

บทที่ 3 การทดลอง

3.1 วัสดุดิบ

เกล็ดมันฝรั่ง ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท วินเนอร์ เอนเทอร์ไพรส์ จำกัด
แป้งมันฝรั่ง ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท วินเนอร์ เอนเทอร์ไพรส์ จำกัด
แป้งข้าวโพด ตราโมชัน่า (บริษัท ซีพีซี / อาย ประเทศไทย จำกัด)
เกลือปรงทิพย์ (บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด)
น้ำตาลเด็กโตรส
น้ำมันปาล์มโอดีน ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท โอดีน จำกัด
สารแต่งกลิ่นรส ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Bush Boake Allen จำกัด

3.2 สารเคมี

การวิเคราะห์โปรตีน

Potassium hydrogen phthalate	A.R. grade
Sulfuric acid	A.R. grade
Boric acid	A.R. grade
Hydrochloric acid	A.R. grade
Kjeltap (K_2SO_4 : Se เท่ากับ 100 : 1)	
Sodium hydroxide	A.R. grade

การวิเคราะห์ไขมัน

Petroleum ether	A.R. grade
-----------------	------------

การวิเคราะห์เส้นใย

Sulfuric acid	A.R. grade
Sodium hydroxide	A.R. grade
95 % ethyl alcohol	A.R. grade

การวิเคราะห์ thiobabituric acid (TBA number)

2- thiobabituric acid	A.R. grade
glacial acetic acid	A.R. grade

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

plate count agar	(Difco Labotatory)
peptone	(Life Technologies)
potato dextrose agar	(Difco Labotatory)

3.3 อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์

- นาฬิกาจับเวลา (Citizen QT 9014 – A)
- ถาดสแตนเลส
- เทอร์โมมิเตอร์แบบ Digital (Fluke, 51)
- เครื่องผสมอาหาร (Kenwood, No. A361)
- เครื่องรีดแผ่นแป้ง (แสดงภาพในภาคผนวก ข)
- พิมพ์กดรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร
- แม่พิมพ์ขึ้นรูปพร้อมคลิปหนีบ(แสดงภาพในภาคผนวก ข)
- เครื่องทอดอาหาร แบบ Deep Fat Frying
- เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน
- ถุงพลาสติกชนิด OPP / PE / metalized / PET / CPP บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture analyzer , TA-XT2I)
- เครื่องชั่งน้ำหนัก (Sartorius , BA 4100S) ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- เครื่องชั่งน้ำหนัก (Sartorius , A 200S) ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- เครื่องวัดสี (Minolta Chroma meter , CR 300 series)
- เตาเผา ช่วงอุณหภูมิ 500 – 700 °C (Furnace Carbolite, MEML 11-2)
- ตู้อบลมร้อน ช่วงอุณหภูมิ 50 – 250 °C (WTE binder , E – 53)
- ถ้วยอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 4.5 เซนติเมตร

เครื่องวัด water activity (a_w Sprint) รุ่น (Novasina, TH-500)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ชุดเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน (Kjeldatherm and Vapodest , Gerhardt , KT 85)

ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน (Soxtherm Automatic รุ่น S-226)

ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เส้นใย

ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ TBA

เครื่องชั่งน้ำหนัก (Sartorius , BA 200S) ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

เครื่อง Spectronic 20 Genesis Jasco, V-530

เครื่องแก้วต่าง ๆ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ตู้เขี่ยเชื้อ (ISSCO, BVT-123)

ตู้บ่มเชื้อ (Memmert, B 30) ช่วงอุณหภูมิ 25-80 °C

หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) Sanyo, MLS 3020

จานเพาะเชื้อ

ปิเปต

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จานพลาสติก

แก้วน้ำพลาสติก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เครื่องคอมพิวเตอร์

โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

3.4 วิธีวิเคราะห์

ก. วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก.)

ค่าความแข็ง (hardness) โดยเครื่อง Texture analyzer

ค่าสี (L, a, b) โดยใช้เครื่อง Minolta Chroma Meter

ค่า L แทนความสว่าง

ค่า a แทนค่าสีแดง (+) แทนค่าสีแดง (-) แทนค่าสีเขียว

ค่า b แทนค่าสีเหลือง (+) แทนค่าสีเหลือง (-) แทนค่าสีน้ำเงิน

ข. วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.)

ปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 1995)

ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 1995)

ปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 1995)

ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 1995)

ปริมาณเส้นใย (A.O.A.C., 1995)

ค่าTBA (Pearson , 1976)

ค. วิธีวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.)

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ ICMSF (1982)

ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ตามวิธีของ ICMSF (1982)

ง. การทดสอบทางประสาทสัมผัส (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง.)

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ความกรอบ การอมน้ำมัน และความชอบรวม โดยวิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) with scoring ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน (semi-trained) ที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนิสิตปริญญาโทภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้แบบสอบถามแบบ Scoring test และใช้ Hedonic scale สำหรับการประเมินผลในด้านความชอบของกลิ่นรส

3.5 ขั้นตอน และวิธีดำเนินงานวิจัย

3.5.1 วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (proximate composition) ของ

เกล็ดมันฝรั่ง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด โดยตรวจสอบ

ปริมาณความชื้น

ปริมาณโปรตีน

ปริมาณไขมัน

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ปริมาณเถ้า

ปริมาณเส้นใย

โดยวิธีของ A.O.A.C. (1995) วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ

3.5.2. การปรับปรุงและสร้างอุปกรณ์ที่จำเป็นเพื่อใช้ในการผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ

เนื่องจากต้องการผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อเดียวกัน ขนาดชิ้นมีความสม่ำเสมอ และรูปร่างเหมือนกัน จึงศึกษาปรับปรุงการผลิตเป็นขั้นตอนดังนี้

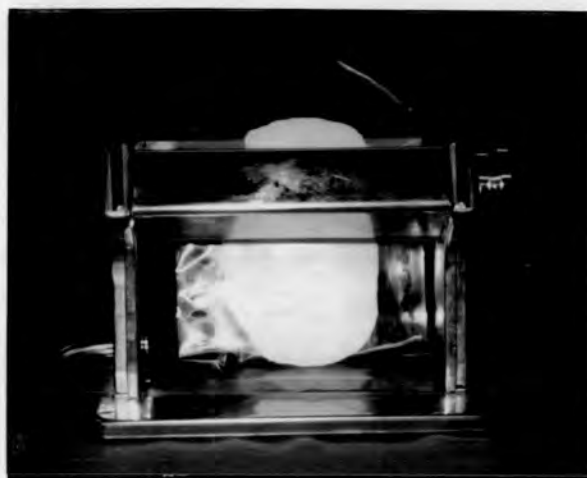
1. วิธีการผลิตแบบดั้งเดิม เป็นแนวคิดที่จะผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบโดยเลียนแบบการทำข้าวเกรียบออซุรยา ซึ่งวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตคือ แป้งมันฝรั่ง (potato flour) เพื่อให้มีกลิ่นมันฝรั่งมากที่สุด โดยการนวดผสมแป้งดิบและแป้งสุกให้เข้ากัน (dough) ด้วยเครื่องนวดผสม จากนั้นนำมาอัดด้วยกระบอกอัดคุกกี้ ขึ้นรูปเป็นทรงกระบอก หนึ่งจนแป้งสุกประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็น นำไปแช่ในตู้เย็น (อุณหภูมิประมาณ 5°C) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หั่นด้วย meat slicer หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร อบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50-55 °C เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง นำไปทอดในน้ำมัน ด้วยวิธีนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ เนื้อเนียน สม่ำเสมอ แต่เนื้อสัมผัสแข็งไม่กรอบ

2. แนวคิดที่ได้จาก Patent พบว่า การรีด dough ให้เป็นแผ่นบาง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอเช่นกัน จึงได้ศึกษาวิธีการทำแผ่นโดยใช้อุปกรณ์ทำแผ่นดังนี้

(1) การทำแผ่นด้วยลูกกลิ้งไม้ โดยนำส่วนผสมที่ผสมรวมกันแล้วใส่ในถุงพลาสติก วางลงระหว่างไม้บรรทัด 2 อัน ซึ่งยึดติดกับพื้นโต๊ะด้วยกระดาษกาว จากนั้นจึงรีดด้วยลูกกลิ้งไม้ โดยให้

ขอบของลูกกลิ้งไม้ทั้งสองข้างวางบนไม้บรรทัดขณะลูกกลิ้งเคลื่อนที่ เพื่อให้แผ่นมันฝรั่งที่ได้มีความหนาสม่ำเสมอ

(2) การทำแผ่นด้วยเครื่องรีดแผ่นแป้ง โดยนำส่วนผสมรวมกันใส่ในถุงพลาสติก จากนั้นนำไปรีดด้วยเครื่องรีดแผ่นแป้ง



ภาพที่ 2 การทำแผ่นแป้งด้วยเครื่องรีดแผ่นแป้ง

จากการเปรียบเทียบการทำแผ่นด้วยลูกกลิ้งไม้กับการใช้เครื่องรีดแผ่นแป้ง พบว่า การใช้เครื่องรีดแผ่นแป้ง ให้ลักษณะผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอสูง ผิดเรียบ ใช้ได้สะดวกรวดเร็วกว่าการใช้ลูกกลิ้งไม้ เพราะการใช้ลูกกลิ้งไม้ต้องรีดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จึงจะได้แผ่นแป้งที่บางเรียบเสมอกัน

จึงตัดสินใจเลือกการเตรียมแผ่นแป้งให้บางโดยใช้เครื่องรีดแผ่นแป้ง แต่เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปทอด ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกัน จึงเกิดแนวคิดที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีลักษณะรูปร่างเหมือนกันมากที่สุด จาก Patent ของ Liepa (1971) ซึ่งทดลองโดยการนำโดมารีดเป็นแผ่นบางด้วยเครื่องรีดแผ่นแป้ง ผ่านแผ่นแป้งที่รีดแล้วโดยใช้สายพานไปบนแม่พิมพ์ตัวเมียที่มีรูปร่างคล้ายอานม้า จากนั้นแม่พิมพ์ตัวผู้จะประกบแม่พิมพ์ตัวเมียพร้อมกับตัดแผ่นแป้งออกมาตามแบบแม่พิมพ์ แล้วสายพานจะนำแผ่นแป้งที่ขึ้นรูปแล้วพร้อมแม่พิมพ์ไปอบไล่ความชื้นแล้วทอดในน้ำมันที่ร้อน ด้วยแนวคิดนี้จึงได้ทดลองผลิตแม่พิมพ์ขึ้นรูปขึ้น 3 แบบ คือ

1. ออกแบบโดยใช้มุ้งลวดอะลูมิเนียมมาทำแม่พิมพ์ โดยตัดให้เป็นรูวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร เพื่อให้พอดีกับแผ่นแป้งที่ผ่านการตัดด้วยพิมพ์กดเป็นรูวงกลม (พิมพ์กดแสดงดังภาพที่ 1(ข) ในภาคผนวก ฉ) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่คงรูป เนื่องจากมุ้งลวดมีรูปร่างไม่คงที่

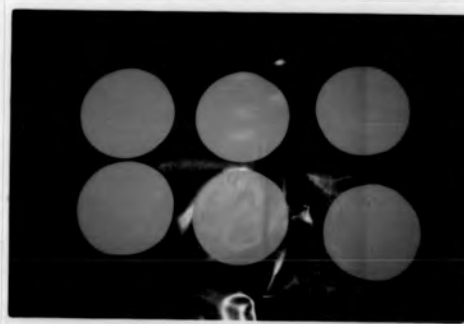
2. นำท่อสแตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว มาแบ่งครึ่งตามความยาวของท่อ แล้วนำไปเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและมีระยะห่างระหว่างช่องเท่ากับ 1 มิลลิเมตร ในขั้นตอนการอบและทอด ต้องใช้ท่อสแตนเลสแบ่งครึ่งดังกล่าววางซ้อนกันและให้แผ่นแป้งรูวงกลมที่ผ่าน

การตัดด้วยพิมพ์กดอยู่ตรงกลางระหว่างท่อสแตนเลสพอดี ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีลักษณะรูปร่างที่เหมือนกัน แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีเนื้อแน่น ไม่กรอบ เนื่องจากท่อสแตนเลสมีน้ำหนักมากเกินไป จึงทำให้การขยายตัวของแผ่นแป้งมีจำกัด

3. ออกแบบโดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมตัดเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดเท่ากับพิมพ์กดรูปวงกลมที่เลือกใช้ มีการเจาะรูบนแผ่นอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร และมีระยะห่างระหว่างช่องเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร นำไปตัดให้โค้ง พร้อมทั้งสร้างคลิบหนีบ เพื่อยึดแผ่นอะลูมิเนียม 2 แผ่นที่ประกบกันและมีแผ่นแป้งที่ผ่านการตัดเป็นรูปวงกลมอยู่ตรงกลางให้ติดกันในระหว่างการอบและการทอด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะรูปร่างเหมือนกัน



ภาพที่ 3 กดแผ่นแป้งด้วยพิมพ์กดรูปวงกลม



ภาพที่ 4 แผ่นแป้งหลังการกดด้วยพิมพ์



ก.



ข.

ภาพที่ 5 การขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ 2 แผ่นประกบกัน



ภาพที่ 6 แผ่นแป้งหลังการขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ 2 แผ่นประกบกัน

จากการผลิตแม่พิมพ์ขึ้นรูปทั้ง 3 วิธี คือ (1) การใช้มุ้งลวด (2) การใช้ท่อสแตนเลส และ (3) การใช้แผ่นอะลูมิเนียม พบว่า การใช้แผ่นอะลูมิเนียม ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม คือ มีขนาดรูปร่างเหมือนกันมากที่สุดสำหรับการผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบแบบขึ้นรูป

3.5.3 คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ

สูตรต้นแบบและกระบวนการผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบแบบขึ้นรูป (จากการศึกษาเบื้องต้น)

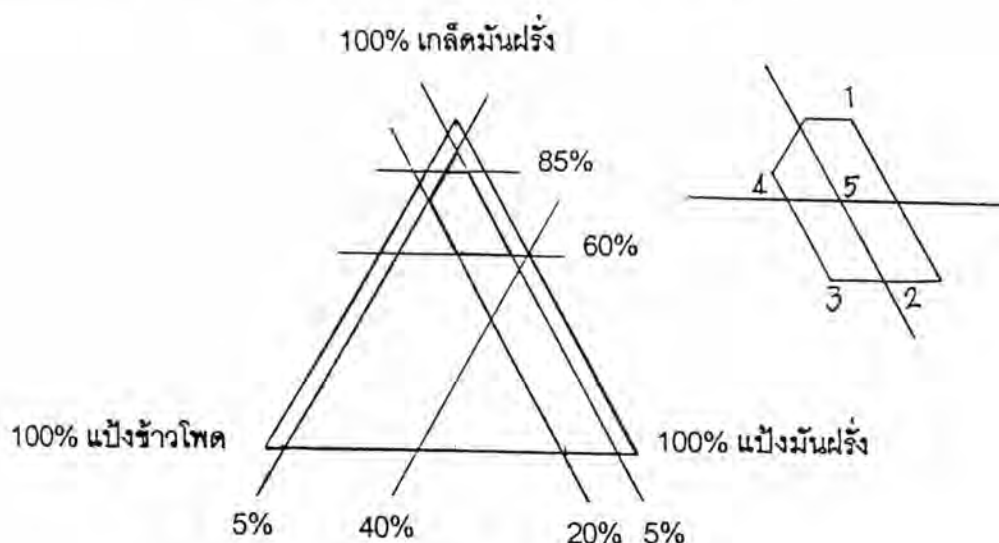
เกล็ดมันฝรั่ง	47.0 g	37.6 %
แป้งมันฝรั่ง	5.0 g	4.0 %
แป้งข้าวโพด	7.0 g	5.6 %
เกลือ	2.0 g	1.60 %
น้ำตาลเด็กโตรส	1.0 g	0.80 %
น้ำ	63.0 g	50.40 %

วิธีผลิต

ร่อนเกล็ดมันฝรั่ง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด เกลือ น้ำตาลเด็กโตรสร่วมกัน จากนั้นนำมาขนาดผสมกับน้ำให้เข้ากันด้วยหัวตีรูปใบไม้ ที่มีความเร็วต่ำที่สุดของเครื่อง จนส่วนผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เวลานานวด 30 นาที นำก้อนแป้งที่ได้มารีดเป็นแผ่น ด้วยเครื่องรีดแผ่นแป้ง โดยให้ความห่างของลูกกลิ้งอยู่ที่เบอร์ 6 ซึ่งจะได้แผ่นแป้งที่มีความหนา 0.75

มิลลิเมตร ใช้พิมพ์กดรูปวงกลม กดแผ่นแป้งออกเป็นขนาดตามพิมพ์ นำมาวางในแม่พิมพ์ขึ้นรูป อบไล่ความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน ที่ 50°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทอดแบบน้ำมันท่วม ที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 10 วินาที หลังจากทอดเสร็จแล้วนำวางไว้บนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำมัน ประมาณ 5 นาที แล้วนำมาวางบนกระดาษซับมันอีก 5 นาที ได้เป็นผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดกรอบแบบขึ้นรูป

แปรปริมาณเกล็ดมันฝรั่ง 60 – 85 % แป้งมันฝรั่ง 5 – 40 % แป้งข้าวโพด 5 – 20 % ใช้ mixture design (Hare, 1974) ในการพัฒนาตามรูปที่แสดงข้างล่าง



จากพื้นที่ที่เป็นไปตามข้อกำหนด เลือกทดลอง 6 ตัวอย่าง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณเกล็ดมันฝรั่ง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด ที่แปรโดย mixture design

ตัวอย่าง	เกล็ดมันฝรั่ง (%)	แป้งมันฝรั่ง (%)	แป้งข้าวโพด (%)
1	85	5	10
2	60	30	10
3	60	20	20
4	75	5	20
5	70	15	15
6	80	8	12

หมายเหตุ สูตรที่ 6 คือสูตรต้นแบบ

เลือกสูตรมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบที่ดีที่สุดโดยวิเคราะห์

ปริมาณความชื้นก่อนทอด หลังทอด

ค่าความแข็ง (hardness)

ค่าสี (L, a, b)

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 3 ซ้ำ

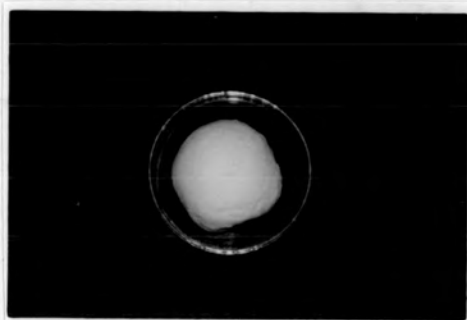
ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ความกรอบ และความชอบรวม โดยวิธี Scoring Test ใช้แบบสอบถามชนิด Quantitative Descriptive Analysis with Scoring (QDA) ซึ่งมีช่วงคะแนน 1-10 โดย 10 คะแนน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด และคะแนนต่ำกว่า 5 หมายถึง ไม่มีลักษณะที่ดี และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ (แบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ง.1) โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์จำนวน 15 คน วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ทดลอง 2 ซ้ำ

กระบวนการผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบมีลำดับขั้นตอนดังนี้
ดัดแปลงจาก Smith (1968)

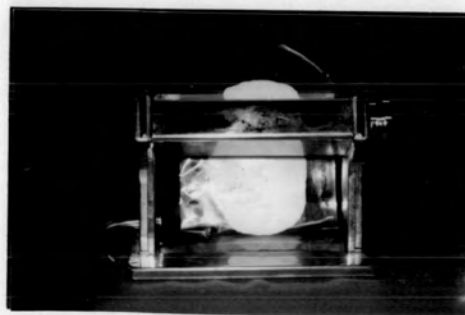
1. ผสมเกล็ดมันฝรั่ง แป้งมันฝรั่ง
แป้งข้าวโพด น้ำตาลเด็กโทรส เกลือ
และน้ำ เป็นเวลา 30 นาที
ได้เป็นก้อนโด



2. ก้อนโดหลังนวด



3. รีดเป็นแผ่นบางขนาด 0.75 มิลลิเมตร
ด้วยเครื่องรีดแผ่นแป้ง



4. กดแผ่นแบ่งด้วยพิมพ์กดรูปวงกลม
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร



5. ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ 2 แผ่นประกบกัน
วางบนตะแกรง คลุมด้วยผ้าขาวบาง
ชุบน้ำพอหมาดๆ เพื่อรอบ



6. อบให้มีความชื้น 30-40% ด้วยตู้อบลมร้อน
ที่อุณหภูมิ 45 °C เวลา 90 นาที





รูปที่ 9. ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดพืช



รูปที่ 8. ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดพืช



รูปที่ 7. ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดพืชในอุณหภูมิ 190°C เวลา 12 วินาที

3.5.4 ศึกษาการเตรียมแผ่นแป้งก่อนทอด

ศึกษาการเตรียมแผ่นแป้งก่อนทอด 3 วิธี คือ (1) การเตรียมแผ่นแป้งแล้วทอดเลย (2) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 3 ชั่วโมง (3) อบที่ 40 °C เวลา 2 ชั่วโมง ผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบแบบขึ้นรูปโดยใช้สูตรที่คัดเลือกได้และกระบวนการผลิตตามข้อ 3.5.3

เลือกวิธีการเตรียมแผ่นแป้งก่อนทอดที่ดีที่สุดโดยวิเคราะห์

ปริมาณความชื้นก่อนทอด หลังทอด

ปริมาณไขมัน

ค่าสี (L, a, b)

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 4 ซ้ำ

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส การอมน้ำมัน ความกรอบ และความชอบรวม โดยวิธีเดียวกับข้อ 3.5.3 (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ง.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์จำนวน 15 คน วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.5.5 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้ง

นำอัตราส่วนเกล็ดมันฝรั่ง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด ที่ได้จากข้อ 3.5.3 และวิธีการเตรียมแผ่นแป้งก่อนทอดที่ได้จากข้อ 3.5.4 มาศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการอบเพื่อให้ความชื้นอยู่ในช่วง 30 – 40 % ด้วยตู้อบลมร้อน โดยแปรวิธีการทดลองดังนี้

แปรอุณหภูมิที่ใช้ในการอบเป็น 3 ระดับคือ 35 , 40 และ 45 °C

แปรเวลาที่ใช้ในการอบเป็น 3 ระดับคือ 90 , 105 และ 120 นาที

เลือกอุณหภูมิและเวลาในการอบที่ดีที่สุดโดยวิเคราะห์

ปริมาณความชื้นก่อนทอด หลังทอด

ปริมาณไขมัน

ค่าความแข็ง

ค่าสี (L, a, b)

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial Experiment Design ขนาด 3x2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 2 ซ้ำ

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส การอมน้ำมัน ความกรอบ และความชอบรวม โดยวิธีเดียวกับข้อ 3.5.3 ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์จำนวน 15 คน วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.5.6 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอด

นำแผ่นแป้งที่เตรียมตามอัตราส่วนเกล็ดมันฝรั่ง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด จากข้อ 3.5.2 มาอบด้วยตู้อบลมร้อนตามสภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.5.5 แล้วนำมาศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอด โดยแปรวิธีการทดลองดังนี้

แปรอุณหภูมิที่ใช้ในการทอดเป็น 2 ระดับคือ 185 และ 190 °C

แปรเวลาที่ใช้ในการทอดเป็น 3 ระดับคือ 10, 12 และ 14 วินาที

เลือกอุณหภูมิและเวลาในการทอดที่ดีที่สุดโดยวิเคราะห์

ปริมาณความชื้นก่อนทอด หลังทอด

ปริมาณไขมัน

ค่าความแข็ง

ค่าสี (L, a, b)

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment Design ขนาด 2 x 3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 3 ซ้ำ

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส การอมน้ำมัน ความกรอบ และความชอบรวม โดยวิธีเดียวกับข้อ 3.5.3 ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์จำนวน 15 คน วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial

Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.5.7 ศึกษาการปรับปรุงรสชาติของมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบแบบขึ้นรูป

ผลิตมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบแบบขึ้นรูปตามสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เลือกได้จากข้อ 3.5.3-3.5.6 โดยแปรกลิ่นรสที่เดิมเป็น 4 ชนิด คือ กลิ่นรสบาร์บีคิว กลิ่นรสไก่ กลิ่นรสต้มยำ และกลิ่นรสใบกระเพรา ในปริมาณ 0.5 % ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เปรียบเทียบกับการไม่เติมกลิ่นรส

เลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดโดย ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ คือ สี กลิ่นรส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์จำนวน 15 คน ใช้แบบทดสอบชนิด Hedonic Scale (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ง.3) ช่วงระดับความชอบ 1-9 โดย 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด 1หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และต่ำกว่า 5 หมายถึงผู้บริโภคไม่ยอมรับ วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (Cochran and Cox, 1992) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.5.8 ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบแบบขึ้นรูป

นำผลิตภัณฑ์มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบแบบขึ้นรูปที่ผ่านการเติมกลิ่นรสที่เลือกได้จากข้อ 3.5.7 มาตรวจสอบคุณภาพในด้านต่างๆ วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ดังนี้

1. คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าความแข็ง ค่า water activity
2. คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้าและเส้นใย
3. คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา

3.5.9 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และทำนายอายุการเก็บรักษาโดยวิธีเร่งสภาวะ (Accelerated Shelf – Life Testing : ASLT)

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงและทำนายอายุการเก็บรักษา โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุง OPP/PE/metallized PET/CPP บรรจุผลิตภัณฑ์ให้มีน้ำหนักถุงละประมาณ 150 กรัม ปิดผนึกถุงด้วยเครื่องปิดผนึกชนิดให้ความร้อน เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ อุณหภูมิต่ำ (30 – 35 °C) 45 และ 55 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิเร่งในตู้ป่น นำผลิตภัณฑ์ที่เก็บในทุกสภาวะมาตรวจสอบคุณภาพทุก 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์

ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ค่า water activity (a_w) ค่าสี (L, a, b) ค่าความแข็ง ปริมาณกรดไขมันอิสระ (TBA) ปริมาณความชื้น ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเลือกคุณภาพที่เป็นจุดวิกฤติในการทำนายอายุการเก็บรักษา คือ สี กลิ่นรส ความกรอบ การยอมรับรวม โดยวิธีเดียวกับข้อ 3.5.3 (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ง.4) ทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นคำนวณอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ จาก

The Arrhenius Model หรือ Q_{10} Model (Labuza and Schmidl, 1985)

$$Q_{10} = \frac{\theta_s(T)}{\theta_s(T+10)}$$

$\theta_s(T)$ คือ อายุการเก็บของตัวอย่าง ณ อุณหภูมิที่ T

$\theta_s(T+10)$ คือ อายุการเก็บของตัวอย่าง ณ อุณหภูมิที่ T+10

สำหรับอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต้องการทราบ หาจากสูตร

$$Q_{10}^{\Delta} = \frac{\theta_s(T_1)}{\theta_s(T_2)}$$

$\theta_s(T_1)$ คือ อายุการเก็บที่อุณหภูมิ T_1

$\theta_s(T_2)$ คือ อายุการเก็บที่อุณหภูมิ T_2

Δ คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิ T_1 และ T_2