

บทที่ 3 วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวอย่างถั่วเหลือง

ตัวอย่างถั่วเหลืองที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็น ถั่วเหลืองสายพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่มีอายุ 120 วัน เตรียมตัวอย่างถั่วเหลืองโดยการแยกเศษหิน สิ่งปนเปื้อน เมล็ดสีเขียวปน หรือเมล็ดสีบออก หลังจากนั้นคัดขนาดตัวอย่างถั่วเหลืองให้มีขนาดเท่ากันโดยการร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดรูตะแกรง 5 มิลลิเมตร บรรจุตัวอย่างถั่วเหลืองปริมาณ 300 ± 1 กรัม ในถุงสุญญากาศ (Vacuum pack) และบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ก่อนปิดผนึก และเก็บรักษาตัวอย่างถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 5°C วัดองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองเริ่มต้นเช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์ เถ้า และความชื้น (AOAC, 2000)

3.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเมล็ดถั่วเหลืองและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถั่วเหลืองได้รับในระหว่างการอบแห้ง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองและระยะเวลาในการอบแห้ง

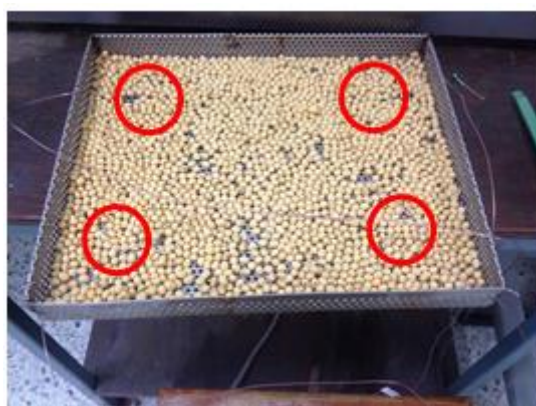
นำตัวอย่างถั่วเหลืองออกจากห้องเย็นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องก่อนการทดลอง 12 ชั่วโมง หนึ่งด้วยไอน้ำร้อนโดยใช้ซึ่งมี 2 ชั้น (รูปที่ 3.1) ชั้นล่างบรรจุน้ำปริมาณ 2400 มิลลิลิตรและชั้นบนรองด้วยผ้าขาวบาง 1 ชั้น ตั้งอุปกรณ์บนเตาทำความร้อน วัดอุณหภูมิของน้ำชั้นล่างและไอน้ำร้อนจนอุณหภูมิทั้งสองชั้นเท่ากันที่ 100°C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลือง 300 ± 1 กรัมใส่ซึ่งด้านบนที่รองด้วยผ้าขาวบางปิดฝาพร้อมทั้งเริ่มจับเวลา 0 5 10 และ 15 นาทีทันที เมื่อครบเวลานำตัวอย่างถั่วเหลืองที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำใส่ในตะแกรงสแตนเลสที่มีขนาด 30×40 เซนติเมตร เคลี่ยถั่วเหลืองกระจายให้สม่ำเสมอและอบแห้งทันทีในตู้อบลมร้อน (Model TS800, Termaks, Norway) ที่อุณหภูมิ 60 100 130 และ 160°C เก็บตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลืองที่ระยะเวลาในการอบแห้งต่างๆ สำหรับแต่ละอุณหภูมิการอบแห้งเพื่อนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของถั่วเหลืองในระหว่างการอบแห้ง วัดค่าความชื้นของถั่วเหลืองด้วยวิธีการอบแห้งที่ 105°C (AOAC, 2000) และคำนวณระยะเวลาในการอบแห้งถั่วเหลืองด้วย Page's model



รูปที่ 3.1 ซึ่งนึ่ง 2 ชั้นสำหรับนึ่งถั่วเหลืองด้วยไอน้ำ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเมล็ดถั่วเหลืองและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถั่วเหลืองได้รับในระหว่างการอบแห้ง

นำตัวอย่างถั่วเหลืองออกจากห้องเย็นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องก่อนการทดลอง 12 ชั่วโมง นึ่งด้วยไอน้ำร้อนโดยใช้ซึ่งนึ่ง 2 ชั้น (รูปที่ 3.1) ชั้นล่างบรรจุน้ำปริมาณ 2400 มิลลิลิตรและชั้นบนรองด้วยผ้าขาวบาง 1 ชั้น ตั้งอุปกรณ์บนเตาทำความร้อน วัดอุณหภูมิของน้ำชั้นล่างและไอน้ำร้อนจนอุณหภูมิทั้งสองชั้นเท่ากันที่ 100°C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลือง 300 ± 1 กรัมใส่ซึ่งด้านบนที่รองด้วยผ้าขาวบางและเสียบเทอร์โมคัปเปิลชนิด T ให้มีความลึก 3.5 มิลลิเมตร (จากความยาวเฉลี่ยของเมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้) ในเมล็ดถั่วเหลือง 4 เมล็ด เพื่อบันทึกอุณหภูมิภายในเมล็ดถั่วเหลืองในระหว่างขั้นตอนการนึ่งและอบแห้ง ปิดฝาพร้อมทั้งเริ่มจับเวลา 0 5 10 และ 15 นาทีทันที เมื่อครบเวลานำตัวอย่างถั่วเหลืองที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำใส่ในตะแกรงสแตนเลสที่มีขนาด 30×40 เซนติเมตร เคลี่ยถั่วเหลืองกระจายให้สม่ำเสมอพร้อมทั้งวางเมล็ดถั่วเหลืองที่เสียบเทอร์โมคัปเปิล 4 ตำแหน่ง ณ ตำแหน่งดังรูปที่ 3.2 และอบแห้งทันทีในตู้อบลมร้อน (Model TS800, Termaks, Norway) ที่อุณหภูมิการอบแห้ง 60 100 130 และ 160°C จนกระทั่งตัวอย่างถั่วเหลืองมีความชื้นร้อยละ 6.38 โดยน้ำหนักแห้ง



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการตรวจวัดอุณหภูมิภายในถั่วเหลืองในระหว่างขั้นตอนการอบแห้ง

คำนวณพลังงานความร้อนที่ฉนวนได้รับในระหว่างกระบวนการนี้ด้วยไอน้ำร้อนและการอบแห้งด้วยสมการดังนี้

$$q = \rho v C_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

$$\int q = \rho v C_p \int \frac{dT}{dt}$$

$$\int q \Delta t = \rho v C_p \int \frac{dT}{dt} \Delta t$$

$$Q = \rho v C_p \frac{1}{t_{total}} \int T(t) dt$$

เมื่อ q = พลังงานความร้อนที่ได้รับ (จูล/วินาที)
 Q = พลังงานความร้อนที่ได้รับ (จูล)
 ρ = ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
 v = ปริมาตรของเมล็ดฉนวน (ลูกบาศก์เมตร)
 C_p = ความร้อนจำเพาะของเมล็ดฉนวน (จูล/กิโลกรัม องศาเซลเซียส)
 T = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
 t = เวลา (วินาที)

3.3 การศึกษาประสิทธิภาพของการกะเทาะเปลือกและคุณภาพของแป้งฉนวนที่ผ่านการอบแห้งที่สถานะที่แตกต่างกัน

นี้ตัวอย่างเมล็ดฉนวน 300 กรัม ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 0 5 10 และ 15 นาที ก่อนอบแห้งโดยใช้ hot-air oven (TS800, Termark, Bergen, Norway) ที่อุณหภูมิการอบแห้งเท่ากับ 60 100 130 และ 160°C จนกระทั่งตัวอย่างฉนวนมีความชื้นร้อยละ 6.38 โดยน้ำหนักแห้ง และศึกษาประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือก โดยการแยกเมล็ดฉนวน (M_g) ออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ เนื้อฉนวน (M_c) เปลือกฉนวน (M_h) เนื้อติดเปลือก (M_{uh}) และ ผง (M_f) (รูปที่ 3.3) โดยใช้ blower (Type TOHO Electric Blower, 220/230 volt, 50-60 Hz) คำนวณประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือก (DE) จากสูตรดังต่อไปนี้

$$DE = [(M_c + M_h) - (M_{uh} + M_f)] / M_g$$

นี้ตัวอย่างเมล็ดฉนวน 300 กรัม ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 0 5 10 และ 15 นาที ก่อนอบแห้งโดยใช้ hot-air oven (TS800, Termark, Bergen, Norway) ที่อุณหภูมิการอบแห้งเท่ากับ 60 100 130 และ 160°C จนกระทั่งตัวอย่างฉนวนมีความชื้นร้อยละ 6.38 โดยน้ำหนักแห้ง จากนั้นกะเทาะเปลือกฉนวนทันที ก่อนนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อน 200 mesh นำตัวอย่างแป้งฉนวนเก็บในถุง

อะลูมิเนียมฟอยด์ในภาวะสุญญากาศก่อนนำไปวัดคุณสมบัติของแป้งถั่วเหลืองเช่น ค่าสี ดัชนีการละลายของไนโตรเจน (Bera and Mukherjee, 1989) ความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน (Beuchat, 1977)



รูปที่ 3.3 ส่วนเนื้อถั่วเหลือง (M_2) ส่วนเปลือก (M_1) ส่วนเนื้อติดเปลือก (M_{1h}) และส่วนเศษ (M_f) ของถั่วเหลืองหลังการกะเทาะเปลือก

3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่เมล็ดถั่วเหลืองได้รับและประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือกและคุณภาพของแป้งถั่วเหลือง

สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่เมล็ดถั่วเหลืองได้รับและประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือกเมื่อตัวอย่างถั่วเหลืองผ่านการอบแห้งจนกระทั่งมีความชื้นร้อยละ 6.38 โดยน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนที่เมล็ดถั่วเหลืองได้รับและคุณภาพของแป้งถั่วเหลือง เช่น ค่าสี ดัชนีการละลายของไนโตรเจน และความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน