

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและทดลอง

ในการดำเนินงานวิจัยการประเมินศักยภาพในการผลิตเชื้อเพลิงทดแทนดีเซล และทดลองที่จะนำพืชน้ำมันคือ ถั่วเหลือง และถั่วลิสง ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในท้องถิ่นจังหวัดลำปาง มาใช้เป็นวัตถุดิบที่จะสกัดน้ำมันพืช เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในภาคเกษตรกรรม จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจการใช้พลังงานในกระบวนการปลูกพืชน้ำมัน ตั้งแต่การเตรียมดิน การเพาะปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยทำการสำรวจข้อมูลการปลูกพืชน้ำมัน การใช้พลังงาน และต้นทุนการผลิต ด้วยการจัดทำแบบสอบถาม และได้ทำการทดลองสกัดน้ำมันพืชดิบ ด้วยวิธีการใช้สารละลายสกัด (Solvent Extraction) และวิธีทางกล โดยใช้เครื่องบีบอัดแบบสกรู (Screw Presses) เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรในท้องถิ่น พร้อมทั้งวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการสร้างโรงสกัดน้ำมันพืชดิบขนาดเล็ก ดังนั้นเพื่อให้เกิดความชัดเจน จึงแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

- วิธีการสำรวจข้อมูลการปลูกพืชน้ำมันถั่วเหลืองและถั่วลิสง โดยจัดทำแบบสอบถาม
- กระบวนการทดลองในการผลิตน้ำมันพืชดิบ จากถั่วเหลืองและถั่วลิสง ด้วยวิธีการใช้สารละลาย (Solvent Extraction) และเครื่องบีบอัดแบบสกรู (Screw Presses)
- กระบวนการและวิธีการหาประสิทธิภาพพลังงาน
- การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.1 วิธีการสำรวจข้อมูลการปลูกพืชน้ำมันถั่วเหลืองและถั่วลิสง โดยจัดทำแบบสอบถาม

3.1.1 ประชากรที่ทำการศึกษา

การศึกษาและหาข้อมูลการใช้พลังงานในการปลูกพืชน้ำมัน ซึ่งได้แก่ ถั่วเหลือง และ ถั่วลิสง ในจังหวัดลำปาง ตั้งแต่แรกเริ่มของการปลูก จนกระทั่งได้ผลผลิต ได้มีการสำรวจและ สัมภาษณ์เกษตรกร โดยใช้แบบสอบถาม จากจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง และถั่วลิสง ใน พื้นที่เขตชลประทานที่มีขนาดตั้งแต่ 1 – 10 ไร่ ที่ได้จดทะเบียนไว้กับสำนักงานเกษตรอำเภอ ทั้ง 13 อำเภอในจังหวัดลำปาง และตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวน 183 คน สำหรับผู้ปลูก ถั่วเหลือง และ 212 คน สำหรับผู้ปลูกถั่วลิสง โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากบัญชีรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองและถั่วลิสง โดยทำการสุ่ม จำนวนร้อยละ 25 ของจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง และถั่วลิสง แต่จำนวนที่ตัวอย่างที่ได้จากการศึกษานี้ มีจำนวน 150 คน สำหรับผู้ปลูกถั่วเหลือง ด้วยช่วงความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อน 0.07 และ 189 คน สำหรับผู้ปลูกถั่วลิสง ด้วยช่วงความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อน 0.06 ในทางสถิติ ดังแสดงใน ตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 จำนวนเกษตรกร จำนวนตัวอย่างที่ทำการสุ่ม และจำนวนตัวอย่างที่สัมภาษณ์ของเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองในแต่ละอำเภอ จังหวัดลำปาง

ลำดับที่	อำเภอ	จำนวนเกษตรกร ที่ปลูกถั่วเหลือง	จำนวนตัวอย่าง ที่ทำการสุ่ม	จำนวนตัวอย่างที่ สัมภาษณ์
1	เถิน	101	25	24
2	แม่ทะ	73	18	17
3	งาว	134	33	33
4	เมือง	118	29	29
5	สบปราบ	252	63	32
6	ห้างฉัตร	-	-	-
7	แม่พริก	26	6	6
8	แจ้ห่ม	14	3	3
9	วังเหนือ	27	6	6
10	เมืองปาน	-	-	-
11	แม่เมาะ	-	-	-
12	เสริมงาม	-	-	-
13	เกาะคา	-	-	-
รวม		745	183	150

หมายเหตุ อ.ห้างฉัตร และ อ.เมืองปาน ไม่มีเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง
อ.แม่เมาะ, อ.เสริมงาม, อ.เกาะคา ไม่มีข้อมูลรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง

ตารางที่ 3.2 จำนวนเกษตรกร จำนวนตัวอย่างที่ทำการสุ่ม และจำนวนตัวอย่างที่สัมภาษณ์ของเกษตรกรผู้ปลูกถั่วลิสงในแต่ละอำเภอ จังหวัดลำปาง

ลำดับที่	อำเภอ	จำนวนเกษตรกรที่ปลูกถั่วลิสง	จำนวนตัวอย่างที่ทำการสุ่ม	จำนวนตัวอย่างที่สัมภาษณ์
1	เถิน	178	44	44
2	แม่ทะ	66	16	16
3	งาว	45	10	10
4	เมือง	81	20	13
5	สบปราบ	-	-	-
6	ห้างฉัตร	60	15	15
7	แม่พริก	27	6	6
8	แจ้ห่ม	47	11	10
9	วังเหนือ	-	-	-
10	เมืองปาน	361	90	75
11	แม่เมาะ	-	-	-
12	เสริมงาม	-	-	-
13	เกาะคา	-	-	-
รวม		865	212	189

หมายเหตุ อ.วังเหนือ และ อ.สบปราบ ไม่มีเกษตรกรผู้ปลูกถั่วลิสง

อ.แม่เมาะ, อ.เสริมงาม, อ.เกาะคา ไม่มีข้อมูลรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกถั่วลิสง

3.1.2 เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดให้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่สรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้ทำการทบทวนเอกสาร รายงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้กำหนดให้มีการเก็บรวบรวม ดังนี้

1) การสำรวจอย่างเป็นทางการ (Formal Survey) ด้วยการใช้แบบสอบถาม โดยวิธีการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่าง ผู้ปลูกถั่วเหลือง 183 คน และผู้ปลูกถั่วลิสง 212 คน ในแบบสอบถามจะประกอบไปด้วยรายละเอียด 3 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1 เก็บข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม บางประการของเกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์
- ส่วนที่ 2 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกถั่วเหลือง ถั่วลิสง และการใช้พลังงาน
- ส่วนที่ 3 เก็บข้อมูลต้นทุนในการผลิตถั่วเหลือง และถั่วลิสง

2) การสำรวจแบบไม่เป็นทางการ (Informal Survey) โดยใช้เทคนิคการสังเกตการณ์แบบกลมกลืน (Observation) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเข้าไปสอบถามข้อมูลจากผู้รู้ และเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง และถั่วลิสงโดยตรง

3.1.3 การทดสอบแบบสัมภาษณ์

เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความถูกต้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) และมีความเชื่อมั่นว่า สามารถเก็บข้อมูลจากเกษตรกรตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ผู้ศึกษาได้นำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบกับเกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลือง และถั่วลิสง ในเขต อ.เมืองลำปาง จำนวน 15 ราย แล้วทำการปรับปรุงแบบสัมภาษณ์เกษตรกรอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้สัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่าง

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ออกเก็บข้อมูลร่วมกับเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอในแต่ละอำเภอ จำนวน 13 อำเภอ ในจังหวัดลำปาง

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดตรวจสอบความเรียบร้อย ทำการประเมินผล และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป เพื่อการวิจัย (SPSS ; Statistical Package for the Social Science for Windows) โดยใช้สถิติที่เหมาะสม คือ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการอธิบายข้อมูลทั้ง 3 ส่วนของแบบสอบถาม

3.2 กระบวนการทดลองในการผลิตน้ำมันพืชดิบจากถั่วเหลืองและถั่วลิสง ด้วยวิธีการใช้สารละลาย (Solvent Extraction) และเครื่องบีบอัดแบบสกรู (Screw Presses)

3.2.1 การหาประสิทธิภาพการสกัดของเครื่องสกัดด้วยวิธีการใช้สารละลายโดยเครื่องสกรูคอนเวเยอร์ แบบกระแสวนทางต่อเนื่อง (สรวิษฐ์ วงศ์ทอง และ จูติวิธ กวางแก้ว, 2542)

1. สารเคมี

เฮกเซน (C_6H_{14}) MW. 86.18 Commercial Grade ความถ่วงจำเพาะ 0.663 g/ml

2. วัตถุดิบ

ถั่วเหลืองและถั่วลิสง

3. เครื่องแก้ว และเครื่องมืออื่นที่ใช้

- 1) ขวดแก้วรูปชมพู่
- 2) บีกเกอร์
- 3) กระจกตวง
- 4) อ่างน้ำ
- 5) กระทะไฟฟ้าขนาด 1,000 W
- 6) Rotary Evaporator ขนาด 1.1 kw
- 7) Heater ขนาด 800 W
- 8) เครื่องชั่งดิจิตอลละเอียด 2 ตำแหน่ง รุ่น B610
- 9) Clamp – on Meter
- 10) กรวยแยก
- 11) นาฬิกาจับเวลา
- 12) Soxhlet Extractor

4. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การเตรียมถั่วเหลืองและถั่วลิสง

1. นำถั่วเหลือง และถั่วลิสงไปนึ่ง ประมาณ 30 นาที
2. บดถั่วเหลืองและถั่วลิสงด้วยเครื่องปั่นให้มีขนาดประมาณ $\frac{1}{4}$ ของเมล็ดสมบูรณ์
3. ทิ้งไว้ให้แห้งสนิท

ตอนที่ 2 การหาปริมาณน้ำมันในถั่วเหลืองและถั่วลิสง ด้วย Soxhlet Extractor

1. ชั่งถั่วเหลืองป่น 20 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) ใส่ใน Paper Thimble ซึ่งมีสำลีชุบตัวทำละลายรองอยู่ที่ก้น

2. ตวงตัวทำละลายปริมาตร 200.0 ml ใส่ในขวดกลม
3. ประกอบชุดทั้งหมดนำไปวางไว้บน Heating Mantle
4. ทำการสกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง
5. รินสารละลายสกัดในขวดก้นกลมออกใส่ขวดรูปชมพู่
6. ระเหยตัวทำละลายออก ชั่งน้ำมันที่สกัดได้
7. เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1 – 6 โดยใช้ถั่วลิสงบดเป็นวัตถุดิบ

ตอนที่ 3 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของถั่วเหลืองและถั่วลิสง

1. นำถั่วเหลืองคิบมาประมาณ 45 กรัม ใส่ถ้วยตวง
2. นำถั่วเหลืองคิบไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
3. นำออกจากตู้อบไปชั่งน้ำหนัก
4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
5. ทำการทดลองซ้ำ ตั้งแต่ข้อ 1 – 4 โดยใช้ถั่วลิสงคิบเป็นวัตถุดิบ

ตอนที่ 4 การสกัดน้ำมันถั่วเหลืองและถั่วลิสง

1. เริ่มเดินมอเตอร์ขับเคลื่อนคอนเวเยอร์ และป้อนถั่วเหลืองบดเข้าเครื่องสกัด
2. เมื่อเริ่มมีถั่วเหลืองถูกสกรูพาออกมาที่ทางออกเครื่องสกัด เริ่มปล่อยตัวทำละลายจากที่เก็บสารจนเต็มเครื่องสกัด (สังเกตระดับของเหลวในท่อ Plexi Glass)
3. เริ่มปล่อยตัวทำละลายออกจากส่วนล่างของเครื่องสกัดสู่ตัวเก็บสารละลาย ปรับวาล์วให้อัตราการไหลของสารสกัดเท่ากับอัตราการป้อนตัวทำละลาย (สังเกตระดับของเหลวในท่อ Plexi Glass จะคงที่)
4. ปรับอัตราส่วนป้อนตัวทำละลายต่อถั่วเหลืองให้ได้ประมาณ 1 : 1 โดยน้ำหนัก วัดอัตราการไหลออกของสารละลายสกัด
5. เก็บตัวอย่างสารละลายสกัดปริมาตร 300 ml มาชั่งน้ำหนักทุก ๆ 10 นาที เก็บตัวอย่างไว้วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันต่อไป
6. เมื่อน้ำหนักสารละลายสกัดที่เก็บตัวอย่างมาชั่งในข้อที่ 5 คงที่ ซึ่งหมายความว่าความเข้มข้นของน้ำมันในสารละลายสกัดไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลานั้นคือ ระบบเข้าสู่ภาวะคงที่ (Steady State) แล้วให้นำสารละลายสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออก ชั่งน้ำหนักของน้ำมันที่ตกค้าง คำนวณหาความเข้มข้นของน้ำมันในสารละลายสกัด
7. คำนวณหาการใช้พลังงานในเครื่องสกัด และประสิทธิภาพการสกัด
8. เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ ข้อ 1 – 6 โดยใช้ถั่วลิสงบดเป็นวัตถุดิบ



รูปที่ 3.1 การสกัดน้ำมันที่ขจัดด้วยวิธีการใช้สารละลายโดยเครื่องสกรูคอนเวเยอร์แบบกระแสสวนทางต่อเนื่อง (Screw Conveyor)

รายละเอียดเชิงเทคนิค

กระบอกเหล็กกล้าไร้สนิมยาว	120 เซนติเมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก	5.2 เซนติเมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน	4.8 เซนติเมตร
ความเร็วรอบ	2 รอบ/นาที
สกรูส่วนที่มีใบสกรู ยาว	107 เซนติเมตร
มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 220 โวลท์ 50 Hz ¼ แรงม้า	
เครื่องควบคุมการให้ความร้อน	400 °C

3.2.2 การหาประสิทธิภาพการสกัดของเครื่องบีบอัดแบบสกรู (Screw Presses)

1. วัตถุดิบ

ถั่วเหลือง และถั่วลิสง

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) กรวยสำหรับใส่วัตถุดิบ
- 2) ถังพลาสติก
- 3) นาฬิกาจับเวลา

3. วิธีการทดลอง

- 1) นำเมล็ดถั่วเหลืองมาทำความสะอาด โดยแยกเอาสิ่งสกปรกออกก่อน
- 2) นำถั่วเหลืองปริมาณหนึ่ง ใส่ที่ช่องใส่วัตถุดิบของเครื่องบีบน้ำมัน แล้วทำการเดินเครื่อง เพื่อให้เครื่องทำงานจนกากไหลออกมา และมีน้ำมันออกมา แล้วรอจนเมล็ดถั่วเหลืองในช่องใส่วัตถุดิบหมดก่อน
- 3) นำถั่วเหลืองที่ต้องการทดสอบมา 5 กิโลกรัม ใส่ลงในช่องใส่วัตถุดิบ เมื่อมีกากไหลออกมา เริ่มจับเวลา จนกระทั่งกากหมด และน้ำมันไม่ไหลออกมา จะใช้ถังพลาสติกรองรับน้ำมันที่ไหลออกมา
- 4) นำน้ำมันที่บีบได้จากการทดลองมาชั่งน้ำหนัก พร้อมบันทึกผล
- 5) เริ่มทำการทดลอง ตั้งแต่ข้อ 1 – 4 โดยใช้ถั่วลิสงเป็นวัตถุดิบ
- 6) ทำการคำนวณหาการใช้พลังงานของเครื่องบีบ และประสิทธิภาพการบีบ



รูปที่ 3.2 เครื่องสกัดน้ำมันแบบบีบอัดด้วยสกรู (Screw Presses) ยี่ห้อ KOMET รุ่น DD 85G

รายละเอียดเชิงเทคนิค

อัตราการป้อนวัตถุดิบ	20 – 50 กิโลกรัม/ชั่วโมง
มอเตอร์ไฟฟ้า ยี่ห้อ STOBER ขนาด	220 – 380 โวลต์ 50 Hz 4 แรงม้า
ความสูง	550 มิลลิเมตร
ความกว้าง	600 มิลลิเมตร
ความยาว	1,250 มิลลิเมตร
น้ำหนักรวม	210 กิโลกรัม
เปอร์เซ็นต์การสกัด	25 – 37%
ความเร็วรอบ	20 – 100 รอบ/นาที

3.3 กระบวนการและวิธีการหาประสิทธิภาพพลังงาน

ข้อมูลการวิเคราะห์หาการใช้พลังงานในการเพาะปลูกถั่วเหลืองและถั่วลิสง ซึ่งข้อมูลการใช้พลังงานตั้งแต่เริ่มขบวนการเพาะปลูก คือ การเตรียมดิน จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้จากแบบสอบถาม และในส่วนของพลังงานที่ได้จากน้ำมันพืชดิบทั้ง 2 ชนิดนั้นคือ ค่าความจุพลังงานของน้ำมัน สามารถหาค่าประมาณได้จาก ผลผลิตเฉลี่ยของเมล็ดพืชน้ำมันต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดพืชถั่วเหลือง และถั่วลิสงที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดลำปาง และค่าความร้อนของน้ำมันถั่วเหลือง และถั่วลิสง ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{ค่าความจุพลังงานสุทธิต่อไร่ (MJ/ไร่)} &= \text{ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่} \times \text{เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดพืช} \\ &\times \text{ค่าความร้อน} \end{aligned} \quad (3.1)$$

3.3.1 ค่าความร้อน (Heating Value)

ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็น kJ/kg หรือ MJ/kg สามารถวัดได้จากเครื่องมือบอมบ์ แคลอรีมิเตอร์ (Bomb Calorimeter) ซึ่งมีขั้นตอนและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. วัสดุดิบ

น้ำมันถั่วเหลือง และถั่วลิสงดิบ

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- 1) บอมบ์ แคลอรีมิเตอร์ ชนิดอุณหภูมิคงที่
- 2) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด
- 3) เครื่องบรรจุก๊าซออกซิเจนพร้อมถังออกซิเจน
- 4) นาฬิกาจับเวลา

3. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ก่อนการทดสอบ

1. ปิดฝาของเชื้อฉนวน (ระวังการเสียหายของเทอร์โมมิเตอร์)
2. จัดเตรียมเชื้อเพลิงและบอมบ์
 - 2.1 บรรจุเชื้อเพลิงลงในถ้วยบรรจุเชื้อเพลิง โดยควบคุมให้น้ำหนักของเชื้อเพลิงไม่เกิน 1.1 กรัม
 - 2.2 ตัดลวดจุลระเบิด (Fuse Wire) ยาว 10 ซม. เข้กับแท่นจุลระเบิด

2.3 วางถ้วยบรรจุเชื้อเพลิงลงในที่รองรับแล้วจัดให้ถั่วจุกกระบะเปิดสัมผัสกับเชื้อเพลิง แต่ไม่แตะกับถ้วย

2.4 เติมน้ำบริสุทธิ์ประมาณ 1.0 มล. ลงในบอมบ์

2.5 นำแท่นจุกกระบะที่เตรียมในตอนต้นบรรจุในบอมบ์แล้วปิดฝาบอมบ์

ตอนที่ 2 เริ่มการทดสอบ

1. เดินมอเตอร์สำหรับกวนน้ำเป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้ระบบเข้าสู่สมดุล
2. เริ่มทำการจกอุณหภูมิทุก ๆ นาที เป็นเวลา 5 นาที
3. จุกกระบะเชื้อเพลิงเมื่อเริ่มนาทีที่ 6 (จดบันทึกเวลาและอุณหภูมิจริงขณะจุกกระบะเปิด) และในขณะที่กตุ่มจุกกระบะนั้น ถอยหลังให้ห่างจากบอมบ์ เป็นเวลา 20 วินาที ก่อนที่จะเริ่มเตรียมการอ่านอุณหภูมิต่อไป
4. อ่านอุณหภูมิหลังจากทำการจุกกระบะเปิดขณะวินาที 45, 60, 75, 90, 105 และ 120 (นับวินาทีที่ 0 เมื่อทำการจุกกระบะเปิด)
5. หลังจากนั้นบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ นาที จนกระทั่งพบว่าความแตกต่างของค่าอุณหภูมิที่อ่านได้มีค่าคงที่ติดกันเป็นเวลา 5 นาที (โดยทั่วไปอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดแล้วเริ่มลดลงอย่างช้า ๆ)
6. บันทึกเวลาที่อุณหภูมิสูงสุด
7. บันทึกอุณหภูมิต่อทุก ๆ นาที จนกระทั่งความแตกต่างของอุณหภูมิที่อ่านมีค่าคงที่ติดกันเป็นเวลา 5 นาที

3.4 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการสกัดน้ำมันพืช นอกจากเงินลงทุนเริ่มต้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) และค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

3.4.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) ประกอบด้วย

1. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation Cost) คือ ค่าเสื่อมของอุปกรณ์ และเครื่องจักรตามอายุการใช้งาน จัดเป็นค่าใช้จ่ายชนิดหนึ่ง ซึ่งค่าเสื่อมราคานี้จะมีผลต่อการคิดภาษีเงินได้แต่ค่าเสื่อมราคาไม่ใช่กระแสเงินสด จึงนำกลับมารวมกับรายได้หลังจากหักภาษี เพื่อคำนวณกระแสเงินสดสุทธิ โดยใช้วิธีคำนวณแบบเส้นตรง (Straight Line Depreciation) จากสมการ

$$D = (P - S) / L \quad (3.2)$$

$$= (500,000 - 0) \text{ บาท} / 10 \text{ ปี}$$

$$= 50,000 \text{ บาท/ปี}$$

เมื่อ $D =$ ค่าเสื่อมราคา, (บาท/ปี)

$P =$ ราคาแรกซื้อ, บาท

$S =$ มูลค่าซาก, บาท

$L =$ อายุการใช้งาน, ปี

2. ดอกเบี้ย (Annual Interest) ซึ่งมีค่า

$$i = 2.5\% \text{ (กรณีลงทุนเองทั้งหมด)}$$

$$i = 7.5\% \text{ (กรณีกู้เงินมาลงทุนทั้งหมด)}$$

3. ภาษี และมูลค่าซาก (Tax and Salvage Value) ไม่นำมาคิด

3.4.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost)

ค่าใช้จ่ายผันแปร ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนนี้ คือ ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าลูกปืน (Bearing) ค่าพลังงานไฟฟ้า ตลอดจนค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมแซมบำรุงรักษา และค่าจ้างแรงงาน ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ สามารถคำนวณได้ดังนี้

1. ค่าน้ำมันหล่อลื่น (Lubrication) ได้จากข้อมูลที่ทำกรสอบถามจากโรงงานลานนาโปรดักส์ จ.ลำพูน มีหน่วยเป็น บาท/ปี
2. ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา (Repair and Maintenance) โดยส่วนใหญ่จะมีปัญหาที่ลูกปืน (Bearing) จึงต้องทำการเปลี่ยน 3 เดือน/ครั้ง มีหน่วยเป็น บาท/ปี
3. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) คำนวณตามการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสกัดน้ำมันถั่วเหลือง และถั่วลิสงแต่ละครั้ง เฉลี่ย 1.89 บาท/kWh (สำหรับกิจการขนาดเล็ก)
4. ค่าแรงงาน (Labour) สำหรับการสกัดน้ำมันพืชดิบ กำหนดให้ใช้แรงงานในการสกัดน้ำมัน 2 คนที่อัตราค่าจ้าง 4,000 บาท/เดือน/คน
5. ต้นทุนวัตถุดิบ (Raw Material) ต้นทุนวัตถุดิบ สำหรับถั่วเหลือง 9.31 บาท/กิโลกรัม และถั่วลิสง 12.58 บาท/กิโลกรัม (ภาคผนวก ก และ ข)

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (Total Cost) ในการสร้างโรงสกัดน้ำมันพืชดิบขนาดเล็ก ในแต่ละตำบล สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Total Cost} = \text{Fixed Cost} + \text{Variable Cost} \quad \text{บาท/ปี} \quad (3.3)$$

ในส่วนของรายรับที่ได้จากการสกัดน้ำมันพืชดิบ คือ น้ำมันพืชดิบ และกากที่ได้จากกระบวนการผลิต สามารถนำไปขายเป็นอาหารสัตว์ เป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตของเกษตรกร นอกจากการขายวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว

ส่วนการวิเคราะห์หาผลผลิตอย่างน้อยที่สุดที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันพืชดิบ เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนดีเซลในภาคการเกษตรของกลุ่มเกษตรกรแต่ละอำเภอ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ จะนำข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ยต่อพื้นที่ทำการเกษตร 1 ไร่ ต่อ 1 ตำบล ในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ของการปลูกถั่วเหลือง ตำบลบ้านเป้า และถั่วลิสง ตำบลบ้านเอื้อม เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ และหาดัชนีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการหาความเหมาะสม สำหรับการสร้างโรงสกัดน้ำมันพืชดิบขนาดเล็ก เพื่อให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้