เศรษฐศาสตร์เกษตร
และทรัพยากร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 10
การวางแผนการผลิตโดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นตรง (Linear Programming)

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวข้อ

AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS
KASETSART UNIVERSITY

10.1 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธีกราฟ

10.2 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธีซิมเพล็กซ์

10.3 คู่มือการใช้งานเอ็กเซลในการแก้ปัญหาการผลิต

10.4 ตัวอย่างแบบจำลองการหารายได้เหนือต้นทุนเงินสดและผลลัพธ์ที่ได้

10.5 ตัวอย่างแบบจำลองการหาต้นทุนต่ำสุดและผลผลัพธ์ที่ได้

แบบจำลองเชิงเส้นตรง (Linear Programming: LP)

AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS
KASETSART UNIVERSITY

3 ส่วนประกอบสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ LP

1) วัตถุประสงค์ (Objective function) =>

   A. ต้องการกำไรสูงสุด (Profit Maximisation) หรือ

   B. ต้นทุนต่ำสุด (Cost minimisation)

2) กิจกรรมที่สามารถเลือกได้ (Activity) มากกว่า 1 ทางเลือก

3) ฟังก์ชันข้อจำกัดของการใช้ปัจจัยการผลิต (Constraint functions) เช่น ที่ดิน แรงงาน เงินทุน เป็นต้น

ข้อสมมติภายใต้แบบจำลองเชิงเส้น

1. **Additivity of resources and activities** => ปัจจัยการผลิตสามารถใช้รวมกันได้และใช้ได้ไม่เกินจำนวนปัจจัยการผลิตที่มีอยู่
2. **Linearity of the objective function** => ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีคุณสมบัติเป็นเส้นตรง
3. **Non-negativity of the decision variables** => ค่าของตัวแปรที่ใช้ทั้งปัจจัยการผลิตและกิจกรรมต้องไม่เป็นลบ แต่สามารถเป็นศูนย์ได้
4. **Divisibility of activities and resources** => กิจกรรมต่าง ๆ และปัจจัยการผลิตที่พิจารณาต้องแบ่งเป็นหน่วยย่อยได้ เช่น ปลูกข้าว 10.5 ไร่ ใช้แรงงาน 25.3 วันทำงาน เป็นต้น
5. **Finiteness of the activities and resources restriction** => กิจกรรมที่สามารถเลือกได้และปัจจัยการผลิตที่ใช้ต้องมีที่สิ้นสุด
6. **Proportionality of activity levels to resources** => ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางเลือกและปัจจัยการผลิตเป็นสัดส่วนเท่ากันเสมอ เช่น การปลูกข้าว 1 ไร่ ใช้ทุนเงินสด 500 บาท ได้ผลผลิต 650 กิโลกรัม หากขยายเป็น 5 ไร่ จะใช้ทุนเงินสด 2500 บาท และได้ผลผลิตข้าว 3,250 กิโลกรัม
7. **Single - valued expectation** => ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในแบบจำลองมีเพียงค่าเดียว เช่น ผลผลิตข้าว 1 ไร่ เท่ากับ 650 กิโลกรัม

10.1 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธีกราฟ

AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS
KASETSART UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 1: พิจารณา

1. กิจกรรมที่สามารถเลือกได้ทั้งหมด
2. ปริมาณปัจจัยการผลิตที่มีทั้งหมด
3. เงื่อนไขที่ต้องการบรรลุ

ขั้นตอนที่ 2:

1. หาค่าสัมประสิทธิ์ของกิจกรรมที่สามารถเลือกได้
2. สร้างสมการวัตถุประสงค์

ขั้นตอนที่ 3:

1. หาค่าสัมประสิทธิ์ของการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ต้องใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ 1 หน่วย (e.g. วันงาน/ไร่)
2. สร้างสมการเงื่อนไข

ขั้นตอนที่ 4:

1. หาจำนวนหน่วยสูงสุดที่สามารถผลิตได้ เมื่อนำปัจจัยการผลิตทั้งหมดไปผลิตเพียงกิจกรรมเดียว

ขั้นตอนที่ 5:

1. สร้างกราฟจาก ขั้นตอนที่ 4 เพื่อหาเส้นขอบเขตการผลิตที่เป็นไปได้ (PPC)
2. สร้างเส้นรายได้เท่ากัน
3. ขยับเส้นรายได้เท่ากันจนสัมผัส PPC ซึ่งเป็นจุดตัดสินใจที่ก่อให้เกิดรายได้สูงสุด /ต้นทุนต่ำสุด

ขั้นตอนที่ 6:

1. แทนค่าจำนวนหน่วยของกิจกรรมที่สามารถเลือกได้ ณ จุดตัดสินใจในสมการวัตถุประสงค์ เพื่อคำนวณหารายได้เหนือต้นทุนเงินสด
2. แทนค่าจำนวนหน่วยของกิจกรรม ณ จุดตัดสินใจในสมการเงื่อนไข เพื่อหาปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ต้องใช้

ตัวอย่าง

การวิเคราะห์หารายได้เหนือต้นทุนมากที่สุดโดยวิธีกราฟ

ลุงบิ๊กมีที่ดินอยู่ 20 ไร่ ต้องการปลูกพืช 2 ชนิดในช่วงฤดูแล้ง คือ ข้าวนาปรัง (X1) และถั่วเหลือง (X2)

- 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 ลุงบิ๊กมีเงินสดอยู่ในมือที่สามารถใช้ในการปลูกพืชทั้งหมดเท่ากับ 25,000 บาท และมีน้ำในบ่อที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ตลอดช่วงฤดูกาลเพาะปลูก 60,000 ลบ.ม.

จงวิเคราะห์ว่าลุงบิ๊กควรจะปลูกพืชอะไร อย่างละกี่ไร่ จึงจะได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด และใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดไปเท่าไร

ลุงบิ๊กมีที่ดินอยู่ 20 ไร่ ต้องการปลูกพืช 2 ชนิดในช่วงฤดูแล้ง คือ ข้าวนาปรัง (X1) และถั่วเหลือง (X2)

- 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 ลุงบิ๊กมีเงินสดอยู่ในมือที่สามารถใช้ในการปลูกพืชทั้งหมดเท่ากับ 25,000 บาท และมีน้ำในบ่อที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ตลอดช่วงฤดูกาลเพาะปลูก 60,000 ลบ.ม.

รายการ	ข้าวนาปรัง (X1)	ถั่วเหลือง (X2)
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
ปัจจัยการผลิต		
ที่ดิน (ไร่)	1	1
ต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	1,000	1,300
น้ำ (ลบ.ม.)	3,500	1,200

สร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective function)

$$MaxZ = 500X_1 + 300X_2$$

รายการปัจจัยการผลิต	ข้าวนาปรัง (X1)	ถั่วเหลือง (X2)	ปัจจัยทั้งหมด
ที่ดิน (ไร่)	1	1	20
ต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	1,000	1,300	25,000
น้ำ (ลบ.ม.)	3,500	1,200	60,000

สร้างสมการเงื่อนไข

สมการเงื่อนไขการใช้ที่ดิน $X_1 + X_2 \leq 20$

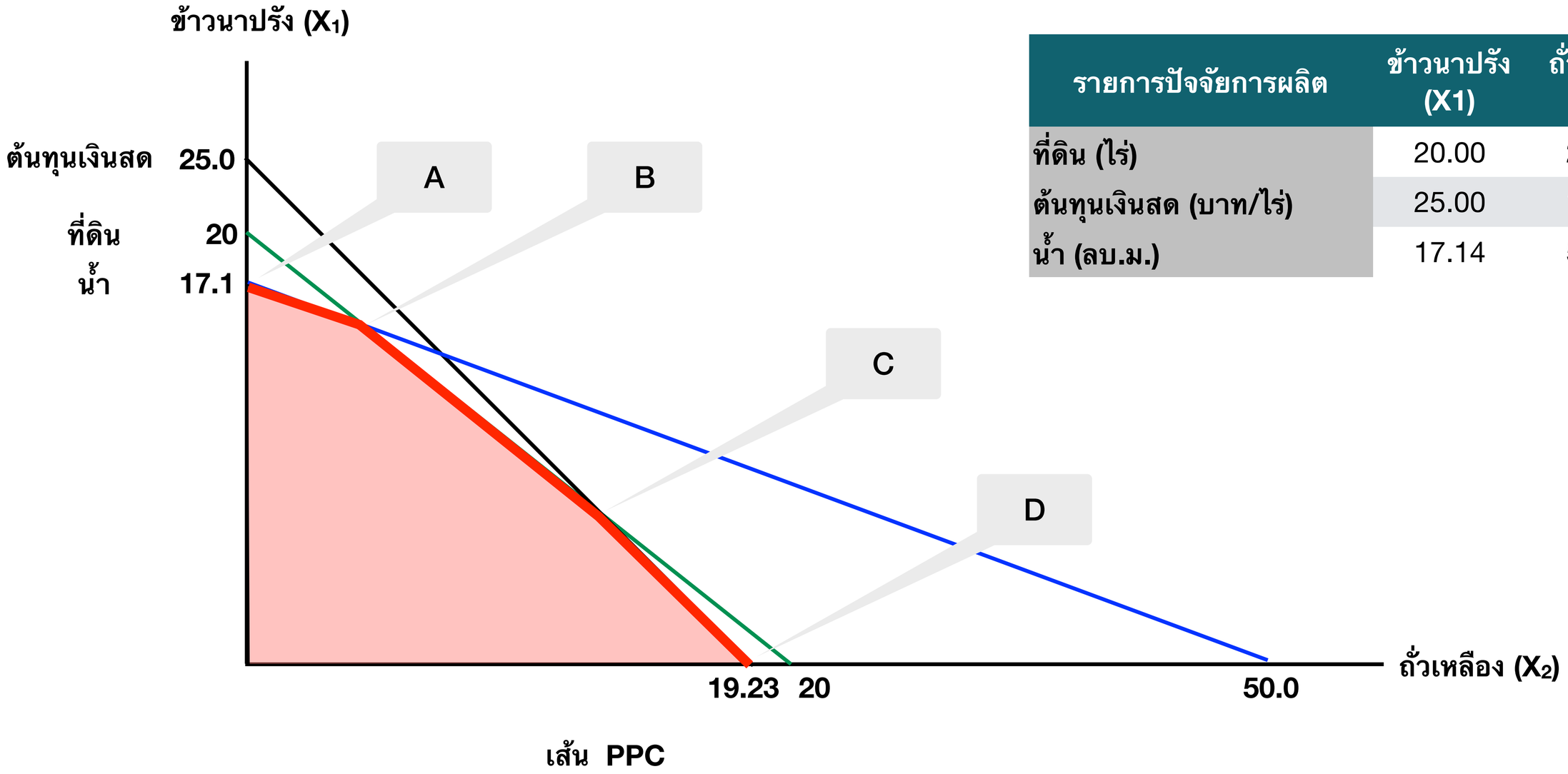
สมการเงื่อนไขการใช้ทุนเงินสด $1{,}000X_1 + 1{,}300X_2 \leq 25{,}000$

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

หาจำนวนหน่วยสูงสุดที่สามารถผลิตได้เมื่อนำปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ไปผลิตกิจกรรมที่สามารถเลือกถ้าเพียงกิจกรรมเดียว

รายการปัจจัยการผลิต	ข้าวนาปรัง (X1)	ถั่วเหลือง (X2)
ที่ดิน (ไร่)	20.00	20.00
ต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	25.00	19.23
น้ำ (ลบ.ม.)	17.14	50.00

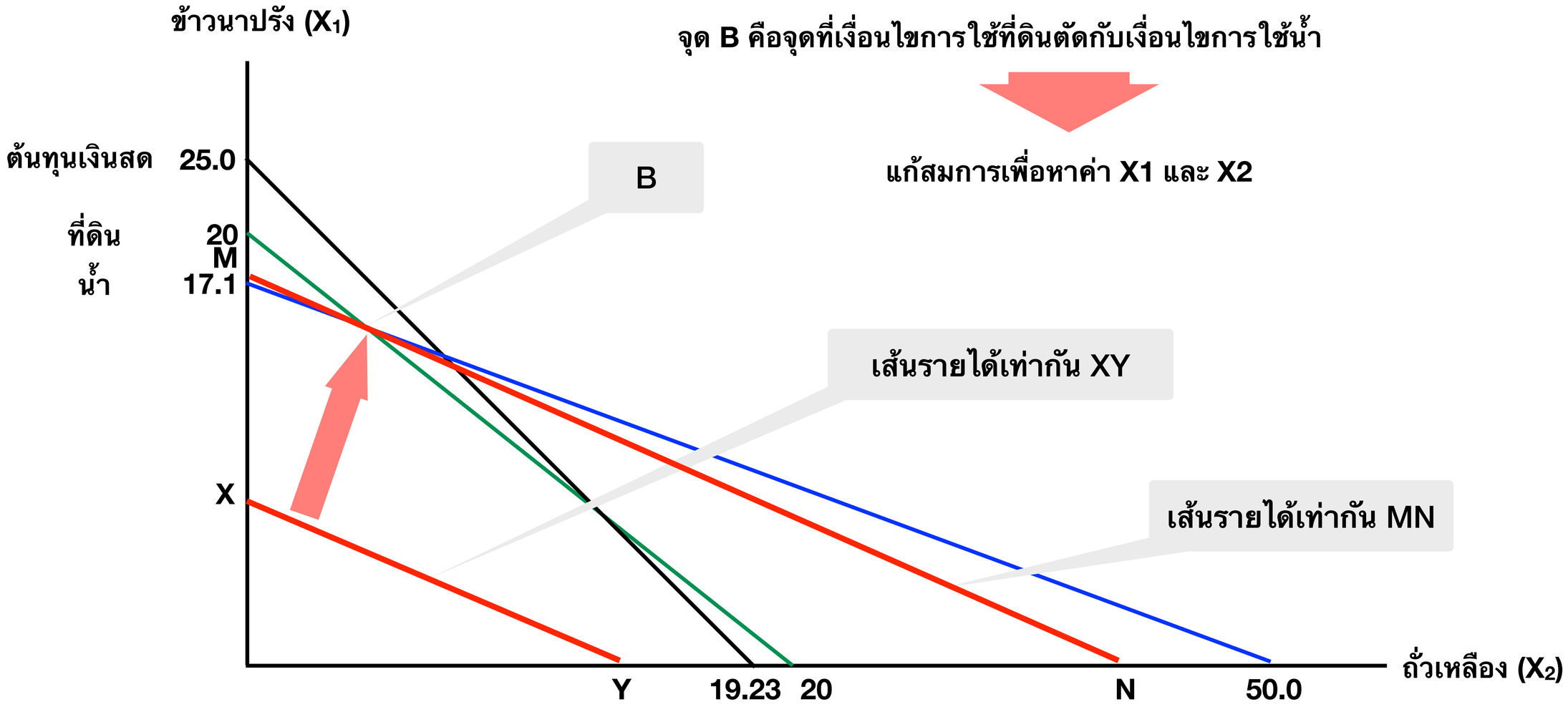
สร้างกราฟจากข้อมูลขั้นตอนที่ 4



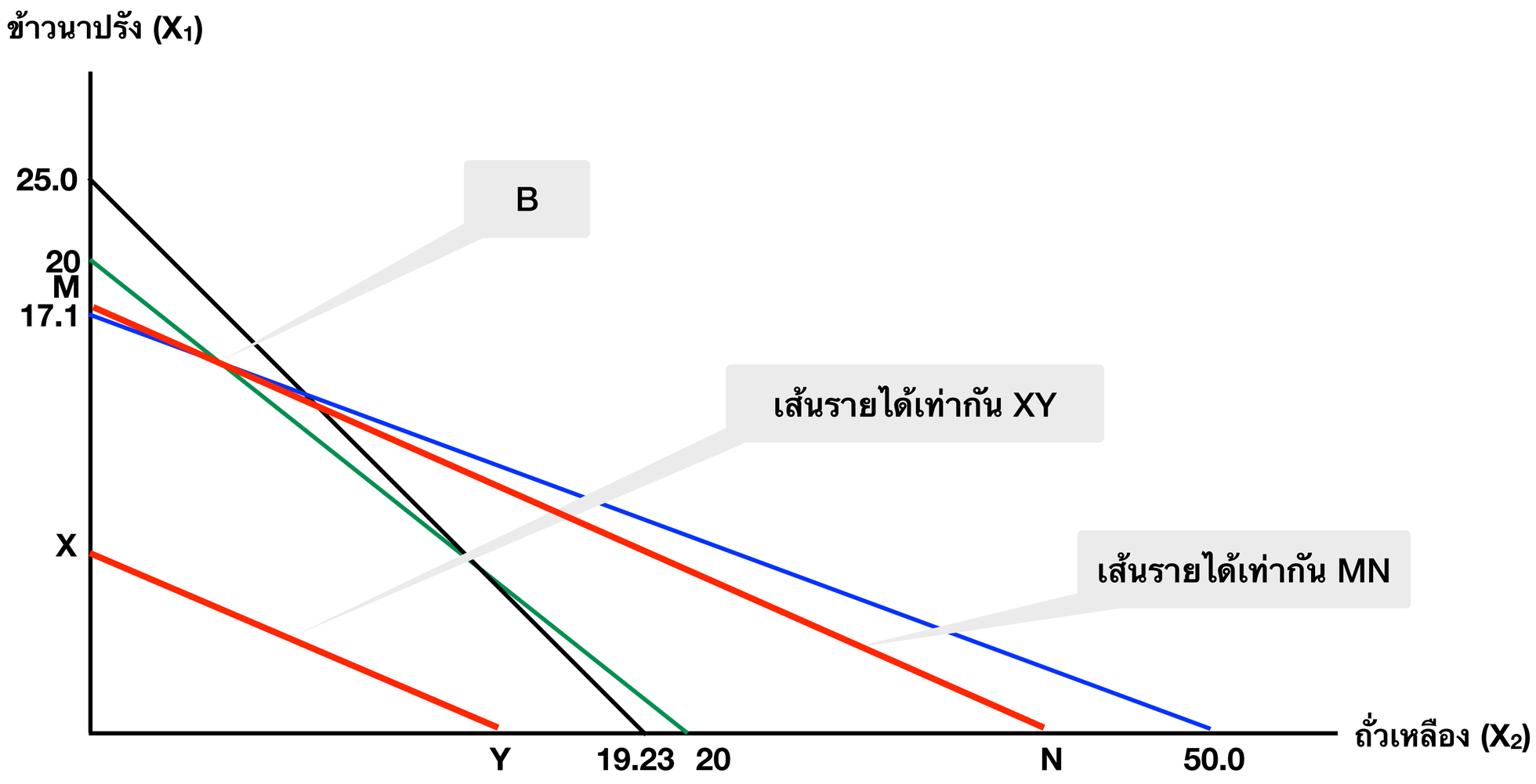
รายการปัจจัยการผลิต	ข้าวนาปรัง (X1)	ถั่วเหลือง (X2)
ที่ดิน (ไร่)	20.00	20.00
ต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	25.00	19.23
น้ำ (ลบ.ม.)	17.14	50.00

จุด B คือจุดที่เงื่อนไขการใช้ที่ดินตัดกับเงื่อนไขการใช้น้ำ

แก้สมการเพื่อหาค่า X1 และ X2



เส้นรายได้เท่ากันและจุดที่เส้นรายได้เท่ากันสัมผัสกับเส้น PPC



เส้นรายได้เท่ากันและจุดที่เส้นรายได้เท่ากันสัมผัสกับเส้น PPC

สมการเงื่อนไขการใช้ที่ดิน	$X_1 + X_2 \leq 20$
สมการเงื่อนไขการใช้ทุนเงินสด	$1{,}000X_1 + 1{,}300X_2 \leq 25{,}000$
สมการเงื่อนไขการใช้น้ำ	$3{,}500X_1 + 1{,}200X_2 \leq 60{,}000$

$$X_1 + X_2 = 20$$
$$3{,}500X_1 + 1{,}200X_2 = 60{,}000$$

แก้สมการ $X_1 = 15.652$

$X_2 = 4.348$

แทนค่าในสมการวัตถุประสงค์

$$MaxZ = 500X_1 + 300X_2$$
$$= 500(15.652) + 300(4.348)$$
$$= 9{,}130.40$$

แทนค่าในสมการเงื่อนไข

การใช้ที่ดิน $X_1 + X_2 = 20$

$$= 15.652 + 4.348$$
$$= 20$$

ทุนเงินสด

$$1{,}000X_1 + 1{,}300X_2 = 1{,}000(15.652) + 1{,}300(4.348)$$
$$= 21{,}304.40$$

มีเงินสดเหลือ = 25,000-21,304.40 = 3,695.60 บาท

การใช้น้ำ

$$3{,}500X_1 + 1{,}200X_2 = 3{,}500(15.652) + 1{,}200(4.348)$$
$$= 59{,}999.60$$
$$\sim 60{,}000$$

ตัวอย่าง การวิเคราะห์หาต้นทุนต่ำสุดโดยวิธีกราฟ

ลุงเปี๊ยกเลี้ยงเป็ดอยู่ 100 ตัว ในแต่ละวัน เป็ดที่ลุงเปี๊ยกเลี้ยงต้องการโปรตีนมากกว่าหรือเท่ากับ 30 กก. ต้องการคาร์โบไฮเดรทมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กก. และต้องมีไฟเบอร์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 กก. วัตถุดิบที่ลุงเปี๊ยกใช้ผสมอาหารเป็ดคือ ปลาป่นและข้าวโพดป่น โดยปลาป่นมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และไฟเบอร์ร้อยละ 40 18 และ 6 ของน้ำหนักปลาป่นที่ใช้ตามลำดับ และข้าวโพดป่นมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และไฟเบอร์ร้อยละ 12 35 และ 3 ของน้ำหนักข้าวโพดป่นที่ใช้ตามลำดับ ทั้งนี้ ราคาปลาป่นและข้าวโพดป่นตอนนี้มีการซื้อขายกันที่กิโลกรัมละ 12 และ 3.5 บาทตามลำดับ

จงช่วยแนะนำลุงเปี๊ยกว่าควรผสมอาหารเป็ดให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุด และมีเงื่อนไขธาตุอาหารครบตามที่เป็ดต้องการ

ลุงเปี๊ยกเลี้ยงเป็ดอยู่ 100 ตัว ในแต่ละวัน เป็ดที่ลุงเปี๊ยกเลี้ยงต้องการ

- โปรตีนมากกว่าหรือเท่ากับ 30 กก.
- คาร์โบไฮเดรทมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กก.
- ไฟเบอร์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 กก.

วัตถุดิบที่ลุงเปี๊ยกใช้ผสมอาหารเป็ดคือ ปลาป่นและข้าวโพดป่น

- ปลาป่นมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และไฟเบอร์ร้อยละ 40 18 และ 6 ของน้ำหนักปลาป่นที่ใช้ตามลำดับ
- ข้าวโพดป่นมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และไฟเบอร์ร้อยละ 12 35 และ 3 ของน้ำหนักข้าวโพดป่นที่ใช้ตามลำดับ
- ราคาปลาป่นและข้าวโพดป่นตอนนี้มีการซื้อขายกันที่กิโลกรัมละ 12 และ 3.5 บาทตามลำดับ

$$\textbf{Min Cost} = 12X_1 + 3.5X_2$$

รายการ	ปลาป่น (X1)	ข้าวโพดป่น (X2)
โปรตีน (กก.)	0.40	0.12
คาร์โบไฮเดรท (กก.)	0.18	0.35
ไฟเบอร์ (กก.)	0.06	0.03

สมการเงื่อนไข

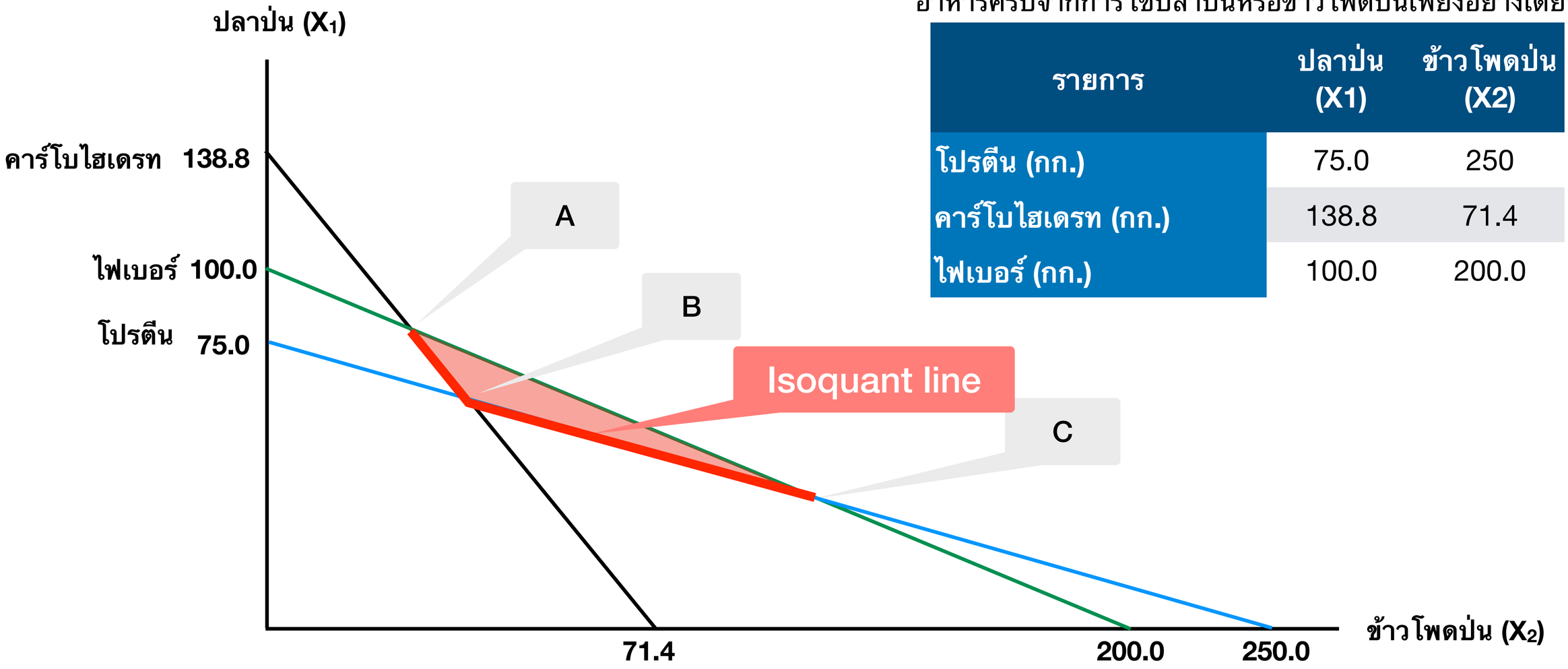
โปรตีน $0.40X_1 + 0.12X_2 \geq 30$

คาร์โบไฮเดรท $0.18X_1 + 0.35X_2 \geq 25$

ไฟเบอร์ $0.06X_1 + 0.03X_2 \leq 6$

หาจำนวนหน่วยสูงสุดที่สามารถผลิตได้เมื่อต้องการให้ธาตุอาหารครบจากการใช้ปลาป่นหรือข้าวโพดป่นเพียงอย่างเดียว

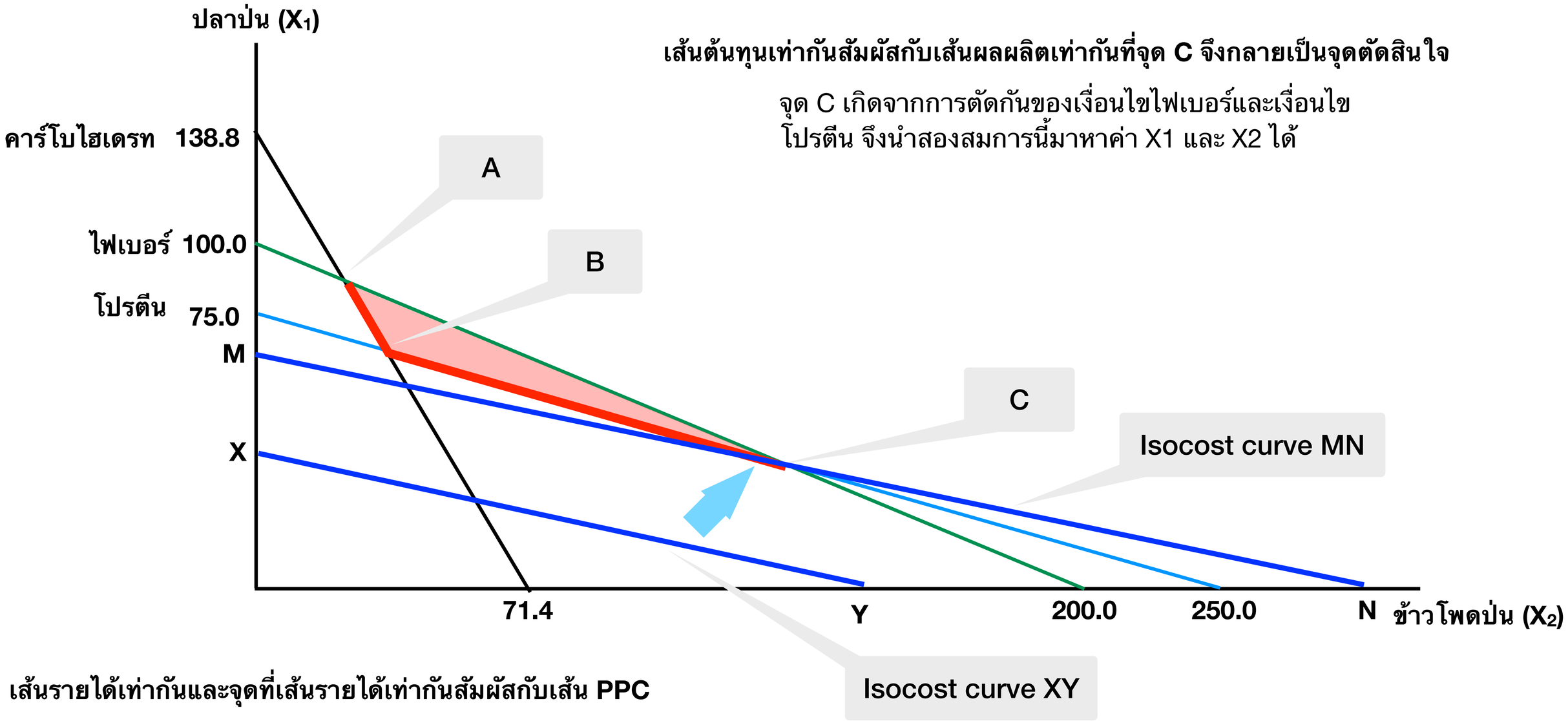
รายการ	ปลาป่น (X1)	ข้าวโพดป่น (X2)
โปรตีน (กก.)	75.0	250
คาร์โบไฮเดรท (กก.)	138.8	71.4
ไฟเบอร์ (กก.)	100.0	200.0



เส้นรายได้เท่ากันและจุดที่เส้นรายได้เท่ากันสัมผัสกับเส้น PPC

เส้นต้นทุนเท่ากันสัมผัสกับเส้นผลผลิตเท่ากันที่จุด C จึงกลายเป็นจุดตัดสินใจ

จุด C เกิดจากการตัดกันของเงื่อนไขไฟเบอร์และเงื่อนไขโปรตีน จึงนำสองสมการนี้มาหาค่า X1 และ X2 ได้



เส้นรายได้เท่ากันและจุดที่เส้นรายได้เท่ากันสัมผัสกับเส้น PPC

สมการเงื่อนไข

โปรตีน	$0.40X_1 + 0.12X_2 \geq 30$
คาร์โบไฮเดรท	$0.18X_1 + 0.35X_2 \geq 25$
ไฟเบอร์	$0.06X_1 + 0.03X_2 \leq 6$

$$0.40X_1 + 0.12X_2 = 30$$
$$0.06X_1 + 0.03X_2 = 6$$

$$X_1 = 37.5$$
$$X_2 = 125.0$$

แทนค่าในสมการ
วัตถุประสงค์

$$\textbf{Min Cost} = 12X_1 + 3.5X_2$$
$$= 12(37.5) + 3.5(125.0)$$
$$= 887.5$$

แทนค่าในสมการเงื่อนไข

$$\textbf{Protein} = 0.40X_1 + 0.12X_2$$
$$= 0.40(37.5) + 0.12(125)$$
$$= 30$$

$$\textbf{Carb.} = 0.18X_1 + 0.35X_2$$
$$= 0.18(37.5) + 0.35(125)$$
$$= 50.5$$

$$\textbf{Fibre} = 0.06X_1 + 0.03X_2$$
$$= 0.06(37.5) + 0.03(125)$$
$$= 6$$

10.2 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตโดยวิธีซิมเพล็กซ์

ขั้นตอนที่ 1:

1. ศึกษาปัญหา และกำหนดให้อยู่ในรูปแบบจำลอง LP

ขั้นตอนที่ 2:

1. เปลี่ยนฟังค์ชั่นและเงื่อนไขให้อยู่ในรูปฟอร์มมาตรฐาน
   - เปลี่ยนเครื่องหมายมากกว่าเท่ากับหรือน้อยกว่าเท่ากับ ให้เป็นเครื่องหมาย =

ขั้นตอนที่ 3:

1. ย้ายแบบจำลอง LP ที่เปลี่ยนให้อยู่ในฟอร์มมาตรฐานลงในฟอร์มที่ออกแบบไว้
2. คำนวณหาค่า Zj (Zj= ผลรวม Opt คูณกับค่า aij)
3. หาค่า Z-C

ขั้นตอนที่ 4:

1. ศึกษาปัญหา และกำหนดให้อยู่ในรูปแบบจำลอง LP

ขั้นตอนที่ 5:

1. หา Key column ที่ค่าในแถว Z-C มีค่าลบมากที่สุด
2. สร้าง Column R ใหม่ โดยนำค่า Column Bj หารด้วยสัมประสิทธิ์ที่อยู่ใน Key column

ขั้นตอนที่ 6:

1. แทน Xi จาก Key column ไปแทนใน Sj ใน Key row
2. แทนค่า Cj จาก Key column ไปแทนค่าสัมประสิทธิ์ Opt ใน Key row
3. เปลี่ยนตัวเลขในแถวอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ Key row โดย ตัวเลขใหม่ = ตัวเลขเก่า - (ตัวเลขใน Key row * ตัวเลขใน Key column)

ขั้นตอนที่ 7:

1. คำนวณค่า Zj ในแนวนอน
2. คำนวณค่า Zj-Cj
3. หาคำตอบที่เหมาะสม
4. หากยังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม ให้เริ่มคำนวณขั้นตอนที่ 5 อีกครั้ง

Activity i	Obt	B_i	S1	S2	...	Sn	X1	X2	...	Xn	$R=B_i/a_i$
C_j											
1											
2											
3											
:						a_{ij}					
:											
:											
m											
Z_j											
$Z_j - C_j$											

ตัวย่างการวิเคราะห์ปัญหาการหากำไรสูงสุดด้วยวิธีซิมแพล็กซ์

รายการ	ถั่วเขียว (X1)	มันสำปะหลัง (X2)	ถั่วลิสง (X3)	จำนวนปัจจัยการผลิตที่มีอยู่
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	40	45	200	
ที่ดิน (ไร่)	1	1	1	100
แรงงานจ้าง (ชั่วโมงทำงาน)	8	0	13	400
ทุนเงินสด (บาท/ไร่)	2	4	40	400

สร้างแบบจำลอง LP

ขั้นตอนที่ 1

$$Max \quad Z = 40X_1 + 45X_2 + 200X_3$$

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 \leq 100$$

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

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

$$X_1, X2, X3 \geq 0$$

ขั้นตอนที่ 2

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

$$1X_1 + 1X_2 + 1X_3 + \boxed{1S_1} \ldots\ldots\ldots\ldots = 100$$

$$8X_1 + 0X_2 + 13X_3 \ldots\ldots + \boxed{1S_2} \ldots\ldots = 400$$

$$2X_1 + 4X_2 + 40X_3 \ldots\ldots\ldots\ldots + \boxed{1S_3} = 400$$

ขั้นตอนที่ 3

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

ขั้นตอนที่ 3

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

a_{ij}

0*100 +0*400 +0*400 = 0

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

ตรวจสอบค่าตัวเลขในแถวนอนอ Z-C ถ้ามีค่าลบอยู่ แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5

1. หา Key column โดยดูจากค่าในแถว Z-C มีค่าลบมากที่สุด
2. สร้าง Column R ใหม่ โดยนำค่า Column Bj หารด้วยสัมประสิทธิ์ที่อยู่ใน Key column
3. หา Key row โดยดูจากค่าบวกที่น้อยที่สุดของ Column R จะได้ Key number

สร้าง Column

Key column

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3	R = Bi/ai
Cj			0	0	0	40	45	200	
S1	0	100	1	0	0	1	1	1	**100.00**
S2	0	400	0	1	0	8	0	13	**30.77**
S3	0	400	0	0	1	2	4	40	**10.00**
Zj		0	0	0	0	0	0	0	
Zj-Ci		0	0	0	0	-40	-45	-200	

Key row

Key number

ขั้นตอนที่ 6

เปลี่ยนตัวเลขใน Key row โดยนำ Key number (40) หารตลอด

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
X3	200	400/40 = 10	0	0	1/40 = 0.025	2/40 = 0.05	4/40 = 0.1	1
Zj		0	0	0	0	0	0	0
Zj-Ci		0	0	0	0	-40	-45	-200

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
X3	**200**	**400/40 = 10**	**0**	**0**	**1/40 = 0.025**	**2/40 = 0.05**	**4/40 = 0.1**	**1**
Zj		0	0	0	0	0	0	0
Zj-Ci		0	0	0	0	-40	-45	-200

ขั้นตอนที่ 6 (ต่อ)

เปลี่ยนตัวเลขในแถวอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ Key row โดย **ตัวเลขใหม่ = ตัวเลขเก่า - (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 90=100-(10*1)	1 1=1-(0*1)	0 0=0-(0*1)	0 -.025=0-(0.025*1)	1 .95=1-(0.05*1)	1 .90=1-(0.1*1)	1 0=1-(1*1)
S2	0	400	0	1	0	8	0	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 6 (ต่อ)

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

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	400 270=400-(10*13)	0 0=0-(0*13)	1 1=1-(0*13)	0 -.325=0-(0.025*13)	8 7.35=8-(0.05*13)	0 -1.3=0-(0.1*13)	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

1. คำนวณค่า Zj ในแนวนอนด้วย $Z_j = \sum (Opt * a_{ij}$ **ที่อยู่ในแถวตั้งเดียวกับค่า** $Z_j)$
2. คำนวณค่า Zj-Ci

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

Z-C < 0 คำตอบที่ได้ยังไม่เหมาะสม
ต้องเริ่มคำนวณหาค่าอีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 5/2

1. หา Key column โดยดูจากค่าในแถว Z-C มีค่าลบมากที่สุด
2. สร้าง Column R ใหม่ โดยนำค่า Column Bj หารด้วยสัมประสิทธิ์ที่อยู่ใน Key column
3. หา Key row โดยดูจากค่าบวกที่น้อยที่สุดของ Column R จะได้ Key number

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3	R = Bi/ai
Cj			0	0	0	40	45	200	
S1	0	90	1	0	-0.025	0.95	0.90	0	**94.737**
S2	0	270	0	1	-0.325	7.35	-1.3	0	**36.735**
X3	200	10	0	0	0.025	0.05	0.1	1	**200.0**
Zj		2,000	0	0	5	10	20	200	
Zj-Ci		2,000	0	0	5	-30	-25	0	

ขั้นตอนที่ 6/2

เปลี่ยนตัวเลขใน Key row โดยนำ Key number (7.35) หารตลอด

Activity	Opt	Bi	S1	S2	S3	X1	X2	X3	R = Bi/ai
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	
X1	40	36.735 = 270/7.35	0	0.136=1/7.35	-0.044=-.325/7.35	1	-.177=-1.3/7.35	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	

ขั้นตอนที่ 6/2 (ต่อ)

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

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		2,000	0	0	5	10	20	200	
Zj-Ci		2,000	0	0	5	-30	-25	0	

ขั้นตอนที่ 7/2

1. คำนวณค่า Zj ในแนวนอนด้วย $Z_j = \sum (Opt * a_{ij}$ ที่อยู่ในแถวตั้งเดียวกับค่า $Z_j)$
2. คำนวณค่า Zj-Ci

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	

Z-C < 0 คำตอบที่ได้ยังไม่เหมาะสม
ต้องเริ่มคำนวณหาค่าอีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 5/3

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	**51.592**
S2	40	36.735	0	0.136	-0.044	1	-0.177	0	**-207.692**
X3	200	8.163	0	-0.007	0.027	0	0.109	1	**75.000**
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	

ขั้นตอนที่ 7/3

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

	Activity	Opt	Bi	ที่ดิน S1	แรงงาน S2	ทุนเงินสด S3	ปลูกถั่วเขียว X1	ปลูกมันสำปะหลัง X2	ปลูกถั่วลิสง X3
	Cj			0	0	0	40	45	200
ปลูกมันสำปะหลัง	X2	45	51.593	0.936	-0.121	0.016	0	1	0
ปลูกถั่วเขียว	X1	40	45.860	0.166	0.115	-0.041	1	0	0
ปลูกถั่วลิสง	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

รายได้เหนือต้นทุนเงินสด

แสดงว่าใช้ปัจจัยทั้ง 3 ชนิดจนหมด ถ้าใช้ไม่หมด ตัวเลขที่ปรากฏจะเป็น 0

มูลค่าเพิ่มของการใช้ปัจจัยการผลิต (Marginal Revenue Product: MRP)

เช่น กรณี S1 มีค่า MRP = 28.377 หากเกษตรกรสามารถหาที่ดินมาเพิ่มได้ 1 ไร่ จะได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเพิ่มขึ้น 28.377 บาท

แสดงว่าทุกกิจกรรมทางเลือกเหมาะสม หากตัวเลขเป็น บวก แสดงว่าทางเลือกนั้นไม่เหมาะสม หากทำการผลิตจะทำให้รายได้เหนือต้นทุนเงินสดลดลงเท่ากับจำนวนตัวเลขนั้น

ตัวย่างการวิเคราะห์ปัญหาการหาต้นทุนต่ำสุดด้วยวิธีซิมแพล็กซ์

คุณวีระเลี้ยงโคนม 50 ตัว ในแต่ละวันต้องผสมอาหารข้นให้โคนม โดยสูตรอาหารข้นที่คุณวีระใช้ ต้องมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 20 กก. คาร์โบไฮเดรทไม่ต่ำกว่า 18 กก. แร่ธาตุไม่ต่ำกว่า 1.2 กก. และเยื่อไยไม่เกิน 12 กก.

วัตถุดิบที่คุณวีระใช้ผสมอาหารขึ้นมี 3 ชนิด คือ ปลายข้าว (X1) กากถั่วเหลือง (X2) และปลาป่น (X3) โดยวัตถุดิบแต่ละชนิดมีราคาซื้อและมีธาตุอาหารที่โคนมต้องการดังตาราง

รายการ	ปลายข้าว (X1)	กากถั่วเหลือง (X2)	ปลาป่น (X3)	จำนวนธาตุอาหารที่โคนมต้องการ
ราคาซื้อ (บาท/กก.)	5	9	13	
โปรตีน (กก.)	0.02	0.22	0.45	≥ 20.0
คาร์โบไฮเดรท (กก.)	0.35	0.18	0.10	≥ 18.0
แร่ธาตุ (กก.)	0.002	0.008	0.012	≥ 1.2
เยื่อไย (กก.)	0.06	0.12	0.09	≤ 12.0

ขั้นตอนที่ 1

สร้างแบบจำลอง LP

รายการ	ปลายข้าว (X1)	กากถั่วเหลือง (X2)	ปลาป่น (X3)	จำนวนธาตุอาหารที่โคนมต้องการ
ราคาซื้อ (บาท/กก.)	5	9	13	
โปรตีน (กก.)	0.02	0.22	0.45	$\geq$20.0
คาร์โบไฮเดรท (กก.)	0.35	0.18	0.10	$\geq$18.0
แร่ธาตุ (กก.)	0.002	0.008	0.012	$\geq$ 1.2
เยื่อไย (กก.)	0.06	0.12	0.09	$\leq$12.0

วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง LP

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

เงื่อนไข

$$0.02X_1 + 0.22X_2 + 0.045X_3 \geq 20.0$$

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

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

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

ขั้นตอนที่ 2

A1 A2 A3 คือ Artificial variables หรือกิจกรรมเทียมที่สร้างขึ้นเพื่อเป็น
กิจกรรมที่ให้สามารถเพิ่มธาตุอาหารในอาหารข้นได้ตามเงื่อนไข

Min Cost $= 5X_1 + 9X_2 + 13X_3$

$$\textbf{Min Cost} = 5X_1 + 9X_2 + 13X_3 - 0S_1 + 9999A_1 - 0S_2 + 9999A_2 - 0S_3 + 9999A_3 - 0S_4$$

A เป็นกิจกรรมเทียม ไม่ได้มีธาตุอาหารที่ต้องการจริง ๆ
สัมประสิทธิ์ 9999 ของ A ถูกกำหนดให้มีค่ามาก สะท้อนถึง
ค่าใช้จ่ายที่มาก เพื่อไม่ให้กระทบแผนการผลิตที่เหมาะสม

$$0.02X_1 + 0.22X_2 + 0.045X_3 \geq 20.0$$
$$0.35X_1 + 0.18X_2 + 0.10X_3 \geq 18.0$$
$$0.002X_1 + 0.008X_2 + 0.012X_3 \geq 1.2$$
$$0.06X_1 + 0.12X_2 + 0.09X_3 \leq 12.0$$

$$0.02X_1 + 0.22X_2 + 0.045X_3 - 1S_1 + 1A_1 = 20.0$$
$$0.35X_1 + 0.18X_2 + 0.10X_3 - 1S_2 + 1A_2 = 18.0$$
$$0.002X_1 + 0.008X_2 + 0.012X_3 - 1S_3 + 1A_3 = 1.2$$
$$0.06X_1 + 0.12X_2 + 0.09X_3 + 1S_4 = 12.0$$

ขั้นตอนที่ 3 ย้ายแบบจำลอง LP ลงในตาราง

		รายการ	Opt	Bi	โปรตีน S1	A1	คาร์โบฯ S2	A2	แร่ธาตุ S3	A3	เยื่อไย S4	X1	X2	X3
		Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
เงื่อนไข	โปรตีน	A1	-9999	20	-1	1	0	0	0	0	0	0.02	0.22	0.45
	คาร์โบฯ	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
	เยื่อไย	S4	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0.06	0.12	0.09

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่า Z และ Z-C

	รายการ	Opt	Bi	โปรตีน S1	A1	คาร์โบฯ S2	A2	แร่ธาตุ S3	A3	เยื่อไย S4	X1	X2	X3
	Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
เงื่อนไข โปรตีน	A1	-9999	20	-1	1	0	0	0	0	0	0.02	0.22	0.45
คาร์โบฯ	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
เยื่อไย	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

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

ขั้นตอนที่ 4

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
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	-3714.6	-4070.6	-5606.4

ตรวจสอบค่าตัวเลขในแถวนอนอ Z-C ถ้ามีค่าลบอยู่ แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5

1. หา Key column โดยดูจากค่าในแถว Z-C มีค่าลบมากที่สุด
2. สร้าง Column R ใหม่ โดยนำค่า Column Bi หารด้วยสัมประสิทธิ์ที่อยู่ใน Key column
3. หา Key row โดยดูจากค่าบวกที่น้อยที่สุดของ Column R จะได้ Key number

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	
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	-3714.6	-4070.6	-5606.4	

ขั้นตอนที่ 6

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	-3714.6	-4070.6	-5606.4

ขั้นตอนที่ 6 (ต่อ)

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
A1	-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												
Z-C												

ขั้นตอนที่ 7

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	

การคำนวณครั้งที่ 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	

ตรวจสอบค่าตัวเลขในแถวนอนอ Z-C ถ้ามีค่าลบอยู่ แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม

การคำนวณครั้งที่ 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	

ตรวจสอบค่าตัวเลขในแถวนอนอ Z-C ถ้ามีค่าลบอยู่ แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม

การคำนวณครั้งที่ 4

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	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

ตรวจสอบค่าตัวเลขในแถวนอนอ Z-C ไม่มีค่าลบ แสดงว่าได้คำตอบที่เหมาะสมแล้ว

ขั้นตอนที่ 8 อธิบายแผนการผลิตที่เหมาะสม

	รายการ	Opt	Bi	S1	A1	S2	A2	S3	A3	S4	X1	X2	X3
	Cj			0	-9999	0	-9999	0	-9999	0	-5	-9	-13
ปลาป่น	X3	-13	69.80	0	0	-1.342	1.342	-174.5	174.5	-13.65	0	0	1
ปลายข้าว	X1	-5	9.3962	0	0	-4.027	4.027	-23.49	23.49	-7.606	0.9999	0	0
โปรตีน	S1	0	21.0475	1.000	-1	-0.02	0.02	-47.62	47.62	-1.371	0	0	0
กากถั่วเหลือง	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

เสียต้นทุนต่ำสุด = 1,340.95 บาท

ค่า S1 - S3 ใน แถว Z-C บ่งชี้ว่า ถ้าลดเงื่อนไขที่ตั้งไว้ลง 1 หน่วย ต้นทุนการผลิตจะลดลงเท่ากับตัวเลขที่ปรากฏ

กรณี Maximisation
การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม Excel เพื่อแก้ปัญหาการผลิต

X1 = ปลูกถั่วเขียว
X2 = ปลูกมันสำปะหลัง
X3 = ปลูกถั่วลิสง

Changing Cells

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

กิจกรรม/ทางเลือก

สัมประสิทธิ์ของสมการเป้าหมาย

คำสั่งสำหรับ Column Bi

=SUMPRODUCT(C3:D3,$C$1:$E$1)

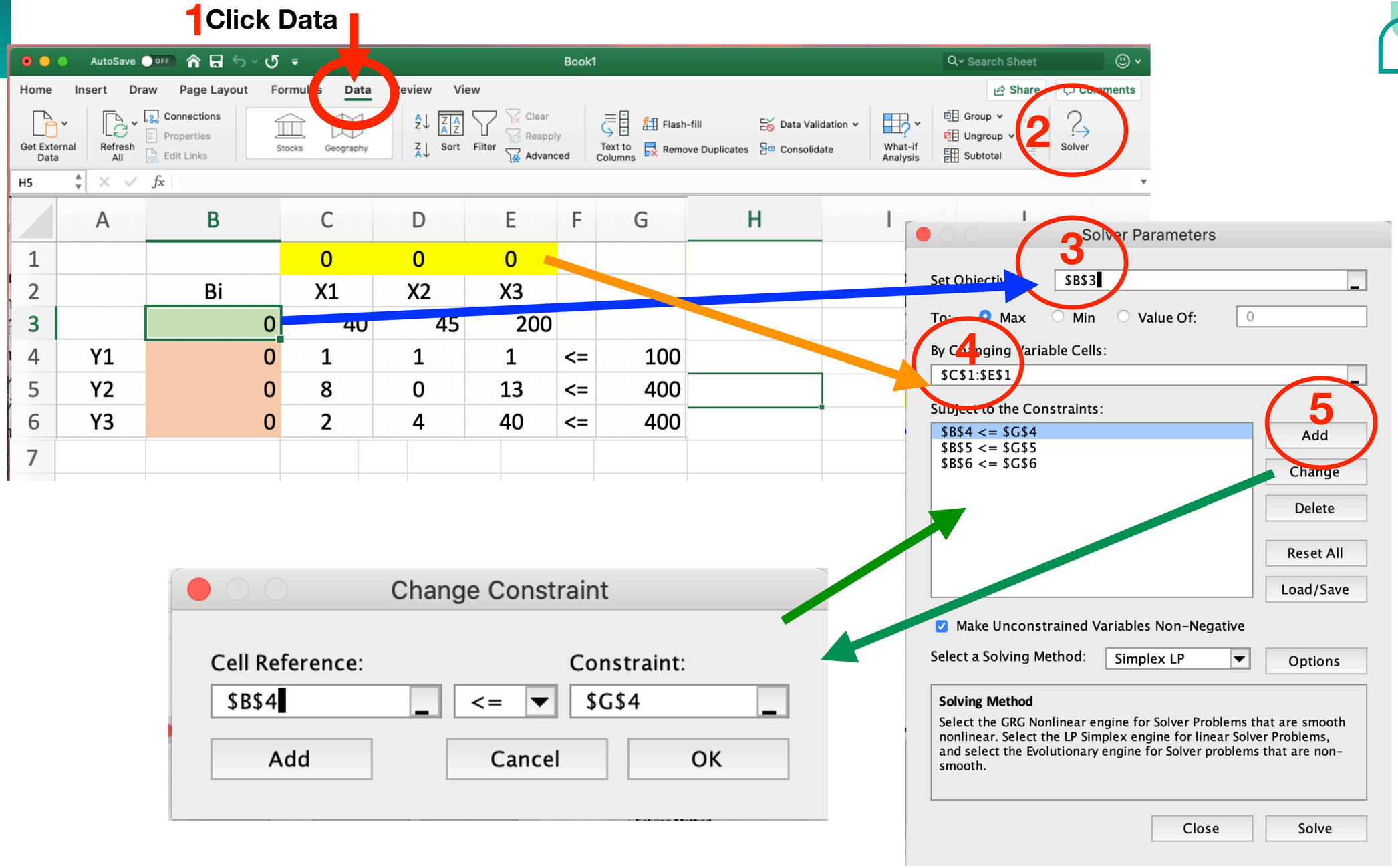
=SUMPRODUCT(C4:E4,$C$1:$E$1)

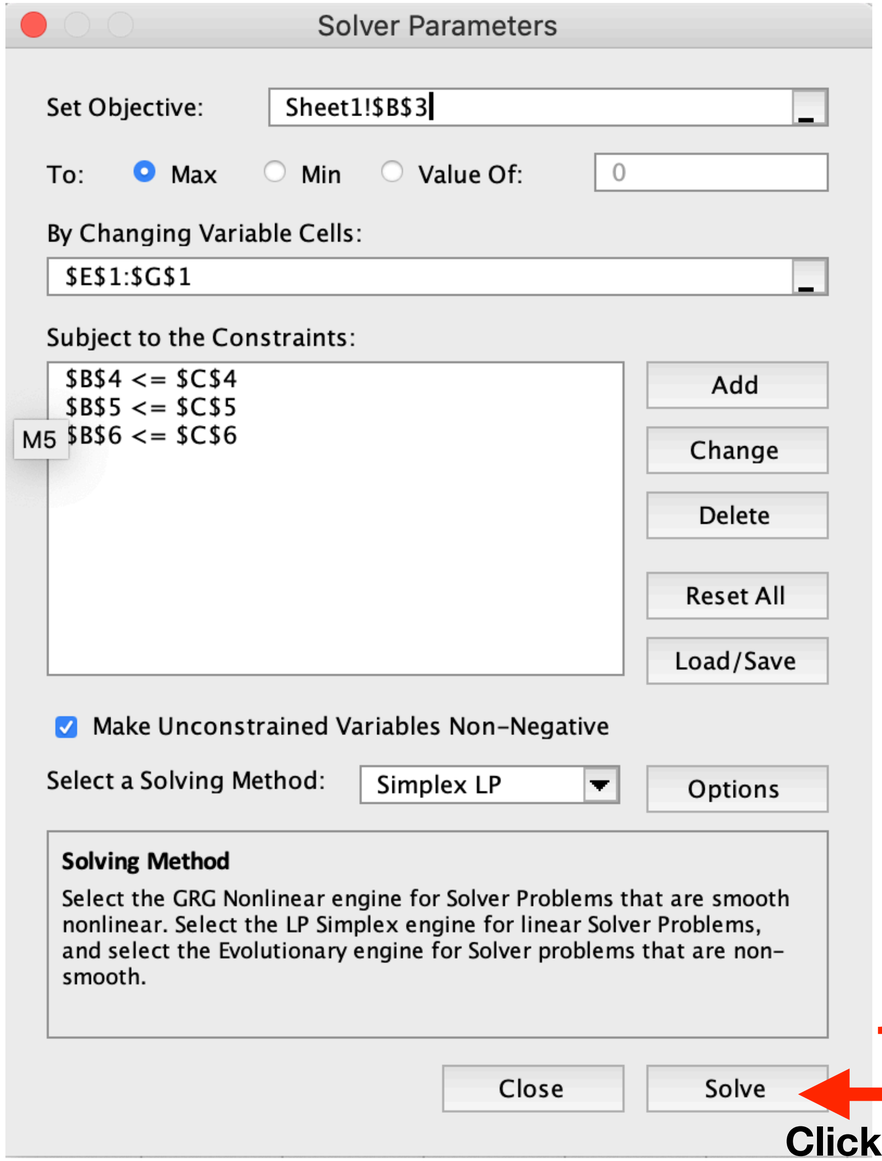
=SUMPRODUCT(C5:E5,$C$1:$E$1)

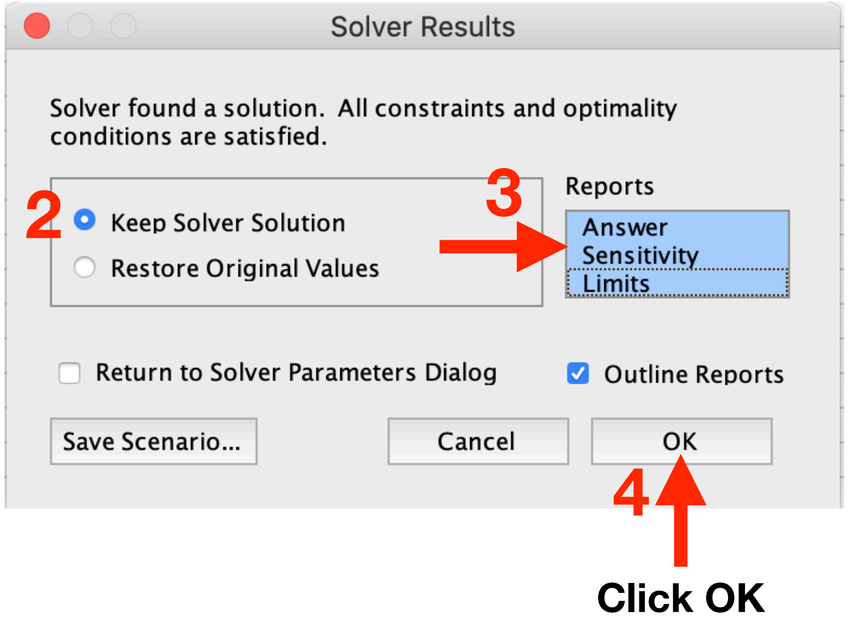
=SUMPRODUCT(C6:E6,$C$1:$E$1)

เงื่อนไข

Constraints


1 Click Data
Book1
Home Insert Draw Page Layout Formulas Data Review View
Get External Data
Refresh All
Connections
Properties
Edit Links
Stocks
Geography
Sort
Filter
Clear
Reapply
Advanced
Text to Columns
Flash-fill
Remove Duplicates
Data Validation
Consolidate
What-if Analysis
Group
Ungroup
Subtotal
2
Solver
H5
A B C D E F G H
1 0 0 0
2 Bi X1 X2 X3
3 0 40 45 200
4 Y1 0 1 1 1 <= 100
5 Y2 0 8 0 13 <= 400
6 Y3 0 2 4 40 <= 400
7
Solver Parameters
3
Set Objective: $B$3
To: Max Min Value Of: 0
4
By Changing Variable Cells:
$C$1:$E$1
Subject to the Constraints:
$B$4 <= $G$4
$B$5 <= $G$5
$B$6 <= $G$6
5
Add
Change
Delete
Reset All
Load/Save
Make Unconstrained Variables Non-Negative
Select a Solving Method: Simplex LP
Options
Solving Method
Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.
Close
Solve
Change Constraint
Cell Reference:
$B$4
<=
Constraint:
$G$4
Add
Cancel
OK


Solver Parameters
Set Objective:
Sheet1!$B$3
To:
Max
Min
Value Of:
0
By Changing Variable Cells:
$E$1:$G$1
Subject to the Constraints:
$B$4 <= $C$4
$B$5 <= $C$5
$B$6 <= $C$6
M5
Add
Change
Delete
Reset All
Load/Save
Make Unconstrained Variables Non-Negative
Select a Solving Method:
Simplex LP
Options
Solving Method
Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.
Close
Solve
1
Click Solve


Solver Results
Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.
2
Keep Solver Solution
Restore Original Values
3
Reports
Answer
Sensitivity
Limits
Return to Solver Parameters Dialog
Outline Reports
Save Scenario...
Cancel
OK
4
Click OK

Answer Report

รายได้เหนือต้นทุนเงินสด

แผนการผลิตที่เหมาะสม

	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	100	<=	1	1	1
5	Y2	400	400	<=	8	0	13
6	Y3	400	400	<=	2	4	40
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Answer Report 1 | Sensitivity Report 1 | Limits Report 1 | Sheet1 | +

ปัจจัยที่ใช้ไป

Objective Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
$B$3	Bi	0	4665.6051

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
$C$1		0	45.8598726	Contin
$D$1		0	51.5923567	Contin
$E$1		0	2.5477707	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
$B$4	Y1 Bi	100	$B$4<=$G$4	Binding	0
$B$5	Y2 Bi	400	$B$5<=$G$5	Binding	0
$B$6	Y3 Bi	400	$B$6<=$G$6	Binding	0

Sensitivity report

Microsoft Excel 16.29 Sensitivity Report
Worksheet: [Book1]Sheet1
Report Created: 09/10/2019 14:26:16

Variable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
$E$1:$G$1						
$E$1		45.8598726	0	40	100.384615	3.61111111
$F$1		51.5923567	0	45	3.42105263	30.3061224
$G$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 = ที่ดิน	100	28.3757962	100	25	55.1020408
$B$5	Y2 Bi = แรงงาน	400	0.41401274	400	426.315789	400
$B$6	Y3 Bi = ทุนเงินสด	400	4.15605096	400	1107.69231	100

Answer Report 1 | Sensitivity Report 1 | Limits Report 1 | Sheet1

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันวัตถุประสงค์

Ex. หากเกษตรกรสามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกได้ 1 ไร่ จะได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเพิ่ม 28.37 บาท ดังนั้นต้นทุนการเพิ่มที่ดิน 1 ไร่ ไม่ควรเกิน 28.37 บาท จึงคุ้มค่าแก่การลงทุน

Ex. หากราคาขายถั่วเขียวอยู่ระหว่าง 36.39 - 140.38 บาท (40-3.61, 40+100.38) รูปแบบการผลิตยังคงเดิม หากราคาของถั่วเหลือน้อยกว่า 36.39 บาท แผนการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปโดยอาจจะไม่ทำการผลิตถั่วเหลือง แล้วไปเพิ่มพื้นที่การผลิตมันสำปะหลังหรือถั่วลิสง

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของการใช้ปัจจัยการผลิต

Ex. ปัจจุบันมีที่ดินอยู่ 100 ไร่ หากเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกให้มากขึ้นเป็น 125 ไร่ (100+25) หรือปรับลดพื้นที่เพาะปลูกเหลือ 44.898 (100-55.102) แผนการผลิตยังคงอยู่ครบทั้ง 3 กิจกรรม

Limits Report

Microsoft Excel 16.0 Limits Report
Worksheet: [CH 10 - LP.xlsx]Sheet1
Report Created: 21/10/2019 19:13:52

Cell	Objective Name	Value
$B$3	Bi	4665.6051

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

ขอบเขตต่ำสุดของแต่ละกิจกรรมและเป้าหมายที่จะได้
Ex. ขอบเขตล่างของการผลิตถั่วเขียวคือ 0 (ไม่ผลิตถั่วเขียวเลย) รายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ได้จะเท่ากับ 2,831.2 บาท

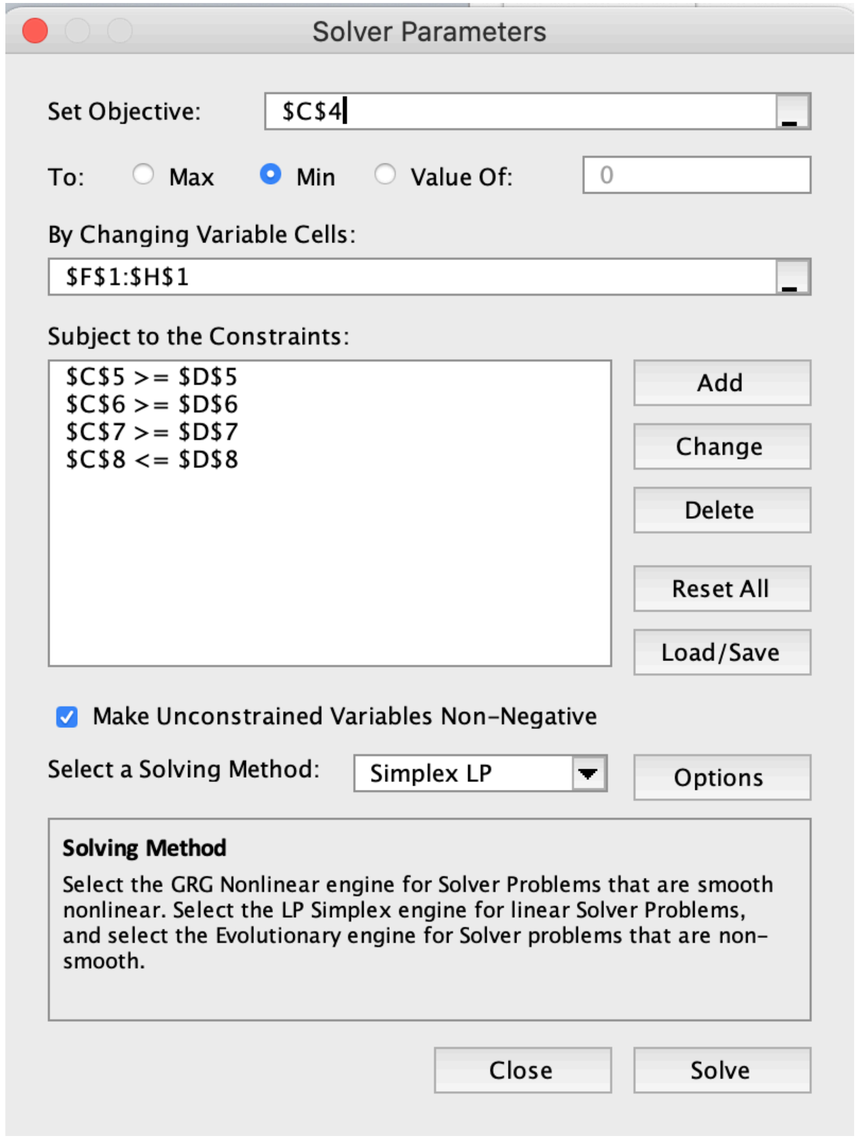
ขอบเขตสูงสุดของแต่ละกิจกรรมและเป้าหมายที่จะได้ หากไม่มีข้อจำกัด
Ex. ขอบเขตบนของการผลิตถั่วเขียวคือ 45.85 ไร่ รายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ได้จะเท่ากับ 4,665.6 บาท

การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม Excel เพื่อแก้ปัญหาการผลิต

กรณี Minimisation

=SUMPRODUCT($D$1:$F$1,D4:F4)
=SUMPRODUCT($D$1:$F$1,D5:F5)
=SUMPRODUCT($D$1:$F$1,D6:F6)
=SUMPRODUCT($D$1:$F$1,D7:F7)
=SUMPRODUCT($D$1:$F$1,D8:F8)

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



ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้

เสียต้นทุนค่าอาหาร

	A	B	C	D	E	F	G	H
1						9.3959732	42.95302	69.798658
2						ปลายข้าว	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น
3						X1	X2	X3
4		Obj	1340.9396			5	9	13
5	โปรตีน	Y1	41.04698	20	>=	0.02	0.22	0.45
6	คาร์โบฯ	Y2	18	18	>=	0.35	0.18	0.1
7	แร่ธาตุ	Y3	1.2	1.2	>=	0.002	0.008	0.012
8	เยื่อไย	Y4	12	12	<=	0.06	0.12	0.09

ธาตุอาหารที่ได้

Answer Report

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
$C$4	Obj	0	1340.939597

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
$F$1:$H$1				
$F$1		0	9.395973154	Contin
$G$1		0	42.95302013	Contin
$H$1		0	69.79865772	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
$C$5	Y1	41.04697987	$C$5>=$D$5	Not Binding	21.04697987
$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

ธาตุอาหารโปรตีนที่ได้คือ 41.046 กก.
มากกว่าที่ต้องการ 21.046 กก.

ได้รับธาตุอาหารตามต้องการ
ตามเงื่อนไขพอดี

Sensitivity report

Variable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
$F$1:$H$1						
$F$1		9.395973154	ปลายข้าว 0	5	1E+30	1.852941176
$G$1		42.95302013	กากถั่วเหลือง 0	9	0.63	1E+30
$H$1		69.79865772	ปลาป่น 0	13	1E+30	1.032786885

Ex. ราคาของปลายข้าวสามารถลดได้ถึง 3.148 (5-1.852) รูปแบบการผสมอาหารขึ้นจะยังคงเดิม

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

Ex. เงื่อนไขโปรตีนกำหนดไว้ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 20 กิโลกรัม หากแต่สูตรอาหารข้นนี้จะได้โปรตีน 41.046 กิโลกรัม โดยไม่สามารถปรับเงื่อนไขโปรตีนที่ได้รับเกินกว่า 41.046 กิโลกรัม เนื่องจากอยู่นอกขอบเขตที่เป็นไปได้

Limits Report

Cell	Objective Name	Value
$C$4	Obj	1340.9396

Cell	Variable Name	Value	Lower Limit	Objective Result	Upper Limit	Objective Result
$F$1		9.39597315	9.39597315	1340.9396	9.39597315	1340.9396
$G$1		42.9530201	42.9530201	1340.9396	42.9530201	1340.9396
$H$1		69.7986577	69.7986577	1340.9396	69.7986577	1340.9396