บทที่ 3

การทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 มันเทศสายพันธุ์โอกุดและกระต่าย ซึ่งเป็นสายพันธุ์พื้นเมืองพบโดยทั่วไปในท้องตลาด จากตลาดขายส่งพืชผักผลไม้ (ปากคลองตลาด) กรุงเทพมหานครฯ แหล่งเพาะปลูกที่ส่งมาจำหน่ายคือ ราชบุรี และสุโขทัย

3.1.2 มันเทศสายพันธุ์ TIS 8250, โนริน 03, พม.พจ.2 และ พม.03-2 เป็นสายพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จะดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูก จากศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร จังหวัดพิจิตร และควบคุมอายุการเก็บเกี่ยวหัวมันเทศ 3 และ 4 เดือน

3.2 วิธีทดลอง

3.2.1 การวิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ

ค่าความหนาแน่น (bulk density) โดยการชั่งน้ำหนัก และหาปริมาตรของวัตถุดิบโดยการแทนที่น้ำ นำค่าน้ำหนักและปริมาตรคำนวณค่าความหนาแน่น

ปริมาณความชื้น (moisture content) ตามวิธี AOAC 3.003-1984 (25) รายละเอียดในภาคผนวก ก.1

ปริมาณแป้ง (starch) ตามวิธี AOAC 3.128-1984 (25) รายละเอียดในภาคผนวก ก.2

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตัวแปร ได้แก่

สายพันธุ์มันเทศ กำหนด 4 สายพันธุ์ คือ

TIS 8250 NORIN 03

พม.พจ.2 พม.03-2

อายุการเก็บเกี่ยวของหัวมันเทศ กำหนด 2 ระดับ คือ 3 เดือน และ 4 เดือน นับจากวันลงเถา

หมายเหตุ : สำหรับพันธุ์โอกุดและกระต่าย เป็นพันธุ์พื้นเมืองซึ่งไม่สามารถควบคุมอายุของหัวมันเทศได้ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงไม่กำหนดพันธุ์ดังกล่าวเป็นตัวแปร แต่จะศึกษาเช่นเดียวกับพันธุ์อื่น ๆ

การวางแผนการทดลอง (26)

คำนวนค่าเฉลี่ยของสมบัติของมันเทศ

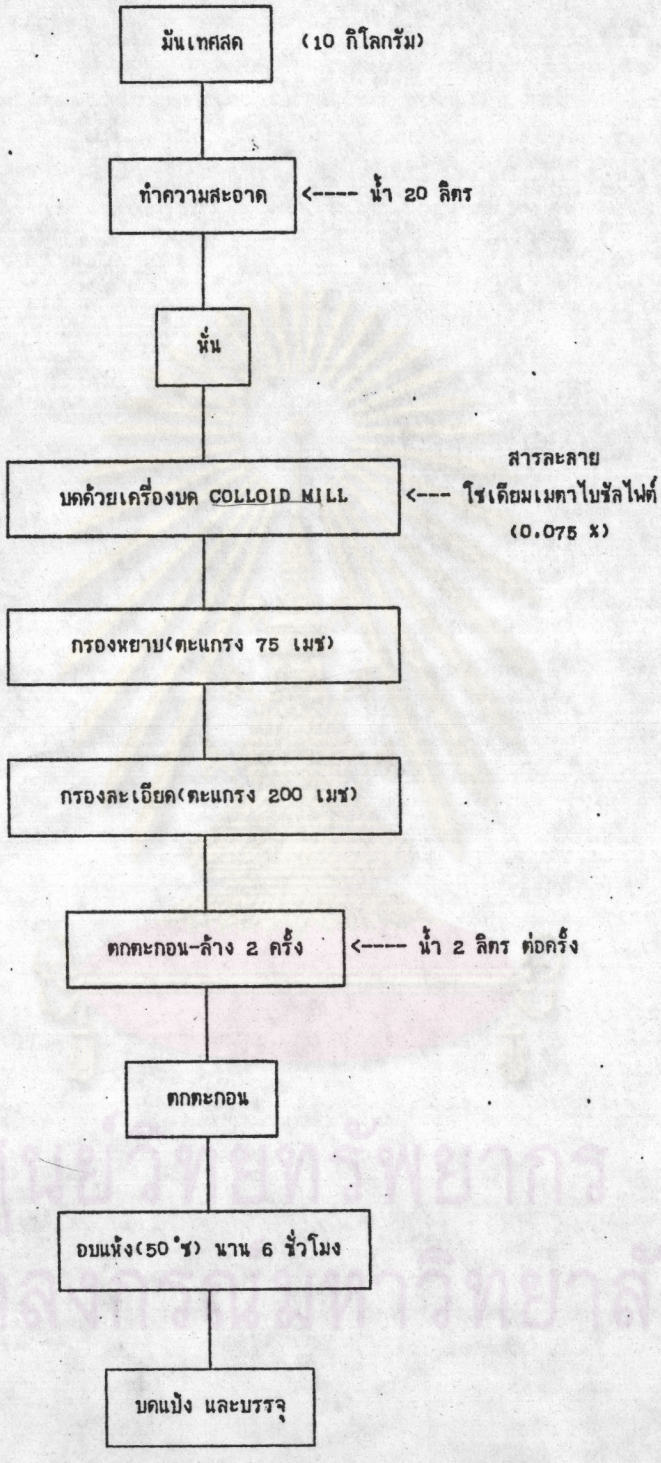
ทดสอบความแตกต่างในสมบัติของมันเทศ โดยวางแผนการทดลองแบบ 4x2 asymmetric factorial ในแต่ละ treatment combination จะทำ 2 replicates

3.2.2 การสกัดแป้ง

การสกัดแป้งมันเทศใช้วิธีการสกัดและตกตะกอนเช่นเดียวกับการสกัดแป้งมันฝรั่งตามวิธีของจิตรา (18) แผนภูมิวิธีการสกัดแป้งแสดงในรูปที่ 3.1 แป้งมันเทศที่เตรียมได้นำมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ปิดถุงสนิท และเก็บที่อุณหภูมิห้องในภาชนะปิดสนิทที่มี silica gel เป็นสารดูดความชื้น เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

คำนวนปริมาณแป้งที่สกัดได้ในรูปของร้อยละของผลผลิตแป้ง และคำนวนประสิทธิภาพการสกัด

I 17491403



รูปที่ 3.1 กรรมวิธีการสกัดแป้งมันเทศ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (26)

คำนวนค่าเฉลี่ยร้อยละของผลผลิตแป้ง และประสิทธิภาพการสกัดแป้ง

ทดสอบความแตกต่างในร้อยละของผลผลิตแป้งมันเทศ โดยใช้ตัวแปรเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 และวางแผนการทดลองแบบ 4x2 asymmetric factorial ในแต่ละ treatment combination ทำ 2 replicates

ทดสอบ และหาความสัมพันธ์ทางสถิติ ระหว่างร้อยละของผลผลิตแป้งกับสมบัติของมันเทศในหัวข้อ 3.2.1 โดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอย (regression analysis)

3.2.3 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ-เคมีของแป้งมันเทศที่สกัดได้

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- รูปร่างและขนาดของเม็ดแป้ง ตามวิธีของ Mac Master (27) โดยใช้เครื่อง Differential Interference Contrast (Nikon รุ่น UFX-11 ประเทศญี่ปุ่น)

-อุณหภูมิการเกิดเจล (gelatinization temperature) ความหนืดและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดในระหว่าง heating-cooling cycle ของแป้ง ตามวิธีของ Mazurs และคณะ(23) โดยใช้เครื่อง Brabender visco-amylograph (Brabender OHG Duisburg รุ่น 8004 40,8012 40,700 cmg cartridge ประเทศเยอรมันตะวันตก) ซึ่งมีการทำงาน คือ เพิ่มอุณหภูมิของสารละลายเป็น 95 องศาเซลเซียสในอัตรา 1.5 องศาเซลเซียสต่อนาที ควบคุมอุณหภูมิของสารละลายที่ 95 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ลดอุณหภูมิของสารละลายจาก 95 องศาเซลเซียสเป็น 50 องศาเซลเซียสในอัตรา 1.5 องศาเซลเซียสต่อนาที และควบคุมอุณหภูมิของสารละลายที่ 50 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที โดยตลอดการทำงานมีการกวนสารละลายที่ความเร็วรอบ 75 รอบต่อนาที เพื่อศึกษาความหนืดของน้ำ-แป้งที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 6 และทำการศึกษาเทียบกับแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลัง ช่วงอุณหภูมิการเกิดเจลพิจารณาจากอุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความหนืดเพิ่มขึ้นหรือมีอัตราการเพิ่มความหนืดสูงขึ้น จนถึงอุณหภูมิที่อัตราการเพิ่มของความหนืดเริ่มลดลงในช่วงให้ความร้อน

(heating cycle) ของ Brabender visco-amylogram ความหนืดในระหว่าง heating-cooling cycle พิจารณาความหนืดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส, ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที, ความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส, ความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที, ความหนืดสูงสุดช่วงให้ความร้อน, ความหนืดสูงสุดช่วงลดอุณหภูมิ (cooling cycle)

ความสามารถในการพองตัว (swelling power) ตามวิธีของ Leach และคณะ (28) โดยเตรียมน้ำแป้งความเข้มข้นร้อยละ 1.00 ให้ความร้อนตามอุณหภูมิที่ต้องการ คือ 55, 65, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำมาเหวี่ยงแยกของเหลวด้วยเครื่องปั่นแยก (Bench Centrifuge รุ่น M202 ประเทศสหราชอาณาจักรอังกฤษ) ที่ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที ชั่งน้ำหนักส่วนตะกอนเปียกและหลังอบแห้งที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง คำนวนหาค่าความสามารถในการพองตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ และทำการศึกษากับแป้งข้าวโพด

การละลายของแป้ง (solubility) ตามวิธีของ Leach และคณะ (28) ทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับความสามารถในการพองตัว โดยนำส่วนของเหลวใส (clear supernatant) ที่ได้หลังจากการปั่นแยกส่วนน้ำ และนำมาระเหยให้แห้งด้วยไอน้ำ อบแห้งที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก คำนวนค่าการละลายของแป้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ และทำการศึกษากับแป้งข้าวโพด

<u>วิเคราะห์สมบัติทางเคมี</u>

ปริมาณอะไมโลส (amylose) ตามวิธีของ Juliano (29) รายละเอียดในภาคผนวก ก.3

ปริมาณแป้ง (starch) ตามวิธี AOAC 14.031-1984 (25) รายละเอียดในภาคผนวก ก.4

ปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC 14.004-1984 (25) รายละเอียดในภาคผนวก ก.5

ปริมาณโปรตีน ตามวิธี ISO 5378-1978 (30) รายละเอียดในภาคผนวก ก.6

ปริมาณไขมัน ตามวิธี AOAC 14.018-1984 (25) รายละเอียดในภาคผนวก ก.7

ปริมาณฟอสฟอรัส ตามวิธี ISO 3946-1982 (31) รายละเอียดในภาคผนวก ก.8

ปริมาณเถ้า ตามวิธี AOAC 14.006-1984 (25) รายละเอียดในภาคผนวก ก.9

pH ของแป้งเปียก (paste) ตามวิธี AOAC 14.022-1984 (25) รายละเอียดในภาคผนวก ก.10

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (26)

สมบัติทางกายภาพ

ขนาดของเม็ดแป้ง พิจารณาการกระจายในขนาดของเม็ดแป้ง 100 เม็ดต่อแป้ง 1 ชนิด คำนวนค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวนของประชากร และทดสอบค่าเฉลี่ยขนาดของเม็ดแป้งโดยใช้ตัวแปรเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 และวางแผนการทดลองแบบ 4x2 asymmetric factorial ในแต่ละ treatment combination จะทำ 10 replicates

ค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืด ความสามารถในการพองตัว และการละลายของแป้ง ทำการเปรียบเทียบโดยกราฟเส้น และทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของค่าดังกล่าวที่แต่ละอุณหภูมิ โดยใช้ตัวแปรเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 และวางแผนการทดลองแบบ 4x2 asymmetric factorial ในแต่ละ treatment combination ทำ 2 replicates

สมบัติทางเคมี

คำนวนค่าเฉลี่ยของสมบัติทางเคมี

ทดสอบความแตกต่างในสมบัติทางเคมีของแป้งมันเทศ โดยใช้ตัวแปรเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 และวางแผนการทดลองแบบ 4x2 asymmetric factorial ในแต่ละ treatment combination ทำ 2 replicates

3.2.4. ศึกษาเสถียรภาพของแป้งมันเทศ

ในการศึกษาผลของกรดต่อเสถียรภาพของแป้งมันเทศได้พิจารณาเลือกแป้งมันเทศที่มีเสถียรภาพของแป้งเปียกสูงในช่วงให้ความร้อน เพราะแป้งที่มีเสถียรภาพของความหนืดสูงในช่วงนี้จะมีความแข็งแรงของโครงสร้างภายในเม็ดแป้งดี (22,23) การคัดเลือกแป้งมันเทศที่เตรียมจากสายพันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ เพื่อนำมาศึกษาในหัวข้อนี้จึงคัดเลือกแป้งมันเทศโดยพิจารณาจากลักษณะของ Brabender visco-amylogram ตามหลักการที่กล่าวข้างต้น และมีปัจจัยอื่นเป็นส่วนร่วมประกอบการพิจารณา เช่น ร้อยละของผลผลิตแป้งเป็นต้น โดยทดสอบสมบัติต่อไปนี้

3.2.4.1 เสถียรภาพต่อความเป็นกรด โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกใน heating-cooling cycle ด้วยเครื่อง Brabender visco-amylograph เช่นเดียวกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดใน heating-cooling cycle (ข้อ 3.2.3) ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายแป้งร้อยละ 6 โดยศึกษาที่ pH 3.0, 4.5, 6.0, 7.0 และ 8.0

3.2.4.2 พฤติกรรมของแป้งเปียกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ตามวิธีของ Mazurs และคณะ (23) โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงความหนืดใน heating-cooling cycle ของแป้งเปียก ด้วยเครื่อง Brabender visco-amylograph ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายแป้งร้อยละ 4, 6 และ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับความเข้มข้นของสารละลายแป้ง โดยใช้ค่าความหนืดที่จุดสูงสุดช่วงให้ความร้อน, ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที, ความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส, ความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และความหนืดสูงสุดช่วงลดอุณหภูมิ

3.2.4.3 เสถียรภาพในการเก็บแป้งเปียก โดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer (Brookfield Engineering Laboratories รุ่น DV-I ประเทศสหรัฐอเมริกา) วัดความหนืดของแป้งเปียกที่เตรียมจากน้ำแป้งความเข้มข้นร้อยละ 6 นำมาต้มในอ่างน้ำมันจนแป้งเปียกมีอุณหภูมิเป็น 90 องศาเซลเซียส นำมาวัดความหนืดของแป้งเปียกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ตั้งไว้ให้แป้งเปียกเย็นตัวแล้ววัดความหนืดของแป้งเปียกที่อุณหภูมิ

25 องศาเซลเซียส และเมื่อเก็บแป้งเปียกไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (26)

เปรียบเทียบกราฟของแป้งทดสอบที่ pH ดังกล่าวในข้อ 3.2.4.1

เปรียบเทียบรูปแบบกราฟของแป้งทดสอบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในข้อ 3.2.4.2

ทดสอบความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของความหนืดของแป้งทดสอบ ในแต่ละสภาวะทดลองในข้อ 3.2.4.3 โดยวางแผนการทดลองแบบ complete randomized design ตัวแปรในการทดสอบคือ ชนิดของแป้งที่ใช้ทดสอบ และแต่ละตัวแปรทำการทดลอง 2 replicates

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย