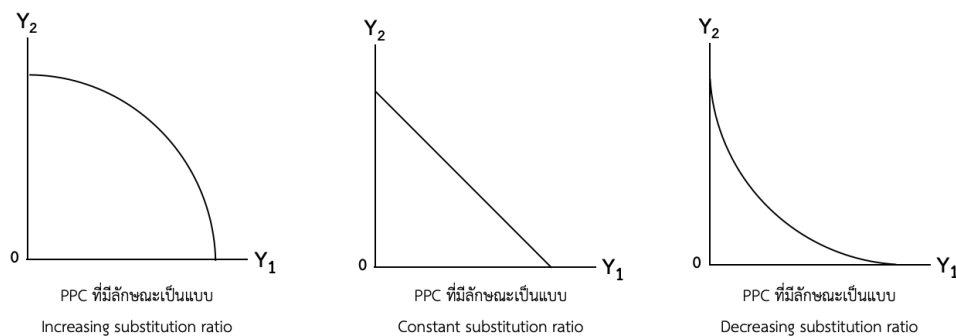


ภาพที่ 5.2 เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต

5.2 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างผลิตผลกับผลิตผล

ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตผลกับผลิตผลภายในฟาร์มโดยทั่วไปจะมี 4 ลักษณะ คือ การผลิตแบบแข่งขัน (Competitive enterprise) การผลิตแบบสนับสนุน (Complementary enterprise) การผลิตแบบเสริมกัน (Supplementary enterprise) และผลพลอยได้ (Joint products) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การผลิตแบบแข่งขัน (Competitive enterprise) โดยความสัมพันธ์ระหว่างผลิตผลสองชนิดนี้เมื่อพิจารณาลักษณะเส้น PPC จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามอัตราทดแทนกันของผลิตผลสองชนิด ได้แก่ 1) Increasing substitution ratio 2) Constant substitution ratio และ 3) Decreasing substitution ratio ซึ่งกรณีของ Decreasing substitution ratio มักเป็นกรณีที่เกษตรกรมีปัจจัยการผลิตน้อย ฟังก์ชันการผลิตอยู่ในระยะ increasing return แม้ว่าเกษตรกรจะผลิตอย่างไรก็ไม่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุด

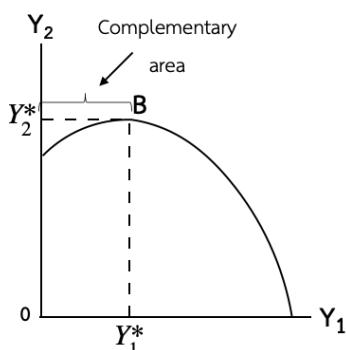


ภาพที่ 5.3 ลักษณะเส้น PPC ตามอัตราการทดแทนการผลิต 2 ชนิด

2. การผลิตแบบสนับสนุนกัน (Complementary enterprise)

การผลิตแบบสนับสนุนกัน มีรูปแบบการผลิตที่หลากหลาย เช่น การผลิตแบบ Relay cropping ซึ่งเป็นการผลิตแบบรับช่วงการปลูกหอมและพริก การปลูกผักชีกับเผือก หรือการผลิตแบบแซมเป็นแถว (Row intercropping) เช่น ข้าวไร้กับยางพาราช่วง 3 ปีแรก หรืออาจจะเป็นการปลูกถั่วร่วมกับข้าวโพด เป็นต้น

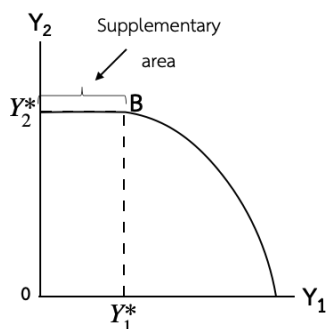
จากภาพ 5.4 Y_1 สนับสนุน Y_2 ถึง จุด B หรืออีกนัยหนึ่ง หากต้องการผลิต Y_2 ให้มากที่สุด จะต้องผลิต Y_1 เท่ากับ Y_1^* แต่หากเพิ่มการผลิต Y_1 มากกว่านี้จะกลายเป็นว่าผลิตผลทั้งสองแข่งขันกัน



ภาพที่ 5.4 การผลิตที่สนับสนุนกัน

3. การผลิตแบบเสริมกัน (Supplementary enterprise)

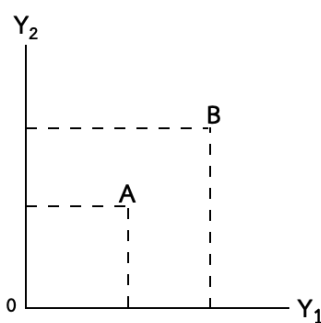
จากภาพ 5.5 แสดงการผลิตแบบเสริมกัน โดย Y_1 เสริม Y_2 กรณีนี้การผลิตพืชชนิดหนึ่งจะไม่มีผลทำให้ต้องลดอีกชนิดลง แต่เกษตรกรจะต้องมีปัจจัยเพียงพอ เช่น มีแรงงานพอที่จะผลิตพืชหรือสัตว์ เพื่อเป็นการเสริมในการผลิตอื่น ๆ เช่น เลี้ยงไก่ ได้มูลไก่ใส่ผัก หรือปลูกข้าวโพด ได้ข้าวโพดมาเลี้ยงสัตว์ โดยช่วงที่เสริมกันคือ Y_2^* B แต่หากผลิต Y_1 มากขึ้น จะทำให้เกิดการแข่งขันกัน



ภาพที่ 5.5 การผลิตที่เสริมกัน

4. Joint products

การผลิตแบบ Joint products เป็นลักษณะการผลิตที่ได้ผลพลอยได้จากการผลิต ซึ่งจะมีความอัตราส่วนคงที่ เช่น ผลิตข้าว ได้เมล็ดข้าวกับฟางข้าว การผลิตเลี้ยงแกะ ได้เนื้อ แกะกับขนแกะ การผลิตฝ้าย ได้ปุ๋ยฝ้ายและเมล็ดฝ้าย การผลิตสุกร จะได้สุกรและมูลสุกร



ภาพที่ 5.6 การผลิตแบบ Joint products

5.3 ความสัมพันธ์ทั่วไประหว่างเส้นความเป็นไปได้ในการผลิตฟังก์ชันการผลิต

ลักษณะฟังก์ชันการผลิตผลผลิตสองชนิด โดยพิจารณาจากปัจจัยการผลิตขั้นต้นที่มีอยู่อย่างจำกัด ณ $\bar{X}$ สามารถเขียนฟังก์ชันทั่วไปได้ดังนี้

$$\bar{X} = g(Y_1, Y_2)$$

Take the total differential on both sides จะได้

$$d\bar{X} = \frac{\partial g}{\partial Y_1} dY_1 + \frac{\partial g}{\partial Y_2} dY_2$$

จะได้ ค่าความลาดชันของเส้น PPC

$$\frac{dY_2}{dY_1} = -\frac{MPP_{X_{Y_2}}}{MPP_{X_{Y_1}}}$$

ซึ่งค่าความลาดชันของเส้น PPC หรือที่เรียกกันว่า อัตราการทดแทนเพิ่มของผลิตผล 2 ชนิด (Marginal Rate of Product Substitution: MRPS) คือการที่จำนวนผลิตผลชนิดหนึ่งเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (ลดลง) เมื่อผลิตผลอีกชนิดหนึ่งลดลง (เพิ่มขึ้น) 1 หน่วย โดยปัจจัยการผลิตอื่นที่ใช้มีจำนวนคงที่

$$MRPS_{Y_1Y_2} = \frac{dY_1}{dY_2} = -\frac{MPP_{X_{Y_2}}}{MPP_{X_{Y_1}}}$$

5.4 การผลิตผลิตผลสองชนิดร่วมกันเพื่อให้ได้รายได้มากที่สุด

วัตถุประสงค์หนึ่งของการผลิตคือ รายรับสูงสุด ซึ่งสามารถหาได้จากฟังก์ชันรายได้ คือ

$$TR = P_{Y_1}Y_1 + P_{Y_2}Y_2$$

$$P_{Y_1} * Y_1 = TR - P_{Y_2} * Y_2$$

$$Y_1 = \frac{TR}{P_{Y_1}} - \frac{P_{Y_2}}{P_{Y_1}} * Y_2 \dots (1)$$

เมื่อกำหนดให้ค่า TR P_{Y_1} และ P_{Y_2} คงที่ ดังนั้นสมการ (1) จึงเป็นสมการเส้นตรง โดยค่า $\frac{TR}{P_{Y_1}}$ เป็นค่าคงที่ ซึ่งค่า $-\frac{P_{Y_2}}{P_{Y_1}}$ เป็นค่าความชันของเส้นรายได้

เมื่อแทนค่า Y_2 ลงในสมการ แล้วนำไป Plot graph จะได้เส้นรายได้เท่ากัน (Iso-revenue line หรือ Equal revenue line)

$$\frac{dY_2}{dY_1} = -\frac{P_{Y_1}}{P_{Y_2}}$$

เราสามารถหาระดับการผลิตที่ก่อให้เกิดรายได้สูงสุดได้อีกทางหนึ่งโดยใช้หลัก อัตราส่วนการทดแทนของผลิตผลเท่ากับอัตราส่วนกลับของราคา ซึ่งเป็นเงื่อนไขการเลือกส่วนสมระหว่างผลิตผลสองชนิด เพื่อให้กำไรสูงสุด

$$MRPS_{Y_1Y_2} = \frac{P_{Y_1}}{P_{Y_2}}$$

หรือ

$$MRPS_{Y_1Y_2} = \frac{MPP_{X_{Y_2}}}{MPP_{X_{Y_1}}} = \frac{P_{Y_1}}{P_{Y_2}}$$

นั่นคือ รายได้ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการผลิต Y_1 แทน Y_2 จะต้องเท่ากับรายได้ที่ลดลงเนื่องจากการลดการผลิต Y_2 ดังนั้น

$$P_{Y_1} * MPP_{X_{Y_1}} = P_{Y_2} * MPP_{X_{Y_2}}$$

$$VMP_{X_{Y_1}} = VMP_{X_{Y_2}}$$

รายได้สูงสุดจะเกิดเมื่อมูลค่าผลิตผลส่วนเพิ่มของการผลิตผลิตผลทั้งสองชนิดเท่ากัน

โดยการวิเคราะห์ที่กล่าวมาอยู่ภายใต้ข้อสมมติว่า การใช้ปัจจัยการผลิตอยู่ในระยะการผลิตที่ 2

ถ้าจำนวนปัจจัยการผลิตมีไม่มากพอ ปัจจัยการผลิตจะถูกนำไปใช้ในบางกิจการเท่านั้น

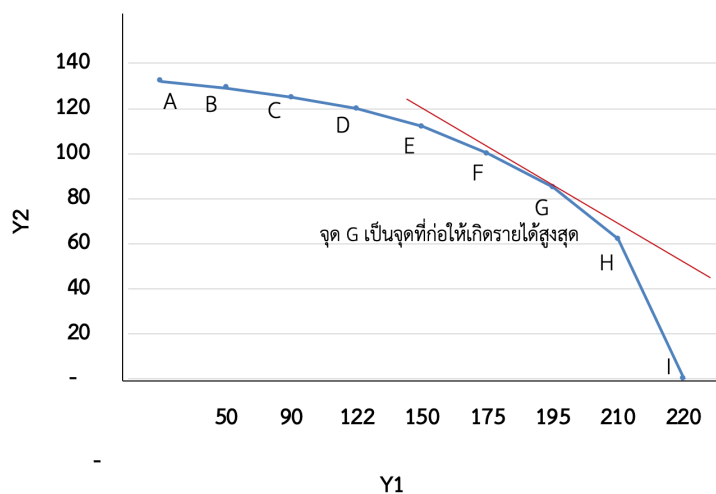
ทั้งนี้ การผลิตผลิตผลมากกว่า 2 ชนิด ยังคงใช้หลักที่ว่าด้วยผลประโยชน์เพิ่มเท่ากัน จุดที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุด คือ

$$\frac{VMP_{XY_1}}{P_X} = \frac{VMP_{XY_2}}{P_X} = \frac{VMP_{XY_3}}{P_X} = \dots$$

ดังตัวอย่างตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การทดแทนการของผลิตผลสองชนิดกับรายได้ที่รับจากการผลิต

ทางเลือก	ความเป็นไปได้ในการผลิต		รายได้จากการผลิต		รายรับ
	Y1	Y2	Py1*Y1	Py2*Y2	
A	-	132	-	1,320	1,320
B	50	129	600	1,290	1,890
C	90	125	1,080	1,250	2,330
D	122	120	1,464	1,200	2,664
E	150	112	1,800	1,120	2,920
F	175	100	2,100	1,000	3,100
G	195	85	2,340	850	3,190
H	210	62	2,520	620	3,140
I	220	-	2,640	-	2,640



ภาพที่ 5.7 เส้นความเป็นไปได้ในการผลิตและเส้นรายได้เท่ากัน

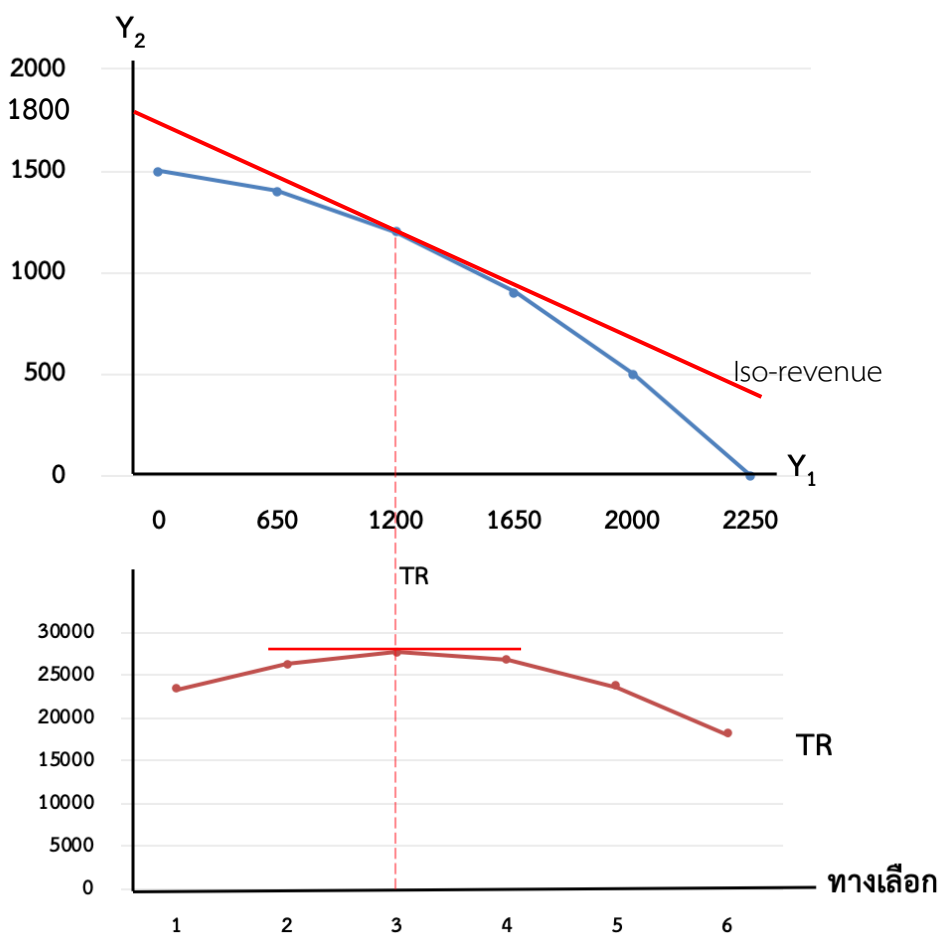
ตัวอย่าง: กำหนดให้ X คือ ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในการผลิตข้าวโพด (Y1) และถั่วเหลือง (Y2) ราคาข้าวโพดเท่ากับ 8 บาทต่อกก. ราคาถั่วเหลืองเท่ากับ 15 บาทต่อกก. และราคาปุ๋ยเท่ากับ 2,000 บาทต่อกระสอบ

ทางเลือก	X for Y ₁	Y ₁	X for Y ₂	Y ₂	MPP _{Y1}	MPP _{Y2}	MPRS _{Y1Y2}	P _{Y1} /P _{Y2}	TR
1	0	0	5	1,500	-	-	-	-	-

ทางเลือก	X for Y_1	Y_1	X for Y_2	Y_2	MPP_{Y_1}	MPP_{Y_2}	$MPRS_{Y_1Y_2}$	P_{Y_1}/P_{Y_2}	TR
2	1	650	4	1,400	650	-100	-0.15	0.53	26,200
3	2	1,200	3	1,200	550	-200	-0.36	0.53	27,600
4	3	1,650	2	900	450	-300	-0.67	0.53	26,700
5	4	2,000	1	500	350	-400	-1.14	0.53	23,500
6	5	2,250	0	0	250	-500	-2.00	0.53	18,000

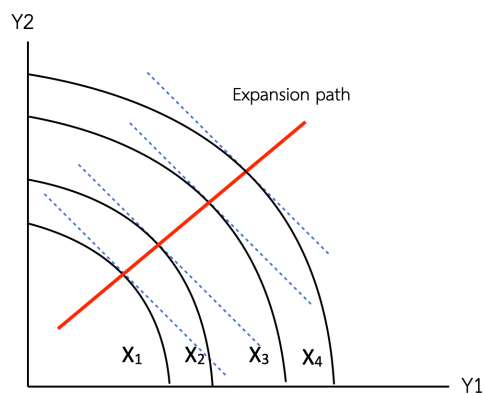
ต้นทุน = $2,000 \times 5 = 10,000$ บาท ดังนั้น ทางเลือกที่ 3 ซึ่งเป็นทางเลือกที่ให้รายได้สูงสุดที่สุทธินี้จะมีรายได้เหนือต้นทุนเท่ากับ $27,600 - 10,000 = 17,600$ บาท

ทั้งนี้ ราคาการผลิต Y_1 และ Y_2 เปลี่ยน จะทำให้เส้น Iso-revenue เปลี่ยนไปสัมผัสกับเส้น PPC ที่จุดใหม่ ซึ่งจุดที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุดจะขึ้นกับ slope ของเส้น และราคาเปรียบเทียบของผลิตผลสองชนิดที่เปลี่ยนไป



ภาพที่ 5.8 การผลิตผลิตผลสองชนิดร่วมกันและรายรับสูงสุด

5.5 เส้นขยายการผลิตเมื่อพิจารณาทางด้านผลผลิต



ภาพที่ 5.9 เส้น Expansion path

เส้นขยายการผลิตเมื่อพิจารณาทางด้านผลผลิต คือ เส้นที่ลากเชื่อมต่อจุดต่าง ๆ ที่ทำให้ได้รับรายได้รวมสูงสุดจากการผลิตผลผลิตสองชนิดร่วมกัน เมื่อปัจจัยการผลิตมีจำนวนคงที่แต่แตกต่างกัน โดยเงื่อนไขทั่วไปของ Output expansion path หากมีการใช้ปัจจัยผันแปร X เพื่อผลิตผลผลิต k ชนิด

$$VMP_{XY_1} = VMP_{XY_2} = VMP_{XY_k} = \theta$$

โดยที่ θ คือ ราคาเงา (Shadow price) ของปัจจัยการผลิต X

5.6 การวิเคราะห์การรวมกิจกรรม 2 ชนิดจากสมการกำไร

การวิเคราะห์การรวมกิจกรรม 2 ชนิด ภายใต้ข้อสมมติว่า การใช้ปัจจัยการผลิตอยู่ในระยะการผลิตที่ 2 ถ้าจำนวนปัจจัยการผลิตมีไม่มากพอ ปัจจัยการผลิตจะถูกนำไปใช้ในบางกิจการเท่านั้น ซึ่งเราสามารถวิเคราะห์ได้จากสมการกำไร

$$\pi = TR - TC$$

$$\pi = P_{Y_1} * Y_1 + P_{Y_2} * Y_2 - P_X * X - TFC \quad \dots(1)$$

ซึ่งฟังก์ชันการผลิตของ X คือ $X = f(Y_1, Y_2)$ เมื่อแทนค่าในสมการ (1) จะได้

$$\pi = P_{Y_1} * Y_1 + P_{Y_2} * Y_2 - P_X * f(Y_1, Y_2) - TFC$$

$$\frac{d\pi}{dY_1} = P_{Y_1} - P_X * f_1 = 0 \quad \dots(2)$$

$$\frac{d\pi}{dY_2} = P_{Y_2} - P_X * f_2 = 0 \quad \dots(3)$$

เมื่อ f_1 คือ $\frac{dX}{dY_1} = 1/MPP_{XY_1}$ และ f_2 คือ $\frac{dX}{dY_2} = 1/MPP_{XY_2}$

นำไปแทนค่าในสมการ (2) และ (3)

$$P_{Y_1} - P_X (1/MPP_{XY_1}) = 0$$

$$P_{Y_2} - P_X (1/MPP_{XY_2}) = 0$$

$$VMP_{XY_1} = VMP_{XY_2} = P_X$$

สรุปได้ว่า การรวมกิจการ 2 ชนิดเพื่อให้ได้รับกำไรสูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิต X ซึ่งมีอยู่จำกัดจะเกิดขึ้นเมื่อมูลค่าผลผลิตเพิ่มของทั้ง 2 กิจการมีค่าเท่ากัน

ตัวอย่าง : ลุงชาญมีที่ดิน 2 ไร่ ปลุกข้าวโพด (Y_1) จำนวน 1 ไร่ และปลูกข้าวฟ่าง (Y_2) จำนวน 1 ไร่ ลุงชาญมีปุ๋ยสูตรเสมอ 16-16-16 จำนวน 100 กก. ถ้าฟังก์ชันการผลิตของข้าวโพด และข้าวฟ่างเป็นดังนี้

$$Y_1 = 200 + 7.0X_1 - 0.03X_1^2 \quad \dots (1)$$

$$Y_2 = 150 + 2.5X_2 - 0.02X_2^2 \quad \dots (2)$$

สมมติให้ข้าวโพดและข้าวฟ่างราคา 3 บาท/กก. และ 2.5 บาท/กก. ตามลำดับ

จากหลักว่าด้วยผลประโยชน์เพิ่มเท่ากัน

$$VMP_{XY_1} = VMP_{XY_2}$$

$$P_{Y_1} * MPP_{Y_1} = P_{Y_2} * MPP_{Y_2} \quad \dots (3)$$

หา MPP_{Y_1} จากสมการที่ (1) และ MPP_{Y_2} จากสมการที่ (2) จะได้

$$MPP_{Y_1} = \frac{dY_1}{dX_1} = 7.0 - (0.03)(2)X_1$$

$$MPP_{Y_2} = \frac{dY_2}{dX_2} = 2.5 - (0.02)(2)X_2$$

แทนค่า $P_{Y_1}, P_{Y_2}, MPP_{Y_1}$ และ MPP_{Y_2} ในสมการที่ (3)

$$3(7.0 - 0.06X_1) = 2.5(2.5 - 0.04X_2)$$

$$21 - 0.18X_1 = 6.25 - 0.1X_2$$

$$0.18X_1 = 14.75 + 0.1X_2$$

ภายในเงื่อนไข $X_2 = 100 - X_1$

$$0.18X_1 = 14.75 + 0.1(100 - X_1)$$

$$X_1 = 88.39$$

$$X_2 = 11.61$$

นำ $X_1 = 88.39$ ไปแทนค่าในสมการ (1) จะได้ $Y_1 = 584.35$

นำ $X_2 = 11.61$ ไปแทนค่าในสมการ (2) จะได้ $Y_2 = 176.33$

ดังนั้น ลุงชาญมีรายได้ = $3 * 584.35 + 2.5 * 176.33 = 2,193.88$ บาท

ถ้าปุ๋ยมีราคากิโลกรัมละ 10 บาท ลุงชาญจะได้รับรายได้เหนือต้นทุนปุ๋ย = $2,193.88 - 1,000 = 1,193.88$ บาท

เมื่อนำค่า X_1 และ X_2 แทนค่าในสมการ (4) จะได้ค่า $VMP_{XY_1} = VMP_{XY_2} = 5.089$

5.7 การวิเคราะห์การรวมกิจการตามแนวตั้งจากฟังก์ชันการผลิต

การวิเคราะห์การรวมกิจการตามแนวตั้งจากฟังก์ชันการผลิตสามารถวิเคราะห์ได้ตามตัวอย่างดังนี้

เช่น นายโอทำเกษตรผสมผสาน ผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างและนำผลผลิตที่ได้ไปเลี้ยงสุกร ดังนั้น ข้าวโพดและข้าวฟ่างจึงเป็น Intermediate products และสุกร (Y_3) เป็น Final product

$$\text{ฟังก์ชันการผลิตข้าวโพด} \quad Y_1 = f(X_1 | X_2, X_3, \dots X_n) \quad \dots(1)$$

$$\text{ฟังก์ชันการผลิตข้าวฟ่าง} \quad Y_2 = f(X_1 | X_2, X_3, \dots X_n) \quad \dots(2)$$

$$\text{ฟังก์ชันการผลิตสุกร} \quad Y_3 = f(Y_1, Y_2 | X_2, X_3, \dots X_n) \quad \dots(3)$$

ขั้นที่ 1 หาจุดที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุดจากการใช้ปัจจัย X_1 ของ Intermediate products (Y_1 และ Y_2)

$$VMP_{XY_1} = VMP_{XY_2}$$

$$P_{Y_1} * MPP_{Y_1} = P_{Y_2} * MPP_{Y_2}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{MPP_{Y_1}}{MPP_{Y_2}} = \frac{P_{Y_2}}{P_{Y_1}} \quad \dots(4)$$

ขั้นที่ 2 Y_1 และ Y_2 ที่ได้รับจะถูกนำไปเป็นปัจจัยการผลิตเพื่อผลิต Y_3 โดยจุดตัดสินใจคือจุดที่

$$VMP_X = P_X$$

$$\text{ดังนั้น} \quad MPP_{Y_1Y_3} * P_{Y_3} = P_{Y_1} \quad \dots(5)$$

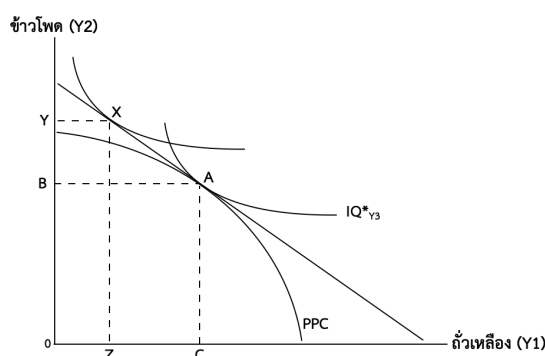
$$MPP_{Y_2Y_3} * P_{Y_3} = P_{Y_2} \quad \dots(6)$$

แทนค่า P_{Y_1} และ P_{Y_2} ในสมการ (4)

$$\frac{MPP_{X_1Y_1}}{MPP_{X_1Y_2}} = \frac{MPP_{Y_2Y_3} * P_{Y_3}}{MPP_{Y_1Y_3} * P_{Y_3}}$$

$$\frac{MPP_{X_1Y_1}}{MPP_{X_1Y_2}} = \frac{MPP_{Y_2Y_3}}{MPP_{Y_1Y_3}}$$

ดังนั้น การรวมกิจการตามแนวตั้งจะได้รับกำไรสูงสุดเมื่อ อัตราส่วนระหว่างผลิตผลเพิ่มของ Y_1 และ Y_2 ซึ่งเกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิต X เท่ากับอัตราส่วนระหว่างผลิตผลเพิ่มของ Y_3 ซึ่งเกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิต Y_1 และ Y_2



ภาพที่ 5.10 การรวมกิจการในแนวตั้ง โดยข้าวโพดและข้าวเหนียวเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นกลาง

5.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จากข้อมูลในตาราง ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่กำหนดให้ดังตาราง โดยปัจจัยการผลิตทั้งหมดมีเพียง 9 หน่วย การผลิต Y_1 และ Y_2 จะต้องแบ่งการใช้ปัจจัยการผลิต ให้วาดกราฟแสดงเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต ระหว่าง Y_1 และ Y_2 และคำนวณหาผลผลิตส่วนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิต X

X	Y_1	MPP_{XY1}	Y_2	MPP_{XY2}
0	0		0	
1	8		14	
2	15		26	
3	21		36	
4	26		44	
5	30		50	
6	33		54	
7	35		56	
8	36		57	
9	35		56	

2. กำหนดให้มีปัจจัย 1 ชนิด คือ ปุ๋ยไนโตรเจน (X) จำนวน 60 กก. ต้องการใช้ในการผลิตข้าวโพด (Y_1) และ ข้าวฟ่าง (Y_2) โดยมีฟังก์ชันการผลิตของข้าวโพด และข้าวฟ่างดังนี้

$$Y_1 = 65 + 1.1X - 0.01X^2$$

$$Y_2 = 68 + 2.5X - 0.02X^2$$

จากข้อมูลดังกล่าวจงหาผลผลิตส่วนเพิ่มของการใช้ปัจจัยการผลิต X เพื่อการผลิต Y_1 และ Y_2 และจงหาอัตราทดแทนกันของผลผลิต Y_1 และ Y_2 หรือ $MRPS_{Y1Y2}$ ณ ระดับปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต 10, 20, 30, 40 และ 50 หน่วย ในการผลิตข้าวโพด (Y_1) และข้าวฟ่าง (Y_2)

X for Y_1	Y_1	MPP_{XY1}	X for Y_2	Y_2	MPP_{XY2}	$MRPS_{Y1Y2}$
10			50			
20			40			
30			30			
40			20			
50			10			

3. กำหนดให้มีปัจจัย 1 ชนิด คือ ปุ๋ยไนโตรเจน (X) จำนวน 50 กก. ต้องการใช้ในการผลิตข้าวโพด (Y_1) และ ข้าวฟ่าง (Y_2) โดยมีฟังก์ชันการผลิตของข้าวโพด และข้าวฟ่างดังนี้

$$Y_1 = 4X$$

$$Y_2 = 10 + 2X - 0.0002X^2 - 0.001X^3$$

จากข้อมูลดังกล่าวจงหาผลผลิตส่วนเพิ่มของการใช้ปัจจัยการผลิต X เพื่อการผลิต Y_1 และ Y_2 และจงหาอัตราทดแทนกันของผลผลิต Y_1 และ Y_2 ($MRPS_{Y_1Y_2}$) ณ ระดับปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 หน่วย ในการผลิตข้าวโพด (Y_1) ข้าวฟ่าง (Y_2) และระบุลักษณะความสัมพันธ์ของผลผลิตในแต่ละระดับส่วนผสมของปัจจัยการผลิต (Competitive, Supplementary, Complementary, Joint)

X for Y_1	Y_1	MPP_{XY_1}	X for Y_2	Y_2	MPP_{XY_2}	$MRPS_{Y_1Y_2}$	ΔY_1	ΔY_2	$\Delta Y_1/\Delta Y_2$	Relation
5			45							
10			40							
15			35							
20			30							
25			25							
30			20							
35			15							
40			10							
45			5							

4. หากมีผลผลิต 2 ชนิด คือ Y_1 และ Y_2 กำหนดให้ราคาผลผลิต $Y_1 = 2$ บาทต่อหน่วย และราคาผลผลิต $Y_2 = 5$ บาทต่อหน่วย จากข้อมูลในตารางทางเลือกใดก่อให้เกิดรายได้สูงสุด และหากราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงเป็น ราคาผลผลิต $Y_1 = 2.5$ บาทต่อหน่วย และราคาผลผลิต $Y_2 = 3.75$ บาทต่อหน่วย ทางเลือกใดก่อให้เกิดรายได้สูงสุด

ทางเลือก	Y_1	Y_2	$MRPS_{Y_1Y_2}$	Old TR	New TR
1	0	7,500			
2	2,000	7,000			
3	4,000	6,350			
4	6,000	5,575			
5	8,000	4,550			
6	10,000	3,100			
7	12,000	0			

5. นายอ้อมมีที่ดิน 2 ไร่ ปลุกข้าวโพด (Y_1) จำนวน 1 ไร่ และปลูกข้าวฟ่าง (Y_2) จำนวน 1 ไร่ นายอ้อมมีปุ๋ยสูตร 15-15-15 อยู่ 100 กก. ถ้าฟังก์ชันการผลิตของข้าวโพด และข้าวฟ่างเป็นดังนี้

$$Y_1 = 200 + 7.0X_{Y1} - 0.03X_{Y1}^2 \quad \dots(1)$$

$$Y_2 = 150 + 2.5X_{Y2} - 0.02 X_{Y2}^2 \quad \dots(2)$$

เมื่อข้าวโพดและข้าวฟ่างราคา = 3 และ 2.5 บาทต่อกก.ตามลำดับ

อยากทราบว่า

- ก. ต้องใช้ปุ๋ยในการปลูกข้าวโพดและข้าวฟ่างอย่างไรก็โลกรัม
- ข. นายอ้อพมียรายได้เท่าไร หากกำหนดให้ปุ๋ยราคาก็โลกรัมละ 10 บาท
- ค. นายอ้อพมียรายได้เหนือต้นทุนปุ๋ยกี่บาท
- ง. มูลค่าของผลผลิตส่วนเพิ่มของการผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างคิดเป็นเงินกี่บาท

6. นายเจตน์สฤณีมีที่ดิน 2 ไร่ ปลูกข้าวโพด (Y_1) และปลูกถั่วเหลือง (Y_2) อย่างละ 1 ไร่ นายเจตน์สฤณีมีปุ๋ยสูตร 13-13-21 อยู่ 150 กก. ถ้าฟังก์ชันการผลิตของข้าวโพด และถั่วเหลืองเป็นดังนี้

$$Y_1 = 120 + 7.5X_{Y1} - 0.023XY_1^2 \quad \dots(1)$$

$$Y_2 = 100 + 4.5X_{Y2} - 0.04XY_2^2 \quad \dots(2)$$

เมื่อข้าวโพดและถั่วเหลืองเท่ากับ = 8.0 12.5 บาทต่อกิโลกรัม และปุ๋ย ราคา 11.2 บาทต่อกก.ตามลำดับ จงหาจำนวนการผลิตข้าวโพดและถั่วเหลืองที่เหมาะสม และรายได้เหนือต้นทุนปุ๋ยที่นายเจตน์สฤณีได้รับ

7. นายชัตเป็นเกษตรกรมีที่ดินปลูกข้าวโพด (Y_1) และถั่วเหลือง (Y_2) ชนิดละ 2 ไร่ นายชัต มีปุ๋ยสูตร 15-15-15 (X) อยู่ จำนวน 100 กิโลกรัม เพื่อใช้กับพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ ถ้ากำหนดฟังก์ชัน การผลิตของข้าวโพดและถั่วเหลือง เป็นดังนี้

$$Y_1 = 10 + 2X_{Y1} + X_{Y1}^2 \quad \dots(1)$$

$$Y_2 = 5 + 2X_{Y2} + 3X_{Y2}^2 \quad \dots(2)$$

โดยที่ X_{Y1} และ X_{Y2} คือ จำนวนปุ๋ยที่ใช้กับข้าวโพดและถั่วเหลืองตามลำดับ ถ้าหากราคาของข้าวโพด ถั่วเหลือง และราคาปุ๋ย คือ 8 บาท/กิโลกรัม 15 บาท/กิโลกรัม และ 25 บาท ตามลำดับ

1 จงหาปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดและถั่วเหลือง

2 คำนวณรายได้เหนือต้นทุนปุ๋ย

3 ถ้าเกษตรกรรายนี้ต้องการจะลดปริมาณการปลูกข้าวโพด แต่เพิ่มการปลูกถั่วเหลืองใน

ฤดูกาลปลูกต่อไป ท่านเห็นด้วยหรือไม่ เพราะอะไร

บทที่ 6 การจัดสรรปัจจัยการผลิตให้มีประสิทธิภาพภายใต้งบประมาณที่จำกัด

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวความคิดทางเศรษฐศาสตร์ที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างราคากับปริมาณสินค้า และการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาผลผลิตของเกษตรกร ในสภาวะสถิตและตลาดแข่งขันที่แท้จริง

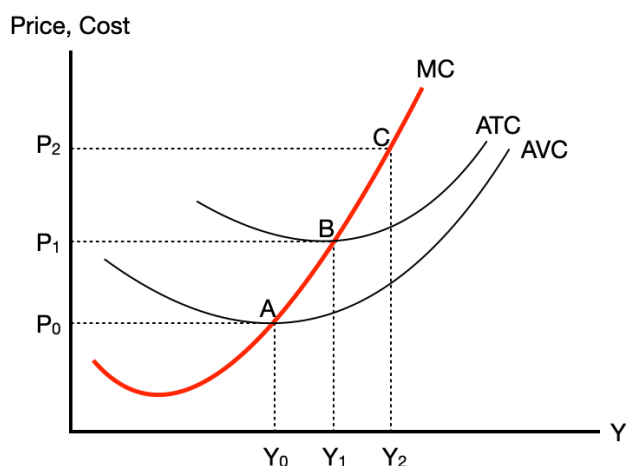
6.1 พื้นฐานทางทฤษฎีอุปทาน

อุปทาน หมายถึง ปริมาณสินค้าและบริการชนิดใดชนิดหนึ่งที่ผู้ผลิตเต็มใจ (Willingness) และมีความสามารถในการเสนอขาย (Ability to sell) ภายในระยะเวลาหนึ่ง ณ ระดับราคาต่าง ๆ กันของสินค้าและบริการนั้น โดยสมมติให้ปัจจัยอื่น ๆ ที่กำหนดอุปทานคงที่

กฎของอุปทาน (Law of supply) กล่าวว่า ปริมาณอุปทานของสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับราคาของสินค้าชนิดนั้น ภายใต้ข้อสมมติว่าปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่ออุปทานมีค่าคงที่

กล่าวคือ เมื่อราคาสินค้าสูงขึ้นปริมาณอุปทานจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้ผลิตมีความต้องการที่จะเสนอขายมากขึ้น อันเนื่องจากการณ่ว่าจะได้ผลตอบแทนสูงขึ้น ในทางกลับกัน เมื่อราคาสินค้าลดลงปริมาณอุปทานจะน้อยลง เนื่องจากการณ่ว่าผลตอบแทนที่ได้จะลดลง ดังนั้น ลักษณะของเส้นอุปทานปกติจึงเป็นเส้นที่มีลักษณะที่ลากเฉียงขึ้นจากซ้ายไปขวา

ในการตัดสินใจทำการผลิต ผู้ผลิตจะทำการตัดสินใจที่ ณ จุดที่ราคาอยู่เหนือต้นทุนผันแปรเฉลี่ยไป ตามเส้น MC นั่นคือ ช่วง AC นั่นเอง (ภาพที่ 6.1)



ภาพที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง MC และเส้นอุปทาน

6.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอุปทานของผลิตผลเกษตร

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของอุปทาน (Change in the quantity supply) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปริมาณของอุปทานอันเนื่องจากราคาสินค้าชนิดนั้นเปลี่ยนแปลงไป ขณะที่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ โดยการ

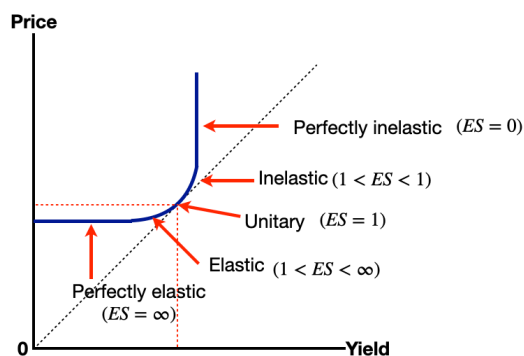
เปลี่ยนแปลงปริมาณของอุปทานจะทำให้ปริมาณการเสนอขายสินค้าและบริการนั้นเปลี่ยนแปลงไปบนเส้นอุปทานเส้นเดิม

การเปลี่ยนแปลงเส้นอุปทาน (Shifting in the entire supply curve) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงอุปทานอันเนื่องมาจากปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่ออุปทาน เช่น ต้นทุนการผลิต เทคโนโลยีการผลิตเปลี่ยนแปลง ขณะที่ราคาสินค้านั้นคงที่ ทำให้เส้นอุปทานเกิดการเคลื่อนย้ายไปจากเส้นเดิม (Shifting) โดยหากปัจจัยส่งผลให้อุปทานเพิ่มขึ้นเส้นอุปทานจะเลื่อนระดับไปด้านขวามือของเส้นเดิม และถ้าปัจจัยส่งผลให้อุปทานลดลง เส้นจะเลื่อนระดับไปทางซ้ายมือของเส้นเดิม

ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงเส้นอุปทาน (Supply shifters) ได้แก่

- 1) ราคาปัจจัยการผลิต
- 2) ผลกำไรจากพืชที่ปลูกทดแทนกัน
- 3) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
- 4) ราคาของ Joint product
- 5) ผลกระทบทางสถาบัน นโยบาย
- 6) ปัจจัยทางธรรมชาติ

6.3 ความยืดหยุ่นของอุปทาน



ภาพที่ 6.2 ความยืดหยุ่นของอุปทานลักษณะต่าง ๆ

6.4 ปัจจัยที่กำหนดความยืดหยุ่นของอุปทาน

โดยทั่วไป อุปทานผลิตผลเกษตรจะมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าอุปทานผลิตผลอุตสาหกรรม เนื่องจาก..

- 1) การผลิตสินค้าเกษตรเป็นการเพาะปลูกตามฤดูกาล ใช้เวลานานกว่าการผลิตสินค้าอุตสาหกรรม
- 2) การผลิตสินค้าเกษตรมีข้อจำกัดของพื้นที่ และขยายพื้นที่เพื่อเพิ่มการเพาะปลูกทำได้ยากกว่า
- 3) อัตราส่วนต้นทุนคงที่ต่อต้นทุนรวมค่อนข้างสูง แม้ราคาผลิตผลเกษตรจะต่ำ เกษตรกรก็ยังคงตัดสินใจทำการผลิตอยู่

- 4) การผลิตสินค้าเกษตรขึ้นอยู่กับปัจจัยทางธรรมชาติอย่างมาก จึงมีความอ่อนไหวต่อธรรมชาติสูง
- 5) เกษตรกรมักละเลยการคิดต้นทุนการผลิตทางการเกษตร ทำให้การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของราคามีน้อย
- 6) ผลผลิตทางเกษตรเน่าเสียง่าย ไม่ทนต่อการเก็บรักษา

6.5 เวลาและความยืดหยุ่นของอุปทาน

ในเรื่องเวลาและความยืดหยุ่นของอุปทานกล่าวได้ว่า...

- 1) ระยะเวลาในการผลิตสั้น จะมีความยืดหยุ่นของอุปทานสินค้าเกษตรสูงปรับเปลี่ยนการผลิตได้ง่าย
- 2) การผลิตที่ใช้ที่ดินน้อย จะมีความยืดหยุ่นของอุปทานสูง
- 3) สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้ในการผลิตน้อย จะมีความยืดหยุ่นของอุปทานสูง
- 4) พึ่งพิงอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนน้อย จะมีความยืดหยุ่นของอุปทานสูง
- 5) ผลผลิตเก็บรักษาได้นาน จะมีความยืดหยุ่นของอุปทานสูง

6.6 ฟังก์ชันอุปทาน

จากภาพที่ 6.1 เส้นอุปทาน คือ เส้น MC ที่อยู่เหนือจุด AVC ต่ำสุดขึ้นไป เราสามารถหาฟังก์ชันอุปทาน (Supply function) จากฟังก์ชันต้นทุน (Cost function) ได้ดังตัวอย่าง สมมติว่าฟังก์ชันต้นทุนการผลิตข้าว เป็นดังนี้

$$C = 100 + 6Y - 0.4Y^2 + 0.02Y^3$$

โดยที่ C = ต้นทุนทั้งหมด (บาท) และ Y = ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)

$$MC = \frac{dC}{dY} = 6 - 0.8Y + 0.06Y^2$$

$$AVC = \frac{TVC}{Y} = 6 - 0.4Y + 0.02Y^2$$

หาจุดต่ำสุดของ AVC

$$\frac{dAVC}{dY} = -0.4 + 0.04Y = 0$$

$$\therefore Y = 10$$

แทนค่า Y ในสมการ AVC;

$$AVC = 6 - 0.4(10) + 0.02(10)^2$$

$$AVC = 4$$

ผู้ผลิตจะทำการผลิตก็ต่อเมื่อได้รับราคาอย่างน้อย 4 บาท/กิโลกรัม

$$S = MC \quad \text{เมื่อ } P \geq 4$$

$$S = 6 - 0.8Y + 0.06Y^2 \quad \text{เมื่อ } P \geq 4$$

$$S = 0 \quad \text{เมื่อ } P < 4$$

หาฟังก์ชันอุปทาน

$$S = f(P_Y) \quad \text{เมื่อ } P \geq 4$$

$$6 - 0.8Y + 0.06Y^2 = P_Y \quad \text{เมื่อ } P \geq 4$$

$$0.06Y^2 - 0.8Y + 6 - P_Y = 0$$

เราสามารถหาค่า Y ได้จากสูตร $Y = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$Y = \frac{-0.8 \pm \sqrt{(-0.8)^2 - (4)(0.06)(6 - P_Y)}}{2(0.06)}$$

$$Y = 6.67 + \frac{\sqrt{0.24P_Y - 0.8}}{0.12}$$

จะได้ฟังก์ชันอุปทาน

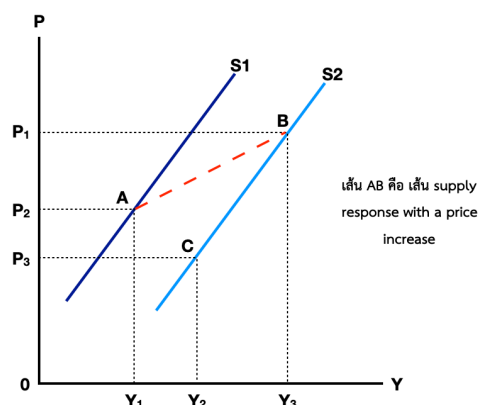
$$S = 6.67 + \frac{\sqrt{0.24P_Y - 0.8}}{0.12} \quad \text{เมื่อ } P \geq 4$$

$$S = 0 \quad \text{เมื่อ } P < 4$$

6.7 อุปทานตอบสนอง (Supply response relation)

เส้นอุปทานตอบสนอง (Supply response curve) แสดงถึง ความสัมพันธ์ของการตอบสนองของ ปริมาณผลิตผลที่จำหน่ายที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของราคา โดยปัจจัยอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย เราเรียกว่า เส้นการตอบสนองของอุปทาน (Supply response curve)

การตอบสนองนี้อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงบนเส้น อุปทานเดียวกัน (Movements along a supply curve) หรือเป็นการเคลื่อนย้ายข้ามไปยังเส้นอุปทานอีกเส้นหนึ่ง (shifts in supply) ก็ได้ ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า “เมื่อราคา ผลิตผลเปลี่ยนแปลงไป ปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นตัวกำหนด อุปทานจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย”



ภาพที่ 6.3 เส้นอุปทานตอบสนอง

เส้นอุปทานตอบสนองสามารถอธิบายพฤติกรรมของเกษตรกรได้ว่า เมื่อราคาเพิ่มขึ้น เกษตรกรมี แนวโน้มจะขยายพื้นที่เพาะปลูก ในขณะเดียวกันก็จะแสวงหาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ โดยการขยายพื้นที่ เพาะปลูก เป็นการเพิ่มการผลิตไปตามเส้นอุปทานเดิม ขณะที่การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ ทำให้เส้นอุปทาน

เคลื่อนย้ายไปทางขวามือ โดยมีข้อสมมติเพิ่มเติมว่า เมื่อเกษตรกรนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้แล้ว แต่ราคาผลผลิตลดลง เกษตรกรก็ยังคงใช้เทคโนโลยีใหม่ต่อไป ซึ่งเป็นการอธิบายว่า เหตุใดเมื่อราคาลดลงเป็น OP3 เกษตรกรจึงลดการผลิตลงไปตามเส้น BC ซึ่งมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าตอนที่ราคาเพิ่มขึ้น

ทั้งนี้ การวิเคราะห์การตอบสนองของอุปทานผลิตผลเกษตรมักพิจารณาจากเนื้อที่เพาะปลูกมากกว่าที่จะพิจารณาจากผลผลิตที่ผลิตโดยตรง ซึ่งทำได้โดยการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น ดังนี้

$$A_t = a + bP_t$$

โดยที่	A_t	คือ เนื้อที่เพาะปลูกในปีที่ t
	P_t	คือ ราคาผลผลิตในปีที่ t
	a	คือ ค่าคงที่
	b	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ

ถ้าเราพิจารณาปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อ A_t เข้ามาร่วมพิจารณาด้วยจะได้สมการ

$$A_t = a + bP_t + cK_t$$

โดยที่	K_t	คือ ปัจจัยผันแปรอิสระอื่น ๆ
	c	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระอื่น ๆ

ในความเป็นจริงแล้ว เกษตรกรมักพิจารณาราคาในฤดูกาลผลิตที่ผ่านมาเป็นหลัก จึงต้องนำ Time lag เข้ามาไว้ในสมการด้วย

$$A_t = a + bP_{t-1} + cK_{t-1}$$

โดยที่	P_{t-1}	คือ ราคาผลผลิตในฤดูกาลผลิตที่ผ่านมา
--------	-----------	-------------------------------------

นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์อุปทานตอบสนองด้วย Dynamic adjustment model

$$A_t^* = \alpha + \beta P_{t-1} + \gamma K_t + U_t \dots(1)$$

โดยที่	A_t^*	คือ เนื้อที่ที่คาดว่าจะทำการเพาะปลูกในปีที่ t
	P_{t-1}	คือ ราคาผลผลิตในฤดูกาลผลิตที่ผ่านมา
	K_t	คือ ปัจจัยผันแปรอื่น ๆ ในปีที่ t
	U_t	คือ ค่าผิดพลาด
	t	คือ ระยะเวลา (1, 2, 3, ..., n)
	β และ γ	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยผันแปร

แต่ในสภาพความเป็นจริง ค่า A_t^* เป็นค่าที่เกิดจากการคาดคะเนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในใจของเกษตรกร ไม่มีข้อมูลที่สามารถรับ จึงต้องแปลงค่า A_t^* ให้อยู่ในรูปของเนื้อที่เพาะปลูกที่แท้จริง A_t

$$A_t = A_{t-1} + \Phi(A_t^* - A_{t-1}) ; 0 < \Phi < 1 \quad \dots (2)$$

โดยที่ A_t คือ เนื้อที่เพาะปลูกในปีปัจจุบัน ปีที่ t

A_{t-1} คือ เนื้อที่เพาะปลูกในฤดูการผลิตที่ผ่านมา

แทนค่าสมการ (1) ในสมการ (2) จะได้

$$A_t = A_{t-1} + \Phi(\alpha + \beta P_{t-1} + \gamma K_t + U_t - A_{t-1})$$

$$A_t = A_{t-1} + \Phi\alpha + \Phi\beta P_{t-1} + \Phi\gamma K_t + \Phi U_t - \Phi A_{t-1}$$

$$A_t = \Phi\alpha + \Phi\beta P_{t-1} + \Phi\gamma K_t + \Phi U_t - (1 - \Phi)A_{t-1}$$

$$A_t = a + bP_{t-1} + cK_t + dA_{t-1} + V_t$$

สามารถเขียนในรูปแบบสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$A_t = f(P_{t-1}, A_{t-1}, K_t)$$

โดย K_t อาจจะเป็นราคาของพืชที่แข่งขัน ราคาปัจจัยการผลิต หรืออาจเป็นการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการผลิต ฯลฯ

ตัวอย่าง การศึกษาอุปทานตอบสนองของถั่วเหลืองของอัมพล ห่อนาค เรือง ปัจจัยที่มีส่วนทำให้เกษตรกรปลูกพืชน้ำมันบางชนิดในประเทศไทย โดยผลการวิเคราะห์คือ

$$AP_t^{sb} = 115.84 + 30.10bP_{t-1}^{sb} - 18.66P_{t-1}^{cot} + 11.35T_t$$

โดยที่ AP_t^{sb} คือ พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองในปีที่ t (พันไร่)

P_{t-1}^{sb} คือ ราคาถั่วเหลืองที่เกษตรกรได้รับ ในปีที่ $t-1$ (บาท/กก.)

P_{t-1}^{cot} คือ ราคาฝ้ายที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$ (บาท/กก.)

T_t คือ แนวโน้มการผลิต

ตัวอย่างการศึกษาอุปทานตอบสนองของข้าวโพดของสีบวงษ์ จินดาพล เรือง การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการตอบสนองอุปทานและอุปสงค์ของข้าวโพดในประเทศไทย โดยผลการวิเคราะห์คือ

$$\ln A_t = 0.826 + 0.924 \ln A_{t-1} + 0.277 \ln PC_{t-1} - 0.222 \ln PS_{t-1}$$

โดย $\ln A_t$ คือ พื้นที่ปลูกข้าวโพดในปีที่ t (พันไร่)

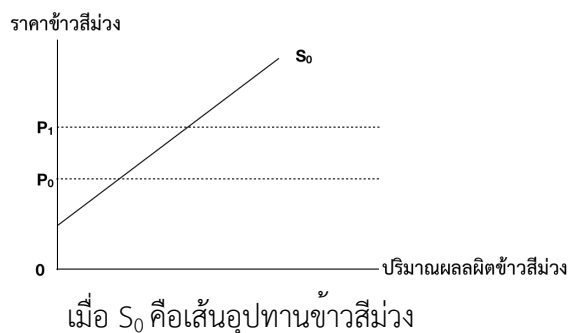
$\ln A_{t-1}$ คือ พื้นที่ปลูกข้าวโพดในปีที่ผ่านมา (พันไร่)

$\ln PC_{t-1}$ คือ ราคาข้าวโพดที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$ ปรับด้วยดัชนีราคาขายส่งของภาคเหนือ (บาท/กก.)

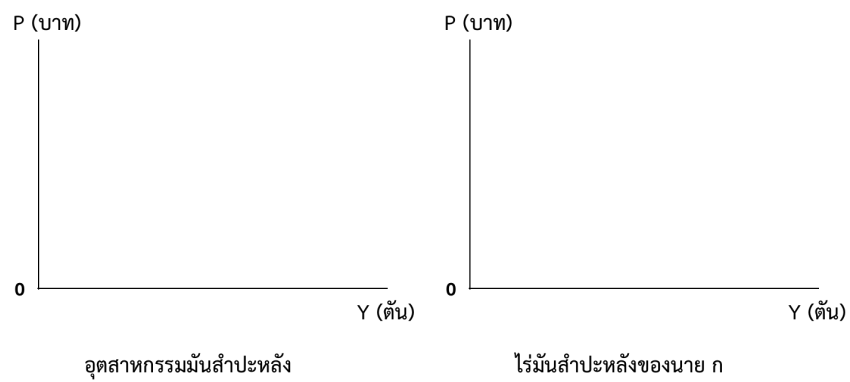
$\ln PS_{t-1}$ คือ ราคาถั่วเหลืองที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$ ปรับด้วยดัชนีราคาขายส่งของภาคเหนือ (บาท/กก.)

6.8 แบบฝึกหัดบท

1. ปัจจุบันผู้บริโภคนิยมอาหารสุขภาพมากขึ้น ทำให้อุปสงค์ของข้าวสีม่วงเพิ่มขึ้น ชาวนาผู้ปลูกข้าวสีม่วงจึงสามารถขายสินค้าได้ในราคาสูงขึ้นจากค่านิยมดังกล่าว ทำให้ชาวนาบางรายลงทุนซื้อเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเพื่อให้การปลูกข้าวสีม่วงได้ผลผลิตมากขึ้นและประหยัดการใช้แรงงาน
 - 1.1 จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิต (Q) และราคา (P) ของเส้นการตอบสนองของอุปทานข้าวสีม่วง (Supply Response Function) เมื่อราคาข้าวสีม่วงเพิ่มขึ้นจาก P_0 เป็น P_1
 - 1.2 ภายหลังจากที่ชาวนาลงทุนซื้อเครื่องหยอดเมล็ดข้าว พบว่ามีจำนวนชาวนาที่สนใจปลูกข้าวสีม่วงเพิ่มขึ้น ราคาข้าวสีม่วงลดลงจาก P_1 เป็น P_0 ในเวลาต่อมา จงเขียนกราฟแสดงเส้นการตอบสนองของอุปทานข้าวสีม่วงเมื่อราคาข้าวสีม่วงลดลงจาก P_1 เป็น P_0 และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตและความยืดหยุ่นของเส้นการตอบสนองของอุปทานเปรียบเทียบกับเมื่อราคาเพิ่มขึ้นจาก P_0 เป็น P_1 พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ (10 คะแนน)



2. จงอธิบายกระบวนการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวของอุตสาหกรรมการผลิตมันสำปะหลัง (Industry) และไร่มันสำปะหลังของนาย ก (Farm) ในระยะยาว
 - 2.1 เขียนกราฟและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังและไร่มันสำปะหลังของนาย ก ในระยะสั้นที่มีต่อราคา ปริมาณ และกำไรของเกษตรกร



บทที่ 7 ประสิทธิภาพการผลิตและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

การผลิตในระยะยาวเป็นการผลิตที่ปัจจัยการผลิตทุกชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เกษตรกรสามารถวางแผนการผลิตได้ จึงเรียกรวมการผลิตในระยะนี้ว่า “ระยะการวางแผนการผลิต (Planning period)”

7.1 เส้นต้นทุนการผลิตในระยะยาว

เส้นต้นทุนการผลิตในระยะยาวได้มาจากฟังก์ชันการผลิตในระยะยาว ในกรณีที่มีการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด มีรูปแบบทั่วไป ดังนี้

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

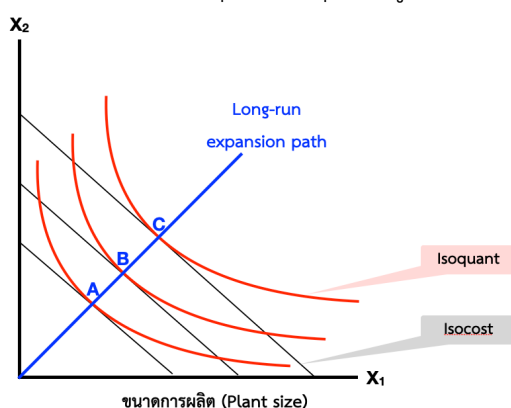
ทั้งนี้ รูปแบบฟังก์ชันการผลิตในระยะยาวจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางชีววิทยาของพืช/สัตว์ที่เกษตรกรทำการผลิตและกระบวนการในการผลิตที่เกษตรกรเลือกใช้ โดยการนำปัจจัยการผลิตมาใช้ร่วมกันแล้วเสียต้นทุนน้อยที่สุด จะใช้หลักเดียวกับการผลิตในระยะสั้น คือ “อัตราส่วนการทดแทนกันของปัจจัยการผลิต = อัตราส่วนกลับของราคา”

$$\frac{MPP_{X_1}}{P_{X_1}} = \frac{MPP_{X_2}}{P_{X_2}}$$

$$\frac{MPP_{X_1}}{MPP_{X_2}} = \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}}$$

$$\frac{\Delta X_1}{\Delta X_2} = \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}}$$

โดยในแต่ละขนาดการผลิต ผู้ผลิตจะทำการผลิตไปตามเส้น Long-run expansion path (เพื่อให้ได้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม และใช้ต้นทุนน้อยที่สุด) ดังรูป



ภาพที่ 7.1 Long-run expansion path

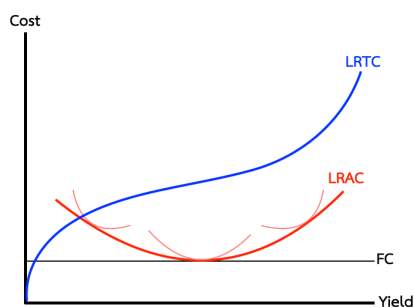
ต้นทุนการผลิตในระยะยาว (Long-run total cost) ที่เกิดขึ้นตามเส้นขยายการผลิตคือ

$$LRTC = P_{X_1} * X_1 + P_{X_2} * X_2$$

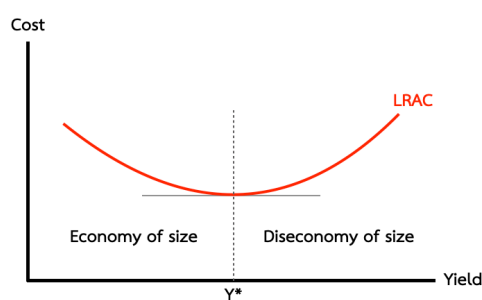
เส้นต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยในระยะยาว (Long-run average cost: LRAC) จะมีลักษณะคล้ายกับเส้นต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยในระยะสั้น เนื่องจากเมื่อเกษตรกรขยายขนาดการผลิต ต้นทุนต่อหน่วยในระยะยาวของเกษตรกรจะลดลง โดยมีสาเหตุหลายประการ เช่น

- 1) ประสิทธิภาพจากการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น
- 2) ต้นทุนคงที่จากการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ โรงเรือนในฟาร์มลดลงเนื่องจากการใช้มากขึ้น
- 3) เกษตรกรอาจได้รับส่วนลดจากการซื้อปัจจัยการผลิตจำนวนมาก
- 4) เกษตรกรมีความชำนาญเฉพาะด้านมากขึ้น
- 5) เกษตรกรเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีให้มีความเหมาะสมมากขึ้น มีการจัดการฟาร์มดีขึ้น ฯลฯ

อย่างไรก็ตาม เมื่อขยายการผลิตเกินจุดที่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตจะเริ่มสูงขึ้น ดังเช่นกรณีฟาร์มขนาดเล็กขยายขนาดการผลิตจะเกิดการประหยัดต้นทุน หากแต่เมื่อมีขนาดการผลิตที่ใหญ่เกินไป จะเกิดขนาดการผลิตที่ไม่ประหยัด เป็นเส้น LRAC ที่เกิดขึ้นได้โดยทั่วไปดังภาพที่ 7.3

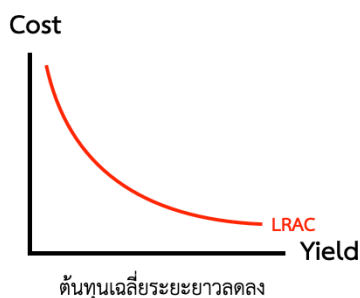


ภาพที่ 7.2 เส้นต้นทุนรวมและต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาว

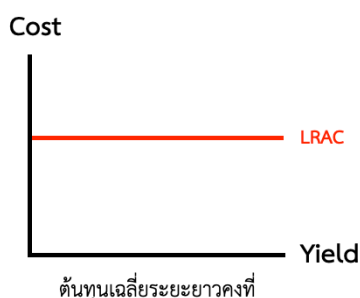


ภาพที่ 7.3 ขนาดการผลิตที่เหมาะสม

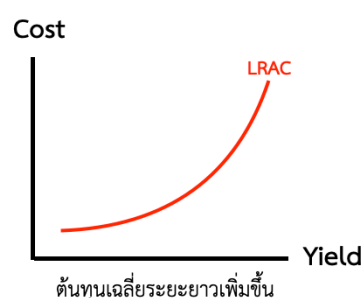
ทั้งนี้ เส้นต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาว (LRAC) มี 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) เส้น LRAC ลดลงเมื่อทำการผลิตเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นขนาดการผลิตที่ประหยัด 2) เส้น LRAC ที่เป็นเส้นขนานกับแนวนราบ แสดงขนาดการผลิตที่เสียต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยในระยะยาวเท่ากัน และ 3) เส้น LRAC เพิ่มขึ้นเมื่อทำการผลิตเพิ่มขึ้น แสดงถึงขนาดการผลิตที่ไม่ประหยัด (ภาพที่ 7.4)



ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวลดลง



ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวคงที่



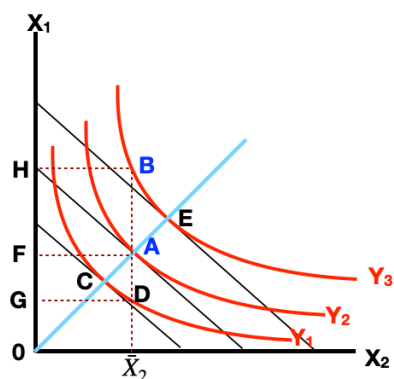
ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวเพิ่มขึ้น

ภาพที่ 7.4 ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวลักษณะต่าง ๆ

7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นต้นทุนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาว

การผลิตในระยะสั้น เกษตรกรจะมีปัจจัยการผลิตคงที่จำนวนหนึ่ง เช่น รถไถนาเดินตาม เครื่องสูบน้ำ ที่ดิน ซึ่งเรียกในภาพรวมได้ว่า ขนาดโรงงานคงที่ (Fixed plant size)

จากภาพที่ 7.5ก กำหนดให้ X_2 เป็นขนาดโรงงานคงที่ ทำการผลิตที่ระดับ Y_2 เกษตรกรจะเสียต้นทุนทั้งหมดเล็กน้อยที่สุดเมื่อใช้ร่วมกับปัจจัย X_1 ที่ OF หน่วย



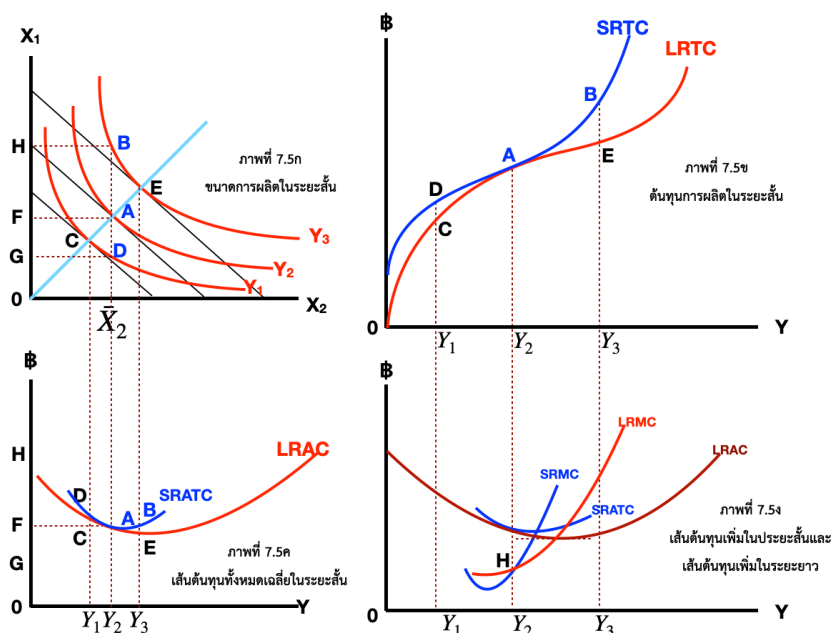
สำหรับขนาดการผลิต Y_1 เกษตรกรจะใช้ปัจจัย X_1 ที่ OG หน่วย ขณะที่ขนาดการผลิต Y_3 เกษตรกรจะใช้ปัจจัย X_1 ที่ OH หน่วย เกษตรกรจะใช้ปัจจัย X_1 ไปตามเส้น DAB แต่ขนาดการผลิตที่เหมาะสมจะเป็นไปตามเส้นขยายการผลิตในระยะยาว คือ เส้น CAE โดยต้นทุนทั้งหมดในระยะสั้นบนเส้น DAB จะสูงกว่าต้นทุนทั้งหมดในระยะยาวบนเส้นขยายการผลิต CAE (ยกเว้นที่จุด A ซึ่งเป็นจุดที่ต้นทุนทั้งหมดในระยะสั้น = ในระยะยาว)

ภาพที่ 7.5ก ขนาดการผลิตในระยะสั้น

ภาพที่ 7.5ข แสดงการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ร่วมกัน จะเห็นว่า เส้น SRTC จะอยู่สูงกว่าเส้น LRTC ยกเว้นที่จุด A โดยที่ระดับการผลิต Y_1 จุด D' สูงกว่า C' และที่ระดับการผลิต Y_3 จุด B' สูงกว่า E'

ภาพที่ 7.5ค เส้น SRATC จะอยู่สูงกว่าเส้น LRAC ยกเว้นที่จุด A' ที่ SRATC จะสัมผัสกับเส้น LRAC โดยที่จุดสัมผัสไม่จำเป็นจะต้องเป็นจุดต่ำสุดของเส้น SRATC

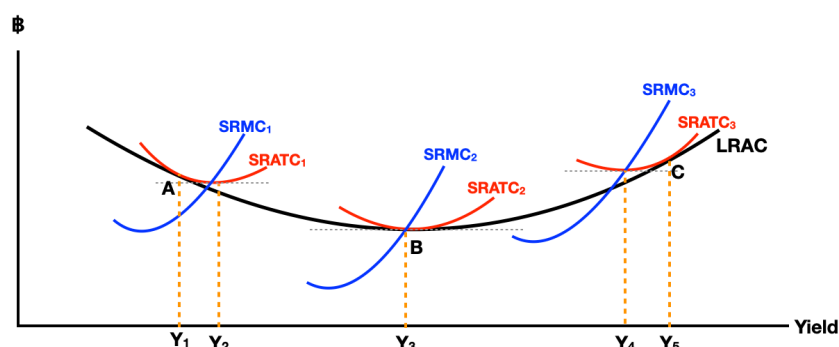
ภาพที่ 7.5ง แสดงเส้นต้นทุนเพิ่มในระยะสั้น (Short-run marginal cost: SRMC) และเส้นต้นทุนเพิ่มในระยะยาว (Long-run marginal cost: LRMC) ณ ระดับการผลิต Y_2 เส้น SRATC จะสัมผัสกับเส้น LRAC ทำให้ SRMC ตัดกับเส้น LRMC ที่จุด H



ภาพที่ 7.5 ความสัมพันธ์ของต้นทุนการผลิตเฉลี่ยในระยะสั้นและต้นทุนการผลิตเฉลี่ยในระยะยาว

7.3 ดุลยภาพในระยะยาว (long-run equilibrium)

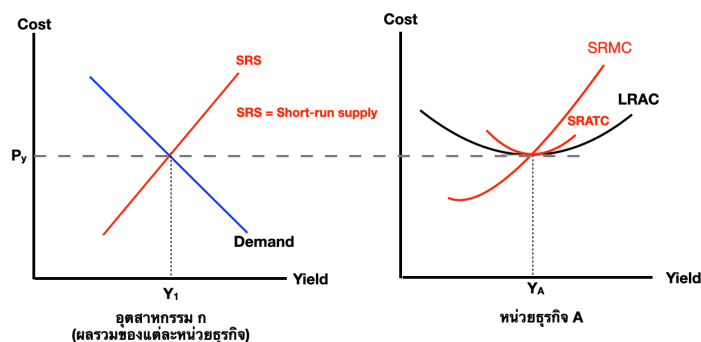
จากภาพที่ 7.6 จะเห็นว่าเส้น LRAC จะโอบล้อม (Envelope curve) เส้น SRATC แต่ละเส้น ณ ระดับการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในระยะสั้น เช่น ที่จุด A B หรือ C ซึ่งการผลิตที่เลยจุด B ไป ต้นทุนต่อหน่วยจะสูงขึ้น กล่าวได้ว่า LRAC จึงเป็นเส้นวางแผนการผลิตในระยะยาว (Long-run planning curve) เพราะในระยะสั้น เกษตรกรจะทำการผลิตไปตามเส้น SRATC เส้นใดเส้นหนึ่ง



จากจากภาพที่ 7.7 อุตสาหกรรมจะผลิตสินค้า ณ ระดับราคาดุลยภาพ ที่เส้น D ตัดกับเส้น SRS (Short-run supply) คือ ระดับราคา P_Y โดยปริมาณสินค้าที่อุตสาหกรรม ก จะทำการผลิตทั้งหมดเท่ากับ Y_1

และฟาร์ม A จะทำการผลิตที่ Y_A ทั้งนี้ ณ ระดับราคา P_Y จะครอบคลุมค่าใช้จ่ายผันแปรทั้งหมด ค่าใช้จ่ายคงที่ทั้งหมด และค่าเสียโอกาสต่าง ๆ ทั้งหมดแล้ว

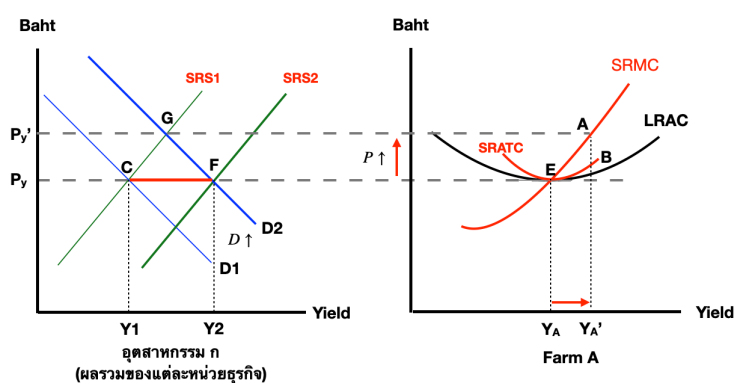
ณ จุดยภาพในระยะยาว ค่า $P_Y = SRMC = SRATC = LRAC$ โดยระดับราคา P_Y จะครอบคลุมค่าใช้จ่ายผันแปรทั้งหมด ค่าใช้จ่ายคงที่ทั้งหมด และค่าเสียโอกาสต่าง ๆ ทั้งหมดแล้ว



ภาพที่ 7.7 ดลยภาพการผลิตในระยะยาวกรณีอุตสาหกรรมที่มีต้นทุนคงที่

จากภาพที่ 7.8 แสดงถึงในระยะสั้น เมื่อมีอุปสงค์เพิ่มขึ้น หากแต่ฟาร์ม A ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดฟาร์มได้ จึงขยายการผลิตไปตามเส้น SRS_1 ราคาขายจะเปลี่ยนเป็น P_Y ฟาร์มจะขยายการผลิตไปที่ Y_F ฟาร์มจะมีกำไรที่แท้จริง = ช่วง AB

เมื่อมีกำไรที่แท้จริง (AB) จะเกิดการดึงดูดฟาร์มใหม่ให้เข้ามาในอุตสาหกรรม ปริมาณผลผลิตของอุตสาหกรรมจะเพิ่มขึ้นเป็น Y_2 ทำให้ราคาสินค้าลดลง ฟาร์ม A จะกลับมาผลิตสินค้าเท่าเดิม $= Y_A$ เส้นอุปทานในระยะยาว (Long-run supply curve: LRS) ของอุตสาหกรรมคือเส้นที่ลากขนานตามแนวนอน คือเส้น CF



ภาพที่ 7.8 ดุลยภาพการผลิตในระยะยาว

7.4 การเคลื่อนย้ายเส้นต้นทุนในระยะยาว

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมในระยะยาวอันเนื่องมาจากการตอบสนองต่อราคาผลิตผลนั้น สามารถส่งผลกระทบต่อราคาปัจจัยการผลิตได้ เช่น เมื่อราคาสุกรสูงขึ้น ฟาร์มจะนำสุกรเข้าขุนมากขึ้น ทำให้ความต้องการอาหารเพื่อเลี้ยงสุกรมากขึ้น ทำให้ราคาอาหารสุกรสูงขึ้นตามไปด้วย

การเปลี่ยนแปลงของราคาปัจจัยการผลิตนี้ (ซึ่งเป็นสาเหตุให้เส้นต้นทุนในระยะยาวเคลื่อนย้ายไป) เราเรียกว่า “Externalities” เพราะต้นทุนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น ไม่ได้เกิดจากการตัดสินใจของเกษตรกรที่ดี หรือ ไม่ดี

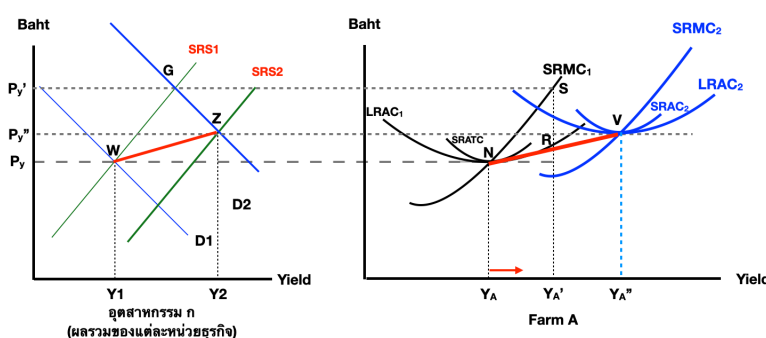
อุตสาหกรรมที่เส้นต้นทุนในระยะยาวเคลื่อนย้ายอันเนื่องมาจากราคาปัจจัยการผลิต แบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ 1) อุตสาหกรรมที่มีต้นทุนเพิ่มขึ้น 2) อุตสาหกรรมที่มีต้นทุนคงที่ และ 3) อุตสาหกรรมที่มีต้นทุนลดลง

กรณี ราคาปัจจัยการผลิตคงที่ เรียกว่า

กรณี ราคาปัจจัยการผลิตลดลง เรียกว่า อุตสาหกรรมที่มีต้นทุนลดลง (Decreasing cost industries)

1) กรณีอุตสาหกรรมที่มีต้นทุนเพิ่มขึ้น (Increasing cost industries)

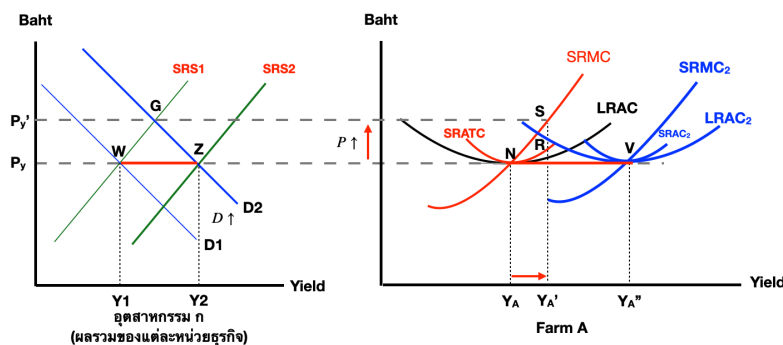
เมื่ออุปสงค์เพิ่มขึ้นอย่างมาก เกิดกำไรเกินปกติจนดึงดูดผู้ผลิตหน้าใหม่เข้ามาในอุตสาหกรรมมากขึ้น เส้น WZ เป็นเส้นอุปทานรวมในระยะยาว (Long-run aggregate supply curve) ซึ่งมีความชันเป็นบวก ส่งผลให้เกิดการแย่งใช้ปัจจัยการผลิต ราคาปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตของฟาร์ม A สูงขึ้น เส้น NV จึงเป็นเส้นที่มีความชันเป็นบวก (ภาพที่ 7.9)



ภาพที่ 7.9 ดุลยภาพในระยะยาวในอุตสาหกรรมที่มีต้นทุนเพิ่มขึ้น

2) กรณีอุตสาหกรรมที่มีต้นทุนคงที่ (Constant cost industries)

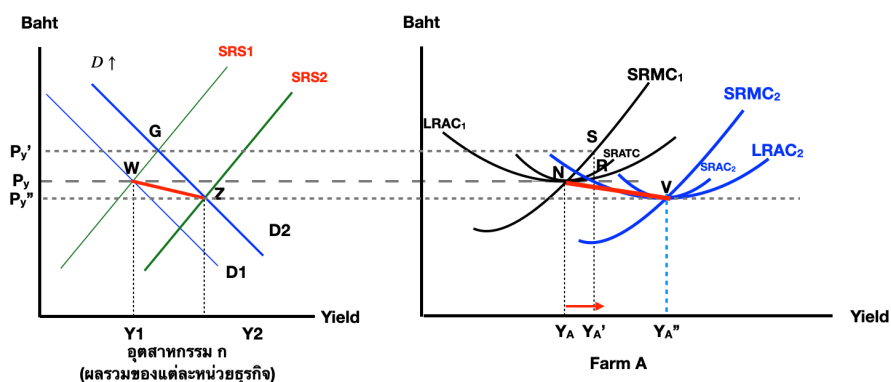
เมื่ออุปสงค์เพิ่มขึ้นมากจนดึงดูดผู้ผลิตหน้าใหม่เข้ามาในอุตสาหกรรมมากขึ้นแต่ไม่ได้กระทบต่อราคาปัจจัยการผลิต จึงทำให้เส้น WZ เป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ 0 จึงทำให้เส้น NV ซึ่งเป็นเส้นอุปทานในระยะยาวของฟาร์ม A จะทำการผลิตโดยเสียต้นทุนคงที่จะเป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ 0 เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 7.10)



ภาพที่ 7.10 ดุลยภาพในระยะยาวในอุตสาหกรรมที่มีต้นทุนคงที่

3) อุตสาหกรรมที่มีต้นทุนลดลง (Decreasing cost industries)

เมื่ออุปสงค์เพิ่มขึ้น จะมีการผลิตสินค้าในอุตสาหกรรมมากขึ้น เกิดการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นจนทำให้ราคาปัจจัยการผลิตต่อหน่วยลดลง จึงทำให้เส้น WZ เป็นเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ ส่งผลทำให้เส้น NV ซึ่งเป็นเส้นอุปทานในระยะยาวของฟาร์ม A ที่ทำการผลิตโดยมีต้นทุนเฉลี่ยลดลงเช่นเดียวกัน จึงทำให้เส้น NV เป็นเส้นตรงที่มีความชันเป็นลบ (ภาพที่ 7.11)



ภาพที่ 7.11 ดุลยภาพในระยะยาวในอุตสาหกรรมที่มีต้นทุนลดลง

อย่างไรก็ตามมีปัจจัยที่ต้องคำนึง เช่น

- 1) ราคาผลิตผลในตลาดที่มีการแข่งขันแท้จริงในระยะยาวจะถูกกำหนดโดยต้นทุนการผลิตเฉลี่ย คือที่จุดต่ำสุดของเส้น $LRAC$ เมื่อราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้น จะทำให้ $LRAC$ สูงขึ้น และแน่นอนราคาผลิตผลในระยะยาวจะต้องสูงขึ้นด้วย ถ้าราคาในระยะยาวต่ำกว่า $LRAC$ ฟาร์มและอุตสาหกรรมจะหยุดทำการผลิต
- 2) เมื่อฟาร์มทำการผลิตที่ขนาดฟาร์มที่เหมาะสม คือที่จุด $SRMC = LRMC = LRAC = SRATC$ แล้วทุกฝ่ายจะอยู่ได้ แต่ในทางปฏิบัติ ฟาร์มจะทำการผลิตไปตามเส้น $SRATC$ เส้นใดเส้นหนึ่ง และจะพยายามปรับตัวเข้าสู่ขนาดโรงงานที่เหมาะสม ซึ่งแต่ละฟาร์มจะมีขนาดการผลิตที่ไม่เท่ากัน
- 3) ในปัจจุบัน เทคโนโลยีทางเกษตรมีความทันสมัยมากขึ้น ความสามารถในการจัดการฟาร์มของเกษตรกรบางคนดีขึ้น ทำให้เกษตรกรแต่ละฟาร์มมี “ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนแก่ปัจจัย

การผลิตต่างกัน” เมื่อขนาดการผลิตเปลี่ยนแปลง และราคาผลผลิตคงที่ ฟาร์มขนาดใหญ่จะได้รับผลตอบแทนมากกว่าฟาร์มขนาดเล็ก เว้นเสียแต่ที่ฟาร์มขนาดเล็กจะเน้นการผลิตสินค้าพรีเมียม ซึ่งสามารถทำได้ดีและได้รับผลตอบแทนเฉลี่ยมากกว่าฟาร์มขนาดใหญ่

- 4) ในระบบการแข่งขัน ฟาร์มขนาดเล็กอาจถูกบีบให้ออกจากอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูง ไม่สามารถผลิตให้ใกล้จุดที่เสียต้นทุนต่ำที่สุดในระยะยาวได้เหมือนฟาร์มขนาดใหญ่

7.5 หลักของผลตอบแทนต่อขนาด

เมื่อเกษตรกรทำการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตทุกชนิดในสัดส่วนเดียวกัน แล้วจะมีผลต่อการเพิ่มหรือลดลงของผลผลิต เรียกว่า ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิต ซึ่งใช้เป็นเหตุผลในการอธิบายผลของการเพิ่มผลผลิตที่มีต่อต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาว เมื่อมีการเพิ่มปัจจัยการผลิตทั้งหมดในสัดส่วนเดียวกัน แบ่งออกเป็น

- 1) Diseconomies of scale คือ สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของผลิตน้อยกว่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตทุกชนิด
- 2) Economies of scale คือ สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของผลิตมากกว่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตทุกชนิด

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

โดยที่ Y = ผลผลิต และ X = ปัจจัยการผลิต 1, 2, 3, ..., n

หากปัจจัยการผลิตทุกชนิดเพิ่มขึ้น $= k$ โดย $k > 1$ และให้ผลตอบแทนต่อขนาด $= v$

$$Yk^v = f(kX_1, kX_2, kX_3, \dots, kX_n)$$

ค่า K^v จะแทนการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต เมื่อปัจจัยการผลิตทุกชนิดเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ k เท่า ดังนั้น v จึงสะท้อนผลตอบแทนการขยายขนาดการผลิต สามารถสรุปได้ดังนี้

- ก. $v = 1$ หมายถึง Constant returns to scale
- ข. $v > 1$ หมายถึง Increasing returns to scale
- ค. $v < 1$ หมายถึง Decreasing returns to scale

กรณีฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas แสดงถึงผลตอบแทนต่อขนาดได้เช่นเดียวกัน

$$Y = AX_1^b X_2^c$$

เมื่อเพิ่มปัจจัย X_1 และ X_2 เท่ากับ k จะได้

$$A(kX_1^b)(kX_2^c) = k^{b+c}(AX_1^b X_2^c) = K^{b+c}(Y)$$

ผลผลิตใหม่ที่ได้รับจะเท่ากับ $K^{(b+c)}$ คูณกับผลผลิตเดิม และค่า $b+c$ เทียบได้กับค่า v เพื่อวัด

ผลตอบแทนต่อขนาด

อย่างไรก็ตาม Economies of size จะเหมือนกับ Economies of scale ได้ก็ต่อเมื่อเส้นขยายการผลิตในระยะยาวเป็นเส้นที่ลากจากจุด origin เท่านั้น

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7

สมมติให้ในระยะยาวอุตสาหกรรมมันสำปะหลังขยายตัว (ผลผลิตเพิ่มขึ้น) เนื่องจากความต้องการใช้มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจากอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการใช้มันสำปะหลังไปผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรจึงหันมาปลูกมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้ผู้ขายปัจจัยการผลิต (เช่นปุ๋ยจำเพาะสำหรับมันสำปะหลัง) ปรับราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้น มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น จงอธิบายการปรับตัวของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังและไร่มันสำปะหลังของนาย ก ในระยะยาว โดยแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อราคา ปริมาณ และต้นทุนเฉลี่ยของเกษตรกร และเกษตรกรรายย่อยที่มีต้นทุนการผลิตสูง

บทที่ 8 การตัดสินใจการผลิตเมื่อมีเวลาเกี่ยวข้องกับ

การตัดสินใจในการสร้างและ/หรือซื้อปัจจัยคงทน (Durable inputs) ถือว่าเป็นการลงทุนในระยะยาว ต้องคำนึงถึงผลตอบแทนของการลงทุนและระยะเวลาในการผลิต เนื่องจากค่าของเงินเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

8.1 แนวคิดเรื่องการลงทุนเมื่อมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง

สาเหตุที่ต้องมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องเนื่องจากการผลิตผลิตผลทางการเกษตรเนื่องจาก

1) ความไม่แน่นอน

เนื่องจากการผลิตสินค้าเกษตรพึ่งพิงปัจจัยธรรมชาติ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ซึ่งมีความไม่แน่นอนสูง (Uncertainty) และส่งผลต่อผลิตผลทั้งในด้านปริมาณการผลิตและคุณภาพของผลผลิตอย่างมาก

2) ทางเลือกอื่นของการใช้เงิน (Alternative Uses)

ในการลงทุนมีทางเลือกที่ต้องตัดสินใจ

3) เงินเฟ้อ (Inflation)

ตัวอย่าง หากฝากเงิน 100 บาท อัตราดอกเบี้ยเงินฝากเท่ากับ 1% อยากทราบว่ามูลค่าในอนาคตอีก 5 ปีข้างหน้าจะเป็นเท่าไร

เราสามารถคำนวณผลตอบแทนในอนาคตได้จากสูตร

$$F = PV(1 + r)^t$$

โดยที่ F คือ มูลค่าของเงินในอนาคตอีก 5 ปีข้างหน้า

PV คือ มูลค่าของเงินที่ลงทุนในปัจจุบัน

r คือ อัตราดอกเบี้ย/อัตราผลตอบแทน

t คือ จำนวนปี

8.2 การวิเคราะห์ทางเลือกในการตัดสินใจ

8.2.1 กรณีมีทางเลือกเดียว

การวิเคราะห์ทางเลือกในการตัดสินใจกรณีมีทางเลือกเดียว เกษตรกรต้องตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่ ซึ่งมักเป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับทรัพย์สินที่มีอายุการใช้งานได้หลายปี จะใช้การคำนวณมูลค่าปัจจุบันในการวิเคราะห์

$$PV = \frac{F}{(1 + r)^t}$$

ตัวอย่าง 8.1 ในการลงทุนทำสวนป่า คาดว่าจะมีรายได้ในอีก 15 ปีข้างหน้า 150,000 บาท ใช้อัตราคิดลดร้อยละ 2

$$PV = 150,000 / (1 + 0.02)^{15}$$

$$= 150,000/1.345868$$

$$= 111,452.21 \text{ บาท}$$

ตัวอย่าง 8.2 นายโอจะซื้อรถไถหรือไม่ เมื่อรถไถราคา 800,000 บาท มีรายได้หลังจากหักค่าใช้จ่ายแล้วในแต่ละปี ดังนี้ ปีที่ 1 300,000 ปีที่ 2 250,000 ปีที่ 3 200,000 และ ปีที่ 4 100,000 บาทตามลำดับ (4 ปี) หลังจากนั้นขายซากรถไถได้อีก 50,000 บาท นายโอควรซื้อรถไถหรือไม่ (เมื่อใช้อัตราคิดลดร้อยละ 6 ต่อปี)

ปีที่	รายได้เพิ่ม	PV factor	รายได้เพิ่มเมื่อคิดออกมาเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว
1	300,000	0.9434	283,019
2	250,000	0.8900	222,499
3	200,000	0.8396	167,924
4	150,000	0.7921	118,814
	900,000		792,256

จากข้อมูลข้างต้นนำมาคำนวณด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) ได้ดังนี้

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} \quad \text{เมื่อ } C_0 \text{ คือ มูลค่าในการลงทุนปีที่ 0}$$

$$\therefore NPV = -800,000 + 792,256 = -7,745$$

8.2.2 กรณีมีหลายทางเลือก

การเปรียบเทียบทางเลือกสามารถใช้การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิเพื่อช่วยในการตัดสินใจได้เช่นกัน

$$PV_c = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

โดยที่ PV_c	คือ	มูลค่าของค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในอนาคต
$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$	คือ	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในอนาคตในปีที่ t จำนวน n ปี
r	คือ	อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด
n	คือ	จำนวนปีทั้งหมด ($n = 1, 2, 3, \dots, n$)

ตัวอย่าง 8.3 เกษตรกรต้องการลงทุนสร้างโรงเรือนสำหรับเลี้ยงหมู โดยมีแบบโรงเรือนให้เลือก 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 คุณภาพดี มีอายุการใช้งาน 20 ปี เงินลงทุน 100,000 บาท และคาดว่าเมื่อสิ้นปีที่ 5 10 และ 15 จะมีค่าซ่อมแซม 2,000 2,500 และ 3,000 บาท

แบบที่ 2 คุณภาพปานกลาง มีอายุการใช้งาน 20 ปี เงินลงทุน 75,000 บาท และคาดว่าเมื่อสิ้นปีที่ 5 และ 10 จะมีค่าซ่อมแซม 2,500 และ 3,000 บาท ตามลำดับ และเมื่อสิ้นปีที่ 15 จะต้องทำการซ่อมใหญ่เป็นเงิน 35,000 บาท จึงจะใช้ต่อได้อีก 5 ปี

หากเกษตรกรรายนี้ไปกู้เงิน ธกส. อัตราดอกเบี้ยขั้นต้น 6% ต่อปี เกษตรกรรายนี้ไปกู้เงิน ธกส. อัตราดอกเบี้ยขั้นต้น 6% ต่อปี

แบบที่ 1				แบบที่ 2			
ปีที่	ค่าใช้จ่าย	อัตราคิดลด	PV	ปีที่	ค่าใช้จ่าย	อัตราคิดลด	PV
0	100,000	1.000	100,000	0	75,000	1.000	75,000
5	2,000	0.747	1,495	5	2,500	0.747	1,868
10	2,500	0.558	1,396	10	3,000	0.558	1,675
15	3,000	0.417	1,252	15	35,000	0.417	14,604
			PV _{c1}				PV _{c2}
			104,142				93,148

8.2.3 กรณีมีทั้งรายได้และรายจ่ายเกิดขึ้นในอนาคต

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

- โดยที่ NPV คือ มูลค่าของปัจจุบันสุทธิ
 R_t คือ รายได้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตปีที่ t
 C_t คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในอนาคตปีที่ t
 r คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด
 n คือ จำนวนปีทั้งหมด ($n = 1, 2, 3, \dots, n$)

8.2.4 กรณีการตัดสินใจลงทุนโดยเปรียบเทียบจากอัตราผลตอบแทน

การเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทน เช่น ฝากเงินกับสถาบันการเงินกับลงทุนซื้อที่ดิน หรือลงทุนในกองทุนต่าง ๆ

$$PV = \frac{F}{(1+r)^t}$$

$$\frac{F}{PV} = (1+r)^t$$

ตัวอย่าง 8.5 การลงทุนซื้อที่ดินไร่ละ 8,000 บาท คาดว่าเมื่อสิ้นปีที่ 4 จะขายได้ 14,000 บาท ถ้าหากอัตราเงินปันผลจากการลงทุนในหุ้นเท่ากับ 10%

$$\begin{aligned}
 8,000 &= 14,000/(1+r)^4 \\
 (1+r)^4 &= 14,000/8,000 \\
 (1+r)^4 &= 1.75 \\
 1+r &= (1.75)^{1/4} \\
 &= 1.15016 \\
 r &= 0.1502
 \end{aligned}$$

อัตราลงทุนจากผลตอบแทนของการซื้อที่ดินเท่ากับ 15.02% ซึ่งมากกว่าผลตอบแทนจากการลงทุนในหุ้น ดังนั้นกรณีนี้จึงควรลงทุนซื้อที่ดิน

8.3 การลงทุนซื้อปัจจัยคงทน

ปัจจัยคงทน (Durable inputs) คือ ปัจจัยการผลิตที่มีอายุการใช้งานหลายปี เช่น รถไถเดินตาม รถแทรกเตอร์ รถแอร์บัส เครื่องพ่นยา เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น การตัดสินใจลงทุนในการซื้อปัจจัยคงทนต้องคำนึงถึงเวลา โดยพิจารณาผลต่างระหว่างรายได้และต้นทุนที่เกิดขึ้นในอนาคตโดยคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถ้าผลต่างมีค่าเป็นบวก แสดงว่า ควรลงทุนในปัจจัยคงทนนั้นเพื่อเพิ่มรายได้ ทั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะต้นทุนการจัดซื้อปัจจัยคงทนเท่านั้น เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้ เช่น ค่าน้ำมัน ค่าบำรุงรักษา นั้น ถือเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินงานซึ่งจะหักออกจากรายได้ต่อปี ซึ่งไม่นำมาหักซ้ำซ้อน

การคำนวณหาความคุ้มค่าในการลงทุนของปัจจัยคงทน ต้องคำนึงถึง 3 ประเด็น คือ 1) มูลค่าซื้อ (Purchase price) 2) มูลค่าการใช้ประโยชน์ (Use value) และ 3) มูลค่าซาก (Salvage value) โดยมีเงื่อนไขที่ใช้ประกอบการตัดสินใจซื้อปัจจัยคงทน ดังนี้

- 1) ถ้ามูลค่าการใช้ประโยชน์มากกว่าราคาซื้อ ควรตัดสินใจซื้อปัจจัยคงทนเพิ่ม
- 2) ถ้ามูลค่าการใช้ประโยชน์น้อยกว่ามูลค่าซาก ควรตัดสินใจขายปัจจัยคงทนนั้น
- 3) ถ้ามูลค่าการใช้ประโยชน์น้อยกว่ามูลค่าซากแต่น้อยกว่าราคาซื้อ แสดงว่า จำนวนปัจจัยคงทนที่มีอยู่เหมาะสมแล้ว

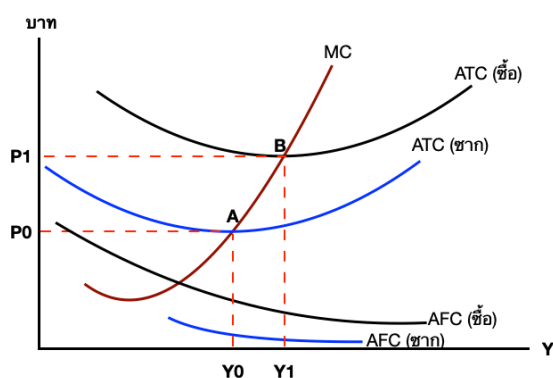
สมมติให้รายได้สุทธิที่เกษตรกรได้รับจากการใช้เครื่องพ่นยาจำนวนต่าง ๆ ในเวลา 4 ปี มีเงื่อนไขดังนี้ ถ้าเกษตรกรมีเครื่องพ่นยา 1 เครื่อง กระแสรายได้สุทธิที่ได้รับจากปีที่ 1 ถึงปีที่ 4 เท่ากับ 6,000 5,500 5,000 และ 4,400 บาท ตามลำดับโดยในปีที่ 4 นั้นถือว่ารวมมูลค่าซากแล้ว (ซึ่งในความเป็นจริงเครื่องจักรกลอาจมีอายุการใช้งานมากกว่า 4 ปี แต่ข้อมูลที่น่ามาเสนอเพียง 4 ปี เพื่อความสะดวกในการคำนวณ) และหากเกษตรกรมีเครื่องพ่นยาเพิ่มขึ้นจำนวน 2-4 เครื่อง ประเมินการรายได้สุทธิที่เกิดจากเครื่องพ่นยาตลอดระยะเวลา 4 ปี จะเป็นดังตาราง

ปีที่	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4
1	6,000	11,000	15,500	19,000
2	5,500	10,500	15,000	18,300
3	5,000	9,900	14,400	17,600
4	4,400	9,200	13,600	16,800
รวม 4 ปี	20,900	40,600	58,500	71,700
VMP		19,700	17,900	13,200

เมื่อนำเอาอัตราคิดลด 10% มาสะท้อนค่าของเงินในอนาคต จะได้ดังนี้

ปีที่	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4
1	5,454.55	10,000.00	14,090.91	17,272.73
2	4,545.45	8,677.69	12,396.69	15,123.97
3	3,756.57	7,438.02	10,818.93	13,223.14
4	3,005.26	6,283.72	9,288.98	11,474.63
รวม 4 ปี	16,761.83	32,399.43	46,595.52	57,094.46
VMP		15,637.59	14,196.09	10,498.94

การตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนปัจจัยคงทนที่เหมาะสมสามารถอธิบายด้วยเส้นต้นทุนการผลิต ดังภาพที่ 8.1 โดยต้นทุนคงที่และต้นทุนเฉลี่ยคงที่ทั้งหมด (ATC) จะมีค่าสูงสุดเมื่อปัจจัยคงทนมีมูลค่าเท่ากับราคาซื้อ หรือเส้น ATC (ซื้อ) เมื่อเครื่องจักรเสื่อมค่า ต้นทุนคงที่และ ATC จะลดลง จาก P1 จนมูลค่าปัจจัยคงที่ลดลงมาเป็นมูลค่าซาก หรือเส้น ATC (ซาก) ณ P0 ดังนั้น หากราคามูลค่าที่เกษตรกรขายได้มากกว่า P1 เกษตรกรสามารถซื้อปัจจัยคงทนเพิ่มได้ เนื่องจากมีกำไรส่วนเกิน หากราคามูลค่าที่น้อยกว่า P0 เกษตรกรควรตัดสินใจขายปัจจัยคงทนที่มีอยู่ แต่หากราคามูลค่าอยู่ระหว่าง P1 และ P0 เกษตรกรไม่ควรซื้อหรือขายปัจจัยคงทน



ภาพที่ 8.1 ผลประเมินกำไรที่เกิดจากการใช้ปัจจัยคงทน

8.4 แบบฝึกหัดบท

1. เกษตรกรต้องการเปรียบเทียบการลงทุนสร้างคอกสุกร 2 แบบ คือแบบ A ลงทุนมาก แต่เสียค่าซ่อมในปีที่ 1-4 น้อย และ แบบ B ลงทุนน้อย แต่เสียค่าซ่อมในปีที่ 1-4 มาก เกษตรกรควรเลือกลงทุนแบบไหน ถ้าอัตราคิดลดร้อยละ 15

ปีที่	ทางเลือก A	ทางเลือก B
0	100,000	75,000
1	-	1,000
2	2,000	4,000
3	2,500	8,000
4	4,000	30,000

2. ลุงเลี่ยมมีที่ดิน 50 ไร่ ปลุกข้าวโพดมีรายได้ไร่ละ 625 บาท เสียค่าใช้จ่าย 360 บาทเท่ากันทุกปี แต่ถ้าหากปลุกต้นยูคาลิปตัส จะสามารถตัดไม้ขายได้เมื่อสิ้นปีที่ 5 จนถึงปีที่ 7 โดยการปลุกต้นยูคาลิปตัสจะมีรายได้และรายจ่ายต่อไร่ดังนี้

ปีที่ 1 เสียค่าปลูกและค่าพันธุ์ไร่ละ 600 บาท

ปีที่ 2 3 และ 4 เสียค่าบำรุงรักษาปีละ 400 บาท/ไร่

ปีที่ 5 6 และ 7 เสียค่าใช้จ่ายปีละ 500 บาท/ไร่

รายได้จากการตัดไม้คาดว่าจะมีรายได้ดังนี้

ปีที่ 5 2,500 บาท/ไร่

ปีที่ 6 3,000 บาท/ไร่

ปีที่ 7 1,500 บาท/ไร่

อยากทราบว่า ลุงเลี่ยมควรตัดสินใจปลุกข้าวโพดต่อหรือเปลี่ยนไปปลุกต้นยูคาลิปตัส หาก

- 1) หากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับร้อยละ 15 ต่อปี
 - 2) หากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับร้อยละ 20 ต่อปี
3. นายขาวเคยปลุกมันสำปะหลัง ได้รายได้ไร่ละ 2,600 บาท และมีค่าใช้จ่ายไร่ละ 550 บาท แต่อยากปลุกยูคาลิปตัส โดยเสียค่าพันธุ์ไร่ละ 1,800 บาท เสียค่าดูแลในปีที่ 1-4 ไร่ละ 800 บาท ในปีที่ 5 10 และ 15 สามารถตัดขายได้ โดยมีรายได้ไร่ละ 4,000 บาท/การตัด 1 ครั้ง ซึ่งปีที่ 5 10 และ 15 เสียค่าดูแลรักษารวมค่าตัดปีละ 1,200 บาท ส่วนปีที่ 6-9 และปีที่ 11-14 เสียค่าดูแลรักษาปีละ 300 บาท นายขาวควรเลือกปลุกมันสำปะหลังอย่างเดิม หรือเปลี่ยนมาปลุกยูคาลิปตัสดี (เมื่อใช้อัตราคิดลดร้อยละ 10)

4. สมมติให้นายสกลกำลังพิจารณาการลงทุนอยู่ 2 โครงการ ได้แก่ ทำไร่สับปะรด และปลูกกล้วยในเรือนกระจก รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการประกอบการ (ไม่รวมงบลงทุน) ของทั้ง 2 โครงการ ในช่วงเวลา 5 ปี และอัตราคิดลด (Discount rate) ที่ร้อยละ 4 แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ปี (n)	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการประกอบการไร่สับปะรด (ล้านบาท/ปี)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการประกอบการปลูกกล้วยในเรือนกระจก (ล้านบาท/ปี)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
อัตราคิดลด (r)	4%	4%	4%	4%	4%	4%
ค่าคิดลด (Discount factor)	1.000	0.962	0.925	0.889	0.855	0.822
มูลค่าปัจจุบันของโครงการไร่สับปะรด (ล้านบาท/ปี)						
มูลค่าปัจจุบันของโครงการปลูกกล้วยในเรือนกระจก (ล้านบาท/ปี)						

สมมติให้การลงทุนทำไร่สับปะรดต้องใช้เงินลงทุน 9 ล้านบาทในปีแรก (ปีที่ 0) ในขณะที่การสร้างเรือนกระจกในการปลูกกล้วยต้องใช้เงินลงทุน 30 ล้านบาทในปีแรก นอกจากนี้เมื่อสิ้นปีที่ 5 เขายังสามารถขายเรือนกระจกได้อีก 5 ล้านบาท จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ก. คำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) ของการลงทุนทั้ง 2 โครงการในระยะเวลา 5 ปี เมื่อคำนึงถึงงบลงทุนและมูลค่าซากและรายได้จากการประกอบการ (10 คะแนน)
- ข. ถ้าแผนการทำธุรกิจคือ 5 ปี คุณคิดว่านายสกลควรจะเลือกลงทุนในโครงการใด (5 คะแนน)
5. กำหนดให้การทำธุรกิจรับจ้างฉีดพ่นปุ๋ยและยาฆ่าแมลงโดยใช้โดรนมีมูลค่าปัจจุบัน (Present value) ของรายได้สุทธิดังตารางด้านล่าง

ปี	จำนวนโดรน (เครื่อง)			
	1	2	3	4
1	125,000	176,000	198,500	205,600
2	107,000	117,500	165,000	175,000
3	56,000	98,630	86,000	93,000
4	26,500	37,950	24,000	34,500
มูลค่าปัจจุบันรวม	314,500	430,080	473,500	508,100
มูลค่าปัจจุบันส่วนเพิ่ม: VMP				

- ก. คำนวณหามูลค่าปัจจุบันส่วนเพิ่มในตารางด้านบน
- ข. ปัจจุบันนายประยุทธ์ยังไม่มีรดำนเลย เขาควรตัดสินใจลงทุนซื้อโดรนจำนวนกี่เครื่อง เมื่อราคาซื้อโดรนเท่ากับ 100,000 บาทและมีมูลค่าซาก 60,000 บาท เพราะเหตุใด
- ค. หากปัจจุบันนายประยุทธ์มีโดรนอยู่แล้วจำนวน 3 เครื่อง เขาควรตัดสินใจลงทุนอย่างไรเพราะเหตุใด (ราคาซื้อโดรนเท่ากับ 100,000 บาทและมีมูลค่าซาก 60,000 บาท)
- ง. หากปัจจุบันนายประยุทธ์มีโดรนอยู่แล้วจำนวน 3 เครื่อง เขาควรตัดสินใจลงทุนอย่างไรเพราะเหตุใด (ราคาซื้อโดรนเท่ากับ 90,000 บาทและมีมูลค่าซาก 25,000 บาท) (5 คะแนน)

บทที่ 9 การตัดสินใจผลิตภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

การผลิตสินค้าเกษตร เกษตรกรต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนทั้งด้านผลผลิตและราคา อันเป็นเหตุที่อยู่เหนือการควบคุมของเกษตรกร ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องตัดสินใจผลิตโดยพิจารณาหาทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อช่วยตัดสินใจเพื่อลดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

9.1 ความหมายของความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

ความเสี่ยง (Risk) หมายถึง เหตุการณ์ในอนาคตที่ผู้ผลิตสามารถคาดคะเนเหตุการณ์นั้นได้ว่าจะมีโอกาสเกิดหรือไม่ การพิจารณาความเสี่ยงจะใช้ความน่าจะเป็น (Probability) ประเมินระดับความไม่แน่นอนโดยอาศัยข้อมูลในอดีตประเมินเหตุการณ์และผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น

ความไม่แน่นอน (Uncertainty) คือ หมายถึง เหตุการณ์ในอนาคตที่ผู้ผลิตไม่สามารถคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่ทราบทั้งความน่าจะเป็นและผลลัพธ์ เช่น การเปลี่ยนแปลงนโยบายของรัฐ หรือการเปลี่ยนแปลงนโยบายการค้าของต่างประเทศ

ทั้งนี้ การตัดสินใจภายใต้การผลิตที่ไม่แน่นอนเป็นเรื่องยากและผู้ผลิตจะต้องรับความเสี่ยง ในการศึกษาจึงใช้คำว่าความเสี่ยงและความไม่แน่นอนควบคู่กัน

9.2 หลักการตัดสินใจทำการผลิตภายใต้ความเสี่ยง

มีองค์ประกอบ 3 ประการคือ

- 1) ต้องมีโอกาหรือทางเลือกหลายทางเลือก เช่น ทางเลือกการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ในการปลูกข้าวโพด ได้แก่ 20 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่
- 2) มีเหตุการณ์หรือสถานการณ์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ เช่น ภาวะฝนแล้ง น้ำท่วม การระบาดของโรคและแมลง ที่เกิดขึ้นในอดีต
- 3) มีผลลัพธ์หรือผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจในแต่ละทางเลือก ซึ่งสามารถประเมินจากระดับกำไรหรือขาดทุนจากการใส่ปุ๋ยในระดับต่าง ๆ

เช่น โอกาส และผลตอบแทนในแต่ละทางเลือกในการใส่ปุ๋ยเพื่อผลิตข้าวโพดเป็นดังตาราง

เหตุการณ์ฝนตกในรอบ 30 ปี	โอกาสที่ฝนจะตก (Probability)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)		
		X: 20 กก.	Y: 50 กก.	Z: 90 กก.
A: ฝนน้อย	0.3	1,420	950	1,000
B: ฝนปกติ	0.5	3,900	3,200	4,250
C: ฝนมาก	0.2	1,810	2,870	1,350

กลยุทธ์ในการจัดการบริหารความเสี่ยงมีหลายวิธี เช่น

1. Maximin

วิธี Maximin เป็นการตัดสินใจเลือกผลตอบแทนที่ดีที่สุดจากผลตอบแทนที่ต่ำที่สุดของแต่ละทางเลือก (Best of the worst) ผู้ที่ขบตัดสินใจด้วยวิธีนี้มีลักษณะเชิงอนุรักษ์นิยม (Conservative) ซึ่งจะตัดสินใจโดยการคาดการณ์ในแง่ร้ายและได้ผลตอบแทนน้อยที่สุด (Pessimistic) โดยไม่นำความน่าจะเป็นมาร่วมพิจารณา ดังนั้น จากตัวอย่างในตารางที่ 9.1 ผลตอบแทนที่น้อยที่สุดของแต่ละทางเลือก ได้แก่ ทางเลือก X = 1,450 บาท/ไร่ ทางเลือก Y = 950 บาท/ไร่ ทางเลือก Z = 1,000 บาท/ไร่ ดังนั้น ทางเลือกที่ดีที่สุดของวิธี Maximin คือ ทางเลือก X ใส่ปุ๋ยจำนวน 20 กิโลกรัม จะได้รับผลตอบแทน 1,450 บาท/ไร่

	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)		
	X: 20 กก.	Y: 50 กก.	Z: 90 กก.
ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้ของแต่ละทางเลือก	1,420	950	1,000

2. Maximax

วิธี Maximax เป็นการตัดสินใจเลือกผลตอบแทนที่ดีที่สุดของแต่ละทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด (Best of the best) ผู้ที่ขบตัดสินใจด้วยวิธีนี้นักเป็นคนมองโลกในแง่ดี (Optimistic) ซึ่งจะตรงข้ามกับวิธี Maximin ซึ่งไม่นำความน่าจะเป็นมาร่วมพิจารณาเช่นเดียวกัน จากตัวอย่างในตารางที่ 9.1 ผลตอบแทนที่น้อยที่สุดของแต่ละทางเลือก ได้แก่ ทางเลือก X = 3,900 บาท/ไร่ ทางเลือก Y = 3,200 บาท/ไร่ ทางเลือก Z = 4,250 บาท/ไร่ ดังนั้น ทางเลือกที่ดีที่สุดของวิธี Maximin คือ ทางเลือก Z ใส่ปุ๋ยจำนวน 90 กิโลกรัม จะได้รับผลตอบแทน 4,250 บาท/ไร่

	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)		
	X: 20 กก.	Y: 50 กก.	Z: 90 กก.
ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้ของแต่ละทางเลือก	3,900	3,200	4,250

3. Equally likely state

วิธี Equally likely state มีข้อสมมติว่าแต่ละเหตุการณ์มีโอกาสเกิดเท่ากัน จึงใช้วิธีคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละทางเลือก แล้วเลือกทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนเฉลี่ยสูงสุด จากตัวอย่างข้างต้น รายได้สุทธิเฉลี่ยของแต่ละทางเลือกจากตัวอย่างข้างต้น เป็นดังนี้ ทางเลือก X = $(1,420 + 3,900 + 1,810)/3 = 2,377$ บาท/ไร่ ทางเลือก Y = $(950 + 3,200 + 2,870)/3 = 2,340$ บาท/ไร่ และทางเลือก Z = $(1,000 + 4,250 + 1,350)/3 = 2,200$ บาท/ไร่ ดังนั้น ทางเลือกที่เหมาะสมคือ ทางเลือก X

เหตุการณ์ฝนตกในรอบ 30 ปี	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)		
	X: 20 กก.	Y: 50 กก.	Z: 90 กก.
A: ฝนน้อย	1,420	950	1,000
B: ฝนปกติ	3,900	3,200	4,250

C: ฝนมาก	1,810	2,870	1,350
เฉลี่ย	~2,377	2,340	2,200

อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีนี้ต้องระวังว่าวิธีนี้อาจไม่เหมาะกับเกษตรกรที่มีทุนน้อย เนื่องจากทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนเฉลี่ยสูงอาจมีความแปรปรวนสูงจนเกิดการขาดทุนได้ ดังตัวอย่างการเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระหว่างพันธุ์ลูกผสมกับพันธุ์พื้นเมือง ค่าเฉลี่ยของรายได้สุทธิจากการใช้พันธุ์ลูกผสมเท่ากับ 50 เท่ากับ 50 บาท/ไร่ ขณะที่พันธุ์พื้นเมืองให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40 บาท/ไร่ หากแต่การใช้พันธุ์ลูกผสมอาจจะขาดทุนหากประสบภาวะฝนแล้ง

ทางเลือกการใช้ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)			
	ฝนแล้ง	ฝนปกติ	ฝนตกชุก	เฉลี่ย
พันธุ์ลูกผสม	-20	110	60	50
พันธุ์พื้นเมือง	40	50	30	40

4. Most likely stat

วิธีนี้จะพิจารณาทางเลือกที่มีความน่าจะเป็นสูงสุด แล้วเลือกทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด ดังนั้นทางเลือกที่จะได้รับเลือกคือ ทางเลือก Z เนื่องจากมีโอกาสที่เกิดเหตุการณ์สูงสุดที่ร้อยละ 50 โดยให้ผลตอบแทน 4,250 บาท/ไร่

เหตุการณ์ฝนตกในรอบ 30 ปี	โอกาสที่ฝนจะเกิด (Probability)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)		
		X: 20 กก.	Y: 50 กก.	Z: 90 กก.
A: ฝนน้อย	0.3	1,420	950	1,000
B: ฝนปกติ	0.5	3,900	3,200	4,250
C: ฝนมาก	0.2	1,810	2,870	1,350

5. Maximize Expected Value

วิธีนี้มีความได้เปรียบมากที่สุดเนื่องจากผลตอบแทนของแต่ละทางเลือกที่คาดว่าจะเกิดขึ้นพิจารณาโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ร่วมด้วย เรียกว่า ค่าคาดหวัง (Expected value) เกณฑ์การตัดสินใจคือ เลือกค่าคาดหวังสูงสุดที่เกิดขึ้น โดยคำนวณจากผลรวมของผลคูณรายได้สุทธิต่อการเกิดกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นั้น ๆ แสดงดังตาราง

เหตุการณ์	ความน่าจะเป็นจาก ข้อมูลในรอบ 30 ปี	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)		
		X: 20 กก.	Y: 50 กก.	Z: 90 กก.

A: ฝนน้อย	0.3	$1,420 \times 0.3 = 426$	$950 \times 0.3 = 285$	$1,000 \times 0.3 = 300$
B: ฝนปกติ	0.5	$3,900 \times 0.5 = 1950$	$3,200 \times 0.5 = 1600$	$4,250 \times 0.5 = 2,125$
C: ฝนมาก	0.2	$1,810 \times 0.2 = 362$	$2,870 \times 0.2 = 574$	$1,350 \times 0.2 = 270$
ค่าคาดหวัง		2,738	2,459	2,695

วิธีนี้เกษตรกรจะเลือกทางเลือก X ใส่ปุ๋ย 20 กิโลกรัม/ไร่ เนื่องจากให้ค่าคาดหวังของผลตอบแทนสูงที่สุดเท่ากับ 2,738 บาท/ไร่

9.3 การลงทุนเมื่อคำนึงถึงระยะเวลาและความเสี่ยง

ในการลงทุนมีความเสี่ยงเกิดขึ้นเสมอ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นร่วมตัดสินใจในการลงทุนด้วย ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิร่วมกับอัตราความเสี่ยงที่เกิดขึ้นด้วยค่าสัมประสิทธิ์ α_t (Adjustment factor) โดยค่า α_t จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 โดย $\alpha_t = 1$ แสดงถึง การลงทุนที่ไม่มีความเสี่ยงใด ๆ และ $\alpha_t = 0$ แสดงถึง การลงทุนที่มีความเสี่ยง 100% สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^n \alpha_t \frac{R_t - C_t}{(1+r)^t}$$

ปีที่	Ct	Rt	อัตราความเสี่ยง	α_t	PV factor	Net	PV
0	8,000	0	0	1	1	-8,000	(8,000.0)
1	0	4,000	0	1	0.89285714	4,000	3,571.4
2	0	4,000	10	0.9	0.79719388	4,000	2,869.9
3	0	4,000	20	0.8	0.71178025	4,000	2,277.7
						NPV	719.07

9.4 แนวทางการจัดการเพื่อแก้ไขปัญหาความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

1) การประกันพืชผล (Crop insurance) แนวทางนี้จะช่วยให้ผู้ผลิตได้รับรายได้ขั้นต่ำหากผลผลิตทางการเกษตรเสียหายจากภัยธรรมชาติ โดยเกณฑ์การพิจารณาสำคัญอยู่ที่ เงินทุนสำรองของผู้ผลิต และเบี้ยประกัน โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$G = R(r-i) - P$$

โดยที่ G = กำไรจากการประกันพืชผล

R = เงินที่เอาประกัน

r = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน

i = อัตราดอกเบี้ยเงินฝากธนาคารพาณิชย์

$$P = \text{เบี้ยประกันพืชผล}$$

หาก $G > 0$ เกษตรกรควรทำประกันพืชผลเนื่องจากค่าเสียโอกาสของรายได้ที่จะเกิดขึ้นสูงกว่าค่าเบี้ยประกัน

2) การผลิตแบบผสมผสาน (Diversification) เป็นการกระจายความเสี่ยงและความไม่แน่นอนทั้งด้านการผลิตและการตลาด โดยอาศัยหลักว่าด้วยผลประโยชน์เพิ่มเท่ากับการผลิตสินค้ามากกว่า 1 ชนิด หรือ $\frac{\Delta Y_1}{\Delta Y_2} = \frac{P_{Y_2}}{P_{Y_1}}$ มาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจการผลิตได้ ตัวอย่าง การผลิตแบบผสมผสาน เช่น การทำการเกษตรทฤษฎีใหม่ที่มีการจัดสรรที่ดินออกเป็น 4 ส่วนเพื่อการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันดังภาพที่ 9.1



ภาพที่ 9.1 การจัดสรรพื้นที่ตามแนวคิดเกษตรทฤษฎีใหม่

ที่มา: <https://www.kasetorganic.com>

3) ความคล่องตัวในการผลิต (Flexibility) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเกษตรกรในการปรับปรุงฟาร์มได้ง่าย ซึ่งจะพิจารณา 3 ด้าน คือ

3.1) ความคล่องตัวด้านเวลา (Time) เช่น การผลิตสินค้าเกษตรที่มีอายุสั้น เช่น ผัก ข้าวโพดหวาน หรือไก่เนื้อ จะมีความคล่องตัวในการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงการผลิตง่ายกว่าการผลิตสินค้าเกษตรที่ต้องใช้ระยะเวลาในการผลิต เช่น ไม้ผล สุกกร โคเนื้อ โคนม เป็นต้น

3.2) ความคล่องตัวด้านต้นทุน (Cost) การลงทุนผลิตสินค้าเกษตรโดยการเช่าที่ดินเพื่อขยายการผลิต สามารถทำได้ง่ายกว่าการซื้อที่ดินเพื่อขยายกิจการ หรือแม้แต่การเช่าเครื่องจักรหรือการจ้างเหมา จะมีความคล่องตัวมากกว่าการซื้อเครื่องจักร ซึ่งมีค่าเสื่อมและค่าซ่อมบำรุงตลอดอายุการใช้งาน และหากการซื้อมาด้วยการกู้ยืม จะมีต้นทุนดอกเบี้ยเงินกู้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

3.3) ความคล่องตัวด้านผลิตผล (Product flexibility) ผลิตผลที่สามารถเก็บรักษาได้นานหรือแปรรูปได้หลากหลายจะช่วยยืดอายุการขายในช่วงผลผลิตออกสู่ตลาดจำนวนมาก หรือการปลูกข้าวโพดกินฝักสด หากฝนทิ้งช่วง เกษตรกรสามารถถอยยอดเพื่อผลิตเป็นข้าวโพดฝักอ่อนจำหน่ายได้

4) การรักษาสภาพคล่อง (Liquidity) เป็นส่วนสำคัญเพื่อรับมือกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้น โดยการเก็บรักษา/สะสมสินทรัพย์ที่สามารถแปลงเป็นเงินสดได้ง่าย จะช่วยให้เกษตรกรมีความคล่องตัวปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกิจการได้ง่าย ซึ่งการรักษาสภาพคล่องสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

4.1) การรักษาเครดิตวงเงินกู้บางส่วน (Unused credit)

4.2) การถือสินทรัพย์ในรูปของเงินออม พันธบัตรรัฐบาล สลากทวิสิน สลากออมสิน เป็นต้น

4.3) การเก็บผลิตผลของฟาร์ม เช่น ข้าวเปลือก ข้าวโพด เป็ด ไก่ สุกร หรือโค เป็นต้น

5) การเก็บสำรองปัจจัยการผลิต (Resource reserves) เช่น ฟาง อาหารสัตว์ ปุ๋ย เป็นต้น

6) การตกลง/ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้า (Contractual arrangement) ซึ่งสามารถทำได้ทั้งการตกลงซื้อปัจจัยการผลิตล่วงหน้าโดยให้ทยอยส่ง หรือการทำสัญญาขายผลผลิตล่วงหน้า หรือที่เรียกว่า เกษตรพันธสัญญา (Contract farming) โดยจะมีการกำหนดคุณภาพรับซื้อที่ชัดเจน ซึ่งมีทั้งที่กำหนดราคาซื้อไว้ล่วงหน้า หรือรับซื้อในราคาตลาด ณ วันขาย เป็นต้น

7) การจัดการด้านการผลิต (Production management) หลักสำคัญของการจัดการผลิตคือการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม ใช้พันธุ์ที่ทนต่อสภาพแวดล้อม

8) การศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ (Education/training course) ซึ่งเป็นการลงทุนที่สำคัญ เกษตรกรต้องพร้อมรับมือและปรับตัวและปรับเปลี่ยนให้เท่าทันสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยตัดสินใจในการผลิตและการจัดการ

9) การเตรียมพร้อมผู้สืบทอดกิจการ (Backup management) สร้างทายาทหรือผู้ช่วยที่มีความสามารถในการจัดการการผลิตได้หากเจ้าของกิจการประสบปัญหาไม่สามารถบริหารงานได้ จะทำให้การผลิตดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

10) การปรับเปลี่ยนเป้าหมายการผลิต (Modification goals) เช่น การปรับเปลี่ยนจากการผลิตให้ได้กำไรสูงสุด เป็นการผลิตให้ได้คุณภาพดีที่สุดเพื่อที่จะยกระดับราคาขาย การลดปริมาณการผลิตให้คุ้มทุนในช่วงวิกฤติเพื่อรักษากิจการให้ดำเนินต่อไปได้

11) ติดตามมาตรการต่าง ๆ ของรัฐ (Governmental actions) ในวิกฤติต่าง ๆ รัฐบาลมักจะมีมาตรการเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร เช่น เงินเยียวยา 15,000 บาท/ครัวเรือน ให้กับเกษตรกร ซึ่งหัวหน้าครัวเรือนเกษตรกรต้องตรวจเช็คเพื่อที่จะได้รับการช่วยเหลือตามมาตรการรัฐ เป็นต้น

9.5 แบบฝึกหัดบท

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ก. ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนต่างกันอย่างไร
- ข. ในการทำสวนผลไม้เกษตรกรต้องเผชิญความเสี่ยงและความไม่แน่นอนอะไรบ้าง
- ค. ขอให้เสนอแนะแนวทางการลดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นโดย
นำเสนอแผนงานเพื่อรับมือเหตุการณ์ดังกล่าว 1 แผนงาน พร้อมอธิบายวิธีการอย่างละเอียด

2. กำหนดทางเลือกของการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ภายใต้ข้อมูลปริมาณฝนตกในอดีต พร้อมกับผลคาดคะเนของปริมาณผลผลิตข้าวสำหรับเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ทางเลือกการใส่ปุ๋ย	ปริมาณผลผลิตข้าว (ถัง)		
	ฝนแล้ง (โอกาสเกิด 20%)	ฝนปกติ (โอกาสเกิด 10%)	ฝนชุก (โอกาสเกิด 70%)
ทางเลือก 1: 0 กก./ไร่	0.31	0.66	0.42
ทางเลือก 2: 50 กก./ไร่	0.73	0.80	0.65
ทางเลือก 3: 100 กก./ไร่	0.63	1.51	0.92

จงตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในการใส่ปุ๋ยของกรณีต่าง ๆ ภายใต้หลักการตัดสินใจเพื่อจัดการความเสี่ยงที่เป็นไปได้ 5 ด้าน ได้แก่

1. Maximin
2. Maximax
3. Equally likely state
4. Most likely state
5. Maximise expected value state

ก. หากลุงอำเป็นคนไม่ชอบความเสี่ยงและมองโลกในแง่ร้าย ลุงอำควรตัดสินใจด้วยหลักการตัดสินใจใด และควรใส่ปุ๋ยเท่ากี่กิโลกรัม/ไร่

ข. กรณีลุงอำไม่มีข้อมูลความน่าจะเป็นของปริมาณฝน แต่จากประสบการณ์พบว่า ‘ฝนชุก’ เป็นเหตุการณ์ที่พบบ่อยที่สุด ลุงอำควรตัดสินใจด้วยหลักการตัดสินใจใด และควรใส่ปุ๋ยเท่ากี่กิโลกรัม/ไร่

ค. กรณีลุงอำมีข้อมูลความน่าจะเป็นของปริมาณฝน ดังตาราง และเป็นคนที่ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ลุงอำควรตัดสินใจด้วยหลักการตัดสินใจใด และควรใส่ปุ๋ยเท่ากี่กิโลกรัม/ไร่

บทที่ 10 การประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้นเพื่อการวางแผนการผลิตทางการเกษตร

การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming : LP) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์รายได้สูงสุดหรือต้นทุนต่ำสุดในการผลิตทางการเกษตร ซึ่งในการสร้างแบบจำลอง LP ต้องมีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ

- 1) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) โดยมี 2 วัตถุประสงค์หลักคือ กำไรสูงสุด (Profit maximisation) และต้นทุนต่ำสุด (Cost minimisation)
- 2) กิจกรรมทางเลือก (Activity) มากกว่า 1 ทางเลือก เช่น เกษตรกรต้องการวางแผนการผลิตข้าวและถั่วเหลือง เป็นต้น
- 3) ข้อจำกัดของการใช้ปัจจัยการผลิต (Constraint function) โดยปัจจัยการผลิตจะต้องมีจำนวนจำกัด เช่น ที่ดิน แรงงาน ทุนเงินสด น้ำ เป็นต้น

แบบจำลอง LP กรณีหาค่าสูงสุด สามารถเขียนในรูปสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$\begin{array}{ll} \text{Maximize} & z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \\ \text{Subject to} & \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & x_j \geq 0 \end{array} \quad \text{หรือ} \quad \begin{array}{ll} \text{Max} & Z = c'X \\ \text{S.t.} & AX \leq b \\ & x_j \geq 0 \end{array}$$

โดยที่

$$\begin{array}{ll} Z & = \text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์} \\ x_j & = \text{ตัวแปรทางเลือก/ตัวแปรตัดสินใจ } j \text{ มีจำนวน } n \text{ ตัว} \\ C_j & = \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทางเลือกในฟังก์ชันวัตถุประสงค์} \\ a_{ij} & = \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทางเลือกที่ } j \text{ ในเงื่อนไขที่ } i \text{ ที่มี } m \text{ เงื่อนไข} \\ b_i & = \text{ข้อจำกัดของทางเลือก } i \text{ ซึ่งเป็นค่าคงที่ (ปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่)} \\ c'X & = \text{เวกเตอร์ขนาด } n \times 1 \\ A & = \text{เมทริกซ์มิติ } m \times n \\ b & = \text{เวกเตอร์ขนาด } m \times 1 \end{array}$$

นอกจากนี้ยังสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\begin{array}{ll} \text{Maximize} & Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \\ \text{Subject to} & a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \\ & a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2 \\ & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ & a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m \\ & X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0 \end{array}$$

แบบจำลอง LP กรณีหาต้นทุนต่ำสุด สามารถเขียนในรูปสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$\begin{array}{ll} \text{Minimize} & \text{Cost} = \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad \text{หรือ} \quad \text{Min} \quad \text{Cost} = c'X \\ \text{Subject to} & \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \geq b_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \text{S.t.} \quad AX \geq b \\ & x_j \geq 0 \quad \quad \quad x_j \geq 0 \end{array}$$

โดยที่ Cost = ฟังก์ชันวัตถุประสงค์
 x_j = ตัวแปรทางเลือก/ตัวแปรตัดสินใจ j มีจำนวน n ตัว
 C_j = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทางเลือกในฟังก์ชันวัตถุประสงค์
 a_{ij} = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทางเลือกที่ j ในเงื่อนไขที่ i ที่มี m เงื่อนไข
 b_i = ข้อจำกัดของทางเลือก i ซึ่งเป็นค่าคงที่ (ปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่)
 $c'X$ = เวกเตอร์ขนาด $n \times 1$
 A = เมทริกซ์มิติ $m \times n$
 b = เวกเตอร์ขนาด $m \times 1$

นอกจากนี้ยังสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\begin{array}{ll} \text{Minimize} & \text{Cost} = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \\ \text{Subject to} & a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n \geq b_1 \\ & a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n \geq b_2 \\ & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ & a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n \geq b_m \\ & X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0 \end{array}$$

การประยุกต์ใช้เครื่องมือ LP ในการวิเคราะห์ปัญหาต้องอยู่ภายใต้ข้อสมมติดังต่อไปนี้

- 1) ปัจจัยการผลิตสามารถใช้รวมกันได้และใช้ได้ไม่เกินจำนวนปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ (Additivity of resources and activities)
- 2) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีคุณสมบัติเป็นเส้นตรง (Linearity of the objective function)
- 3) ค่าของตัวแปรที่ใช้ทั้งปัจจัยการผลิตและกิจกรรมต้องไม่เป็นลบ แต่สามารถเป็นศูนย์ได้ (Non-negativity of the decision variables) เนื่องจากเราไม่อาจผลิตพืชหรือสัตว์ในปริมาณที่ติดลบได้

- 4) กิจกรรมต่าง ๆ และปัจจัยการผลิตที่พิจารณาต้องแบ่งเป็นหน่วยย่อยได้ (Divisibility of activities and resources) เช่น ปลุกข้าว 10.5 ไร่ ใช้แรงงาน 25.3 วันทำงาน เป็นต้น
- 5) กิจกรรมที่สามารถเลือกได้และปัจจัยการผลิตที่ใช้ต้องมีที่สิ้นสุด (Finiteness of the activities and resources restriction) และผลรวมของกิจกรรมทั้งหมดจะได้จากการรวมกันของกิจกรรมย่อย (Additivity)
- 6) ความเป็นสัดส่วน (Proportionality) ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางเลือกและปัจจัยการผลิตเป็นสัดส่วนเท่ากันเสมอ (Proportionality of activity levels to resources) เช่น การปลุกข้าว 1 ไร่ ใช้ทุนเงินสด 500 บาท ได้ผลผลิต 650 กิโลกรัม หากขยายเป็น 5 ไร่ จะใช้ทุนเงินสด 2500 บาท และได้ผลผลิตข้าว 3,250 กิโลกรัม
- 7) ความแน่นอน (Certainty) ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในแบบจำลองมีเพียงค่าเดียว (Single - valued expectation) เช่น ผลผลิตข้าว 1 ไร่ เท่ากับ 650 กิโลกรัม

การวิเคราะห์ปัญหาด้วย LP สามารถทำได้ 2 วิธีคือ วิธีกราฟ และ Simplex method โดยตัวอย่างที่ใช้ในเอกสารบทนี้อ้างอิงจาก หนังสือเศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร (บรรลุ พุฒิกร และคณะ, 2549) นิสิตสามารถไปหาอ่านเพิ่มเติมได้โดยละเอียด

10.1 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธีกราฟ

การวิเคราะห์ปัญหา LP ด้วยกราฟ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 พิจารณากิจกรรมที่สามารถเลือกได้ ปริมาณปัจจัยการผลิตที่มี และเงื่อนไขที่ต้องการบรรลุทั้งหมด
- ขั้นตอนที่ 2 หาค่าสัมประสิทธิ์ของกิจกรรมที่สามารถเลือกได้ และสร้างสมการวัตถุประสงค์
- ขั้นตอนที่ 3 หาค่าสัมประสิทธิ์ของการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ต้องใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ 1 หน่วย เช่น แรงงาน (วันงาน/ไร่) ทุนเงินสดที่ใช้ (บาท/ไร่) แล้วสร้างสมการเงื่อนไข
- ขั้นตอนที่ 4 หาจำนวนหน่วยสูงสุดที่สามารถผลิตได้ เมื่อนำปัจจัยการผลิตทั้งหมดไปผลิตเพียงกิจกรรมเดียว
- ขั้นตอนที่ 5 สร้างกราฟจาก ขั้นตอนที่ 4 เพื่อหาเส้นขอบเขตการผลิตที่เป็นไปได้ (PPC) สร้างเส้นรายได้เท่ากัน แล้วเลื่อนเส้นรายได้เท่ากันจนสัมผัส PPC ซึ่งเป็นจุดตัดสนใจที่ก่อให้เกิดรายได้สูงสุด/ต้นทุนต่ำสุด
- ขั้นตอนที่ 6 แทนค่าจำนวนหน่วยของกิจกรรมที่สามารถเลือกได้ ณ จุดตัดสนใจในสมการวัตถุประสงค์ เพื่อคำนวณหารายได้เหนือต้นทุนเงินสด จากนั้นแทนค่าจำนวนหน่วยของกิจกรรม ณ จุดตัดสนใจ ในสมการเงื่อนไข เพื่อหาปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ต้องใช้

10.1.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์หารายได้เหนือต้นทุนมากที่สุดโดยวิธีกราฟ

ลุงบักมีที่ดินอยู่ 20 ไร่ ต้องการปลูกพืช 2 ชนิดในช่วงฤดูแล้ง คือ ข้าวนาปรัง (X_1) และถั่วเหลือง (X_2)

ถ้าปลูกข้าวนาปรัง 1 ไร่ จะใช้ต้นทุนเงินสด 1,000 บาท ใช้น้ำ 3,500 ลบ.ม. ได้ผลผลิตข้าวนาปรัง 500 กรัม ขายผลผลิตข้าวได้ 3 บาท/กิโลกรัม

ถ้าปลูกถั่วเหลือง 1 ไร่ จะใช้ต้นทุนเงินสด 1,300 บาท และใช้น้ำ 1,200 ลบ.ม. ได้ผลผลิตถั่วเหลือง 200 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้ 8 บาท/กิโลกรัม

ทั้งนี้ ลุงบักมีเงินสดอยู่ในมือที่สามารถใช้ในการปลูกพืชทั้งหมดเท่ากับ 25,000 บาท และมีน้ำในบ่อที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ตลอดช่วงฤดูกาลเพาะปลูก 60,000 ลบ.ม.

จงวิเคราะห์ว่าลุงบักควรจะปลูกพืชอะไร อย่างละกี่ไร่ จึงจะได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด และใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดไปเท่าไร

จากข้อมูลข้างต้นสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา กิจกรรม และข้อจำกัด

กิจกรรมที่สามารถเลือกได้ ได้แก่ ปลูกข้าวนาปรัง (X_1) และ ปลูกถั่วเหลือง (X_2)

ปริมาณปัจจัยการผลิตที่มี ได้แก่ ที่ดิน 20 ไร่ เงินสด 25,000 บาท ปริมาณน้ำ 60,000 ลบ.ม.

เป้าหมายที่ต้องการบรรลุ ได้แก่ รายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าสัมประสิทธิ์ของกิจกรรม และสร้างสมการวัตถุประสงค์

จากข้อมูลที่กำหนดให้สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์กิจกรรมทางเลือกได้ดังตาราง

รายการ	ข้าวนาปรัง (X_1)	ถั่วเหลือง (X_2)
ผลผลิต (กก./ไร่)	500	200
ราคาขายผลผลิต (บาท/กก.)	3	8
รายได้เบื้องต้น (บาท/ไร่)	1,500	1,600
ต้นทุนเงินสดที่ใช้ (บาท/ไร่)	1,000	1,300
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	500	300

รายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่คำนวณได้ดังตาราง สามารถสร้างสมการวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

$$\text{Max } Z = 500X_1 + 300X_2$$

ขั้นตอนที่ 3 หาค่าสัมประสิทธิ์ของการสมการเงื่อนไข

การใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด (Input-output coefficient) ในการผลิตแต่ละทางเลือกต่อ 1 หน่วยเป็นดังนี้

รายการ	ข้าวนาปรัง	ถั่วเหลือง
--------	------------	------------

	(X ₁)	(X ₂)
ที่ดิน (ไร่)	1	1
ต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	1,000	1,300
น้ำ (ลบ.ม.)	3,500	1,200

จากข้อมูลในตาราง สามารถสร้างสมการเงื่อนไขได้ 3 สมการ ดังนี้

$$\text{สมการเงื่อนไขการใช้ที่ดิน} \quad X_1 + X_2 \leq 20$$

$$\text{สมการเงื่อนไขการใช้เงินสด} \quad 1,000X_1 + 1,300X_2 \leq 25,000$$

$$\text{สมการเงื่อนไขการใช้น้ำ} \quad 3,500X_1 + 1,200X_2 \leq 60,000$$

ขั้นตอนที่ 4 หาจำนวนหน่วยสูงสุดที่สามารถผลิตได้

ปัจจัยที่ดิน มีทั้งหมด 20 ไร่ หากไม่ทำการผลิตถั่วเหลืองจะสามารถผลิตข้าวนาปรังได้ $20/1 = 20$ ไร่ (20/1) ในทางกลับกันหากทำการผลิตเฉพาะถั่วเหลือง ก็จะสามารถผลิตได้ $20/1 = 20$ ไร่

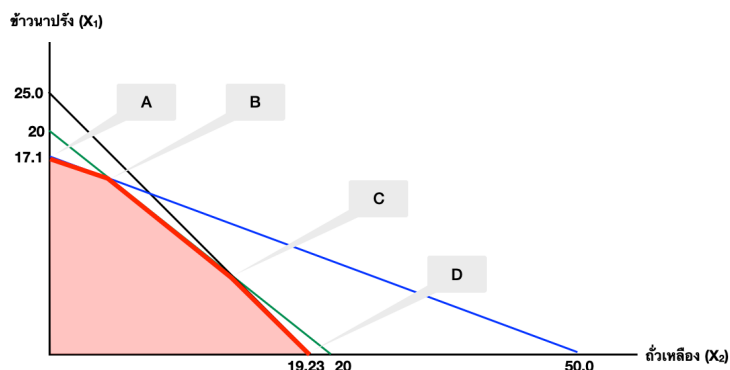
ปัจจัยเงินสด มีทั้งหมด 25,000 บาท สามารถนำไปผลิตข้าวนาปรังได้สูงสุด $25,000/1,000 = 25$ ไร่ ในทางกลับกัน สามารถนำไปผลิตถั่วเหลืองได้สูงสุด $25,000/1,300 = 19.23$ ไร่

ปัจจัยน้ำ มีทั้งหมด 60,000 ลบ.ม. สามารถนำไปผลิตข้าวนาปรังได้สูงสุด $60,000/3,500 = 17.14$ ไร่ ในทางกลับกัน สามารถนำไปผลิตถั่วเหลืองได้สูงสุด $60,000/1,200 = 50$ ไร่

รายการ	ข้าวนาปรัง (X ₁)	ถั่วเหลือง (X ₂)
ที่ดิน (ไร่)	20	20
ต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	25.0	19.23
น้ำ (ลบ.ม.)	17.14	50.0

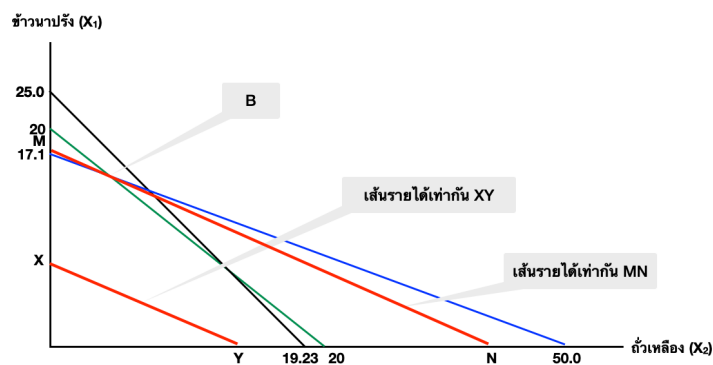
ขั้นตอนที่ 5 สร้างกราฟ

นำข้อมูลที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่ 4 มาสร้างกราฟเพื่อหาเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (PPC) ดังภาพที่ 10.1 ซึ่งเส้น PPC คือ เส้นที่ลากเชื่อมจุด A B C และ D โดยความเป็นไปได้ในการผลิตทั้งหมดจะอยู่ในพื้นที่ใต้เส้น ABCD



ภาพที่ 4.1 เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (PPC)

จากนั้นสร้างเส้นรายได้เท่ากันจากค่าสัมประสิทธิ์ของสมการวัตถุประสงค์ จากภาพ 10.2 เส้นเส้นรายได้เท่ากัน XY จะถูกเลื่อนขึ้นเป็นเส้น MN และสัมผัสกับเส้น PPC ที่จุด B ซึ่งเป็นจุดตัดสินใจในการผลิต



ภาพที่ 5.2 เส้นรายได้เท่ากันและจุดที่เส้นรายได้เท่ากันสัมผัสกับเส้น PPC

ดังนั้น เราสามารถแก้สมการหาค่า X_1 และ X_2 โดยนำเงื่อนไขการใช้ที่ดินและการใช้น้ำ โดยตัดกันที่

จุด B

$$X_1 + X_2 \leq 20 \quad \dots(1)$$

$$3,500X_1 + 1,200X_2 \leq 60,000 \quad \dots(2)$$

จากนั้น เปลี่ยนเครื่องหมาย $\leq$ ในสมการที่ (1) และ (2) เป็นเครื่องหมาย $=$ ดังสมการ (3) และ (4)

$$X_1 + X_2 = 20 \quad \dots(3)$$

$$3,500X_1 + 1,200X_2 = 60,000 \quad \dots(4)$$

คูณสมการ 3 ด้วย 1,200 จะได้

$$1,200X_1 + 1,200X_2 = 2,400 \quad \dots(5)$$

นำสมการ (4) ลบด้วยสมการ (5)

$$2,300X_1 = 3,600 \quad \dots(6)$$

$$X_1 = 15.652$$

แทนค่า X_1 ในสมการ (1) จะได้

$$X_2 = 4.348$$

ขั้นตอนที่ 6 แทนค่าจำนวนหน่วยของกิจกรรมที่คำนวณได้ ณ จุดตัดสินใจในสมการวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหารายได้เหนือต้นทุนเงินสด

$$\begin{aligned}\text{Max } Z &= 500X_1 + 300X_2 \\ &= 500(15.652) + 300(4.348) \\ &= 7,862.00 + 1,304.40 \\ &= 9,130.40 \text{ บาท}\end{aligned}$$

จากนั้นแทนค่าจำนวนหน่วยกิจกรรมในสมการเงื่อนไข เพื่อหาจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิต ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{เงื่อนไขการใช้ที่ดิน} &= X_1 + X_2 \\ &= 15.652 + 4.348 \\ &= 20 \text{ ไร่}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เงื่อนไขการใช้ทุนเงินสด} &= 1,000X_1 + 1,300X_2 \\ &= 1,000*15.652 + 1,300*4.348 \\ &= 21,304.40 \text{ บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นจะเหลือเงินสด} &= 25,000 - 21,304.40 \\ &= 3,695.60 \text{ บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เงื่อนไขการใช้น้ำ} &= 3,500X_1 + 1,200X_2 \\ &= 3,500*15.652 + 1,200*4.348 \\ &= 59,999.60 \\ &\sim 60,000 \text{ ลบ.ม.}\end{aligned}$$

10.1.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์หาต้นทุนต่ำสุดโดยวิธีกราฟ

ลูกเป็ยกเลี้ยงเป็ดอยู่ 100 ตัว ในแต่ละวัน เป็ดที่ลูกเป็ยกเลี้ยงต้องการโปรตีนมากกว่าหรือเท่ากับ 30 กก. ต้องการคาร์โบไฮเดรตมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กก. และต้องมีไฟเบอร์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 กก. วัตถุดิบที่ลูกเป็ยกใช้ผสมอาหารเป็ดคือ ปลาป่นและข้าวโพดป่น โดยปลาป่นมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไฟเบอร์ร้อยละ 40 18 และ 6 ของน้ำหนักปลาป่นที่ใช้ตามลำดับ และข้าวโพดป่นมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไฟเบอร์ร้อยละ 12 35 และ 3 ของน้ำหนักข้าวโพดป่นที่ใช้ตามลำดับ ทั้งนี้ ราคาปลาป่นและข้าวโพดป่นตอนนี้มีการซื้อขายกันที่กิโลกรัมละ 12 และ 3.5 บาท ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา กิจกรรม และข้อจำกัด

กิจกรรมที่เลือกได้มี 2 ชนิด คือ ปลาป่น (X_1) และข้าวโพดป่น (X_2)

เงื่อนไขธาตุอาหารที่ได้รับ คือ โปรตีนมากกว่าหรือเท่ากับ 30 กิโลกรัม คาร์โบไฮเดรตมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลกรัม และไฟเบอร์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 กิโลกรัม

เป้าหมายที่ต้องการบรรลุ คือ ต้นทุนการใช้ปลาป่นและข้าวโพดป่นต่ำที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าสัมประสิทธิ์ของกิจกรรม และสร้างสมการวัตถุประสงค์

จากข้อมูล ราคาปลาป่นและข้าวโพดป่น 12 และ 3.5 บาท/กิโลกรัม ดังนั้น

$$\text{สมการวัตถุประสงค์คือ } \text{Min Cost} = 12X_1 + 3.50X_2$$

จากข้อมูลที่กำหนดให้สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์กิจกรรมทางเลือกได้ดังตาราง

เงื่อนไข	ปลาป่น (X_1)	ข้าวโพดป่น (X_2)
โปรตีน (กก.)	0.4	0.12
คาร์โบไฮเดรต (กก.)	0.18	0.35
ไฟเบอร์ (กก.)	0.06	0.03

ขั้นตอนที่ 3 สร้างสมการเงื่อนไข

$$\text{สมการเงื่อนไขโปรตีน} \quad 0.40X_1 + 0.12X_2 \geq 30$$

$$\text{สมการเงื่อนไขคาร์โบไฮเดรต} \quad 0.18X_1 + 0.35X_2 \geq 25$$

$$\text{สมการเงื่อนไขไฟเบอร์} \quad 0.06X_1 + 0.03X_2 \geq 6$$

ขั้นตอนที่ 4 หาจำนวนหน่วยสูงสุดของทางเลือกที่สามารถเลือกได้

เงื่อนไขโปรตีน หากมีปลาป่นเพียงอย่างเดียว ต้องใช้ปลาป่น $30/0.04 = 75$ กิโลกรัม หากมีข้าวโพดป่นอย่างเดียวต้องใช้ข้าวโพดป่น $30/0.12 = 250$ กิโลกรัม

เงื่อนไขคาร์โบไฮเดรต หากมีปลาป่นเพียงอย่างเดียว ต้องใช้ปลาป่น $25/0.18 = 138.8$ กิโลกรัม หากมีข้าวโพดป่นอย่างเดียวต้องใช้ข้าวโพดป่น $25/0.35 = 71.4$ กิโลกรัม

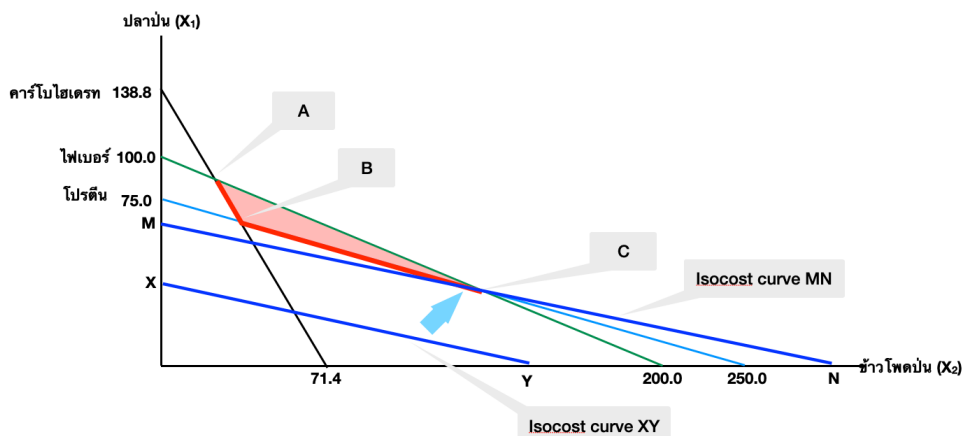
เงื่อนไขไฟเบอร์ หากมีปลาป่นเพียงอย่างเดียว ต้องใช้ปลาป่น $6/0.06 = 100$ กิโลกรัม หากมีข้าวโพดป่นอย่างเดียวต้องใช้ข้าวโพดป่น $6/0.03 = 200$ กิโลกรัม

เงื่อนไข	ปลาป่น (X_1)	ข้าวโพดป่น (X_2)
โปรตีน (กก.)	75.0	250
คาร์โบไฮเดรต (กก.)	138.8	71.4
ไฟเบอร์ (กก.)	100.0	200.0

ขั้นตอนที่ 5 สร้างกราฟ

นำข้อมูลที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่ 4 มาสร้างกราฟเพื่อหาเส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquant) ดังภาพที่ 10.2 เงื่อนไขปริมาณสารอาหารที่ต้องการคือเส้นที่เชื่อมระหว่างจุด A B และ C ขอบเขตของการผสมอาหารเปิดที่เป็นไปได้ คือ พื้นที่สามเหลี่ยม ABC

จากนั้นสร้างเส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost) โดยสมมติเงินทุนจำกัดจำนวนหนึ่ง เช่น หากมีเงินทุน 300 บาท สามารถซื้อเฉพาะปลาป่นได้ $300/12 = 25$ กิโลกรัม (จุด X) ซื้อเฉพาะข้าวโพดป่นได้ $300/3.5 = 87.7$ กิโลกรัม (จุด Y) ซึ่งคือ เส้น XY เมื่อเพิ่มเงินทุนเส้นต้นทุนเท่ากัน จะเลื่อนไปทางขวามือจนทำให้เส้นต้นทุนเท่ากัน MN ไปสัมผัสเส้นผลผลิตเท่ากันที่จุด C ซึ่งเป็นจุดตัดสินใจ



ภาพที่ 6 เส้นผลผลิตเท่ากัน

จุด C เป็นจุดที่ตัดการระหว่างเงื่อนไขโปรตีนและเงื่อนไขไฟเบอร์ เราสามารถหาปริมาณการใช้ปลาป่นและข้าวโพดป่นได้จากสมการเงื่อนไขทั้งสอง ดังนี้

$$0.40X_1 + 0.12X_2 \geq 30 \quad \dots(1)$$

$$0.06X_1 + 0.03X_2 \geq 6 \quad \dots(2)$$

เปลี่ยนเครื่องหมาย $\geq$ เป็น $=$ ได้ดังนี้

$$0.40X_1 + 0.12X_2 = 30 \quad \dots(3)$$

$$0.06X_1 + 0.03X_2 = 6 \quad \dots(4)$$

คูณสมการ 4 ด้วย 4 จะได้

$$0.24X_1 + 0.12X_2 = 24 \quad \dots(5)$$

นำสมการ 3 ลบด้วยสมการ 4 จะได้

$$0.16X_1 = 6 \quad \dots(6)$$

$$X_1 = 37.5$$

$$X_2 = 125.0$$

ขั้นตอนที่ 6 แทนค่าจำนวนหน่วยของกิจกรรมที่คำนวณได้ ณ จุดตัดสนใจในสมการวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาต้นทุนการผลิตอาหารเปิด

$$\begin{aligned} \text{Min Cost} &= 12X_1 + 3.50X_2 \\ &= 12*37.5 + 3.5*125 \\ &= 450 + 437.5 \\ &= 887.5 \text{ บาท} \end{aligned}$$

จากนั้นแทนค่าจำนวนหน่วยกิจกรรมในสมการเงื่อนไข เพื่อหาปริมาณสารอาหารที่ได้รับ

$$\begin{aligned} \text{เงื่อนไขโปรตีน} &= 0.40X_1 + 0.12X_2 \\ &= 0.4*37.5 + 0.12*125 \\ &= 15 + 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 30 \text{ กิโลกรัม} \\
 \text{เงื่อนไขคาร์โบไฮเดรต} &= 0.18X_1 + 0.35X_2 \\
 &= 0.18 \cdot 37.5 + 0.35 \cdot 125 \\
 &= 6.75 + 43.75 \\
 &= 50.5 \text{ กิโลกรัม} \\
 \text{เงื่อนไขไฟเบอร์} &= 0.06X_1 + 0.03X_2 \\
 &= 0.06 \cdot 37.5 + 0.03 \cdot 125 \\
 &= 2.25 + 3.75 \\
 &= 6 \text{ กิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

10.2 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธี Simplex

วิธี Simplex สามารถวิเคราะห์แบบจำลอง LP ที่มีขนาดใหญ่ ที่มีกิจกรรมทางเลือกและเงื่อนไขจำนวนมากได้ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา และกำหนดให้อยู่ในรูปแบบจำลอง LP

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนฟังก์ชันและเงื่อนไขให้อยู่ในรูปฟอร์มมาตรฐาน โดยเปลี่ยนเครื่องหมายมากกว่าเท่ากับหรือน้อยกว่าเท่ากับ ให้เป็นเครื่องหมาย =

ขั้นตอนที่ 3 ย้ายแบบจำลอง LP ที่เปลี่ยนให้อยู่ในฟอร์มมาตรฐานลงในฟอร์มที่ออกแบบไว้ จากนั้นคำนวณค่า Z_j (Z_j = ผลรวม Opt คูณกับค่า a_{ij}) และหาค่า $Z - C$

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาปัญหา และกำหนดให้อยู่ในรูปแบบจำลอง LP

ขั้นตอนที่ 5 หา Key column ที่ค่าในแถว $Z-C$ มีค่าลบมากที่สุด จากนั้นสร้าง Column R ใหม่ โดยนำค่า Column B_j หาด้วยสัมประสิทธิ์ที่อยู่ใน Key column

ขั้นตอนที่ 6 แทน X_i จาก Key column ไปแทนใน S_j ใน Key row จากนั้น แทนค่า C_j จาก Key column ไปแทนค่าสัมประสิทธิ์ Opt ใน Key row แล้วทำการเปลี่ยนตัวเลขในแถวอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ Key row โดย ตัวเลขใหม่ = ตัวเลขเก่า - (ตัวเลขใน Key row * ตัวเลขใน Key column)

ขั้นตอนที่ 7 หาคำตอบที่เหมาะสม โดยคำนวณค่า Z_j ในแนวนอน จากนั้นคำนวณค่า $Z_j - C_j$ โดยคำตอบที่เหมาะสมสังเกตจากค่า $Z_j - C_j > 0$ หหมดทุกค่า หากยังมีตัวเลข $Z_j - C_j < 0$ แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม ให้เริ่มคำนวณขั้นตอนที่ 5 อีกครั้งจน $Z_j - C_j > 0$ ตลอดทั้งแถว ตัวเลขสุดท้ายที่ปรากฏจะเป็นแผนการผลิตที่เหมาะสมที่วิเคราะห์ได้

การวิเคราะห์ข้างต้นจะอาศัยตารางเฉพาะ โดยมีโครงสร้างดังตาราง

Activity i	Obt	B _i	S1	S2	...	S _n	X1	X2	...	X _n	R=B/a _i
C _j											
1											
2											
3											
:											
:											
:											
m											
Z _j											
Z _j - C _j											

10.2.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ต้องการรายได้สูงสุดโดยวิธี Simplex

กรณีการหารายได้เหนือต้นทุนสูงสุด

ตัวอย่าง คุณบอนมีที่ดินจำนวน 100 ไร่ ปลูกพืชไร่ 3 ชนิด คือ ถั่วเขียว (X₁) มันสำปะหลัง (X₂) ถั่วลิสง (X₃) มีเงื่อนไขดังตาราง

รายการ	ถั่วเขียว (X ₁)	มันสำปะหลัง (X ₂)	ถั่วลิสง (X ₃)	จำนวนปัจจัยที่มี
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	40	45	200	
ที่ดิน (ไร่)	1	1	1	100
แรงงานจ้าง (ชั่วโมงทำงาน)	8	0	13	400
ทุนเงินสด (บาท)	2	4	40	400

ขั้นตอนที่ 1 สร้างแบบจำลอง LP

$$\text{Max} = 40X_1 + 45X_2 + 200X_3$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 100$$

$$8X_1 + 0X_2 + 13X_3 \leq 400$$

$$2X_1 + 4X_2 + 40X_3 \leq 400$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนฟังก์ชันให้อยู่ในรูปมาตรฐาน โดยเปลี่ยนเครื่องหมาย $\leq$ เป็น $=$ และเพิ่ม Slack variable (S) สำหรับสมการเงื่อนไข ดังนี้

$$\text{Max} = 40X_1 + 45X_2 + 200X_3 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + 1S_1 = 100$$

$$8X_1 + 0X_2 + 13X_3 + 1S_2 = 400$$

$$2X_1 + 4X_2 + 40X_3 + 1S_3 = 400$$

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบจำลอง LP ในขั้นตอนที่ 2 ในตารางซิมเพล็กซ์

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3
Cj			0	0	0	40	45	200
S1	0	100	1	0	0	1	1	1
S2	0	400	0	1	0	8	0	13
S3	0	400	0	0	1	2	4	40

โดยที่ S_1 = ค่า Slack variable ของเงื่อนไขที่ดิน
 S_2 = ค่า Slack variable ของเงื่อนไขแรงงานจ้าง
 S_3 = ค่า Slack variable ของเงื่อนไขเงินทุน
 B_i = จำนวนปัจจัยการผลิตที่สามารถใช้ได้ทั้งหมด
 C_j = ค่าสัมประสิทธิ์ของกิจกรรมในฟังก์ชันวัตถุประสงค์
 Obt = จำนวนกิจกรรมที่ถูกเลือกเข้ามาในแผนการผลิตที่เหมาะสม

จากนั้นคำนวณหาค่า Z_j จาก

$$Z_j = \sum (\text{Opt} * a_{ij} \text{ ที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกับค่า } Z_j)$$

เช่น Z_j ในคอลัมน์ $B_i = 0*100 + 0*400 + 0*400 = 0$

ในคอลัมน์ $S_1 = 0*1 + 0*0 + 0*0 = 0$

เมื่อได้ค่า Z_j แล้ว ให้คำนวณหาค่า $Z_j - C_j$ โดยนำค่า Z_j แล้วลบด้วยค่า C_j ในคอลัมน์นั้น ๆ

เช่น Z_j ในคอลัมน์ $B_i = 0 - 0 = 0$

ในคอลัมน์ $X_1 = 0 - 40 = -40$

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3
Cj			0	0	0	40	45	200
S1	0	100	1	0	0	1	1	1
S2	0	400	0	1	0	8	0	13
S3	0	400	0	0	1	2	4	40
Zj		0	0	0	0	0	0	0
Zj-Ci		0	0	0	0	-40	-45	-200

$Z_j = \sum (\text{Opt} * a_{ij} \text{ ที่อยู่ในแถวเดียวกับค่า } Z_j)$
 $0*100 + 0*400 + 0*400 = 0$

ตรวจสอบค่าตัวเลขในแถวตอน Z-C ถ้ามีค่าลบอยู่ แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาค่าใน $Z_j - C_j$ ว่ามีค่า < 0 หรือไม่ ถ้ามี แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสมให้ทำขั้นตอนที่ 5 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 Key number

- 1) หา Key column โดยพิจารณาค่าในแถว $Z - C$ ที่มีค่าลบมากที่สุด จากข้อมูลในตารางขั้นตอนที่ 4 Column X3 มีค่า $Z - C = -200$ ตีลบมากที่สุด ดังนั้น Key column คือ Column X3
- 2) สร้าง Column R โดยนำค่าใน Column B_i หารด้วยค่าสัมประสิทธิ์ใน Key column
เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ใน Column R แถว S_1 คือ $100/1 = 100$
แถว S_2 คือ $400/13 = 30.77$
แถว S_3 คือ $400/40 = 10$
- 3) หา Key row โดยพิจารณาค่าใน Column R ที่มีค่าบวกน้อยที่สุด จากการคำนวณในข้อ 2) ข้างต้น Key row คือ แถว S_3
- 4) หา Key number คือค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่ในตำแหน่งที่ตัดกันระหว่าง Key column และ Key row ในที่นี้ Key number = 40

Activity	Opt	B_i	S_1	S_2	S_3	X_1	X_2	X_3	$R = B_i/a_i$
C_j			0	0	0	40	45	200	
S_1	0	100	1	0	0	1	1	1	100.00
S_2	0	400	0	1	0	8	0	13	30.77
S_3	0	400	0	0	1	2	4	40	10.00
Z_j		0	0	0	0	0	0	0	
$Z_j - C_i$		0	0	0	0	-40	-45	-200	

สร้าง Column R
Key column
Key row
Key number

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณตัวเลขในตารางใหม่

- 1) แทน S_3 ด้วย X_3 และนำค่า C_j ของ X_3 ไปแทนค่าสัมประสิทธิ์ของ Obt ใน Key row
- 2) จากนั้น นำ Key number (40) หารค่าสัมประสิทธิ์ใน Key row ทุกตัว

Activity	Opt	B_i	S_1	S_2	S_3	X_1	X_2	X_3
C_j			0	0	0	40	45	200
S_1	0	100	1	0	0	1	1	1
S_2	0	400	0	1	0	8	0	13
S_3 X_3	0 200	400 $400/40 = 10$	0	0	1 $1/40 = 0.025$	2 $2/40 = 0.05$	4 $4/40 = 0.1$	40 1
Z_j		0	0	0	0	0	0	0
$Z_j - C_i$		0	0	0	0	-40	-45	-200

- 3) เปลี่ยนตัวเลขในแถวอื่นที่ไม่ใช่ Key row โดยใช้สูตร

ตัวเลขใหม่ = ตัวเลขเดิม - (ตัวเลขใน Key row * ตัวเลขใน Key column)

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3
Cj			0	0	0	40	45	200
S1	0	100	1	0	0	1	1	1
		$90=100-(10*1)$	$1=1-(0*1)$	$0=0-(0*1)$	$-0.025=0-(0.025*1)$	$.95=1-(0.05*1)$	$.90=1-(0.1*1)$	$0=1-(1*1)$
S2	0	400	0	1	0	8	0	13
		$270=400-(10*13)$	$0=0-(0*13)$	$1=1-(0*13)$	$-0.325=0-(0.025*13)$	$7.35=8-(0.05*13)$	$-1.3=0-(0.1*13)$	$0=13-(1*13)$
X3	200	10	0	0	0.025	0.05	0.1	1
Zj		0	0	0	0	0	0	0
Zj-Ci		0	0	0	0	-40	-45	-200

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบการคำนวณเพื่อพิจารณาค่าที่ได้

- 1) คำนวณค่า Z_j ทั้งแถวด้วยสูตร $Z_j = \sum (Opt * a_{ij})$ ที่อยู่ในแถวตั้งเดียวกับค่า Z_j
- 2) คำนวณค่า $Z_j - C_j$ จะได้ผลดังตาราง

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3
Cj			0	0	0	40	45	200
S1	0	90	1	0	-0.025	0.95	0.90	0
S2	0	270	0	1	-0.325	7.35	-1.3	0
X3	200	10	0	0	0.025	0.05	0.1	1
Zj		2,000	0	0	5	10	20	200
Zj-Ci		2,000	0	0	5	-30	-25	0

ผลการคำนวณค่า $Z_j - C_j$ พบว่า ยังมีค่าติดลบอยู่ (-30 และ -25) จึงต้องเริ่มคำนวณใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5 และ 6 รอบที่ 2 ได้ผลดังตาราง

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3	R = Bi/ai
Cj			0	0	0	40	45	200	
S1	0	55.102	1	-0.129	0.017	0	1.068	0	
S2	40	36.735	0	0.136	-0.044	1	-0.177	0	
X3	200	8.163	0	-0.007	0.027	0	0.109	1	
Zj		3102.041	0	4.082	3.673	40	14.694	200	
Zj-Ci		3102.041	0	4.082	3.673	0	-30.306	0	

ผลการคำนวณค่า $Z_j - C_j$ พบว่ายังคงมีค่าติดลบอยู่ (-30.30) ต้องเริ่มคำนวณใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5 และ 6 รอบที่ 3 ได้ผลดังตารางด้านล่าง ซึ่งทุกค่าในแถว $Z_j - C_j$ มีค่าเป็นบวก แสดงว่าได้แผนการผลิตที่เหมาะสมแล้ว

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3
Cj			0	0	0	40	45	200
X2	45	51.593	0.936	-0.121	0.016	0	1	0
X1	40	45.860	0.166	0.115	-0.041	1	0	0
X3	200	2.547	-0.102	0.006	0.025	0	0	1
Zj		4,665.645	28.377	0.414	4.156	40	45.001	200
Zj-Ci		4,665.645	28.377	0.414	4.156	0	0.001	0

$Z-C > 0$ สะท้อนการผลิตที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 8 การอธิบายผล

การอธิบายผลให้เริ่มต้นที่สัมประสิทธิ์ของคอลัมน์ B_i โดยค่า Z_j คือผลตอบแทนหรือรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 4,665.6 บาท โดยมีกิจกรรมที่เหมาะสม 3 กิจกรรม คือ ผลิตมันสำปะหลัง (X_2) 51.593 ไร่ ผลิตถั่วเขียว (X_1) 45.86 ไร่ และผลิตถั่วลิสง 2.547 ไร่

ค่าของ Slack variable ทั้ง 3 ตัว ในแถว $Z_j - C_j$ คือ มูลค่าเพิ่มของการใช้ปัจจัยการผลิต (Marginal revenue product : MRP) เนื่องจากผลที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวกทั้งหมด แสดงว่า แผนการผลิตนี้จะใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง ที่ดิน แรงงาน และทุนเงินสด จนหมด (หากใช้ปัจจัยการผลิตไม่หมด ค่าที่ปรากฏจะเป็น 0) โดยสามารถอธิบายค่า MRP ของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

ปัจจัยที่ดิน (S_1) ค่า MRP = 28.377 หมายถึง หากเกษตรกรสามารถหาที่ดินมาผลิตเพิ่มขึ้นอีก 1 ไร่ จะทำให้ได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสด (Z_j) เพิ่มขึ้น 28.377 บาท ซึ่งค่า MRP นี้จะสะท้อนถึงต้นทุนสูงสุดของการเพิ่มปัจจัยที่ดินที่ยอมรับได้ กล่าวคือ หากต้นทุนในการเพิ่มพื้นที่ 1 ไร่ น้อยกว่า 28.377 บาท เกษตรกรควรเพิ่มพื้นที่การผลิต ทั้งนี้ ค่า MRP จะมีค่าน้อยลงเรื่อย ๆ ตามจำนวนที่ดินที่นำมาใช้เพิ่ม

ปัจจัยแรงงานจ้าง (S_2) ค่า MRP = 0.414 หมายถึง หากเกษตรกรสามารถหาแรงงานจ้างมาช่วยงานได้เพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงทำงาน จะได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเพิ่มขึ้น 0.414 บาท

ปัจจัยทุนเงินสด (S_3) ค่า MRP = 4.156 หมายถึง หากเกษตรกรสามารถหาเงินสดมาใช้ในการผลิตเพิ่มขึ้น 1 บาท จะได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเพิ่มขึ้น 4.156 บาท

จะพบว่า อีกนัยหนึ่งของ MRP สามารถใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาต้นทุนที่ยอมรับได้ของการหาปัจจัยการผลิตมาเพิ่มในแผนการผลิตว่ามีต้นทุนที่เหมาะสมเท่าไร ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ราคาเงา (Shadow price)

กรณีมีกิจกรรมที่ไม่ได้ถูกเลือกเข้ามาแผนในการผลิต จะเรียกว่า กิจกรรมที่ไม่เหมาะสม (Non-basis variable) ตัวเลขในแถว $Z-C$ ของกิจกรรมนั้นจะบ่งบอกถึงรายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ลดลง หากผลิตกิจกรรมดังกล่าว เช่น สมมติว่า กิจกรรมที่ 4 มีค่า $Z-C$ เท่ากับ 30 หมายความว่า หากเราผลิต X_4 จำนวน 1 ไร่ จะทำให้รายได้เหนือต้นทุนเงินสดลดลง 30 บาท ดังนั้น รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจะเป็น $4,665.6 - 30 = 4,635.6$ บาท

10.2.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาที่ต้องการหาต้นทุนต่ำสุดโดยวิธี Simplex

ตัวอย่างการวิเคราะห์ต้นทุนสูตรอาหารชั้นสำหรับแม่โคนมเพื่อให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุดและมีธาตุอาหารตามที่แม่โคนมต้องการ โดยแม่โคนมต้องการโปรตีนไม่ต่ำกว่า 20.0 กิโลกรัม มีคาร์โบไฮเดรตไม่ต่ำกว่า 18.0 กิโลกรัม และแร่ธาตุไม่ต่ำกว่า 1.2 กิโลกรัม และเยื่อใยไม่เกิน 12 กิโลกรัม

วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารมี 3 ชนิด คือ ปลายข้าว (X_1) กากถั่วเหลือง (X_2) และปลาป่น (X_3) โดยมีรายละเอียดของธาตุอาหารและราคาซื้อดังตาราง

รายการ	ปลายข้าว (X_1)	กากถั่วเหลือง (X_2)	ปลาป่น (X_3)	เงื่อนไขธาตุอาหาร
ราคาซื้อ (บาท/กก.)	5	9	13	
โปรตีน (กก.)	0.02	0.22	0.45	≥ 20.0
คาร์โบไฮเดรต (กก.)	0.35	0.18	0.10	≥ 18.0
แร่ธาตุ (กก.)	0.002	0.008	0.012	≥ 1.2
เยื่อใย (กก.)	0.06	0.12	0.09	≥ 12.0

ขั้นตอนที่ 1 สร้างแบบจำลอง LP

$$\text{Min Cost} = 5X_1 + 9X_2 + 13X_3$$

$$0.02X_1 + 0.22X_2 + 0.45X_3 \geq 20.0$$

$$0.35X_1 + 0.18X_2 + 0.10X_3 \geq 18.0$$

$$0.002X_1 + 0.008X_2 + 0.012X_3 \geq 1.2$$

$$0.06X_1 + 0.12X_2 + 0.09X_3 \leq 12.0$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนฟังก์ชันให้อยู่ในรูปมาตรฐาน โดยเปลี่ยนเครื่องหมาย $\geq$ และ $\leq$ ให้เป็นเครื่องหมาย $=$ แล้วเพิ่ม Slack variable (S) สำหรับสมการเงื่อนไขธาตุอาหารทุกเงื่อนไข จากนั้นสร้างกิจกรรมเทียม (Artificial variables) ในสมการเงื่อนไขที่เป็นเครื่องหมาย $\geq$ และกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเทียม = 9999 เพื่อไม่ให้กิจกรรมเทียมถูกเลือกเข้าไปในแผนการผลิตที่เหมาะสม ดังนี้

$$\text{Min Cost} = 5X_1 + 9X_2 + 13X_3 - 0S_1 + 9999A_1 - 0S_2 + 9999A_2 - 0S_3 + 9999X_3$$

$$0.02X_1 + 0.22X_2 + 0.45X_3 - 1S_1 + 1A_1 = 20.0$$

$$0.35X_1 + 0.18X_2 + 0.10X_3 - 1S_2 + 1A_2 = 18.0$$

$$0.002X_1 + 0.008X_2 + 0.012X_3 - 1S_3 + 1A_3 = 1.2$$

$$0.06X_1 + 0.12X_2 + 0.09X_3 + 1S_4 = 12.0$$

ขั้นตอนที่ 3 ย้ายแบบจำลอง LP ลงในตาราง

	รายการ	Opt	Bi	โปรตีน S1	A1	คาร์โบไฮ S2	A2	แร่ธาตุ S3	A3	เชื้อโ S4	X1	X2	X3
	Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
โปรตีน	A1	-9999	20	-1	1	0	0	0	0	0	0.02	0.22	0.45
คาร์โบไฮ	A2	-9999	18	0	0	-1	1	0	0	0	0.35	0.18	0.10
แร่ธาตุ	A3	-9999	1.2	0	0	0	0	-1	1	0	0.002	0.008	0.012
เชื้อโ	S4	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0.06	0.12	0.09

จากนั้นคำนวณค่า Z ในทุกคอลัมน์ด้วยสูตร $Z_j = \sum (Opt * a_{ij})$ ที่อยู่ในแถวตั้งเดียวกับค่า Z_j แล้ว
คำนวณหา $Z - C$

דורדור	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
A1	-9999	20	-1	1	0	0	0	0	0	0.02	0.22	0.45
A2	-9999	18	0	0	-1	1	0	0	0	0.35	0.18	0.10
A3	-9999	1.2	0	0	0	0	-1	1	0	0.002	0.008	0.012
S4	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0.06	0.12	0.09
Z	-391961	9999	-9999	9999	-9999	9999	-9999	0	-3719.6	-4079.6	-5619.4	
Z-C	-391961	9999	0	9999	0	9999	0	0	-3719.6	-4079.6	-5619.4	

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบว่าได้แผนการผลิตที่เหมาะสมหรือไม่

จากผลการคำนวณในขั้นตอนที่ 3 จะพบว่าค่าตัวเลขในแถว $Z - C$ ยังคงมีค่าติดลบ แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม ให้เริ่มขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 5 หา Key number

- 1) หา Key column โดยดูจากค่าในแถว $Z-C$ มีค่าลบมากที่สุด นั่นคือ คอลัมน์ X3
- 2) สร้าง Column R ใหม่ โดยนำค่า Column Bi ตั้งแล้วหารด้วยสัมประสิทธิ์ที่อยู่ใน Key column
- 3) หา Key row โดยดูจากค่าบวกที่น้อยที่สุดของ Column R นั่นคือ แถวนอน A1 มีค่า R = 44.44 จะได้ Key number = 0.45

المورد	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3	R=Bi/ai
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13	
A1	-9999	20	-1	1	0	0	0	0	0	0.02	0.22	0.45	44.44
A2	-9999	18	0	0	-1	1	0	0	0	0.35	0.18	0.10	180.0
A3	-9999	1.2	0	0	0	0	-1	1	0	0.002	0.008	0.012	100.0
S4	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0.06	0.12	0.09	133.33
Z		-391961	9999	-9999	9999	-9999	9999	-9999	0	-3719.6	-4079.6	-5619.4	
Z-C		-391961	9999	0	9999	0	9999	0	0	-3719.6	-4079.6	-5619.4	

ขั้นตอนที่ 6

- 1) เปลี่ยนตัวเลขใน Key row โดยนำ Key number (0.45) หารตลอด

รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
A1	-9999	20	-1	1	0	0	0	0	0	0.02	0.22	0.45
X3	-13	44.44	-2.222	2.222	0	0	0	0	0	0.0444	0.48889	1
A2	-9999	18	0	0	-1	1	0	0	0	0.35	0.18	0.10
A3	-9999	1.2	0	0	0	0	-1	1	0	0.002	0.008	0.012
S4	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0.06	0.12	0.09
Z		-391961	9999	-9999	9999	-9999	9999	-9999	0	-3719.6	-4079.6	-5619.4
Z-C		-391961	9999	0	9999	0	9999	0	0	-3719.6	-4079.6	-5619.4

- 2) เปลี่ยนตัวเลขในแถวอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ Key row โดย ตัวเลขใหม่ = ตัวเลขเก่า - (ตัวเลขใน Key row * ตัวเลขใน Key column)

รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
X3	-13	44.4444	-2.2222	2.2222	0	0	0	0	0	0.04444	0.48889	1
A2	-9999	13.5556	0.2222	-0.2222	-1	1	0	0	0	0.34556	0.13111	0
A3	-9999	0.6667	0.0267	-0.0267	0	0	-1	1	0	0.00147	0.00213	0
S4	0	8	0.2	-0.2	0	0	0	0	1	0.056	0.076	0

ขั้นตอนที่ 7 พิจารณาแผนการผลิต

- 1) คำนวณค่า Z และ Z - C ได้ผลดังตาราง
- 2) พิจารณาแผนการผลิต

รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
X3	-13	44.4444	-2.2222	2.2222	0	0	0	0	0	0.04444	0.48889	1
A2	-9999	13.5556	0.2222	-0.2222	-1	1	0	0	0	0.34556	0.13111	0
A3	-9999	0.6667	0.0267	-0.0267	0	0	-1	1	0	0.00147	0.00213	0
S4	0	8	0.2	-0.2	0	0	0	0	1	0.056	0.076	0
Z		-142786	-2459.75	2495.75	9999	-9999	9999	-9999	0	-3470.4	-1338.7	-13
Z-C		-142786	-2459.75	2495.75	9999	0	9999	0	0	-3465.4	-1329.7	0

จากผลการคำนวณ ค่าในแถว Z - C ยังคงมีค่าติดลบ แสดงว่า แผนการผลิตไม่เหมาะสม ต้องเริ่มคำนวณครั้งที่ 2 ตามขั้นตอนที่ 5 และ 6

รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3	R=Bi/ai
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13	
X3	-13	44.4444	-2.2222	2.2222	0	0	0	0	0	0.04444	0.48889	1	1000.0
A2	-9999	13.5556	0.2222	-0.2222	-1	1	0	0	0	0.34556	0.13111	0	39.23
A3	-9999	0.6667	0.0267	-0.0267	0	0	-1	1	0	0.00147	0.00213	0	454.5
S4	0	8	0.2	-0.2	0	0	0	0	1	0.056	0.076	0	142.86
Z		-142786	-2459.75	2495.75	9999	-9999	9999	-9999	0	-3470.4	-1338.7	-13	
Z-C		-142786	-2459.75	2495.75	9999	0	9999	0	0	-3465.4	-1329.7	0	

ผลการคำนวณครั้งที่ 2

รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3	R=Bi/ai
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13	
X3	-13	42.701	-2.2508	2.2508	0.1286	-0.1286	0	0	0	5.71E-08	0.4720	1	-18.97
X1	-5	39.228	0.64309	-0.6431	-2.894	2.8939	0	0	0	0.9999	0.37942	0	61.00
A3	-9999	0.60913	0.02572	-0.0257	0.0042	-0.0042	-1	1	0	1.88E-09	0.00158	0	23.68
S4	0	5.8032	0.16399	-0.164	0.1621	-0.1621	0	0	1	7.20E-08	0.05475	0	35.39
Z		-6841.9	-231.164	231.164	-29.64	29.64	9999	-9999	0	-5.0000	-23.8	-13	
Z-C		-6841.9	-231.164	10230.2	-29.64	10029	9999	0	0	-1.32E-05	-14.8	0	

ผลการคำนวณครั้งที่ 3

รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3	R=Bi/ai
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13	
X3	-13	96.0	4.1E-05	-4E-05	0.5	-0.5	-87.5	87.50	0	2.2E-07	0.61	1	157.38
X1	-5	23.99	-1.2E-05	1.2E-05	-3	3	25	-25	0	0.9999	0.34	0	70.59
S1	0	23.684	1.000	-1	0.165	-0.165	-38.88	38.88	0	7.33E-08	0.0613	0	386.30
S4	0	1.919	-3E-06	3E-06	0.135	-0.135	6.375	-6.375	1	6E-08	0.0447	0	42.95
Z		-1368.01	-0.00048	0.00048	8.4999	-8.4999	1012.5	-1013	0	-4.99996	-9.63	-13	
Z-C		-1368.01	-0.00048	9999	8.4999	9990.5	1012.5	8986.5	0	3.78E-06	-0.63	0	

ผลการคำนวณครั้งที่ 4 พบว่า ค่า Z - C ทุกตัวเป็นบวก แสดงว่า ได้แผนการผลิตที่เหมาะสมแล้ว

รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3	R=Bi/ai
Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13	
X3	-13	69.80	0	0	-1.342	1.342	-174.5	174.5	-13.65	0	0	1	
X1	-5	9.3962	0	0	-4.027	4.027	-23.49	23.49	-7.606	0.9999	0	0	
S1	0	21.0475	1.000	-1	-0.02	0.02	-47.62	47.62	-1.371	0	0	0	
X2	-9	42.952	0	0	3.02	-3.02	142.6	-142.6	22.37	0	1	0	
Z		-1340.95	0	0	10.403	-10.403	1102.4	-1102	14.09	-5	-9	-13	
Z-C		-1340.95	0	9999	10.403	9988.6	1102.4	8896.6	14.09	0	0	0	

ขั้นตอนที่ 8 อธิบายผล

แผนการผลิตที่เหมาะสมจะมีต้นทุนของสูตรอาหารชั้นสำหรับโคนมเท่ากับ 1340.95 บาท โดยใช้
ปลายข้าว (X_1) 9.396 กิโลกรัม ใช้กากถั่วเหลือง 42.95 กิโลกรัม และใช้ปลายป่น 69.80 กิโลกรัม

ธาตุอาหารที่ได้จากสูตรนี้ จะมีโปรตีน $20 + 21.047 = 41.047$ กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าที่กำหนดไว้
21.047 กิโลกรัม ส่วนคาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ และเยื่อใย เป็นไปตามเงื่อนไขที่แม่โคนมต้องการพอดี โดยค่าของ
 $Z - C$ ในแถวตั้งของ Slack variable ของ คาร์โบไฮเดรต (S_2) แร่ธาตุ (S_3) และ เยื่อใย (S_4) ปรากฏตัวเลข
ขึ้น โดยมีหลักอธิบายได้ว่า เมื่อเราลดเงื่อนไขที่ตั้งไว้ลง 1 หน่วย ต้นทุนการผลิตจะลดลงเท่ากับค่าที่ปรากฏใน
แถว $Z - C$ โดยมีหน่วยเป็นบาท

ค่า $Z - C$ ของ $S_2 = 10.403$ แสดงว่า หากสามารถลดเงื่อนไขคาร์โบไฮเดรตลง 1 กิโลกรัม (จาก 18
กิโลกรัม ลดเป็น 17 กิโลกรัม ต้นทุนอาหารชั้นจะลดลงเหลือ 1,330.547 บาท ($1,340.95 - 10.403$)

ค่า $Z - C$ ของ $S_3 = 1,102.4$ แสดงว่า หากสามารถลดเงื่อนไขแร่ธาตุลง 1 กิโลกรัม จากเงื่อนไขที่
กำหนดว่าต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.2 กิโลกรัม ลดเป็น 0.2 กิโลกรัม ต้นทุนอาหารชั้นจะลดลงเหลือ 238.55
บาท ($1,340.95 - 1,102.4$)

ค่า $Z - C$ ของ $S_4 = 14.09$ แสดงว่า หากสามารถลดเงื่อนไขเยื่อใยลง 1 กิโลกรัม จากเงื่อนไขที่
กำหนดว่าต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 12 กิโลกรัม เป็น 11 กิโลกรัม ต้นทุนอาหารชั้นจะลดลงเหลือ 1,326.86
บาท ($1,340.95 - 14.09$)

หากมีกิจกรรมที่ไม่ได้ถูกเลือกเข้ามาในแผนการผลิตที่เหมาะสม เรียกว่า กิจกรรมที่ไม่เหมาะสม
(Non-basis variable) โดยตัวเลขที่ปรากฏในแถว $Z - C$ เป็นบวก ซึ่งเป็นตัวเลขนี้คือ ราคาเงา (Shadow
price) ของกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมนี้ เช่น สมมติให้ X_4 เป็นกิจกรรมที่ไม่เหมาะสม มีค่า $Z - C = 25.00$
หมายความว่า หากใช้ X_4 จำนวน 1 กิโลกรัม จะทำให้ต้นทุนอาหารชั้นสำหรับแม่โคนมเพิ่มขึ้นเป็น 1,365.95
บาท ($1,340.95 + 25.00$)

10.3 การใช้งานฟังก์ชัน Solver ใน Excel เพื่อการแก้ปัญหาการผลิต

การแก้ปัญหาทางการผลิตด้วยแบบจำลอง LP สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Excel ด้วยฟังก์ชัน
Solver โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างแบบจำลอง

- นำข้อมูลจากแบบจำลอง LP ใส่ใน Excel ให้มีโครงสร้างดังภาพ

		Changing Cells				
		C	D	E	F	G
1		0	0	0		
2		X1	X2	X3		
3		40	45	200		
4	Y1 = ไขมัน	0	1	1	1	<= 100
5	Y2 = แร่ธาตุ	0	8	0	13	<= 400
6	Y3 = ทุนเงินสด	0	2	4	40	<= 400

X1 = ปลวกดำเขียว
 X2 = ปลวกดำสำหรับผลิต
 X3 = ปลวกดำลิ้ง

กิจกรรม/ทางเลือก

สัมประสิทธิ์ของ
สมการเป้าหมาย

เงื่อนไข

Constraints

ค่าตั้งสำหรับ Column Bi

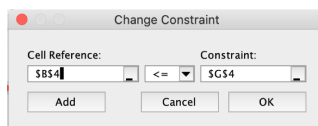
=SUMPRODUCT(E3:G3,\$E\$1:\$G\$1)

=SUMPRODUCT(E4:G4,\$E\$1:\$G\$1)

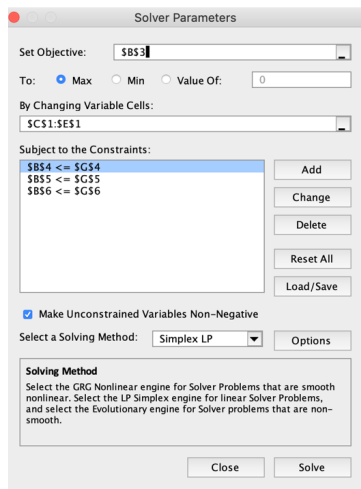
=SUMPRODUCT(E5:G5,\$E\$1:\$G\$1)

=SUMPRODUCT(E6:G6,\$E\$1:\$G\$1)

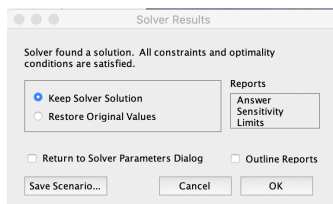
- 2) Changing cells อยู่ด้านบนของกิจกรรมทางเลือก X1 X2 และ X3 (C1:E1) โดยใส่ 0 ใน Cell C1:E1 ซึ่ง Changing cells จะแสดงผลวิเคราะห์แผนการผลิตที่เหมาะสมว่ากิจกรรมใดถูกเลือกเข้ามาในแผนการผลิต และถูกเลือกปริมาณเท่าใด
- 3) ใส่สูตร =sumproduct(C3:E3, E\$1:E\$1) ใน Cell B3 แล้ว Copy สูตรลงมาจนถึงข้อมูลแถวสุดท้าย ในที่นี้คือ B6
- 4) เลือก Data > Solver
- 5) ใส่ Set Objective ไว้ที่ Cell B3
- 6) To Max – กรณีวิเคราะห์ปัญหาค่าสูงสุด หรือ Min กรณีวิเคราะห์ปัญหาค่าต่ำสุด
- 7) By Changing variable cells เลือก C1:E1
- 8) Subject to the constraints ใส่เงื่อนไข โดยคลิก Add เพื่อใส่เงื่อนไข ขั้นตอนนี้ควรตรวจสอบเครื่องหมายให้ถูกต้อง



- 9) เลือก Make unconstrained variables Non-Negative และเลือก Select a solving method เป็น Simplex LP
- 10) คลิก Solve



โปรแกรมจะ Run เพื่อวิเคราะห์ปัญหา เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เลือก Keep solver solution โดยเลือก Report ทุกตัว ได้แก่ Answer Sensitivity และ Limits จากนั้น คลิก OK



ผลการวิเคราะห์จะปรากฏข้อมูลขึ้นในแบบจำลองโครงสร้าง LP ดังภาพ และมี Sheet เพิ่มขึ้น 3 Sheets คือ Answer report Sensitivity report และ Limits report

	A	B	C	D	E	F	G
1			45.86	51.592	2.5478		
2		Bi	X1	X2	X3		
3		4665.6051	40	45	200		
4	Y1	100	1	1	1	<=	100
5	Y2	400	8	0	13	<=	400
6	Y3	400	2	4	40	<=	400

10.4 ตัวอย่างแบบจำลองการหารายได้เหนือต้นทุนเงินสดและผลลัพธ์ที่ได้

จากตัวอย่างในหัวข้อ 10.3 สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

Answer report จะแสดงผลของการวิเคราะห์ในภาพรวม โดย Final value ของ Objective cell = 4665.605 หมายถึง รายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ได้รับเท่ากับ 4665.605 บาท หากปฏิบัติตามเงื่อนไขของแผนการผลิตที่เหมาะสม

Variable cells ในคอลัมภ์ Final value แสดงปริมาณปัจจัยการผลิตที่แนะนำให้ตามแผนการผลิตที่เหมาะสม โดยผลิต X1 = 45.86 ผลิต X2 = 51.59 และผลิต X3 = 2.54

Constraints ในคอลัมภ์ Cell value แสดงปริมาณปัจจัยการผลิตทั้งหมดที่ใช้ ในที่นี้ใช้ปัจจัย ที่ดิน 100 ไร่ ใช้แรงงานจ้าง 400 วันทำงาน และใช้ทุนเงินสด 400 บาท

	A	B	C	D	E	F	G
13							
14		Objective Cell (Max)					
15		Cell	Name	Original Value	Final Value		
16		\$B\$3	Bi	0	4665.6051		
17		Variable Cells					
18		Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer	
19		\$C\$1		0	45.8598726	Contin	
20		\$D\$1		0	51.5923567	Contin	
21		\$E\$1		0	2.5477707	Contin	
22		Constraints					
23		Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
24		\$B\$4	Y1 Bi	100	\$B\$4<=\$G\$4	Binding	0
25		\$B\$5	Y2 Bi	400	\$B\$5<=\$G\$5	Binding	0
26		\$B\$6	Y3 Bi	400	\$B\$6<=\$G\$6	Binding	0

Sensitivity report ใช้อธิบายขอบเขตการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันวัตถุประสงค์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน Variable cells แสดงขอบเขตของกิจกรรมทางเลือก เช่น หากราคาขายของถั่วเขียวอยู่ระหว่าง 36.39 - 140.38 บาท (40-3.61, 40+100.38) รูปแบบการผลิตยังคงเดิม โดยทำการผลิตที่ 45.85 ไร่ หากราคาขายของถั่วเหลืองต่ำกว่า 36.39 บาท แผนการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปโดยอาจจะไม่ทำการผลิตถั่วเหลืองแล้วไปเพิ่มพื้นที่การผลิตมันสำปะหลังหรือถั่วลิสงแทน

ส่วน Constraints แสดงขอบเขตของปัจจัยการผลิต เช่น ปัจจุบันมีที่ดินอยู่ 100 ไร่ หากเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกให้มากขึ้นอีก 25 ไร่ เป็น 125 ไร่ หรือปรับลดพื้นที่เพาะปลูก 55.102 ไร่ เหลือ 44.898 ไร่ แผนการผลิตยังคงเดิม โดยผลิตครบทั้ง 3 กิจกรรม

Variable Cells						
Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$C\$1		45.8598726	0	40	100.384615	3.611111111
\$D\$1		51.5923567	0	45	3.42105263	30.3061224
\$E\$1		2.5477707	0	200	278.4375	65

Constraints						
Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$4	Y1 Bi	100	28.3757962	100	25	55.1020408
\$B\$5	Y2 Bi	400	0.41401274	400	426.315789	400
\$B\$6	Y3 Bi	400	4.15605096	400	1107.69231	100

Limits report แสดงขอบเขตของการผลิตแต่ละกิจกรรม เช่น ขอบเขตล่างของการผลิตถั่วเขียวคือ 0 นั่นคือไม่ผลิตถั่วเขียวเลย รายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ได้จะเท่ากับ 2,831.2 บาท และขอบเขตบนของการผลิตถั่วเขียวคือ 45.85 ไร่ รายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ได้จะเท่ากับ 4,665.6 บาท เป็นต้น

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

1

Microsoft Excel 16.0 Limits Report

2

Worksheet: [CH 10 - LP.xlsx]Sheet1

3

Report Created: 21/10/2019 19:13:52

4

5

6

Objective

7

Cell	Name	Value
\$B\$3	Bi	4665.6051

8

9

10

11

Variable	Lower	Objective	Upper	Objective
Cell	Limit	Result	Limit	Result
\$C\$1	0	2831.21019	45.8598726	4665.6051
\$D\$1	0	2343.94904	51.5923567	4665.6051
\$E\$1	0	4156.05096	2.5477707	4665.6051

12

13

14

15

16

10.5 ตัวอย่างแบบจำลองการหาต้นทุนต่ำสุดและผลลัพธ์ที่ได้

จากตัวอย่างการวิเคราะห์หาต้นทุนต่ำที่สุดสูตรอาหารขนมสำหรับแม่โคนมในหัวข้อ 10.2.2 สามารถนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลอง LP ใน Excel ให้มีโครงสร้างดังภาพ

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				0	0	0		
2				ปลายข้าว	กากถั่วเหลือง	ปลายป่น		
3				X1	X2	X3		
4		Obj	0	5	9	13		
5	โปรตีน	Y1	0	0.02	0.22	0.45	>=	20
6	คาร์โบไฮ	Y2	0	0.35	0.18	0.1	>=	18
7	แร่ธาตุ	Y3	0	0.002	0.008	0.012	>=	1.2
8	เยื่อใย	Y4	0	0.06	0.12	0.09	<=	12

เมื่อทำตามขั้นตอนในหัวข้อ 10.3 แล้ว จะได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

Answer report

Objective cell ผลการผลิตสูตรอาหารขนมมีต้นทุนเท่ากับ 1340.93 บาท และใน Variable cells จะแสดงปริมาณการใช้วัตถุดิบ ได้แก่ ปลายข้าว 9.395 กิโลกรัม กากถั่วเหลือง 42.953 กิโลกรัม และใช้ปลายป่น 69.798 กิโลกรัม

Constraints ระบุเงื่อนไขตามแผนการผลิตที่เหมาะสม โดย โปรตีน (Y1) จะได้ทั้งหมด 41.046 กิโลกรัม เกินจากเงื่อนไขที่กำหนด 20 กิโลกรัม โดยส่วนเกิน 21.046 กิโลกรัม จะระบุใน Slack สำหรับเงื่อนไขอื่น เช่น คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ และเยื่อใย เป็นไปตามที่กำหนด คือ สูตรอาหารชั้นจะมีคาร์โบไฮเดรต 18 กิโลกรัม แร่ธาตุ 1.2 กิโลกรัม และเยื่อใย 12 กิโลกรัม และค่าใน Slack จะเป็น 0 ดังนี้

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$C\$4	Obj	0	1340.9396

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$F\$1		0	9.39597315	Contin
\$G\$1		0	42.9530201	Contin
\$H\$1		0	69.7986577	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$C\$5	Y1	41.04697987	\$C\$5>=\$D\$5	Not Binding	21.0469799
\$C\$6	Y2	18	\$C\$6>=\$D\$6	Binding	0
\$C\$7	Y3	1.2	\$C\$7>=\$D\$7	Binding	0
\$C\$8	Y4	12	\$C\$8<=\$D\$8	Binding	0

Sensitivity report จะแสดงถึง ขอบเขตราคาของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่จะไม่ทำให้รูปแบบการผลิตเปลี่ยนแปลง หรือ Price mapping) เช่น หากราคาปลายข้าวอยู่ในช่วง (5 - 1.85, 5 + 1E+30) สูตรการผลิตอาหารชั้นยังคงเดิม นั่นคือ สูตรอาหารชั้นนี้จะยังคงใช้สัดส่วนปลายข้าว กากถั่วเหลือง และปลาป่น ดังเดิม หาก ราคาปลายข้าวลดลงถึง 3.148 (5 - 1.85) บาท

โดยใน Constraints จะชี้ให้เห็นว่า สูตรอาหารชั้นนี้มีขอบเขตที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นเท่าใด เช่น คาร์โบไฮเดรต มีขอบเขตอยู่ในช่วง 15.67 (18 - 2.33) ถึง 32.22 (18+14.22) กิโลกรัม ทั้งนี้กรณีของเงื่อนไขโปรตีนที่เดิมทีเงื่อนไขกำหนดไว้ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 20 กิโลกรัม หากแต่สูตรอาหารชั้นนี้จะได้โปรตีน 41.046 กิโลกรัม โดยไม่สามารถปรับเงื่อนไขโปรตีนที่ได้รับเกินกว่า 41.046 กิโลกรัม เนื่องจากอยู่นอกขอบเขตที่เป็นไปได้

Variable Cells						
Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$F\$1:\$H\$1						
\$F\$1		9.395973154	0	5	1E+30	1.852941176
\$G\$1		42.95302013	0	9	0.63	1E+30
\$H\$1		69.79865772	0	13	1E+30	1.032786885
Constraints						
Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$C\$5	Y1	41.04697987	0	20	21.04697987	1E+30
\$C\$6	Y2	18	10.40268456	18	14.22222222	2.333333333
\$C\$7	Y3	1.2	1102.348993	1.2	0.301176471	0.4
\$C\$8	Y4	12	-14.09395973	12	1.235294118	1.92

แบบฝึกหัดบทที่ 10

1. ลุงปามมีที่ดินอยู่ 50 ไร่ มีเงินทุน 300,000 บาท กำลังตัดสินใจเลือกปลูกพืช 3 ชนิดในช่วงฤดูแล้ง คือ ข้าวโพด (X1) ข้าวนาปรัง (X2) และถั่วเหลือง (X3)

ถ้าปลูกข้าวโพด 1 ไร่ ต้องใช้เงินทุน 4,000 บาท/ไร่ ใช้แรงงาน 8 วันทำงาน ได้ผลผลิต 750 กิโลกรัม/ไร่ ขายได้กิโลกรัมละ 9 บาท

ถ้าปลูกข้าวนาปรัง 1 ไร่ ต้องใช้เงินทุน 5,500 บาท/ไร่ ใช้แรงงาน 16 วันทำงาน ได้ผลผลิต 770 กิโลกรัม/ไร่ ขายได้กิโลกรัมละ 11 บาท

ถ้าปลูกถั่วเหลือง 1 ไร่ ต้องใช้เงินทุน 4,700 บาท/ไร่ ใช้แรงงาน 6 วันทำงาน ได้ผลผลิต 350 กิโลกรัม/ไร่ ขายได้กิโลกรัมละ 17 บาท

ก. จากข้อมูลข้างต้นจงสร้าง สมการวัตถุประสงค์ สมการข้อจำกัด

ข. จงจัดทำตาราง Simplex เริ่มต้น (Initial basis) โดยไม่ต้องคำนวณแถว Z (10 คะแนน)

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3	R

ค. กิจกรรมที่ควรจะเลือกก่อน (Outgoing variable หรือ Key column) คืออะไร แสดงวิธีคำนวณ

ง. กิจกรรมที่ถูกเลือกควรวางไว้ที่แถวใด (Incoming variable หรือ Key row) คืออะไร แสดงวิธีคำนวณ

จ. จงหา Key number

2. จากผลที่ได้จากตารางขั้นสุดท้ายของ Simplex ดังตาราง

ก. แผนการผลิตที่เหมาะสมคืออะไร ปัจจัยการผลิตที่ใช้เป็นจำนวนเท่าไร

ข. อธิบายมูลค่าเพิ่มของการใช้ปัจจัยการผลิต (Marginal revenue product: MRP) ของการใช้ปัจจัย

ค. ค่า Z-C ของ X2 เท่ากับ 24.10 หมายความว่าอย่างไร

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3
Cj			0	0	0	60	45	150
X1	60	8.99	1.12	0.00	-0.01	1.00	0.90	0.00
S2	0	43.82	-2.02	1.00	-0.18	0.00	6.38	0.00
X3	150	11.01	-0.12	0.00	0.01	0.00	0.10	1.00
Z		2191.01	48.88	0.00	1.01	60.00	69.10	150.00
Z-C		2191.01	48.88	0.00	1.01	0.00	24.10	0.00

3. สมมติให้เกษตรกรรายหนึ่งมีที่ดิน (x_1) 16 ไร่ ซึ่งเขาต้องการปลูกฝ้าย (y_1) และข้าวโพด (y_2) โดยมีแรงงานเดือนมีนาคม (x_2) 65 วันแรงงาน แรงงานเดือนกรกฎาคม (x_3) 110 วันงาน เกษตรกรทราบว่าถ้าปลูกฝ้าย 1 ไร่ จะต้องใช้แรงงานเดือนมีนาคม 5 วันงาน และไม่ใช้แรงงานเดือนกรกฎาคมเลย ส่วนปลูกข้าวโพดจะไม่ใช้แรงงานเดือนมีนาคม แต่จะใช้แรงงานเดือนกรกฎาคม 10 วันงาน นอกจากนี้ยังคาดว่าจะมีกำไรสุทธิ จากการปลูกฝ้ายไร่ละ 320 บาท และจากการปลูกข้าวโพดไร่ละ 160 บาท

จากข้อมูลดังกล่าวจงเขียน

- ก. สมการลิเนียร์โปรแกรมมิ่งในกรณีมีวัตถุประสงค์ต้องการกำไรสูงสุด (Z)
- ข. สมการลิเนียร์โปรแกรมมิ่งในกรณีมีวัตถุประสงค์ต้องการต้นทุนต่ำสุด (C)
- ค. จากโจทย์ที่กำหนดให้อยากทราบว่าเกษตรกรควรจะปลูกฝ้ายและข้าวโพดอย่างละกี่ไร่ จึงจะได้กำไรสูงสุด และกำไรสูงสุดที่ได้เท่ากับเท่าไร คำนวณโดยใช้วิธีการฟ

เอกสารอ้างอิง

1. ทรงธรรม ปิ่นโต และคณะ. 2555. เศรษฐศาสตร์เล่มเดียวอยู่. ธนาคารแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ
2. บรรลุ พุฒิกุล, ศานิต แก้วเย็น และเอื้อ สิริจินดา. 2549. เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
3. วินัย พุทธกุล. 2551. เอกสารคำสอนเศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
4. Doll, J. P. and Orazem, F. 1984. Production Economics: Theory with Application, 2nd. John Wiley & Sons.
5. David L. Debertin. 2012. Agricultural Production Economics. Second Edition. N.J. USA