

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 การเตรียมตัวอย่างมอลต์

วิธีการ

ข้าวมอลต์ที่ใช้ในการทดลองนี้ทำจาก ข้าวบาร์เลย์ (*Barley; Hordeum vulgare L.*) โดยนำข้าว จำนวน 8 กิโลกรัม แช่ ในน้ำสะอาด เป็นระยะเวลา 7 ชั่วโมง นำมาใส่ตะแกรงและปล่อยให้สะเด็ดน้ำโดยทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาอบด้วยเครื่องอบในตู้ควบคุม อุณหภูมิ 20°C ระยะเวลา 13 ชั่วโมง แล้วแช่น้ำสะอาดอีกครั้ง เป็นเวลานาน 7 ชั่วโมง แล้วปล่อยน้ำทิ้งให้สะเด็ดน้ำอีกครั้ง จากนั้นอบด้วยอุณหภูมิ 20°C เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง จนกระทั่งเมล็ดข้าวบาร์เลย์งอกส่วนของรากออกมาเรียกว่า มอลต์ ซึ่งมอลต์ดังกล่าว (สัมภาษณ์ Eichorn, 2553) จะถูกสุมตัวอย่างเพื่อนำมาทดลองต่อไป

3.2 การทดลอง

ก่อนทำการทดลอง ทำการตรวจสอบความชื้นเมล็ดข้าวมอลต์ก่อนและหลังอบในแต่ละกรรมวิธี

การทดลองที่ 1 การลดความชื้นมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อน

ทำการสุมตัวอย่างเมล็ดข้าวมอลต์มาจำนวน 500 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ (ที่ได้จากข้อ 2.1) ลดความชื้นมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนตามอุณหภูมิและช่วงเวลาดังนี้คือเริ่มต้นอบด้วย อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60°C นาน 3 ชม. และเพิ่มเป็น 70°C นาน 3 ชม. 80°C นาน 3 ชม. 85°C นาน 3 ชม. และ 50°C นาน 1 ชม. ตามลำดับ จากความชื้นเริ่มต้น 44% ลดความชื้นข้าวมอลต์จนมีความชื้น 5% แล้วนำตัวอย่างมอลต์ที่อบได้เก็บรักษามอลต์โดยวิธีสุญญากาศในถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบค่าความชื้นของมอลต์ต่อไป

การทดลองที่ 2 การลดความชื้นมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ

ทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวมอลต์มาจำนวน 500 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ (ที่ได้จากข้อ 2.1) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยมีกรรมวิธีคือการลดความชื้นมอลต์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ (27.12 MHz) ที่อุณหภูมิ 65, 75 และ 85°C ตามลำดับ จากความชื้นเริ่มต้น 44% ลดความชื้นข้าวมอลต์จนมีความชื้น 5% โดยทดสอบความชื้นตลอดช่วงเวลาการทดลอง แล้วนำมอลต์ที่อบได้เก็บรักษามอลต์โดยวิธีสุญญากาศในถุงฟลอยด์เพื่อใช้ในการตรวจสอบค่าความชื้นของมอลต์ต่อไป

การทดลองที่ 3 การลดความชื้นมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนร่วมกับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ

โดยสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวมอลต์มาจำนวน 500 กรัม จำนวน 4 ซ้ำ ทำการลดความชื้นมอลต์โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 × 3 Factorial Design in CRD ปัจจัยแรก คือ ลดความชื้นข้าวมอลต์ด้วยเครื่องอบลมร้อนให้มีความชื้นถึง 30, 20 และ 10% (จากความชื้นเริ่มต้น 44%) ปัจจัยที่สอง คือ ลดความชื้นต่อจากเครื่องอบลมร้อนด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ (27.12 MHz) อุณหภูมิ 65, 75 และ 85°C ตามลำดับ จนเมล็ดมีความชื้น 5% โดยทดสอบความชื้นตลอดช่วงเวลาการทดลอง แล้วทำการเก็บรักษามอลต์โดยวิธีสุญญากาศในถุงออลูมิเนียมฟลอยด์เพื่อใช้ในการตรวจสอบค่าความชื้นของมอลต์ต่อไป

3.3 การเก็บข้อมูล

3.3.1 การวัดความชื้นข้าวมอลต์ก่อนและหลังการทดลอง

วัดความชื้นข้าวมอลต์ด้วยวิธีตรวจสอบความชื้นมาตรฐาน หรือ วิธีอบด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot-air oven) ตามกฎตรวจสอบเมล็ดพันธุ์สากล (ISTA, 2006) โดยสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวมอลต์ปริมาณ 5 กรัมต่อตัวอย่าง นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130°C นาน 4 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักเมล็ดก่อนและหลังการอบ และคำนวณหาความชื้นของเมล็ดพันธุ์เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดดังสมการ

$$\text{Moisture content} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

เมื่อ

Moisture content = เปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดหลังอบ (%)

 M_1 = น้ำหนักของภาชนะอบและฝาปิด (g.) M_2 = น้ำหนักของภาชนะอบ ฝาปิด และเมล็ดก่อนอบ (g.) M_3 = น้ำหนักของภาชนะอบ ฝาปิด และเมล็ดหลังอบ (g.)

3.3.2 การวัดความชื้นข้าวมอลท์ระหว่างการทดลอง

จดบันทึกเวลาที่ใช้ในการทดลอง (ชั่วโมง นาที) เพื่อใช้ในการวัดความชื้นข้าวมอลท์ระหว่างการทดลองโดยวัดน้ำหนักที่หายไป (ครั้ง/น้ำหนักเมล็ด กรัม) และเพื่อใช้ในการเขียนกราฟการลดความชื้นของข้าวมอลท์

จากสูตร

$$\frac{100 - M_1}{100 - M_2} = \frac{W_2}{W_1}$$

เมื่อ

 M_1 = เปอร์เซ็นต์ความชื้นก่อนอบ (%) M_2 = เปอร์เซ็นต์ความชื้นหลังอบ (%) W_1 = น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ (g) W_2 = น้ำหนักเมล็ด หลังอบ (g)

3.3.3 การวัดอัตราการลดความชื้น (Drying rate) ข้าวมอลท์

จากสูตร

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

เมื่อ

dm/dt	=	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยเวลา (เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง)
M_1	=	เปอร์เซ็นต์ความชื้นก่อนอบ (%)
M_2	=	เปอร์เซ็นต์ความชื้นหลังอบ (%)
T_1	=	เวลาที่ M_1 (hr.)
T_2	=	เวลาที่ M_2 (hr.)

3.3.4 การวัดค่าความเข้มของสีมอลต์โดยวิธี congress mash (Kunze, 2004)

วิธีทำ

- 1) บดตัวอย่างข้าวมอลต์ 50 กรัม ใส่ลงในภาชนะจำเพาะที่ใช้สำหรับเครื่อง Mashing bath (ยี่ห้อ Lochner, Germany) ดังภาพที่ 4
- 2) เติมน้ำสะอาด 200 ml. ลงในภาชนะแล้ววางในเครื่อง Mashing bath
- 3) ต่อใบพัดเข้าซุดกันกับภาชนะ เพื่อกวนตัวอย่างไม่ให้จับกันเป็นก้อน
- 4) กดมอเตอร์ลงเพื่อให้เครื่องทำงาน เครื่องจะทำงานอัตโนมัติจนกระทั่งเครื่องทำงานเสร็จ ส่วนอุณหภูมิเครื่อง Mashing bath จะมีการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนดังนี้
 - ตั้งที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 30 นาที
 - ต่อมาอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C ทุกๆ 1 นาที จนอุณหภูมิขึ้นถึง 70°C (ใช้เวลา 25 นาที)
 - เติมน้ำสะอาด 100 ml. ต้มต่อไปที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
 - ลดอุณหภูมิสุดท้ายลงเป็น 30°C ภายในเวลา 10-15 นาที ซึ่งสิ้นสุดการทำงานของเครื่อง Mashing bath โดยเครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติ
- 5) ใช้แท่งแก้วคนให้ตัวอย่างเข้ากัน แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 centimeter
- 6) นำสารละลายที่กรองได้ในครั้งแรกเทกลับลงในกระดาษกรองแล้วกรองอีกครั้ง
- 7) นำสารละลายปริมาณ 100 ml. นำไปวัดค่าความเข้มของสีมอลต์ (wort colour) ด้วยแผ่นเทียบสีมอลต์ กับแผ่นเทียบสีมอลต์ ดังแสดงในภาพที่ 5 อ่านผลโดยเทียบสีของสารละลายกับแผ่นบอกสีและบันทึกผลค่าสีเป็นค่ามาตรฐานจากคณะกรรมการเครื่องดื่มในภาคพื้นยุโรป หรือ European Brewery Convention หรือ EBC



ภาพที่ 4 เครื่อง Mashing bath



ภาพที่ 5 แผ่นเทียบค่าความเข้มของสีมอลท์ ในช่วงระดับ 2.0 – 6.0 EBC

3.3.5 คำนวณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC)

การใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) ซึ่งเป็นค่าดัชนีสำหรับชี้วัดปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตในระดับกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณจากปริมาณพลังงานที่ใช้ในช่วงเวลาหนึ่ง สามารถเขียนเป็น สูตรได้ดังนี้

$$\text{Specific energy consumption (SEC)} = \frac{\text{Total energy supplied in dry process}}{\text{Amount of water removed during drying}}$$

เมื่อ

Specific energy consumption = ค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (MJ/kg water)

Total energy supplied in dry process = ผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการทั้งหมด (MJ)

Amount of water removed during drying = ปริมาณน้ำที่ระเหยออกในระหว่างการใช้พลังงานในช่วงเวลาเดียวกัน (kg water)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Statistic 8 (Analytical Software, USA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.5 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มต้นทำการทดลองตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ. 2552 และสิ้นสุดการทดลองในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) ห้องปฏิบัติการ Radio Frequency สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 3) สถานปฏิบัติการควบคุมคุณภาพมอลท์ บริษัทเชียงใหม่เบเวอเรจ จำกัด