

บทที่ 4

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าที่มีใช้อยู่เดิมและที่ออกแบบสร้างขึ้นใหม่
2. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล พิกัด 500 กิโลกรัม
3. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล พิกัด 2 กิโลกรัม
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ
5. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าดิจิทัลแบบสุคแอมป์
6. นาฬิกาจับเวลา
7. เครื่องปรับรอบมอเตอร์ แบบอินเวอร์เตอร์
8. เครื่องวัดความชื้นใช้แสงอินฟราเรด
9. เวอร์เนียคาลิเปอร์
10. ผลกาแฟสดสุกแก่ได้ที่ พันธุ์อาราบิก้า

แผนการทดลอง วิธีดำเนินการทดลอง และการเก็บข้อมูล

ในการทดลองเก็บข้อมูล มีเป้าหมายเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าที่มีใช้อยู่เดิมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต้นแบบซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินงานได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ 1.การศึกษาคุณสมบัติของกาแฟอาราบิก้าผลสุกแก่ 2.การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าที่มีการผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย 3.การออกแบบพัฒนาขึ้นใหม่ ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอน มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. การศึกษาคุณสมบัติของกาแฟผลสุกแก่ที่จำเป็นในการออกแบบเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า ได้แก่ ขนาดรูปทรง น้ำหนัก และความเหนียวเปลือก ของผลกาแฟสด คือ ขนาดรูปทรง ใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดระยะทั้ง 3 มิติ น้ำหนักใช้ตราชั่งดิจิทัลพิกัด 500 กิโลกรัมชั่งน้ำหนักผลกาแฟสด จำนวน 100 ตัวอย่าง ดังตารางในภาคผนวก ก.

การหาความเหนียวของเปลือกกาแฟสด โดยเครื่อง Instron Universal Testing Machine ซึ่งใช้หาค่าสำหรับการเคี้ยว ดังข้อมูลในตาราง 3.2

2. การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าที่มีการผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย ได้แก่ เครื่องสีเปลือกสดกาแฟแบบลูกสีทรงกระบอกในแนวนอน ของ กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร และของบริษัทเพชรศรี จำกัด

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากการทำงานจริงของผู้ประกอบการ

โดยเครื่องสีเปลือกสดแบบลูกสีทรงกระบอกในแนวนอนของกองเกษตรวิศวกรรม และ บ.เพชรศรี

ขั้นตอนที่ 1. ชั่งน้ำหนักกาแฟสุกผลสดก่อนการป้อนเข้าเครื่องสีเปลือกสด 100 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 2. เปิดน้ำในอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการสี ซึ่งได้ทำการตรวจหาปริมาณ

เทียบกับเวลาเพื่อคำนวณหาอัตราการใช้แล้ว

ขั้นตอนที่ 3. เดินเครื่องสีเปลือกสด พร้อมกับเตรียมภาชนะรองรับเปลือกสด

เมล็ดเมื่อสารถกาแฟ และน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการสี วัดค่ากระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 4. เริ่มเทกาแฟลงช่องการป้อนกาแฟเข้าสู่ขั้นตอนการสี พร้อมกับเริ่มจับเวลา

ในช่วงการสี วัดกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 5. เมื่อเทกาแฟหมด 100 กิโลกรัม หยุดเวลา

ขั้นตอนที่ 6. เก็บตัวอย่างกาแฟหลังการสีเปลือกสดไปวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนที่ 7. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

3. การทดสอบเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบพัฒนาขึ้นแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง

ในการทดสอบหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องสีเปลือกสดที่พัฒนาขึ้นได้ทำการ

ทดสอบเป็น 2 ช่วง คือช่วงแรกเป็นการทดสอบความเป็นไปได้ของเครื่องสีเปลือกสดแบบลูกสีทรง

กรวยตัดแนวตั้ง 3 ช่องทางการสี โดยช่องทางการสีทำจากอลูมิเนียม เพื่อทดสอบหาค่าการทำงาน

ต่างๆ ได้แก่ ความเหมาะสมของวัสดุ ระยะห่างของช่องการสี และความเร็วรอบลูกสีที่เหมาะสม

จากนั้นเป็นช่วงที่ 2 เป็นการออกแบบเครื่องสีเปลือกสดแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง 4 ช่องทางการ

เปลือกโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากช่วงแรกเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ทำการทดสอบเก็บข้อมูลการ

ทำงานของเครื่องและการนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่อง

ได้แก่ รอบการหมุนของลูกสีเปลือกสดที่รอบต่างๆ โดยแบ่งการทดลองตามความเร็วรอบของลูกสี

เป็น 5 การทดลอง ได้แก่ 250 300 350 400 และ 450 รอบต่อนาที ซึ่งรอบความเร็วของลูกสีที่ใช้มา

จากการอ้างอิงของรอบลูกสีของเครื่องสีกาแฟเปลือกสดที่ทดสอบในช่วงแรก จากนั้นนำผลการ

ทดสอบไปประเมินผลโดยใช้ค่าต่างๆดังนี้ อัตราการสี เปอร์เซ็นต์การสี ความเสียหายของเมล็ดสาร

กาแฟ ความสามารถในการแยกเปลือกและเมล็ดสารกาแฟออกจากกัน การใช้น้ำในขั้นตอนการสี

และการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นต้น

ขั้นตอนการทดลองเก็บข้อมูลของเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าแบบที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 1. ชั่งน้ำหนัก กาแฟสุกผลสด 100 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 2. เปิดน้ำในอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการสี ซึ่งได้ทำการตรวจหาปริมาณเทียบกับเวลาเพื่อคำนวณหาอัตราการใช้แล้ว

ขั้นตอนที่ 3. เดินเครื่องสีเปลือกสด ปรับรอบการหมุนโดยใช้อินเวอร์เตอร์ ใช้เครื่องวัดรอบตรวจสอบรอบการหมุน พร้อมกับเตรียมภาชนะรองรับเปลือกสด เมล็ดเมื่อการสีกาแฟ และน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการสี วัดค่ากระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 4. เริ่มเทกาแฟลงช่องการป้อนกาแฟเข้าสู่ขั้นตอนการสี พร้อมกับเริ่มจับเวลาในช่วงการสี วัดกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 5. เมื่อเทกาแฟหมด 100 กิโลกรัม หยุดเวลา

ขั้นตอนที่ 6. เก็บตัวอย่างกาแฟหลังการสีเปลือกสดไปวิเคราะห์ประเมินผล

ขั้นตอนที่ 7. ในแต่ละรอบการหมุนให้ทำซ้ำ 3 ครั้ง

หัวข้อที่ใช้เป็นเกณฑ์การวิเคราะห์ประเมินผล

1. อัตราการสี (ก.ก./ชม.) คือ การหาปริมาณน้ำหนักกาแฟผลสดก่อนการป้อนเข้าเครื่องสีเปลือกสดโดยตราชั่ง (กิโลกรัม) และใช้นาฬิกาจับเวลาตั้งแต่เริ่มการสีกาแฟจนถึงสีหมด คำนวณน้ำหนักกาแฟต่อระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการสี

$$\text{อัตราการสี (ก.ก./ชม.)} = \text{นน.กาแฟผลสด (กิโลกรัม)} / \text{เวลา (ชั่วโมง)}$$

2. เปอร์เซ็นต์การสี (% โดยน้ำหนัก) คือ การหาเปอร์เซ็นต์ของผลกาแฟสดที่ถูกทำให้เปลือกฉีกหรือแยกออก ซึ่งในการเก็บข้อมูลนั้นจะใช้การสุ่มตัวอย่างหาเปอร์เซ็นต์ผลกาแฟที่ไม่ถูกฉีกเปลือกหรือผลกาแฟสมบูรณ์ ทั้งทางด้านทางออกเมล็ดเมื่อและทางด้านทั้งเปลือกสดมารวมกันแล้วนำไปลบออกจาก 100% ได้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลกาแฟที่ถูกสีเปลือกออก โดยการสุ่มตัวอย่างน้ำหนัก 1,000 กรัมต่อ 1 ตัวอย่าง ทำ 3 ซ้ำ

3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกเสียหาย (% โดยน้ำหนัก) คือการสุ่มหาเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดกาแฟเมื่อกที่มีสภาพชำรุดทั้งมากและน้อยทั้งทางด้านทางออกเมล็ดเมื่อและทางด้านทั้งเปลือกสดมารวมกันเป็นเมล็ดกาแฟแตกรวม โดยการสุ่มตัวอย่างน้ำหนัก 1,000 กรัมต่อ 1 ตัวอย่าง ทำ 3 ซ้ำ

4. เปอร์เซ็นต์เปลือกปนออกด้านเมล็ดเมื่อ (% โดยน้ำหนัก) คือการสุ่มตัวอย่างหาเปอร์เซ็นต์ของเปลือกที่ถูกสีออกแล้วแต่ปนมาออกทางด้านเมล็ดเมื่อ โดยการสุ่มตัวอย่างด้านเมล็ดเมื่อ น้ำหนัก 1,000 กรัมต่อ 1 ตัวอย่าง ทำ 3 ซ้ำ

5. เปอร์เซ็นต์เมล็ดเมื่อกปนออกด้านทิ้งเปลือก (% โดยน้ำหนัก)คือ การหาเปอร์เซ็นต์ของ เมล็ดเมื่อที่ปนมาออกทางด้านทิ้งเปลือก โดยการสูมตัวอย่างด้านทิ้งเปลือก น้ำหนัก 1,000 กรัม ต่อ 1ตัวอย่าง ทำ 3 ซ้ำ

6. อัตราการใช้น้ำในขั้นตอนการสี (ลิตร/ ชั่วโมง)คือการหาค่าการใช้น้ำในขั้นตอนการสี โดยเน้นว่าการใช้น้ำน้อยที่สุดที่ไม่ทำให้การสีติดขัด โดยในการทดสอบต้องปรับแรงดันหรืออัตราการไหลของน้ำให้เหมาะสม จากนั้นทำการตรวจเทียบกับเวลาเพื่อหาค่าอัตราการไหลของน้ำ

7. การใช้พลังงานไฟฟ้า

7.1 ขณะไม่มีภาระ คือ การหาพลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ขณะเดินเครื่องตัวเปล่า โดยใช้ อุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้า จากนั้นนำไปคำนวณเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าต่อไป

7.2 ขณะมีภาระการสี คือ การหาพลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ขณะทำการสีที่รอบต่างๆ โดยใช้ อุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้า จากนั้นนำไปคำนวณเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าต่อไปเช่นเดียวกัน โดยมีสมการคือ

$$\text{ไฟฟ้าเฟสเดียว} \quad KW = A \times V \times PF / 1,000$$

$$\text{ไฟฟ้า 3 เฟส} \quad KW = 1.73 \times A \times V \times PF / 1,000$$

โดยที่

$$KW = \text{พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)}$$

$$A = \text{กระแสไฟฟ้า(แอมแปร์)}$$

$$V = \text{ความต่างศักย์(โวลต์)}$$

$$PF = \text{เพาเวอร์แฟคเตอร์} \quad (\text{จักรินทร์, 2544})$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

เป็นการใช้โปรแกรมทางสถิติช่วยในการหาเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นในเกณฑ์การวิเคราะห์ผล ในรูปแบบทางสถิติ ได้แก่ โปรแกรม SPSS

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (วันชัยและชอุ่ม, 2539)

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ปฏิบัติงานจริง โดยทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาท/กก.) จุดคุ้มทุน (กก./ปี) อัตราผลตอบแทน (%/ปี) และระยะเวลาคืนทุน (ปี) เพื่อใช้ในการตัดสินใจการลงทุน

1. ต้นทุนค่าใช้จ่าย มีหัวข้อในการคำนวณดังนี้

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

- ค่าเครื่องสี่เปลือกสดกนแพอรารบีก้า โดยคิดเฉลี่ยเป็นต้นทุนค่าเสื่อมราคาของเครื่อง มีสูตรการคำนวณคือ

$$\text{ค่าเสื่อมราคาเครื่องสี่เปลือกสดกนแพอรารบีก้า} = (P_m - L_m) / N_m \quad \text{บาท/ปี} \quad (4.1)$$

โดยที่ P_m = ราคาเครื่องสี่เปลือกสดกนแพอรารบีก้า, บาท

L_m = ราคาขายเมื่อหมดอายุการใช้งาน, บาท

N_m = อายุการใช้งาน, ปี

- ค่าเสียโอกาสเงินทุน

มีสูตรการคำนวณคือ

$$\text{ค่าเสียโอกาสเงินทุน} = [(P_m + L_m) / 2] \times I \quad \text{บาท/ปี} \quad (4.2)$$

โดยที่ I = อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ เวลาที่ศึกษา

ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) บาท/ปี

- ค่าแรงงานในการปฏิบัติงาน

มีสูตรการคำนวณคือ

$$\text{ค่าแรงงาน} = X_m \times Y_m \times B_m \quad \text{บาท/ปี} \quad (4.3)$$

โดยที่ X_m = จำนวนแรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงานต่อวัน, คน/วัน

Y_m = จำนวนวันของการปฏิบัติงานต่อปี, วัน/ปี

B_m = ค่าจ้างแรงงานต่อคน, บาท/คน

- ค่าน้ำที่ใช้ในขบวนการผลิต

มีสูตรการคำนวณคือ

$$\text{ค่าน้ำ} = W_m \times M_m \times T_m \times Y_m \times P_w \quad \text{บาท/ปี} \quad (4.4)$$

โดยที่ W_m = ปริมาณน้ำที่ใช้ในขบวนการผลิต, ลบ.ม./กก.

M_m = ความสามารถในการทำงานของเครื่อง, กก./ชม.

T_m = จำนวนชั่วโมงในการปฏิบัติงาน, ชม./วัน

Y_m = จำนวนวันของการปฏิบัติงานต่อปี, วัน/ปี

P_w = ค่าน้ำ, บาท/ลบ.ม.

- ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในขบวนการผลิต

มีสูตรการคำนวณคือ

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = A_m \times Y_m \times U_m \quad \text{บาท/ปี} \quad (4.5)$$

โดยที่ A_m = จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ในการปฏิบัติงาน, กิโลวัตต์ x ชั่วโมง/วัน

Y_m = จำนวนวันของการปฏิบัติงานต่อปี, วัน/ปี

U_m = ค่าไฟฟ้า, บาท / กิโลวัตต์ x ชั่วโมง

- ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่อง

คิดคงที่เท่ากับร้อยละ s ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน, บาท/ปี (4.6)

ต้นทุนค่าใช้จ่ายวิธีใช้เครื่องสี่เปลือกสดกาแฟอาราบิก้าหาได้จากความสัมพันธ์

ต้นทุนค่าใช้จ่าย = ต้นทุนรวม/ปริมาณการผลิต บาท/กก.

โดยที่ ต้นทุนรวม = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร บาท/ปี

ปริมาณการผลิต = $M_m \times T_m \times Y_m$ กก./ปี

2. จุดคุ้มทุน คือจุดที่กำไรเป็นศูนย์ ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุนหาได้จากความสัมพันธ์

$R = C$ (4.7)

โดยที่ R = รายรับ, บาท/ปี

= ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน, กก./ปี x ราคาที่รับสี่เปลือกสดกาแฟ, บาท/กก.

C = ต้นทุนค่าใช้จ่าย, บาท/ปี

= ต้นทุนค่าใช้จ่าย, บาท/กก. x ปริมาณการผลิตทั้งหมด, กก./ปี

3. อัตราผลตอบแทนเงินลงทุน คือ ผลที่ได้จากการลงทุนเครื่องสี่เปลือกสดกาแฟอาราบิก้า เมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ลงทุนไป หาได้จากความสัมพันธ์

อัตราผลตอบแทนเงินลงทุน, %ปี = $\frac{\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ, บาท/ปี} \times 100\%}{\text{ราคาทรัพย์สินที่ลงทุน, บาท}}$

4. ระยะเวลาคืนทุน หาได้จากความสัมพันธ์

ระยะเวลาคืนทุน, ปี = $\frac{\text{ราคาทรัพย์สินที่ลงทุน, บาท}}{\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ, บาท/ปี}}$



รูปที่ 4.1 การทำความสะอาดผลกาแฟก่อนการทดสอบ



รูปที่ 4.2 การทดสอบเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง



รูปที่ 4.3 การเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ผล