

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เมล็ดข้าว (*Oryza sativa* L.) พันธุ์ปทุมธานี 1 ทำการเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกมีความชื้นเริ่มต้น 26 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ทำการลุ่มแบ่งเมล็ดข้าวออกเป็นตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม มาทำการลดความชื้นด้วยกรรมวิธีการลดความชื้นต่างๆ ให้มีความชื้นเหลือ 14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมี 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ลดความชื้นด้วยเครื่องอบลมร้อนใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเวลา 10 ชั่วโมงต่อด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเวลา 3 ชั่วโมงต่อด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเวลา 3 ชั่วโมงต่อด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเวลา 3 ชั่วโมงและ ต่อด้วยอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเวลา 3 ชั่วโมงตามลำดับจนเมล็ดมีความชื้น ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ลดความชื้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 ลดความชื้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 4 ลดความชื้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส จนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 5 ลดความชื้นด้วยลมร้อนใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนเมล็ดมีความชื้น 18 เปอร์เซ็นต์ ต่อด้วยลดความชื้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 6 ลดความชื้นด้วยลมร้อนใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนเมล็ดมีความชื้น 18 เปอร์เซ็นต์ ต่อด้วยลดความชื้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 7 ลดความชื้นด้วยลมร้อนใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนเมล็ดมีความชื้น 18 เปอร์เซ็นต์ ต่อด้วยลดความชื้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสจนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

ขณะทำการลดความชื้นทำการจดบันทึกน้ำหนักเริ่มต้นและลดลงทุกครั้ง นำข้อมูลที่ได้ไปหา อัตราการลดความชื้น (Drying rate) จากสูตร

$$dm/dt = \frac{M_1 - M_2}{T_2 - T_1}$$

dm/dt = การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต่อเวลา (%Mc/hr)

M_1 = เปอร์เซนต์ความชื้น (%db) ที่เวลาที่ก่อนหน้านี้

M_2 = เปอร์เซนต์ความชื้น (%db) ที่เวลาที่ถัดมา

T_1 = เวลาที่ M_1 (hr.), T_2 = เวลาที่ M_2 (hr.)

หลังการลดความชื้นนำเมล็ดข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ไปตรวจสอบคุณภาพข้าวดังนี้

การทดลองที่ 1 การตรวจสอบความชื้นเบื้องต้นโดยวิธีอบด้วยลมร้อน (Hot air) และการวัดคุณสมบัติไดอิเล็กทริก

1.1 การตรวจสอบความชื้นโดยวิธีอบด้วยลมร้อน (Hot air) (ISTA, 2006)

ทำการตรวจสอบความชื้นเมล็ดด้วยวิธีอบด้วยความร้อน (Hot air oven method) โดยทำการสุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี 1 จำนวน 4 ซ้ำๆละ 5 กรัม นำมาบดละเอียด แล้วอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา ทิ้งไว้ให้เย็นภายในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นนำไปชั่งบันทึกผลการทดลอง

$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น (wb)} = \frac{(M_2 - M_3)}{(M_2 - M_1)} \times 100$$

M_1 = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียม

M_2 = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมและน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบแห้ง

M_3 = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมและน้ำหนักตัวอย่างหลังอบแห้ง

1.2 การวัดคุณสมบัติไดอิเล็กทริก

ในการทดลองนี้ได้วัดปริมาณของข้าวที่อยู่ภายในกล่องบรรจุตัวอย่างข้าวต่อปริมาณของกล่อง (volume fraction of rice, V) ความจุไฟฟ้าของกล่องเปล่า (C_H) ความจุไฟฟ้าของกล่องบรรจุข้าวจนเต็มกล่อง C_M โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง (precision impedance analyzer) TE 1000

RF Impedance Analyzer ในช่วงความถี่ 1-50 MHz ในระยะห่าง 1.5 เซนติเมตร บันทึกความขึ้นสัมพันธ์ของอากาศและอุณหภูมิห้องทุกครั้งที่ทดลอง ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนาค่าเฉลี่ยของค่าคงตัวไดอิเล็กทริก ความคลาดเคลื่อนของระบบ (systematic error) เขียนกราฟความสัมพันธ์ต่างๆใช้โปรแกรมไมโครซอฟเอกเซล

การทดลองที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดหลังการลดความชื้น

2.1 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ด

2.1.1 การวัดค่าสี

วิธีการวัดความขาวของข้าวสารใช้เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น color quest XE โดยใช้ข้าวสารประมาณ 50 กรัม ใส่ภายในภาชนะแก้วใส หลักการวัดค่าสีใช้หลักการตกกระเจิงของแสง การทดลองจะดูการเกิดข้าวเหลืองจากค่า L* (bright) และค่า b* (yellowness) ซึ่งนำมาใช้ในการชี้ระดับความขาวของข้าวสารได้

2.1.2 เปอร์เซ็นต์การร้าว

การหาเปอร์เซ็นต์การร้าวของเมล็ดข้าว ทำโดยแกะเปลือกข้าวด้วยมือแล้วตรวจสอบด้วยกล้อง Stereo microscope คำนวณเปอร์เซ็นต์การร้าวจากความสัมพันธ์ ต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การร้าว} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดร้าว}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

2.2. การวัดคุณภาพการหุง (Cooking quality)

2.2.1 อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (Elongation ratio during cooking)

วัดตามวิธีการของ Julianio and Pezer (1984) โดยการสุ่มข้าวเต็มเมล็ด 20 เมล็ด และวัดความยาว 10 เมล็ด คำนวณค่าเฉลี่ยนำข้าว 20 เมล็ด ใส่ในตะแกรง แล้วแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลา 30 นาที นำข้าวพร้อมตะแกรงต้มในน้ำเดือด 10 นาที ยกตะแกรงขึ้นจากน้ำเดือดแล้วจุ่มในน้ำเย็น เทข้าวลงจานพลาสติกที่มีฝาปิดเลือกเมล็ดที่ตรง 10 เมล็ด วัดความยาว และคำนวณอัตราการยืดตัวของข้าวสุก

$$\text{อัตราการยืดตัวของข้าวสุก} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสาร}}$$

2.2.2 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis) (Champagen *et al.*, 1998)

หุงข้าวโดยใช้อัตราส่วน 1:1.2 โดยปริมาตรหลังจากข้าวสุกแล้วทิ้งไว้ 10 นาที แล้วสุมข้าวสุกจากหม้อหุงข้าว โดยเลือกข้าวสุกจากบริเวณกลางของชั้นข้าวสุกเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอในการวัด เรียงเมล็ดข้าวสุกบนแผ่นกระจกโดยใช้ตัวอย่างข้าวสุก 20 เมล็ด วางให้เต็มพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ดี กรอบไว้ โดยวางเรียงกันเพียงชั้นเดียว ทำการวัดโดยใช้เครื่อง Texture analyzer รุ่น TA-XT plus Texture Analyzer (Texture Technologies Corp. Scarsdale NY, USA) โดยใช้หัววัดทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร เลือกวิธีการ Texture Profile Analysis (TPA) จะได้ค่าตัวแปรทางเนื้อสัมผัสซึ่งสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส โดยจะแสดงผลออกมา ดังภาพตัวอย่างกราฟจากการวิธีการ TPA (ภาพที่ 2.3)

2.2.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง (Rapid Visco Analyzer:RVA)(RACI, 1995)

นำตัวอย่างแป้ง โดยใช้แป้งที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (mesh) จำนวน 3 กรัม ใส่ในกระป๋องจำเพาะสำหรับเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) รุ่น RVA-4D (Newport Scientific Warriewood, Australia) เติมน้ำกลั่น 25 กรัม ลงในกระป๋องแล้วใช้ใบกวนที่เข้าชุดกับกระป๋อง กวนตัวอย่างเพื่อไม่ให้จับเป็นก้อนที่ผิวหน้าหรือติดกับใบกวน นำกระป๋องที่ใส่ใบกวนเข้าเครื่อง RVA และกดมอเตอร์ลงเพื่อให้เครื่องทำงาน เครื่องจะทำงานอัตโนมัติโดยความเร็วรอบของใบกวนในช่วง 10 วินาทีแรกเท่ากับ 960 rpm และลดระดับความเร็วรอบลงเป็น 160 rpm จนกระทั่งเครื่องทำงานเสร็จ ส่วนอุณหภูมิของเครื่อง RVA (ภาพที่ 2.4) จะมีการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนดังนี้

- อุณหภูมิเริ่มต้น 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
- อุณหภูมิต่อมา เพิ่มขึ้นเป็น 95 องศาเซลเซียส ในนาทีที่ 4.7 และจะคงที่เป็นเวลา 2 นาที
- อุณหภูมิสุดท้าย ลดลงเป็น 50 องศาเซลเซียส ในนาทีที่ 11 และคงที่ตลอดจนเวลาครบ 12.5 นาที ซึ่งสิ้นสุดการทำงานของเครื่อง โดยเครื่องจะหยุดอย่างอัตโนมัติ

2.3 การวิเคราะห์พลังงาน

ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในการอบลดความชื้น แสดงความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific energy consumption, SEC) และอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (Specific moisture extraction rate, SMER) (พิมล และคณะ, 2540) ซึ่งสามารถกำหนดได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง}}{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง}} \quad \text{หน่วย MJ/kg water evap}$$

$$\text{อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง}}{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง}} \quad \text{หน่วย kg water evap./k Wh}$$