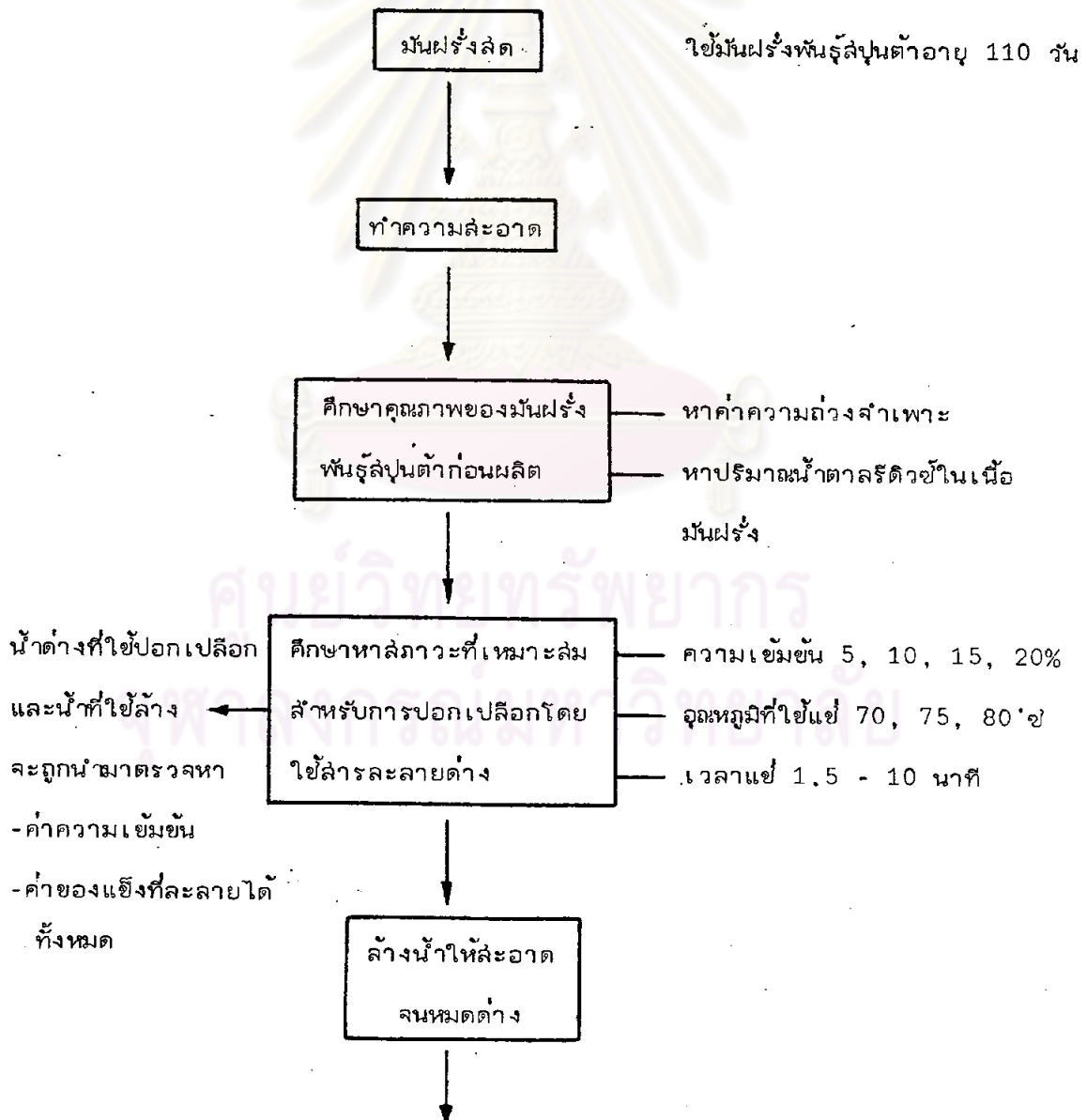


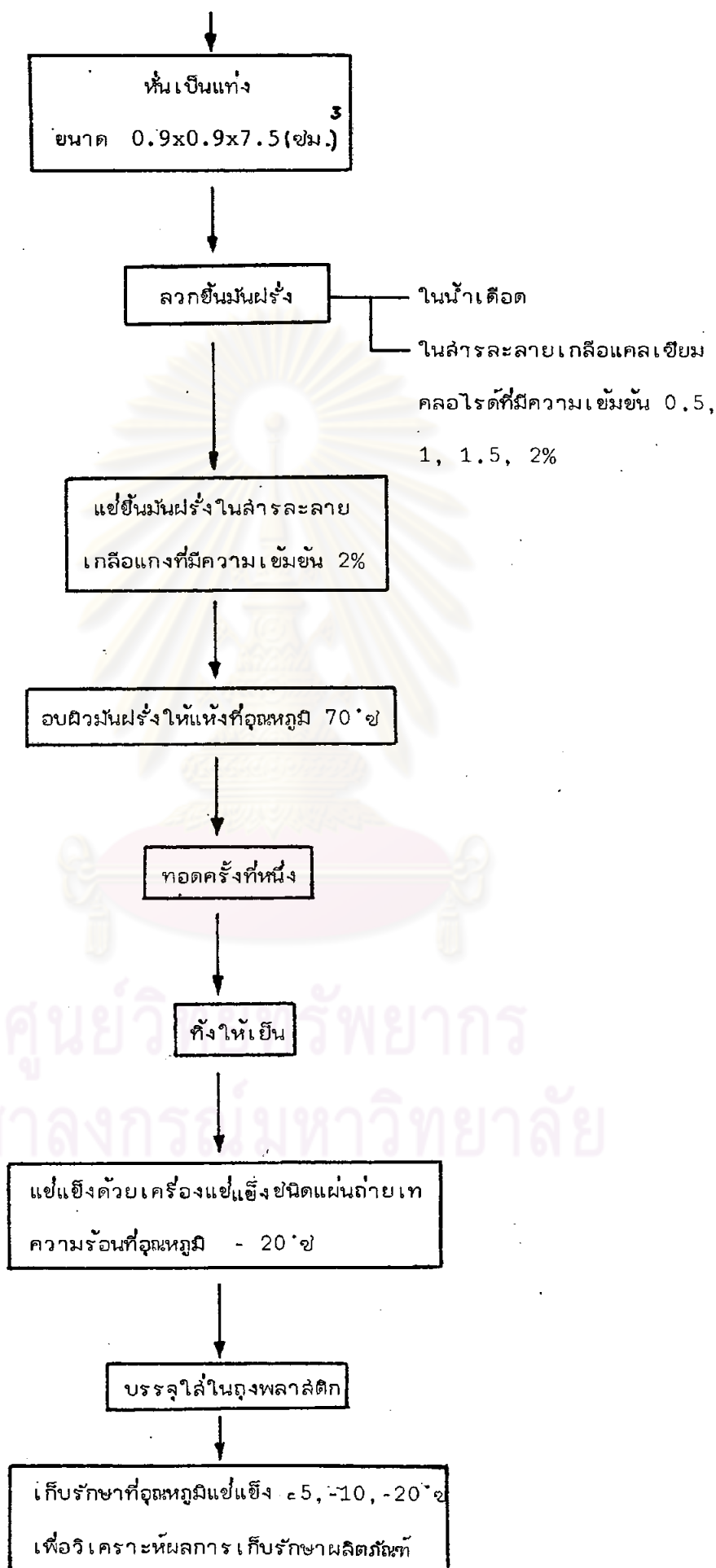
บทที่ 4

การทดลอง

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1

แผนภูมิที่ 1 ศึกษาขั้นตอนการผลิตชั้นมันฝรั่งทอดแช่แข็ง





4.1 การทำความสะอาด (cleaning)

ห้วมันฝรั่งจะถูกนำมาล้าง เพื่อทำความสะอาดกำจัดเอา เศษดินที่ติดมากับห้วมันฝรั่ง ออก โดยแช่ในถังน้ำสะอาดและใช้แปรงขัดถูที่ผิวมันฝรั่งเบา ๆ เพื่อเป็นการกำจัดเอา เศษดินและฝุ่นที่ติดมามาก อีกรังยัง เป็นการลดการปนเปื้อนของ เชื้อจุลินทรีย์หลังการ ปอกเปลือก

4.2 การตรวจสอบคุณภาพของมันฝรั่งพันธุ์ปลูกก่อนผลิต

4.2.1 การหาค่าความถ่วงจำเพาะ

วิธีการทดลอง

1. นำห้วมันฝรั่งที่ได้ล้างทำความสะอาดแล้วมาผึ่งให้ผิวหน้าแห้ง
2. เลือกห้วมันฝรั่งอย่างกระจายมา 10 ห้ว
3. นำห้วมันฝรั่งมาหั่นตามขวาง หนาชั้นละ 0.5 เซนติเมตร
4. ทำการชั่งชั้นมันฝรั่งแต่ละชั้นในอากาศ 1 ครั้ง และชั่งในน้ำ 1 ครั้ง โดยแขวนชั้นมันฝรั่งตั้งในรูปที่ 20 และรูปที่ 21 ตามลำดับ (ทำ 10 ครั้ง)

การคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะจะใช้สูตร

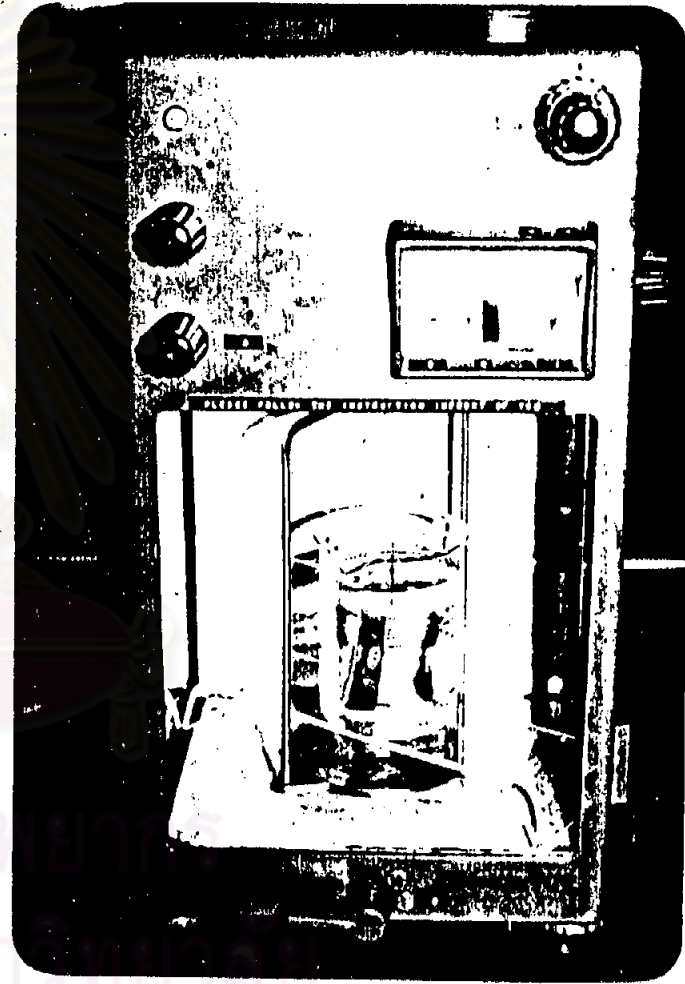
$$\text{ค่าความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักของชั้นมันฝรั่งที่ชั่งในอากาศ}}{\text{น้ำหนักของชั้นมันฝรั่งที่หายไปในน้ำ}}$$

4.2.2 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ในเนื้อมันฝรั่ง และในน้ำที่ใช้ลวก

4.2.2.1 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเนื้อมันฝรั่ง



รูปที่ 20 แสดงการชั่งขึ้นมันฝรั่งในอากาศ



รูปที่ 21 แสดงการชั่งขึ้นมันฝรั่งในน้ำ

วิธีการทดลอง

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ตามภาคผนวก ค ข้อ 7 จากตัวอย่างมันฝรั่ง 4 กลุ่มคือ

1. มันฝรั่งหลังเก็บเกี่ยวใหม่ ๆ
2. เก็บไว้ 1 เดือน ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส
3. เก็บไว้ 2 เดือน ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส
4. เก็บไว้ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส

4.2.2.2 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำที่ใช้ลวก

วิธีการทดลอง

1. ปอกเปลือกมันฝรั่ง และหั่นเป็นแท่งขนาด $0.9 \times 0.9 \times 7.5$ (เซนติเมตร)³
2. ชั่งชิ้นมันฝรั่งให้หนักในชั่ง 80-100 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) ลวกในบิเคอร์ที่มีน้ำอุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียสจำนวน 400 มิลลิเมตร เป็นเวลา 5 นาที
3. นำน้ำที่ใช้ลวกไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ตามภาคผนวก ค. ข้อ 7

4.3 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปอกเปลือกโดยใช้สารละลายต่าง (lye-peeling)

ในการทดลองนี้จะมีตัวแปรและค่าต่าง ๆ ของตัวแปรตั้งแสดงในตารางต่อไปนี้

ตัวแปรที่สำคัญคือ	ช่วงที่ใช้ในการทดลอง
- อุณหภูมิ (°ซ)	70, 75, 80
- ความเข้มข้นของสารละลายต่าง ที่ใช้ % (กรัม/100 มิลลิลิตร)	5, 10, 15, 20
- เวลาที่ใช้ในการแช่มันฝรั่ง (นาที)	1.5-10 (แล้วแต่ความเข้มข้นของ สารละลายต่าง)
- ขนาดของมันฝรั่ง (กรัม/ลูก)	150-200, 201-250, 251-300



จากผลการทดลองเบื้องต้นพบว่า เวลาเหมาะสมที่ใช้ในการแช่มันฝรั่งในสารละลายต่าง เพื่อปกเปลือกนั้น จะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มข้นของสารละลายต่าง ถ้าความเข้มข้นของสารละลายต่างที่ใช้ต่ำกว่า เวลาที่ใช้ในการแช่มันฝรั่งก็จะนานกว่า ในการทดลองนี้ได้เลือกเวลาที่ใช้ในการแช่มันฝรั่งตามระดับของความเข้มข้นของสารละลายต่าง ความเข้มข้นละ 4 ระดับ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ความเข้มข้นของสารละลายต่าง (% กรัม/100 มิลลิลิตร)	เวลาที่ใช้ในการแช่มันฝรั่ง (นาที)			
5	7	8	9	10
10	2	3	4	5
15	1.5	2.5	3.5	4.5
20	1.5	2	2.5	3

วางแผนการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลเลือกแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดในบล็อก (randomize complete block design) ตัวอย่างมันฝรั่งที่ใช้ในแต่ละสภาวะของการทดลองใช้ครั้งละ 3 ลูก ในสารละลายต่างจำนวน 1,500 มิลลิลิตร ที่บรรจุในขามเหล็ก ไร่ส้มตั้งเครื่องมือที่แสดงในรูปที่ 9 รวมเป็นสภาพที่ทำการศึกษ 144 สภาพ

ให้คะแนนการปอกเปลือก โดยเทียบกับรูปถ่ายมันฝรั่งปอกเปลือกมาตรฐานที่ทำขึ้นเป็นตัวมาตรฐานการให้คะแนน มีอยู่ 5 ระดับคือ (ดังแสดงในภาคผนวก ก. รูปที่ 3.)

คะแนน	ลักษณะที่ปรากฏ
1	เปลือกลอกออกหมด
2	มีส่วนของเปลือกติดอยู่เล็กน้อย
3	มีส่วนของเปลือกติดอยู่ประมาณครึ่งลูก
4	มีส่วนของเปลือกติดอยู่ประมาณสามในสี่ของลูก
5	มีส่วนของเปลือกลอกออกจำนวนเล็กน้อย

4.3.1 การหาน้ำหนักของเปลือกมันฝรั่งที่สูญเสียระหว่างการปอกเปลือกด้วยสารละลายต่าง

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักของมันฝรั่งก่อนปอกเปลือกทีละลูก 3 ลูก
2. ชั่งน้ำหนักของมันฝรั่งหลังปอกเปลือกทีละลูก 3 ลูก

การคำนวณหา

$$\% \text{การสูญเสียของเปลือกมันฝรั่งระหว่างการปอกเปลือก} = \frac{\text{น้ำหนักของมันฝรั่งก่อนปอกเปลือก} - \text{น้ำหนักของมันฝรั่งหลังปอกเปลือก}}{\text{น้ำหนักของมันฝรั่งก่อนปอกเปลือก}} \times 100$$

4.3.2 ลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของน้ำต่างที่ไฮ้และน้ำที่ไฮ้ล่าง

ในขั้นตอนนี้จะศึกษาเพียงบางสภาพจาก 144 สภาพ กำหนดตัวแปรคงที่ คือ

- อุณหภูมิเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส
- ขนาดของน้ำมันฝรั่งอยู่ในช่วง 150-200 กรัม/ลูก

ตัวแปรที่เปลี่ยนได้ คือ

- ความเข้มข้นของสารละลายต่างที่ไฮ้ 5, 10, 15, 20% (กรัม/100 มิลลิเมตร)
 - เวลาที่ไฮ้ในการแช่น้ำมันฝรั่ง 4 ระดับตามค่าความเข้มข้นของสารละลายต่าง
- รวมเป็นสภาพที่ทำการศึกษา 16 สภาพ สิ่งที่ทำการศึกษาได้แก่

4.3.2.1 Alkalinity ตรวจสอบความเป็นต่างของน้ำต่างที่ไฮ้ปอกเปลือก แล้วว่าจะมีค่าความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยการดีเตรดกับสารละลายกรดเกลือที่มี ความเข้มข้นดังตารางข้างล่างนี้ ไฮ้ฟีนอลทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

ความเข้มข้นของสารละลายต่าง (เปอร์เซ็นต์)	ความเข้มข้นของสารละลายกรด ที่ไฮ้ดีเตรดด้วย (โมล/ลิตร)
5	1.25
10	2.5
15	3.75
20	5

4.3.2.2 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

ในน้ำต่างที่ไฮ้ปอกเปลือกแล้วและน้ำล่างเปลือก

วิธีการทดลอง

1. นำขำมกระเบื้องไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ใช้ปีเปตดูดน้ำต่างที่ใช้ปอกเปลือกและน้ำล้างเปลือกที่ผ่านการกรองเอาเยื่อออกแล้ว จำนวน 10 มิลลิลิตรใส่ในขำมกระเบื้อง ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
3. นำไประเหยเอาน้ำออกโดยการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ประมาณ 5 ชั่วโมง
4. นำมาทำให้เย็นในเดสลิเคเตอร์ (desicator) ชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\% \text{ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด} = \frac{(\text{น้ำหนักขำมกระเบื้อง} + \text{น้ำหนักของแข็งที่เหลือ}) - \text{น้ำหนักขำมกระเบื้อง}}{\text{น้ำหนักของสารละลายต่างที่ใช้}}$$

4.3.2.3 ของแข็งอินทรีย์และเถ้าของเปลือกมันฝรั่งที่ได้จากการกรอง

เยื่อในน้ำต่างที่ใช้ปอกเปลือกและน้ำล้างเปลือก

วิเคราะห์ตามวิธีของ A.O.A.C. 1980-14.006 ในภาคผนวก ค

ข้อ 4

4.3.2.4 ของแข็งอินทรีย์และเถ้าของน้ำต่างที่ใช้ปอกเปลือกและ

น้ำล้างเปลือกที่ผ่านการกรองเอาส่วนเปลือกมันฝรั่งออกแล้ว

นำตัวอย่างหลังจากหาของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจากข้อ

- 4.3.2.2 ไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่แน่นอน นำมาทำให้เย็นในเดสลิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก

$$\% \text{ ฤทธิ์ของของแข็งในสารละลายต่าง} = \frac{(\text{น้ำหนักของครุซีเปิลน้ำหนัก, ถ้ำที่เหลือ}) - \text{น้ำหนักของครุซีเปิล} \times 100}{\text{น้ำหนักของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอบแห้ง}}$$

$$\% \text{ ของแข็งอินทรีย์} = 100 - \% \text{ ฤทธิ์ของน้ำต่าง}$$

4.4 การล้างหลังปอกเปลือกและการหั่นเป็นชิ้น

มันฝรั่งหลังปอกเปลือกจะถูกนำมาล้างและแช่ในน้ำอีกครั้งหนึ่ง จนกระทั่งหมดฤทธิ์ต่าง จากนั้นจะนำมันฝรั่งมาหั่นเป็นแท่ง ๆ ด้วยเครื่องมือดังในรูปที่ 14 ให้มีขนาดเท่า ๆ กันคือ $0.9 \times 0.9 \times 7.5$ (เซนติเมตร)³

4.5 การหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการลวกชิ้นมันฝรั่ง

ชนิดของสารละลายที่ใช้ลวก ได้แก่

ก. น้ำประปา

ข. สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 (กรัม/100 มิลลิลิตร)

วิธีการทดลอง

1. นำชิ้นมันฝรั่งที่หั่นแล้วใส่ลงในหม้อน้ำเดือด อัตราส่วนของชิ้นมันฝรั่ง : ปริมาตรน้ำเดือด = 1 กิโลกรัม : 2 ลิตร
2. จับเวลา (ในการทดลองใช้เวลา 2, 3, 4, 5 และ 6 นาที)
3. ตักชิ้นมันฝรั่งออกจากหม้อน้ำเดือด ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำมาทดสอบเปอร์ออกซิเดส แอคติวิตี (peroxidase activity) ตามรายละเอียดในภาคผนวก ค. ข้อ 8

เมื่อเปลี่ยนสารละลายจากน้ำประปาเป็นสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ก็ทำการทดลองเช่นเดียวกัน

4.6 ศึกษามลกระทบของการลวกชิ้นมันฝรั่งในน้ำเดือดและในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์
ที่มีต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการชิม

วิธีการทดลอง

1. ทำการปอกเปลือกมันฝรั่งสด 5 กิโลกรัม
2. หั่นมันฝรั่งให้เป็นแท่งขนาด $0.9 \times 0.9 \times 7.5$ (เซนติเมตร)³ ด้วยเครื่องหั่น

ดังรูปที่ 14 แบ่งชิ้นมันฝรั่งออกเป็น 6 ส่วนพอ ๆ กัน แต่แต่ละส่วนจะนำไปผ่านวิธีการลวกในสารละลายต่าง ๆ กัน

ส่วนที่	ชนิดของสารละลายที่ใช้ลวก
1	น้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที
2	น้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นแช่ต่อในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที
3	สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 5 นาที
4	สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 1% เป็นเวลา 5 นาที
5	สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 1.5 % เป็นเวลา 5 นาที
6	สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 2.0% เป็นเวลา 5 นาที

3. มันฝรั่งแต่ละส่วนจะถูกแบ่งออกมา 400 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุภาคแคลเซียม (Ca^{+2}) โดยอะตอมมิคแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตเมตตรี (atomic absorption spectrophotometry) ตามภาคผนวก ค ข้อ 9

4. มันฝรั่งแต่ละส่วนที่เหลือจะถูกนำมากอบให้ผิวหน้าแห้ง เพื่อลดความชื้นลง เหลือร้อยละ 70 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส
5. ทอดครั้งที่หนึ่ง จนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 63-65
6. บรรจุใส่ถาด แห้แห้งโดยใช้เครื่องแห้งแห้งแบบแผ่นถ่ายเทความร้อน
7. บรรจุเก็บใส่ในถุงพลาสติกชนิด opp laminate PE (opp = oriented poly propylene, PE = polyethylene) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส
8. ทอดครั้งที่สอง จนกระทั่งมีสีอยู่ในช่วงสีเหลืองทองอ่อนตามมาตรฐานในแผ่นสีมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดของ USDA (United State Department of Agriculture) ในภาคผนวก ก รูปที่ 4 เบอร์ 1

ประเมินผลการชิมผลิตภัณฑ์ในแง่ของคะแนนผลิตภัณฑ์และความชอบในเรื่องของสี ความสม่ำเสมอของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับ รสชาติ กลิ่น ตามแบบสอบถามชุดที่ 1 ในภาคผนวก ข ใช้ผู้ชิม 10 คน เป็นนิสิตปริญญาโทภาควิชาเคมีเทคนิค และภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน

4.7 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ก่อนและหลังทำการลวกขึ้นมันฝรั่ง

วิธีการทดลอง

ทำการวัดความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่ใช้ในหัวข้อ 4.6 ก่อนทำการลวก และหลังทำการลวกขึ้นมันฝรั่ง โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter)

จากการประเมินผลการชิมทางสถิติในหัวข้อ 4.6 พบว่า การลวกขึ้นมันฝรั่ง ในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จะให้ผลดีที่สุด ดังนั้นการทดลองต่อไปจะเลือกเฉพาะการลวกขึ้นมันฝรั่งในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที เท่านั้น

4.8 การหาเวลาที่เหมาะสมในการแช่ขึ้นมันฝรั่งในสารละลายเกลือแกงที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2.0 (กรัม/100 มิลลิลิตร)

วิธีการทดลอง

1. หลังจากทำการลวกชิ้นมันฝรั่งในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ชิ้นมันฝรั่งจะถูกนำมาผึ่งให้แห้งบนตะแกรง
2. นำชิ้นมันฝรั่งที่ผึ่งให้แห้งนี้ใส่ลงในภาชนะที่บรรจุน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 อัตราส่วนของชิ้นมันฝรั่ง : ปริมาตรสารละลายเกลือแกง = 1 กิโลกรัม : 2 ลิตร
3. สับเวลา (ในการทดลองใช้เวลา 0, 2, 5 และ 10 นาที)
4. ตักชิ้นมันฝรั่งออกจากภาชนะใส่ในตระแกรงผึ่งจนน้ำลำติดออกจนหมด
5. ชิ้นมันฝรั่งจะถูกนำไปทำต่อเหมือนในหัวข้อ 4.6 ข้อ 4 ถึง 8

เกณฑ์การตัดสินเพื่อหาเวลาที่เหมาะสม

จะทำการประเมินผลการซึมผลิตภัณฑ์ในแง่ของคะแนนผลิตภัณฑ์และความชอบ โดยพิจารณาจากรสชาติเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด นอกจากนี้ยังพิจารณาควบคู่ไปกับสิ่งที่สำคัญรองลงมาคือ สี ความสม่ำเสมอของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับ และกลิ่น ตามแบบสอบถามชุดที่ 2 ในภาคผนวก ข. ใช้ผู้ชิม 10 คน เป็นนิสิตปริญญาโทภาควิชาเคมีเทคนิคและภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน

จากการประเมินผลการซึมทางสถิติ พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการแช่ชิ้นมันฝรั่งในสารละลายเกลือแกงที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 (กรัม/100 มิลลิลิตร) คือ 5 นาที

4.9 ผลกระทบของอุณหภูมิและขนาดของมันฝรั่งต่อผลผลิตชิ้นมันฝรั่งทอดที่ได้

ตัวแปรที่ศึกษา	ช่วงที่ทำการศึกษา
ขนาดของมันฝรั่ง (กรัม/ลูก)	150-220, 221-290, 291-360
อุณหภูมิ (°C)	150, 165, 175, 190

รวมเป็นสภาพที่ทำการศึกษา 12 สภาพ

วิธีการทดลอง

1. ล้างผิวมันฝรั่งให้สะอาด ผึ่งลมให้ผิวหน้าแห้ง
2. คัดแบ่งกลุ่มของขนาดมันฝรั่งก่อนทำการผลิตขึ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 150-220, 221-290, 291-360 กรัม/ลูก ในแต่ละสภาพของการทดลองจะใช้มันฝรั่งที่มีน้ำหนักในช่วงเดียวกันหลายลูก มีน้ำหนักรวมกันอยู่ในช่วง 900 ถึง 1200 กรัม ในแต่ละสภาพจะทำ 2 ซ้ำ
3. ชั่งน้ำหนักกลุ่มของมันฝรั่งก่อนปอกเปลือก
4. นำมันฝรั่งไปผ่านขั้นตอนปอกเปลือกออก หั่นเป็นแท่ง ลวกในน้ำเดือด 5 นาที แช่ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2.0 (กรัม/100 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 5 นาที อบให้ผิวหน้ามันฝรั่งแห้งมีความชื้นเหลือร้อยละ 70
5. ทอดครั้งที่หนึ่ง ในน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 150, 165, 175 และ 190 องศาเซลเซียส (โดยใช้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิที่ตั้งแสดงในรูปที่ 10) จนกระทั่งความชื้นในขึ้นมันฝรั่งทอดลดลงเหลือร้อยละ 60-63
6. ชั่งน้ำหนักกลุ่มของขึ้นมันฝรั่งทอดหลังจากที่ได้ใส่เต็ดน้ำมันบนตะแกรงออกเรียบร้อยแล้ว

การคำนวณหาร้อยละของผลผลิต

$$\% \text{ ผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักกลุ่มของขึ้นมันฝรั่งหลังทอด}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้นของมันฝรั่งที่ใช้}} \times 100$$

วางแผนการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผล เลือกแผนการทดลองแบบแฟคตอเรียล (factorial design)

4.10 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ทอดครั้งที่หนึ่งต่อปริมาณของน้ำมันที่ถูกดูดซับในขึ้นมันฝรั่งทอด

วิธีการทดลอง

1. เตรียมขี้มันฝรั่งเหมือนในหัวข้อ 4.9 ข้อ 4
2. ชั่งขี้มันฝรั่งหลังจากผ่านขั้นตอนอบให้ผิวหน้าแห้งมีความชื้นร้อยละ 70 มา 500 กรัม ในแต่ละสภาวะของอุณหภูมิที่ใช้ทอด ทอดครั้งที่หนึ่งในน้ำมันตัวเหลืองที่มีปริมาตร 5 ลิตร ในหม้อทอดควบคุมอุณหภูมิดังแสดงในรูปที่ 10 ที่อุณหภูมิ 150, 165, 175 และ 190 องศาเซลเซียส จนกระทั่งขี้มันฝรั่งทอดมีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 60-63
3. บรรจุเก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP laminate กับ PE เก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับในขี้มันฝรั่งทอด
4. ตัดขี้มันฝรั่งที่ได้ทอดแล้วที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ
5. ชั่งตัวอย่างมา 10 กรัม อบให้แห้งโดยใช้เครื่อง moisture meter เป็นเวลา 20 นาที
6. ชั่งน้ำหนักขี้มันฝรั่งทอดที่ได้อบแห้งแล้ว 5 กรัม (ทราบน้ำหนักแน่นอน) วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับในขี้มันฝรั่งทอด ตามวิธีของ AOAC 1980-7.056 ในภาคผนวก ค. ข้อ 3

- 4.11 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ทอดครั้งที่หนึ่งกับอุณหภูมิที่ใช้ทอดครั้งที่สองต่อปริมาณของน้ำมันที่ถูกดูดซับในขี้มันฝรั่งทอดและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการประเมินผลโดยการชิม

ตัวแปรที่ศึกษา	ช่วงของอุณหภูมิที่ศึกษา
อุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่หนึ่ง (°ซ)	150, 165, 175, 190
อุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่สอง (°ซ)	150, 165, 175, 190

รวมเป็นสภาพที่ทำการศึกษา 16 สภาพ

4.11.1 การหาปริมาณของน้ำมันที่ถูกดูดซับในชั้นมันฝรั่งทอด

วิธีการทดลอง

1. เตรียมชั้นมันฝรั่งเหมือนในหัวข้อ 4.9 ข้อ 4
2. ชั่งชั้นมันฝรั่งหลังจากผ่านขั้นตอนอบให้ผิวหน้าแห้งมีความชื้นร้อยละ 70 มา 500 กรัม
3. ทอดครั้งที่หนึ่งในน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 5 ลิตร ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ในหม้อทอดควบคุมอุณหภูมิ จนกระทั่งความชื้นของชั้นมันฝรั่งลดลงเหลือร้อยละ 60-63
4. แบ่งชั้นมันฝรั่งที่ได้ทำการทอดแล้วออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน
5. ทำการทอดชั้นมันฝรั่งทั้ง 4 ส่วนครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 150, 165, 175 และ 190 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในหม้อทอดควบคุมอุณหภูมิเช่นกันจนกระทั่งมีสีอยู่ในช่วงสีเหลืองทองอ่อนตามมาตรฐานในแผ่นสีมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชั้นมันฝรั่งทอดของ USDA
6. ทิ้งให้เป็น
7. บรรจุใส่ในถุงพลาสติกชนิด OPP laminate PE เก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับในชั้นมันฝรั่งทอด
8. แล้วทำการทดลองต่อเหมือนในหัวข้อ 4.10 ข้อ 4-6

สำหรับชั้นมันฝรั่งที่ทอดครั้งแรกที่อุณหภูมิ 165, 175 และ 190 องศาเซลเซียส ก็จะทำ การเตรียมเช่นเดียวกับชั้นมันฝรั่งที่ทอดครั้งแรกที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

4.11.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการประเมินผลโดยการชิม

วิธีการทดลอง

เตรียมชั้นมันฝรั่งเหมือนในหัวข้อ 4.11.1 ข้อ 1-7 ซึ่งจะได้ทั้งหมด

ทำการประเมินผลการชิมผลิตภัณฑ์ในแง่ของคะแนนผลิตภัณฑ์และความชอบ
ในเรื่องของสี ความสม่ำเสมอของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับ รสชาติ กลิ่น
ตามแบบสอบถามชุดที่ 2 ภาคผนวก ข ใช้ผู้ชิม 10 คน เป็นนิสิตปริญญาโทภาควิชาเคมีเทคนิค
และภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วางแผนการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลในหัวข้อ 4.11.1 และ 4.11.2

เลือกแผนการทดลองแบบแฟคตอเรียล (factorial design)

4.12 ผลของชนิดน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่หนึ่งกับครั้งที่สองต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการประเมินผล โดยวิธีการชิม

ตัวแปรของน้ำมันที่ใช้ทอดได้แก่

1. น้ำมันถั่วเหลือง
2. น้ำมันถั่วลิสงผสมปาล์มโอลีอิน
3. น้ำมันรำข้าว

4.12.1 กำหนดให้ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่หนึ่งคงที่และน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่สอง เป็นตัวแปร

วิธีการทดลอง

1. เตรียมขึ้นมันฝรั่งเหมือนในหัวข้อ 4.9 ข้อ 4
2. ชั่งขึ้นมันฝรั่งหลังจากผ่านขั้นตอนอบให้ผิวหน้าแห้งมีความชื้นร้อยละ

70 มา 3000 กรัม

3. ทอดครั้งที่หนึ่งในน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาตร 5 ลิตร ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส ในหม้อทอดควบคุมอุณหภูมิตั้งในรูปที่ 10 จนความชื้นของขึ้นมันฝรั่งลดลงเหลือร้อยละ 60-63

4. กิ่งให้เป็น บรรจุใส่ถาดแช่แข็งโดยใช้เครื่องแช่แข็งแบบแผ่นถ่ายเท
ความร้อน

5. แบ่งชิ้นมันฝรั่งออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน บรรจุเก็บไว้ในถุงพลาสติกชนิด opp laminate กับ PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อรอการทอดครั้งที่สอง

6. ชิ้นมันฝรั่งแต่ละถุงจะถูกนำมาทอดครั้งที่สองในน้ำมัน 3 ชนิด คือ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วลิสงผล์มปาล์มโอลีน น้ำมันรำข้าว พร้อมทั้งอุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยใช้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิแบบมีกระป๋องทำด้วยเหล็กไร้สนิมบรรจุอยู่ใน 3 กระป๋อง ดังแสดงในรูปที่ 11 จนกระทั่งชิ้นมันฝรั่งมีสีเหลืองทองอ่อน ตามมาตรฐานในแผ่นสัมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชิ้นมันฝรั่งทอดของ USDA ในภาคผนวก ก. รูปที่ 4 เบอร์ 1

ในกรณีที่เปลี่ยนชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่หนึ่ง เป็นน้ำมันถั่วลิสงผล์มปาล์มโอลีน หรือน้ำมันรำข้าว ก็จะทำการทดลองในลักษณะเช่นเดียวกัน

4.12.2 กำหนดให้ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่หนึ่ง เป็นตัวแปรและให้น้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่สองคงที่

วิธีการทดลอง

1. เตรียมชิ้นมันฝรั่งเหมือนในหัวข้อ 4.9 ข้อ 4
2. ชั่งน้ำหนักชิ้นมันฝรั่งหลังจากผ่านขั้นตอนอบให้ผิวหน้าแห้งมีความชื้นร้อยละ 70 มากลุ่มละ 700 กรัม 3 กลุ่ม
3. นำชิ้นมันฝรั่งแต่ละกลุ่มมาทอดครั้งที่หนึ่ง ในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วลิสงผล์มปาล์มโอลีน น้ำมันรำข้าว ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยใช้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิ จนความชื้นของชิ้นมันฝรั่งลดลงเหลือร้อยละ 60-63
4. กิ่งให้เป็น บรรจุใส่ถาดแช่แข็งใช้เครื่องแช่แข็งแบบแผ่นถ่ายเทความร้อน (แยกถาดบรรจุตามชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอด)
5. บรรจุเก็บไว้ในถุงพลาสติกชนิด OPP laminate กับ PE

6. ขึ้นมันฝรั่งแต่ละถุง จะถูกนำมาทอดครั้งที่สองในน้ำมันตัว เหลือง โดยใช้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิแบบมีกระป๋องทำด้วยเหล็กไร้สนิมบรรจุอยู่ใน 3 กระป๋อง แต่ละกระป๋องมีน้ำมันตัว เหลืองบรรจุอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 11 ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส จนกระทั่งขึ้นมันฝรั่งมีสีเหลืองทองอ่อนตามมาตรฐานในแผ่นสีมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดของ USDA ในภาคผนวก ก รูปที่ 4. เบอร์ 1

ในกรณีที่เปลี่ยนชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งที่สองเป็น น้ำมันถั่วลิสงผลมปาล์ม โอลีอิน หรือน้ำมันรำข้าว ก็จะทำการศึกษาทดลองในลักษณะเช่นเดียวกัน

ทำการประเมินผลการชิมผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งในหัวข้อ 4.12.1 และ 4.12.2 ในแง่ของคะแนนผลิตภัณฑ์และความชอบในเรื่องของสี ความสม่ำเสมอของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับ รสชาติ กลิ่น รวมทั้งเรียงลำดับความชอบในเรื่องกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ชนิดของน้ำมันที่ทอดต่าง ๆ กัน ตามแบบสอบถามชุดที่ 3 ภาคผนวก ข ใช้ผู้ชิม 10 คน เป็นนิสิตปริญญาโทภาควิชา เคมี ทดนิค และภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน

วางแผนการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลในหัวข้อ 4.12.1 และ 4.12.2 เลือก แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) และ F-test สำหรับ วิเคราะห์ผลเรื่องการเรียงลำดับความชอบในเรื่องกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ชนิดของน้ำมันทอดต่าง ๆ กัน

4.13 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ตัวแปร	สิ่งที่ศึกษา
ชนิดของน้ำมัน	น้ำมันตัว เหลือง น้ำมันถั่วลิสงผลมปาล์มโอลีอิน น้ำมันรำ
วิธีการบรรจุหีบห่อ	แบบสุญญากาศ แบบไม่เป็นสุญญากาศ
อุณหภูมิที่เก็บรักษา (°ซ)	-5, -10, -20
ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	0, 1, 2, 3

วิธีการเตรียม

1. เตรียมขี้มันฝรั่งเหมือนในหัวข้อ 4.9. ข้อ 4 จากมันฝรั่งสด 50 กิโลกรัม
2. แบ่งขี้มันฝรั่งหลังจากผ่านขั้นตอนอบให้ผิวหน้าแห้งมีความชื้นร้อยละ 70

ออกเป็น 3 ส่วน

3. แต่ละส่วนจะถูกนำมาทอดครั้งที่หนึ่งในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วลิสงผสมปาล์ม โอลีน น้ำมันรำ ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยใช้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิ จนความชื้นของขี้มันฝรั่งลดลงเหลือร้อยละ 60-63
4. ทิ้งให้เป็น บรรจุใส่ถาด แห้งแข็งโดยใช้เครื่องแห้งแบบแผ่นถ่ายเทความร้อน
5. บรรจุเก็บไว้ในถุงพลาสติกชนิดอีวาลฟิล์ม (Eval film) หีบห่อแบบไม่เป็น สูญญากาศ โดยใช้เครื่องรีดถุงแบบธรรมดา ขนาดบรรจุถุงละ 100 กรัม รวมทั้งหมด 135 ถุง โดยจะมีมันฝรั่งที่ทอดในน้ำมันแต่ละชนิด ๆ ละ 45 ถุง แบ่งแยกเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -5, -10, -20 องศาเซลเซียส จำนวนเท่า ๆ กัน อุณหภูมิละ 15 ถุง
6. เตรียมขี้มันฝรั่งอีกหนึ่งชุดจากมันฝรั่งสด 50 กิโลกรัม เพื่อบรรจุหีบห่อแบบ สูญญากาศในถุงพลาสติกชนิดอีวาลฟิล์ม จำนวน 135 ถุง ขนาดบรรจุถุงละ 100 กรัม โดยใช้เครื่องรีดถุงแบบสูญญากาศดังแสดงในรูปที่ 19 แบ่งแยกเก็บในตู้แช่แข็งในลักษณะเดียวกับ ข้อ 5

อีวาล (Eval film) เป็นถุงพลาสติกที่ประกอบด้วย 4 ชั้น คือ polyester, ethylene vinyl alcohol (high density), polyethylene, และ ethylene vinyl acetate

เกณฑ์การตัดสินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ขี้มันฝรั่งทอดจะพิจารณาจาก

1. คุณสมบัติน้ำหนักกายภาพ
2. คุณสมบัติน้ำหนักเคมี
3. คุณสมบัติน้ำหนักจุลชีว

4.13.1 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพที่สังเกตได้และ
การยอมรับของผู้บริโภค

4.13.1.1 การตรวจสอบจากผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งก่อนทำ
การทอดครั้งที่สอง

วิธีการทดลอง

จะทำการประเมินผลคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และความชอบในเรื่องของกลิ่นและสี ตามแบบสอบถามชุดที่ 4 ภาคผนวก ข เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 1.5 และ 3 เดือนตามลำดับ การประเมินผลจะแยกออกเป็น 3 ชุด (ตามชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งแรก) ครั้งละ 7 ตัวอย่าง เป็นตัวเปรียบเทียบ 1 ตัวอย่าง ตัวเปรียบเทียบนี้เป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งที่ทอดจากน้ำมันชนิดเดียวกันที่ถูกเตรียมขึ้นใหม่และแช่แข็งเป็นเวลา 1-3 วัน ที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส ก่อนทำการประเมินผล ส่วนอีก 6 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่ทอดโดยใช้น้ำมันชนิดเดียวกัน ปิดผนึกบรรจุแบบสุญญากาศและแบบไม่เป็นสุญญากาศ เก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -5, -10 และ -20 องศาเซลเซียส

4.13.1.2 ตรวจสอบจากผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งหลังจากทำการ
ทอดครั้งที่สองแล้ว

วิธีการทดลอง

ผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดจะถูกนำมาทอดครั้งที่สองในน้ำมันตัวเหลือง ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยให้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิแบบมีกระป๋องทำด้วยเหล็กโรสตีนิมบรูลอยอยู่ภายใน 3 กระป๋อง ดังแสดงในรูปที่ 11

จะทำการประเมินผลคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และความชอบในเรื่องของ กลิ่น สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับ และการยอมรับตามแบบสอบถามชุดที่ 5 ในภาคผนวก ข เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 1.5 และ 3 เดือนตาม

ลำดับ การประเมินผลจะแยกออกเป็น 6 ชุด (ตามชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดครั้งแรกกับวิธีการปิดผนึกถุงบรรจุ) ครั้งละ 4 ตัวอย่าง เป็นตัวเปรียบเทียบ 1 ตัวอย่าง ตัวเปรียบเทียบเหมือนในหัวข้อ 4.13.1.1 ส่วนอีก 3 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่ทอดโดยใช้ไขมันชนิดเดียวกัน ปิดผนึกถุงบรรจุแบบเดียวกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -5, -10 และ -20 องศาเซลเซียส

ในการประเมินผลในหัวข้อ 4.12.1.1 และ 4.12.1.2

ใช้ผู้ทดสอบ 10 คน เป็นนิสิตปริญญาโทภาควิชาเคมีเทคนิคและภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วางแผนการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผล เลือกวิธี Difference test

4.13.2 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี

ค่า TBA (Thiobarbituric acid value) เป็นดัชนีตัวหนึ่งในการบอกการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นที่ จะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบโดยจะทำการเทียบกลิ่นกับผู้ทดสอบโดยวิธีใช้ประจำสัปดาห์ต่อกลิ่น

วิธีการทดลอง

จะทำการวิเคราะห์หาค่า TBA ตามวิธีของ Tarladgis ที่แสดงในภาคผนวก ค หัวข้อ 10 จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งที่ทอดในน้ำมัน 3 ชนิด ปิดผนึกบรรจุแบบสุญญากาศ และแบบไม่เป็นสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -5, -10 และ -20 องศาเซลเซียส จำนวน 18 ตัวอย่าง เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ตามลำดับ

4.13.3 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางจุลชีว

วิธีการทดลอง

จะทำการตรวจหาปริมาณแบคทีเรีย (Total viable plate count) ตามวิธีที่แสดงในภาคผนวก ค หัวข้อ 11 จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขึ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งที่ทอดใน

น้ำมัน 3 ชนิด ปิดผนึกถุงบรรจุแบบสุญญากาศ และแบบไม่เป็นสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -5, -10 และ -20 องศาเซลเซียส จำนวน 18 ตัวอย่าง เมื่อทำการเก็บผลิตรักษาไว้ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย