

### บทที่ 3

#### วิธีการทดลอง

การศึกษารั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ 1 ได้ศึกษาหาระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 เมื่อเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการ 2 วิธีการ ได้แก่ การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน กับ การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายของบริษัท สยามคูโบต้า รุ่น AR-120L โดยประเมินจากการสูญเสียของผลผลิตเชิงปริมาณภายในแปลงขณะเก็บเกี่ยว ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งบอกระยะเวลาที่เหมาะสม สำหรับชุดการทดลองที่ 2 ได้ศึกษาประเมินสมรรถนะของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย และแรงงานคนในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยดำเนินการในช่วงระหว่างเดือน ธันวาคม 2540 ถึง เดือน เมษายน 2541 ณ.แปลงทดลองของสถานีวิจัย และศูนย์ฝึกอบรมเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

#### การปลูกถั่วเหลือง

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ไถพรวน และยกแปลงตามขนาด รวมทั้งได้ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2540 โดยก่อนหยอดเมล็ดคลุมเมล็ดด้วย Captan 50 WP (a.i.=N-(trichloromethylthio)cyclohex-4-ene-1,2-dicarboximide) อัตรา 3 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัมก่อนปลูก และหยอดเมล็ด 5-6 เมล็ดต่อหลุม ใช้ระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร หลังจากปลูกเสร็จหว่าน Furadan 3% G.(a.i.=2,3-dihydro-2,2dimethylbenzofuran-7-) อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ในการป้องกันและกำจัดวัชพืชหลังปลูกเสร็จเมื่อมีการให้น้ำในแปลงแล้วฉีดพ่น สารเคมี Gramoxone (a.i.=1,1-dimethyl-4,4-bipyridium dichloride) ผสมกับ Lasso (a.i.=2,chloro-2',6'-diethyl-n-(methoxymethyl)acetanilide) ในอัตรา 100+100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อต้นถั่วเหลืองงอกและตั้งตัวได้แล้วประมาณ 7 วันหลังงอก ถอนแยกให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุม และเมื่อถั่วเหลืองอายุได้ 15 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการหว่าน และหลังจากปลูก 50 วัน ได้ฉีดสารเคมีป้องกัน และกำจัดวัชพืชอีก 1 ครั้ง

ชุดการทดลองที่ 1 การประเมินหาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย โดยประเมินจากการสูญเสียเชิงปริมาณของผลผลิตขณะเก็บเกี่ยว

ในการศึกษา ขนาดแปลงย่อยที่ใช้ในการศึกษา กว้าง 4.8 เมตร ยาว 12 เมตร โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และจัดปัจจัยการทดลองแบบ Factorial ซึ่งในชุดการทดลองประกอบด้วย 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 มี 2 ระดับ ปัจจัยที่ 2 มี 5 ระดับ และแต่ละกรรมวิธีทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ดังรายละเอียด

ปัจจัยที่ 1 วิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองประกอบด้วย 2 วิธีการ  
 วิธีการที่ 1 เก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน  
 วิธีการที่ 2 เก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย

ปัจจัยที่ 2 ระยะการสุกแก่ของผลผลิตถั่วเหลืองที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตประกอบด้วย 5 ระยะ  
 ระยะที่ 1 ระยะก่อนการสุกแก่เต็มที่ของผลผลิต 14 วัน  
 ระยะที่ 2 ระยะก่อนการสุกแก่เต็มที่ของผลผลิต 7 วัน  
 ระยะที่ 3 ระยะสุกแก่เต็มที่ของผลผลิต (ระยะ R8)  
 ระยะที่ 4 ระยะหลังการสุกแก่เต็มที่ของผลผลิต 7 วัน  
 ระยะที่ 5 ระยะหลังการสุกแก่เต็มที่ของผลผลิต 14 วัน

ดังนั้นจะมีจำนวนกรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง 10 กรรมวิธี และมีแปลงทดลองย่อยทั้งหมด 30 แปลง โดยมีพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง 4.8 ตารางเมตรต่อหนึ่งแปลงย่อย และมีการแบ่งการสุ่มตัวอย่างในแปลงย่อยออกเป็น 4 จุด ขนาดจุดละ 1.2 ตารางเมตร (ภาพผนวกที่ 1 และภาพผนวกที่ 2) สำหรับตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บจากแต่ละกรรมวิธีและแต่ละแปลงย่อยจะมีระดับความชื้นของตัวอย่างแตกต่างกัน การนำตัวอย่างในทุกกรรมวิธีทุกแปลงย่อยมาเปรียบเทียบกันจึงต้องมีการปรับค่าน้ำหนักสดของตัวอย่างให้อยู่ที่ระดับความชื้นเดียวกัน ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้ระดับความชื้นที่ 13 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด เป็นฐานในการคำนวณ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$WTw(f) = \frac{(100 - \%MC(wb)i) \times WTw(i)}{(100 - \%MC(wb)f)}$$

### การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพืช และสภาพแปลงทดลอง

1. ข้อมูลทั่วไป วันปลูก และอายุการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง
2. บันทึกน้ำหนักของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัมต่อไร่) โดยบันทึกจากผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในพื้นที่เก็บตัวอย่าง
3. บันทึกความสูงของฝักแรกจากพื้นดิน (เซนติเมตรต่อต้น) โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากจำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลคือ 30 ต้นต่อแปลงย่อย
4. บันทึกความชื้นของตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์) โดยบันทึกจากตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่สุ่มตัวอย่าง ซึ่งการประเมินความชื้นของเมล็ด ใช้วิธีการ Direct Method แบบ Air-Oven method 100 องศาเซลเซียส ใช้ตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่างต่อหนึ่งแปลงทดลองย่อยที่เก็บข้อมูล ประมาณ 30 กรัมต่อหนึ่งตัวอย่าง อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (Carl , 1980) สำหรับวิธีการคำนวณความชื้นของเมล็ดใช้ฐานในการคำนวณเป็นน้ำหนักสด (Wet Basis) สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\% MC(wb) = \frac{[WTw - WTd]}{WTw} \times 100$$

5. บันทึกปริมาณความหนาแน่นของวัชพืช (กรัมต่อตารางเมตร) ซึ่งวัดเป็นน้ำหนักแห้งรวมของวัชพืชในแปลง โดยสุ่มจากพื้นที่ 4.8 ตารางเมตร และนำตัวอย่างที่ได้จากแปลงทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง โดยทำเฉพาะชุดการทดลองการประเมินสมรรถนะของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายและแรงงานคน ขณะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

### การเก็บรวบรวมข้อมูลการสูญเสียก่อนการเก็บเกี่ยว

1. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดที่ร่วงหล่นอยู่ภายในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโกรัมต่อไร่)
2. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดที่อยู่ในฝักที่ร่วงหล่นภายในแปลงก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโกรัมต่อไร่)
3. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดที่เกิดจากต้นที่หักล้มอยู่ในแปลงก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโกรัมต่อไร่)
4. บันทึกร่น้ำหนักของเมล็ดทั้งหมดที่สูญเสียก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโกรัมต่อไร่)

### การเก็บรวบรวมข้อมูลการสูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยว

1. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดที่ตกค้างอยู่บนลำต้นที่ไม่ได้ถูกเก็บเกี่ยว (Lodged Losses , กิโกรัมต่อไร่)
2. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดที่ตกค้างอยู่ในฝักที่โคนต้นหลังการเก็บเกี่ยว (Stubble Losses , กิโกรัมต่อไร่)
3. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดจากต้นที่ถูกตัดแล้วแต่ตกค้างอยู่ภายในแปลง (Stalk Losses , กิโกรัมต่อไร่)
4. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดที่ร่วงหล่นอยู่ภายในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักขณะเก็บเกี่ยว (Shattering Losses , กิโกรัมต่อไร่)
5. บันทึกร่น้ำหนักเมล็ดในฝักที่ร่วงหล่นขณะทำการเก็บเกี่ยว (กิโกรัมต่อไร่)
6. บันทึกร่น้ำหนักของเมล็ดทั้งหมดที่สูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยว (กิโกรัมต่อไร่)

### คำนวณชี้ผลการศึกษา

1. การประเมินผลผลิตทั้งหมดที่สามารถผลิตได้ซึ่งผลผลิตทั้งหมดที่สามารถผลิตได้สามารถคำนวณหาได้จากสมการ

$$TY = (TPL + THL + Y)$$

2. การประเมินความสูญเสียของผลผลิตจะแสดงผลในรูปแบบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่สามารถผลิตได้

2.1 เปอร์เซนต์การสูญเสียของผลผลิตในรูปแบบเมล็ดที่ร่วงหล่นในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถหาได้จากสมการ

$$\%G1 = \frac{(G1 \times 100)}{TY}$$

2.2 เปอร์เซนต์การสูญเสียของผลผลิตในรูปแบบเมล็ดที่ร่วงหล่นในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักขณะทำการเก็บเกี่ยวสามารถหาได้จากสมการ

$$\%G2 = \frac{(G2 \times 100)}{TY}$$

2.3 เปอร์เซนต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่อยู่ในฝักที่ร่วงหล่นภายในแปลงก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถหาได้จากสมการ

$$\%P1 = \frac{(P1 \times 100)}{TY}$$

2.4 เปอร์เซนต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่อยู่ในฝักที่ร่วงหล่นภายในแปลงขณะทำการเก็บเกี่ยวสามารถหาได้จากสมการ

$$\%P2 = \frac{(P2 \times 100)}{TY}$$

2.5 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่เกิดจากต้นหักล้มอยู่ในแปลงก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถหาได้จากสมการ

$$\%F = \frac{(F \times 100)}{TY}$$

2.6 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่ตกค้างอยู่บนลำต้นที่ไม่ได้ถูกเก็บเกี่ยว สามารถหาได้จากสมการ

$$\%J = \frac{(J \times 100)}{TY}$$

2.7 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่ตกค้างอยู่ในฝักที่โคนต้นซึ่งไม่ถูกเก็บเกี่ยว สามารถหาได้จากสมการ

$$\%S = \frac{(S \times 100)}{TY}$$

2.8 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดจากต้นที่ถูกตัดแล้วแต่ตกค้างอยู่ในแปลงขณะทำการเก็บเกี่ยว สามารถหาได้จากสมการ

$$\%K = \frac{(K \times 100)}{TY}$$

3. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียทั้งหมดของผลผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว สามารถหาได้จากสมการ

$$\%TPL = \frac{(G1 + P1 + F)}{TY}$$

4. เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียรวมของผลผลิตเนื่องจากขบวนการเก็บเกี่ยวหัวเหลือง  
 สามารถหาได้จากสมการ

$$\%THL = \frac{(G2 + P2 + J + S + K)}{TY}$$

เมื่อ	F	คือ น้ำหนักของผลผลิตเมล็ดที่เกิดจากต้นที่หักล้มอยู่ในแปลงก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
	%F	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่เกิดจากต้นที่หักล้มอยู่ในแปลงก่อนการเก็บเกี่ยว(เปอร์เซ็นต์)
	G1	คือ น้ำหนักของผลผลิตในรูปเมล็ดที่ร่วงหล่นในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
	G2	คือ น้ำหนักของผลผลิตในรูปเมล็ดที่ร่วงหล่นในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักขณะเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
	%G1	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตในรูปเมล็ดที่ร่วงหล่นในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักก่อนการเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
	%G2	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตในรูปเมล็ดที่ร่วงหล่นในแปลงเนื่องจากการแตกของฝักขณะเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
	J	คือ น้ำหนักของผลผลิตเมล็ดที่ตกค้างอยู่บนลำต้นที่ไม่ได้ถูกเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
	%J	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่ตกค้างอยู่บนลำต้นที่ไม่ได้ถูกเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
	K	คือ น้ำหนักของผลผลิตเมล็ดจากต้นที่ถูกตัดแล้วแต่ตกค้างอยู่ในแปลง (กิโลกรัมต่อไร่)
	%K	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดจากต้นที่ถูกตัดแล้วแต่ตกค้างอยู่ในแปลง (เปอร์เซ็นต์)
	%MC(wb)	คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดโดยมีฐานในการคำนวณเป็นน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)
	%MC(wb)I	คือ ความชื้นจริงหรือความชื้นเริ่มต้นของผลผลิตโดยน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)

%MC(wb)f	คือ ความชื้นที่ต้องการปรับค่าโดยน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)
P1	คือ น้ำหนักของผลผลิตเมล็ดในฝักที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
P2	คือ น้ำหนักของผลผลิตเมล็ดในฝักที่ร่วงหล่นขณะเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
%P1	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดในฝักที่ร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
%P2	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดในฝักที่ร่วงหล่นขณะเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
S	คือ น้ำหนักของผลผลิตเมล็ดที่ตกค้างอยู่ในฝักที่โคนต้นซึ่งไม่ถูกเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
%S	คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิตเมล็ดที่ตกค้างอยู่ในฝักที่โคนต้นซึ่งไม่ถูกเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
TPL	คือ ผลผลิตทั้งหมดที่มีการสูญเสียก่อนการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
THL	คือ ผลผลิตทั้งหมดที่มีการสูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อไร่)
TY	คือ ผลผลิตทั้งหมดที่สามารถผลิตได้ (กิโลกรัมต่อไร่)
%TPL	คือ เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียทั้งหมดของผลผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
%THL	คือ เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียทั้งหมดของผลผลิตเนื่องจากการเก็บเกี่ยว (เปอร์เซ็นต์)
WTd	คือ น้ำหนักแห้งหลังอบของตัวอย่าง (กรัม)
WTw	คือ น้ำหนักสดก่อนอบของตัวอย่าง (กรัม)
WTw(f)	คือ น้ำหนักสดของผลผลิต ณ ระดับความชื้นที่ต้องการ (กรัม)
WTw(l)	คือ น้ำหนักสดของผลผลิตที่ระดับความชื้นจริงหรือความชื้นเริ่มต้นของผลผลิต (กรัม)
Y	คือ ผลผลิตที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัมต่อไร่)



ชุดการทดลองที่ 2 การประเมินสมรรถนะของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย และแรงงานคนในขณะเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง

ในการศึกษาชุดการทดลองนี้มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Random Design (CRD) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ โดยมีขนาดแปลงย่อย กว้าง 20 เมตร ยาว 20 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 400 ตารางเมตร ซึ่งแต่ละกรรมวิธีการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองโดยใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว

กรรมวิธีที่ 2 เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองโดยใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย

ดังนั้นในชุดการทดลองนี้ประกอบด้วยแปลงทดลองย่อยทั้งหมด 6 แปลง และมีพื้นที่ในการเก็บข้อมูล เท่ากับ 400 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย (ภาพผนวกที่ 3)

#### การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกเวลาทั้งหมดที่ใช้เก็บเกี่ยวภายในแปลง และเวลาที่ทำกิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือไปจากกิจกรรมการเก็บเกี่ยวขณะทำการเก็บเกี่ยว
  - 1.1 เวลาทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวภายในแปลง หมายถึง เวลาที่แรงงาน หรือเครื่องเก็บเกี่ยวเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตภายในแปลงจนการเก็บเกี่ยวสิ้นสุดลง ซึ่งจะรวมเอาเวลาที่แรงงาน หรือเครื่องเก็บเกี่ยวกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากกิจกรรมการเก็บเกี่ยวด้วย
  - 1.2 เวลาทั้งหมดที่ทำกิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือไปจากการเก็บเกี่ยว หมายถึง เวลาที่แรงงาน หรือเครื่องเก็บเกี่ยวทำกิจกรรมอื่นที่ไม่ใช่กิจกรรมการเก็บเกี่ยวในขณะที่อยู่ระหว่างการเก็บเกี่ยวผลผลิตภายในแปลง
2. ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย (ลิตรต่อไร่)

วัดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว วิธีวัดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงโดยก่อนเริ่มการทำงานจะเติมน้ำมันจนเต็มถังบรรจุน้ำมันของเครื่องเก็บเกี่ยว และเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานจะเติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มถังบรรจุอีกครั้ง ดังนั้นจะสามารถทำการประเมินหาปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกใช้จากปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่เติมลงไปหลังเสร็จสิ้นการเก็บเกี่ยว

3. ทำการบันทึกค่าแรงงานคนในการทำการเก็บเกี่ยว และค่าแรงงานคนในการควบคุมเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย (บาทต่อวัน)

4. ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว จะมีเฉพาะในกรณีที่เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย (บาทต่อปี)

4.1 ราคาเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย 62,000 บาท และไม่มีมูลค่าซากโดยมีการคิดค่าเสื่อมราคาแบบ เส้นตรง (Straight Line)

4.2 อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับ 13.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาชำระหนี้ 5 ปี มีเงื่อนไขการผ่อนชำระแบบชำระเงินต้นเท่ากันทุกงวดและคิดดอกเบี้ยตามจำนวนเงินต้นที่เหลืออยู่โดยใช้วิธีคิด และอัตราดอกเบี้ยจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์

4.3 อายุการใช้งานของเครื่องจักรคิดที่ 5 ปี

4.4 ค่าประมาณการของมูลค่าเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางรายมีค่าประมาณ 17,422 บาทต่อปี

5. ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว

5.1 ต้นทุนผันแปรเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องด้วยแรงงานคนสามารถคำนวณจากสมการต่อไปนี้ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดคือ

$$VC1 = CL1 + C1(\text{Loss})$$

ก) ค่าแรงงานคนในการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่อง โดยคิดการทำงานที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งมีค่าจ้าง 120 บาทต่อวันต่อคน (บาทต่อไร่)

ข) มูลค่าผลผลิตที่มีการสูญเสียในขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อทำการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C1(\text{Loss}) = \text{THL1} \times P(\text{grain})$$

ปริมาณการสูญเสียของผลผลิตเนื่องจากการเก็บเกี่ยวคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตที่ระยะที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน โดยใช้ฐานของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในการคำนวณ

ราคาเฉลี่ยของผลผลิตถั่วเหลืองต่อกิโลกรัมคำนวณจากค่าเฉลี่ยของราคาผลผลิตถั่วเหลืองในประเทศปี พ.ศ. 2539 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.65 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2539)

5.2 ต้นทุนผันแปรเมื่อทำการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายสามารถคำนวณจากสมการต่อไปนี้ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดคือ

$$VC2 = CL2 + C(\text{Fuel}) + C(\text{oil}) + CR + C2(\text{Loss})$$

ก) ค่าแรงงานคนในการขับเคลื่อนเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย โดยคิดการทำงานที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งมีค่าจ้าง 120 บาทต่อวันต่อคน หรือเท่ากับ 15 บาทต่อชั่วโมงต่อคน (บาทต่อไร่)

ข) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว (บาทต่อไร่) สามารถคำนวณจากสมการ

$$C(\text{Fuel}) = V(\text{Fuel}) \times P(\text{Fuel})$$

โดยราคาน้ำมันเบนซินธรรมดาคิดที่ลิตรละ 10.6 บาท

ค) ค่าน้ำมันเกียร์และน้ำมันหล่อลื่นโดยคิดที่ 15 % ของมูลค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ (บาทต่อไร่) (Kumar and Goss , 1980) สามารถคำนวณจากสมการ

$$C(\text{oil}) = \frac{C(\text{Fuel}) \times 15}{100}$$

ง) ค่าอะไหล่คิดเฉพาะชุดใบมีดตัด ซึ่งมีอายุการใช้งาน 400 ไร่ ราคาต่อชุด 6000 บาท ดังนั้น ค่าชุดใบมีดตัดจะมีค่าเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 15 บาทต่อไร่ (กองเกษตรวิศวกรรม , 2539)

- จ) มูลค่าผลผลิตที่มีการสูญเสียในขณะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อทำการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย (บาทต่อไร่) สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C2(\text{Loss}) = \text{THL2} \times P(\text{grain})$$

ปริมาณการสูญเสียของผลผลิตสามารถคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตที่ระยะที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวโดยใช้ฐานของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในการคำนวณ

ราคาเฉลี่ยของผลผลิตถั่วเหลืองต่อกิโลกรัมคำนวณจากค่าเฉลี่ยของราคาผลผลิตถั่วเหลืองในประเทศปี พ.ศ. 2539 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.65 บาทต่อกิโลกรัม

## 6. ต้นทุนทั้งหมดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว

### 6.1 ต้นทุนทั้งหมดเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยแรงงานคน

$$\text{TCH} = \text{VC1}$$

### 6.2 ต้นทุนทั้งหมดเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวแบบวางราย

$$\text{TCR} = \text{FC} + \text{VC2}$$

7. ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปี โดยคิดจากผลคูณของขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่ต่อปี) กับอัตราค่ารับจ้างเมื่อนำเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายไปทำเกี่ยวผลผลิตในแปลงซึ่งคิดที่อัตรา 150 ถึง 200 บาทต่อไร่ (กองเกษตรวิศวกรรม , 2539) ที่หักค่าใช้จ่ายผันแปรแต่ไม่รวมมูลค่าผลผลิตที่มีการสูญเสียในขณะเก็บเกี่ยวของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{NR} = \text{A2} \times [\text{WA} - (\text{CL2} + \text{C}(\text{Fuel}) + \text{C}(\text{oil}) + \text{CR})]$$

8. จำนวนเงินลงทุนของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย มีค่าเท่ากับผลรวมของมูลค่าเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย เท่ากับ 62,000 บาท กับ มูลค่าดอกเบี้ยเงินกู้โดยคิดที่อัตราดอกเบี้ย 13.5 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาชำระหนี้ 5 ปี เงื่อนไขการผ่อนชำระแบบชำระเงินต้นเท่ากันทุกงวดและค่าดอกเบี้ยตามจำนวนเงินต้นที่เหลืออยู่ ดังนั้น จำนวนเงินลงทุนของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายมีค่าเท่ากับ 87,110 บาท

### ค่าบ่งชี้ผลการศึกษา

#### 1. การประเมินความสามารถในการทำงานจริง (Effective Field Capacity , ไร่ต่อชั่วโมง)

1.1 กรณีใช้แรงงานคนเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$EFC1 = \frac{A}{T1}$$

1.2 กรณีใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$EFC2 = \frac{A}{T2}$$

#### 2. การประเมินความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (Theoretical Capacity , ไร่ต่อชั่วโมง)

2.1 กรณีใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$THC1 = \frac{A}{T3}$$

2.2 กรณีใช้เครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางรายสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{THC2} = \frac{W \times V}{1600}$$

3. การประเมินประสิทธิภาพในการทำงาน (Field Efficiency , เปอร์เซนต์)

3.1 กรณีใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่อง สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{FE1} = \frac{\text{EFC1} \times 100}{\text{THC1}}$$

3.2 กรณีใช้เครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางรายสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{FE2} = \frac{\text{EFC2} \times 100}{\text{THC2}}$$

4. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์โดยประเมินหาปริมาณพื้นที่เก็บเกี่ยวแล้วทำให้ต้นทุนในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวระหว่างการใช้แรงงานคน กับเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย มีต้นทุนที่เท่ากัน และประเมินหาระยะเวลาคืนทุน (Pay back period) ของการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางรายเมื่อนำเครื่องเก็บเกี่ยวไปรับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิต

4.1 การประเมินหาปริมาณพื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่ต่อปี) แล้วทำให้ต้นทุนในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวระหว่างการใช้วิธีการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน กับเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย มีต้นทุนที่เท่ากันสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$A1 = \frac{FC}{(\text{TCH} - \text{VC2})}$$

#### 4.2 การประเมินระยะเวลาคืนทุน (Pay back period , ปี)

ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาจากการเริ่มต้นลงทุนจนถึงเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิของการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางรายมีค่าเท่ากับค่าการลงทุน ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$PBP = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

เมื่อ	A	คือ พื้นที่ที่แรงงานและเครื่องเก็บเกี่ยวทำงานในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 400 ตารางเมตร หรือ 0.25 ไร่
	A1	คือปริมาณพื้นที่เก็บเกี่ยวแล้วทำให้ต้นทุนในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวระหว่างการใช้วิธีการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน กับเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย มีต้นทุนที่เท่ากัน (ไร่ต่อปี)
	C1(Loss)	คือ มูลค่าผลผลิตที่มีการสูญเสียในขณะที่เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน (บาทต่อไร่)
	C2(Loss)	คือ มูลค่าผลผลิตที่มีการสูญเสียในขณะที่เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย (บาทต่อไร่)
	CL1	คือ ค่าแรงงานคนในการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่อง (บาทต่อไร่)
	CL2	คือ ค่าแรงงานคนในการขับเคลื่อนเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย (บาทต่อไร่)
	CR	คือ มูลค่าอะไหล่คิดเฉพาะชุดใบมีดตัด (บาทต่อไร่)
	C(fuel)	คือ มูลค่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (บาทต่อไร่)
	C(oil)	คือ มูลค่าการใช้น้ำมันเกียร์และน้ำมันหล่อลื่น (บาทต่อไร่)
	EFC1	คือ ความสามารถในการทำงานจริงของแรงงานคน (Effective Field Capacity , ไร่ต่อชั่วโมง)
	EFC2	คือ ความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย (Effective Field Capacity , ไร่ต่อชั่วโมง)
	FC	คือ ต้นทุนคงที่ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องแบบวางราย (บาทต่อปี)

FE1	คือ ประสิทธิภาพในการทำงานของแรงงานคนในการเก็บเกี่ยวหัวเหลือง (Field Efficiency, เปอร์เซ็นต์)
FE2	คือ ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางรายในการเก็บเกี่ยวหัวเหลือง (Field Efficiency, เปอร์เซ็นต์)
NR	คือ ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปี เมื่อนำเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางรายไปรับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวเหลือง (บาทต่อปี)
PBP	คือ ระยะเวลาคืนทุน (Pay back period, ปี)
P(grain)	คือ ราคาเมล็ดหัวเหลืองที่มีการรับซื้อโดยคิดจากค่าเฉลี่ยของราคาผลผลิต 4 ปี พศ.2539 (บาทต่อกิโลกรัม)
P(fuel)	คือ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาทต่อลิตร)
T1	คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้เก็บเกี่ยวของแรงงานคน (ชั่วโมง)
T2	คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้เก็บเกี่ยวของเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางราย (ชั่วโมง)
T3	คือ เวลาที่แรงงานคนทำเฉพาะกิจกรรมการเก็บเกี่ยวอย่างเดียว (ชั่วโมง)
TCH	คือ ต้นทุนรวมในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน (บาทต่อไร่)
TCR	คือ ต้นทุนรวมในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางราย (บาทต่อไร่)
THC1	คือ ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎีของแรงงานคน (Theoretical Capacity, ไร่ต่อชั่วโมง)
THC2	คือ ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎีของเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางราย (Theoretical Capacity, ไร่ต่อชั่วโมง)
THL1	คือ ปริมาณผลผลิตที่มีการสูญเสียขณะเก็บเกี่ยวที่ระยะเหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน (กิโลกรัมต่อไร่)
THL2	คือ ปริมาณผลผลิตที่มีการสูญเสียขณะเก็บเกี่ยวที่ระยะเหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางราย (กิโลกรัมต่อไร่)
V	คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางรายขณะเก็บเกี่ยว (เมตรต่อชั่วโมง)



VC1	คือ ต้นทุนผันแปรในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน (บาทต่อไร่)
VC2	คือ ต้นทุนผันแปรในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย (บาทต่อไร่)
V(fuel)	คือ ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย (ลิตรต่อไร่)
W	คือ ความกว้างของชุดเก็บเกี่ยว ในกรณีของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายที่ใช้ในการศึกษามีความกว้างของชุดเก็บเกี่ยวเท่ากับ 1.2 เมตร
WA	คือ อัตราค่ารับจ้างเมื่อนำเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายไปทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลง (บาทต่อไร่)

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี LSD. (Least Significant Difference) ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีชื่อว่า STATISTIX ซึ่งเป็นเครื่องหมายการค้าของ NH Analytical Software ในการทำการวิเคราะห์ข้อมูล