

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 การทดลองหาระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อทราบระดับความชื้นที่ให้คุณภาพการกะเทาะดีที่สุดที่สุด

วิธีการทดลอง

ลดความชื้นฝักถั่วลิสงสด จากข้อ 3.2.1.2 ด้วยเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น ในข้อ 3.1.3 ให้ลมร้อนอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส กำหนดขึ้นความหนาของถั่วลิสงคงที่เท่ากับ 3.5 เซนติเมตร อัตราการไหลของลมร้อน 3.48 ลบม./นาที แปรความชื้นเมล็ดถั่วลิสงในช่วงความชื้นร้อยละ 20 - 6 (น้ำหนักเปียก) เป็น 6 ระดับ คือประมาณร้อยละ 20, 15, 10, 8, 6 และ 5 แล้วกะเทาะฝักถั่วลิสงด้วยเครื่องกะเทาะถั่วลิสง ในข้อ 3.1.2 โดยชั่งน้ำหนักฝักถั่วลิสงที่ต้องการกะเทาะครั้งละ 1 กก. ค่อย ๆ เทใส่เครื่องกะเทาะอย่างสม่ำเสมอและให้หมด 1 กก. ภายในเวลา 4 นาที ปิดเครื่องกะเทาะ เก็บรวบรวมส่วนที่กะเทาะได้ทั้งหมดมาคัดเลือกแยกเอาเมล็ดถั่วลิสงที่ถูกกะเทาะหมายถึงเมล็ดดี* และเมล็ดแตกหัก* และฝักถั่วลิสงที่ยังไม่กะเทาะ* ชั่งน้ำหนักแต่ละส่วน ทำการกะเทาะ 5 ชั่วโมง

เกณฑ์ประเมินผลการทดลอง พิจารณาจากคุณภาพการกะเทาะดังนี้

$$1) \text{ ร้อยละการกะเทาะ} = \frac{\text{น.น. เมล็ดถั่วลิสงที่ถูกกะเทาะ (รวมทั้งเมล็ดแตกหัก)*}}{\text{น.น. เมล็ดถั่วลิสงที่ป้อนเข้าไปทั้งหมด}} \times 100$$

--- (4.1) [89]

$$2) \text{ ร้อยละการแตกหัก} = \frac{\text{น.น. เมล็ดถั่วลิสงที่แตกหัก}}{\text{น.น. เมล็ดถั่วลิสงที่ถูกกะเทาะ (รวมทั้งเมล็ดแตกหัก)}} \times 100$$

--- (4.2) [89]

* รูปที่ ก - 1 ถึง ก - 3 (ภาคผนวก ก)

4.2 การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นตัวลิ่งด้วยลมร้อน

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาผลของปัจจัยต่าง ๆ คือ อุณหภูมิของลมร้อน ระยะเวลาที่ให้ลมร้อน และระยะเวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น ต่อการลดความชื้นตัวลิ่ง เพื่อทราบสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นตัวลิ่งด้วยลมร้อน

4.2.1 การหาความชื้นสัมพัทธ์

หาความชื้นสัมพัทธ์ตามระบบ Assmann หรือ Aspiration Psychrometer ตาม ASTM E 337 - 62 [90] ซึ่งจะหาความชื้นสัมพัทธ์ด้วยการวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature) โดยที่เครื่องวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก (ที่ปลายกระเปาะหุ้มด้วยปลอกผ้าฝ้ายที่ชุ่มน้ำ อยู่ตลอดเวลา) จะตั้งแน่นอยู่กับที่แล้วมีพัดลมพัดอากาศผ่าน โดยจะต้องพัดผ่านเครื่องวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนกระเปาะเปียก หรือพัดผ่านทั้ง 2 อันพร้อม ๆ กัน ทราบค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก หาค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้จาก psychrometric chart

4.2.1.1 การหาความชื้นสัมพัทธ์ของสภาวะอบแห้ง

ใช้ digital recorder ในข้อ 3.1.7 วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง และกระเปาะเปียกภายในเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น ขณะทำการทดลองอบแห้ง แล้วหาค่าความชื้นสัมพัทธ์จาก psychrometric chart

4.2.1.2 การหาความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแฉดล่อม

ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก แล้วหาค่าความชื้นสัมพัทธ์จาก psychrometric chart

4.2.2 การอบแห้งตัวลิ่งแบบต่อเนื่อง (continuous drying)

วางแผนงานทดลองแบบ completely randomized design (CRD) [91] อบแห้งตัวลิ่งสดในข้อ 3.2.1.1 ด้วยเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้นในข้อ 3.1.3 โดยให้ลมร้อนแบบต่อเนื่องที่ 5 ระดับอุณหภูมิคือ 35 องศาเซลเซียส, 40 องศาเซลเซียส, 45 องศาเซลเซียส, 50 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส จนเหลือระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ ซึ่งได้จากข้อ 4.1 คือ เมล็ดมีความชื้นร้อยละ 10 - 15 (น้ำหนักเปียก) ทำการกะเทาะเปลือก

ตัวอย่างแล้ววัดความชื้นเมล็ดตัวอย่างต่อที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ ยกเว้นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส จะอบแห้งเมล็ดต่อที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนเหลือระดับความชื้นที่ต้องการคือ ร้อยละ 6 - 7 (น้ำหนักเปียก) ทำการทดลองทั้งสิ้นรวม 2 ข้ำ

เกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการทดลองคือ เวลาการอบแห้ง (drying time)

คุณภาพการกะเทาะ และค่าพารามิเตอร์การอบแห้ง (drying parameter)

4.2.3 การอบแห้งตัวอย่างแบบกึ่งช่วง (intermittent drying)

วางแผนงานทดลองแบบ factorial design 2^3 [91] อบแห้งตัวอย่าง

ในข้อ 3.2.1.1 ด้วยเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้นในข้อ 3.1.3 โดยที่

ปัจจัย A คือ ระดับอุณหภูมิที่อบแห้ง 2 ระดับที่ 50 และ 55 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B คือ เวลาให้ลมร้อน 2 ระดับ คือ 1 และ 3 ชั่วโมง

ปัจจัย C คือ เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น 2 ระดับ คือ 1 และ 3 ชั่วโมง

ซึ่งจะประกอบด้วย 8 สภาพการทดลองดังนี้

- 1 อุณหภูมิลมร้อน 50 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 1 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 1 ชั่วโมง
- 2 อุณหภูมิลมร้อน 50 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 1 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 3 ชั่วโมง
- 3 อุณหภูมิลมร้อน 50 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 3 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 1 ชั่วโมง
- 4 อุณหภูมิลมร้อน 50 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 3 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 3 ชั่วโมง
- 5 อุณหภูมิลมร้อน 55 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 1 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 1 ชั่วโมง
- 6 อุณหภูมิลมร้อน 55 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 1 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 3 ชั่วโมง
- 7 อุณหภูมิลมร้อน 55 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 3 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 1 ชั่วโมง
- 8 อุณหภูมิลมร้อน 55 องศาเซลเซียส เวลาให้ลมร้อน (Δ) 3 ชั่วโมง เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น (R) 3 ชั่วโมง

อบแห้งจนถึงระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การกะเทาะซึ่งจะได้จากข้อ 4.1 คือเมล็ดมีความชื้นร้อยละ 10 - 15 (น้ำหนักเปียก) กะเทาะเปลือกที่วัลสีแล้วลดความชื้นเมล็ดที่วัลสีต่อที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนเหลือระดับความชื้นที่ต้องการคือ ร้อยละ 6 - 7 (น้ำหนักเปียก) ทำการทดลองทั้งสิ้นรวม 2 ข้ำ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการทดลองเหมือนข้อ 4.2.2

4.3 การศึกษาภาชนะบรรจุ และจุลลภาวะภายในภาชนะบรรจุ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อหาภาชนะบรรจุและจุลลภาวะภายในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพที่วัลสีที่อบแห้งแล้ว

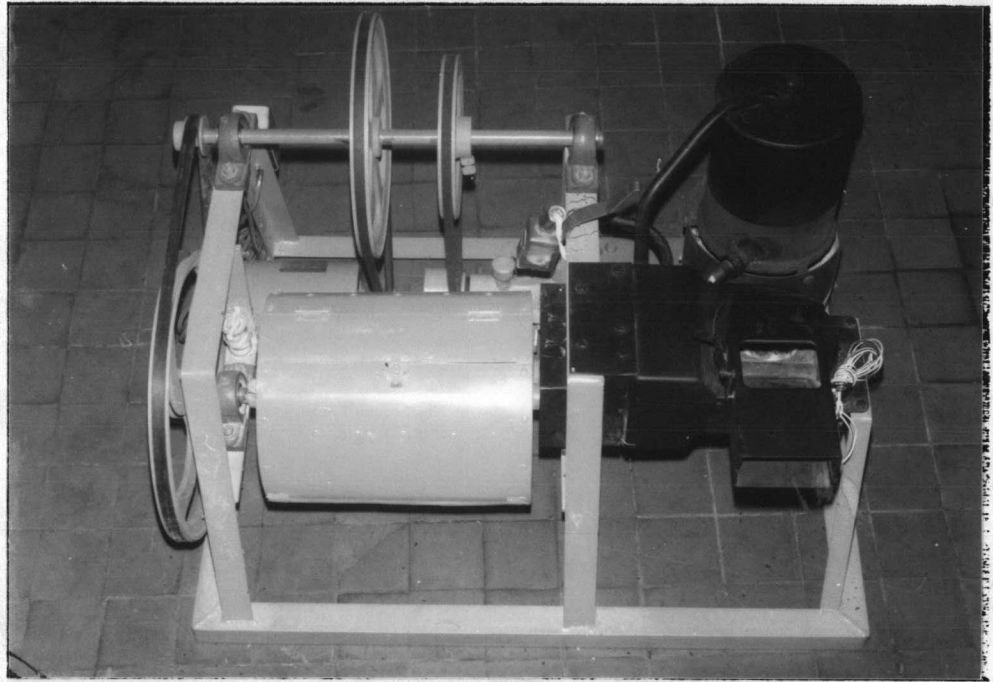
วิธีทดลอง

วางแผนงานทดลองแบบ factorial randomized completely block design (factorial RCBD)² [91] เก็บเมล็ดที่วัลสีที่อบแห้งแล้วจากข้อ 4.2.2 และ 4.2.3 โดยบรรจุในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุงโพลีเอทิลีน และถุงโพลีโพรพิลีน จุลลภาวะภายในภาชนะบรรจุ 2 แบบคือ แบบธรรมดา (air pack) และแบบสุญญากาศ (vacuum pack) เก็บในตู้กระจกที่มีฝาปิดสนิทภายในบรรจุสารละลายอิมตัวของเกลียว โปแตสเซียมคลอไรด์ เพื่อให้บรรยากาศการเก็บมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 [92] อุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 3 เดือน (ตั้งแต่เดือนธันวาคม (2527) ถึงเดือนกุมภาพันธ์ (2528)) เกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการทดลองคือ ความชื้นที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ), ปริมาณกรดไขมันอิสระ (ร้อยละ), ความงอกของเมล็ด (ร้อยละ), ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน (การแบ่งตัวอย่างมาวิเคราะห์ ดูภาคผนวก จ - 1)

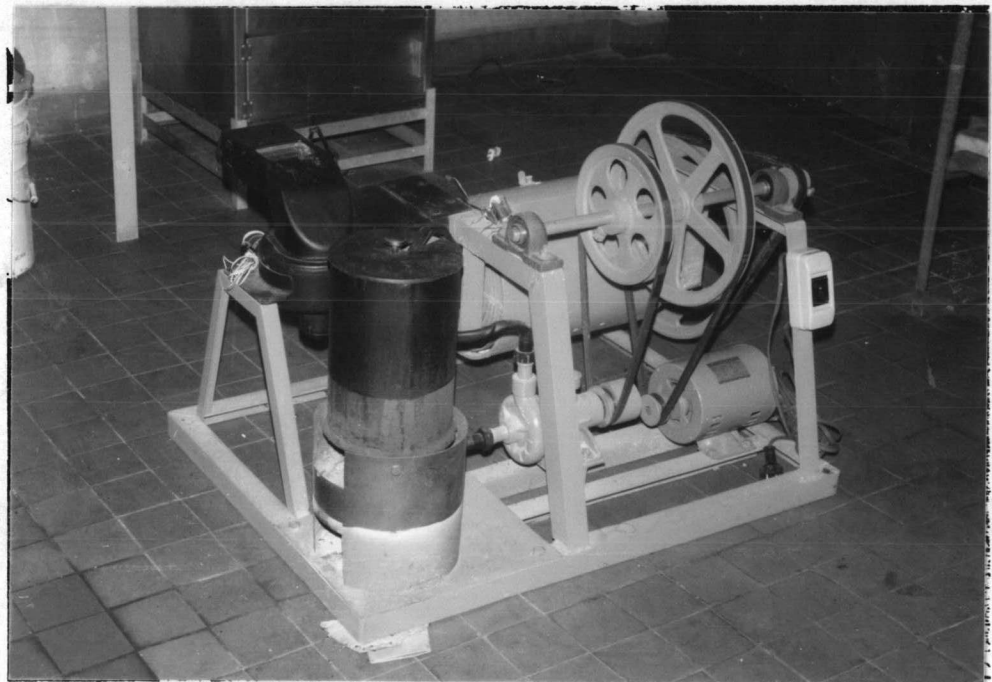
4.4 วิธีวิเคราะห์

4.4.1 การหาความชื้นของที่วัลสี ทำตาม A.O.C.S. Official method Ab 2 - 49 เว้นแต่เพิ่มเวลาอบเป็น 6 ชั่วโมง ตาม Young และคณะ [93, 94] ภาคผนวก ค - 1

4.4.2 การหาปริมาณกรดไขมันอิสระ ทำตาม A.O.C.S. Official method Ab 5 - 49 [93] เว้นแต่การสกัดน้ำมันออกจากที่วัลสี ใช้วิธีการเขย่า ภาคผนวก ค - 2



4-1.1 เครื่องอบแห้งตัวลิ้ง (ด้านบน)



รูปที่ 4-1.2 เครื่องอบแห้งตัวลิ้ง (ด้านข้าง)

4.4.3 การทดสอบความงอกของเมล็ด ทำตาม วิธีมาตรฐานขององค์การ เมล็ดพันธุ์ ระหว่างประเทศ [95, 96] เว้นแต่ไม่ได้เก็บตัวอย่างในตู้เพาะ แต่แขวนในที่โล่ง คอยพรมน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ ภาคผนวก ค - 3

4.4.4 การหาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน ทำตาม A.O.A.C. official method (BF method) [97] ภาคผนวก ค-4

4.5 การประกอบเครื่องอบแห้งถั่วลิสงและศึกษาสภาพการไ้งงาน

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาสภาพการไ้งงานของเครื่องอบแห้งถั่วลิสงที่ประกอบขึ้น

4.5.1 การประกอบเครื่องอบแห้ง

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องอบแห้งถั่วลิสงคือ เตาเผาเชื้อเพลิง, หม้อต้มน้ำ, เรดิเอเตอร์, บิมน้ำ, พัดลม, มอเตอร์ และถังใส่ถั่ว

เตาเผาเชื้อเพลิงและหม้อต้มน้ำทำด้วยแผ่นเหล็กเชื่อมติดกันเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร เรดิเอเตอร์ขนาดกว้าง x ยาว x หนา = 15 x 17 x 5 เซนติเมตร ครอบด้วยเตาความร้อนแบบหยักทำด้วยทองแดง พัดลมใช้พัดลมหอยโข่ง (centrifugal fan) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 เซนติเมตร ใบพัดตรง (straight) บิมน้ำใช้บิมน้ำหอยโข่ง (centrifugal pump) ถังใส่ถั่วทำด้วยแผ่นเหล็กเชื่อมติดกันเป็นทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 25.4 เซนติเมตร ยาว 32 เซนติเมตร มีช่องเปิด-ปิดเพื่อใส่ถั่ว ปลายทั้งสองด้านเป็นแผ่นเหล็กเจาะรูเพื่อให้ลมร้อนเข้าและระบายลมร้อนออก ภายในถังมีแผ่นกั้น (baffle) จำนวน 4 แผ่น ขนาดกว้าง x ยาว = 7 x 26 เซนติเมตร เพื่อให้ถั่วมีการไ้งผลดี รับลมร้อนโดยทั่วถึง มอเตอร์ที่ขับเคลื่อนบิมน้ำและถังใส่ถั่วกำลัง 1/4 แรงม้า อุปกรณ์ต่าง ๆ จะประกอบยึดเข้ากับ โครงเหล็ก ดังรูป 4-1.1 และ 4-1.2

หลักการทำงานคือ ต้มน้ำให้ร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ เปิดบิมน้ำซึ่งจะบิมน้ำร้อนจากหม้อต้มน้ำเข้าสู่เรดิเอเตอร์ เพื่อถ่ายเทความร้อนแล้วย้อนกลับสู่หม้อต้มน้ำ ลมเย็นที่พัดลมเป่าผ่านเรดิเอเตอร์จะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากเรดิเอเตอร์ ได้ลมร้อน เครื่องอบแห้งที่ประกอบขึ้นเพื่อการศึกษาถั่ว ถังใส่ถั่วหมุนด้วยความเร็ว 29 รอบ/นาที อัตราการไหลของน้ำ

(mass flow rate) 113 กรัม/วินาที อัตราการไหลของลม (volumetric flow rate) ปรับไว้ 2 ระดับคือ 1.81 ลูกบาศก์เมตร/นาที และ 2.31 ลูกบาศก์เมตร/นาที ที่ปล่องนำลมเป็น ผิลันซ์ปรับปริมาณลมผ่านเรดิเอเตอร์ได้ ซึ่งจะช่วยปรับอุณหภูมิของลมร้อนได้ โดยปรับปริมาณลม ที่ผ่านเรดิเอเตอร์นี้ ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากอัตราการเผาไหม้ไม่สม่ำเสมอ

4.5.2 การศึกษาสภาพการไ้ใช้งานของเครื่องอบแห้ง

ทดลองอบแห้งตัวอย่างสดตามข้อ 3.2.1 ครั้งละ 3 กิโลกรัม ด้วยเครื่องอบแห้ง ตัวอย่างที่ประกอบขึ้น สภาวะที่จะอบแห้งเลือกได้จากข้อ 4.2.2 โดยจะอบแห้งแบบต่อเนื่องที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ต่อไปต้มน้ำในหม้อให้ร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ แล้วจึงเปิดสวิตช์ มอเตอร์ และพัดลม เพื่อขับเคลื่อน บีมน้ำ, ฝังไล่ตัว และพัดลม คอยเติมถ่านให้อัตราการเผาไหม้ สม่ำเสมอ เพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำให้สม่ำเสมอ และคอยปรับปริมาณลมเพื่อปรับให้อุณหภูมิของ ลมร้อนสม่ำเสมอ ใช้ digital recorder วัดอุณหภูมิเกาะเปาะแห้ง และเกาะเปาะเปียกของลมร้อน เข้า และอุณหภูมิของน้ำร้อนในหม้อ, อุณหภูมิของน้ำร้อนที่กลับคืนสู่หม้อ เกณฑ์ประเมินผลการทดลอง คือ ระดับอุณหภูมิของลมร้อนที่ได้