

บทที่ 3

การทดลอง

วัตถุดิบ

- ปลายข้าวเจ้า (โรงสีข้าว จังหวัดนครนายก)
- MDCM (บริษัทสหฟาร์ม จำกัด)
- น้ำตาลทราย (บริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด)
- สารปรุงแต่งกลิ่นรส (บริษัท Bush Boake Allen จำกัด)

สารเคมี

- boric acid (A.R.)
- copper sulfate (A.R.)
- glacial acetic acid (A.R.)
- hydrochloric acid (A.R.)
- petroleum ether (A.R.)
- potassium sulfate (A.R.)
- sodium bicarbonate (food grade)
- sodium hydroxide (A.R.)
- sulfuric acid (A.R.)
- 2-thiobarbituric acid (L.R.)

อุปกรณ์

- เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200S)
- เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius, 1907 MPB)

- Magnetic stirrer (Magneto agitator 8BS, A-50)
- เครื่องเอกซเรย์คอรัชันชนิดกรูคู (Berstorff ZE 25X33D)
- เตาเผา (Fumace Carbolite, MEL 11-2)
- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Shimadzu UV-240)
- เครื่องผสมกลั่นรต
- ตู้อบลมร้อน (ตู้อบกล้วยน้ำไท)
- เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (WTB binder, Model B 53)
- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน (Kjeldatherm and Vapodest 1, Gerhardt, KT 85)
- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet Apparatus)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA-XT2i)

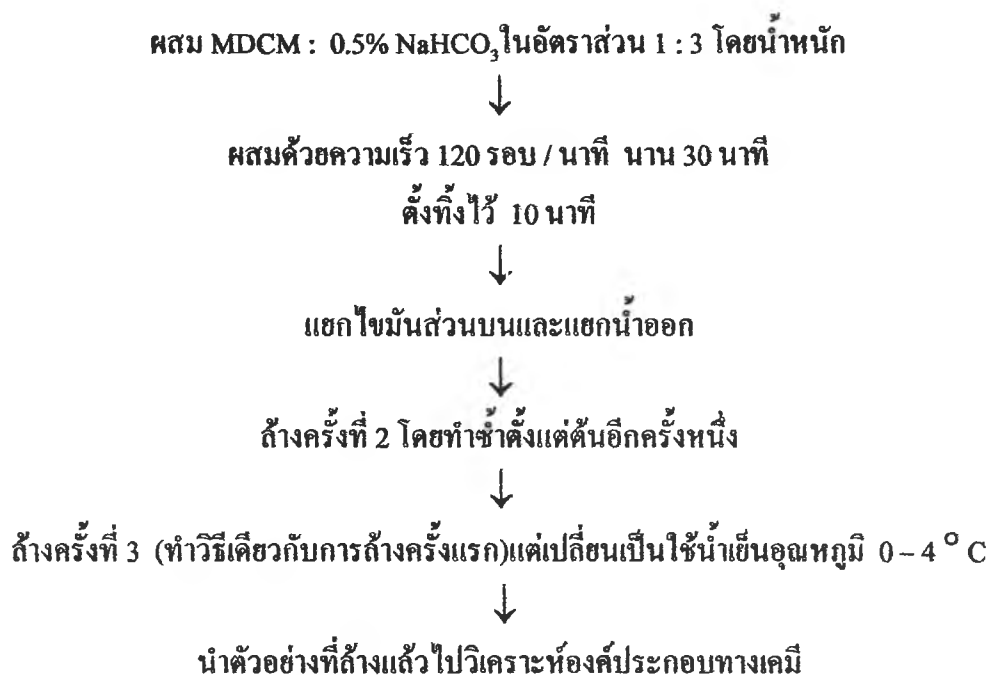
ลักษณะบรรจุ

- ถุง orientation polypropylene / dry metallized / cast propylene (OPP / Dry / MCPP) ขนาด 13 × 21 ตารางเซนติเมตร หนา 0.7 ไมครอน
- ถุง orientation polypropylene / metallized polyester / cast polypropylene (OPP / MPEP / CPP) ขนาด 13 × 21 ตารางเซนติเมตร หนา 1.0 ไมครอน

วิธีทดลอง

3.1 ปรับปรุงคุณภาพของ MDCM

เนื่องจาก MDCM มีลักษณะเป็นเนื้อละเอียด มีสีเข้ม ปริมาณไขมัน แคลเซียมสูงกว่าเนื้อไก่ธรรมดา ในการใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนใช้ โดยการทดลองนี้ใช้วิธีการปรับปรุงคุณภาพ MDCM โดยการล้าง MDCM ด้วยสารละลาย 0.5% sodium bicarbonate (NaHCO_3) ตามวิธีของ Yang และ Froning (1992) มีขั้นตอนดังนี้



3.2 วิเคราะห์ห้องปฏิบัติการของวัตถุดิบ

วิเคราะห์ห้องปฏิบัติการของ MDCM ชนิดไม่ล้าง MDCM ชนิดล้าง และปลายข้าวเจ้า สมบัติที่วิเคราะห์ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และ ไขมัน (A.O.A.C.,1990) (วิธีวิเคราะห์ที่แสดงในภาคผนวก ก.1 - ก.3)

3.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

การเตรียมวัตถุดิบ

- ปลายข้าวเจ้า นำมาไม่ให้ละเอียดแล้วคัดขนาดโดยร่อนด้วยตะแกรงขนาด 30 เมส
- MDCM ชนิดไม่ล้าง และ MDCM ที่ผ่านการล้าง นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C จนเหลือความชื้น 10% นำมาบ่นให้มีขนาดเล็กลง แล้วคัดขนาดโดยร่อนด้วยตะแกรงขนาด 30 เมส

3.3.1 เปรียบเทียบสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ MDCM ชนิดไม่ล้าง และ MDCM ชนิดล้าง

ศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ MDCM ทดแทนปลายข้าวเจ้าในสูตร โดยใช้ MDCM ชนิดไม่ล้างและล้าง ทดแทนปริมาณปลายข้าวเจ้า 10% โดยใช้กรรมวิธีการผลิตดังนี้
ผสมวัตถุดิบที่เตรียมไว้ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม เป็นเวลา 2 นาที



ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องเอกซ์ทราเคอร์

(ความชื้น 12% , ความเร็วรอบสกรู 300 รอบ / นาที และ อุณหภูมิแบร์เรล 130 ° C)



อบที่อุณหภูมิ 80 ° C เป็นเวลา 5 นาที

- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ สมบัติที่วิเคราะห์ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมัน (A.O.A.C.,1990) (ภาคผนวก ก.1 – ก.3)
- วัดค่าลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความหนาแน่นปรากฏ อัตราการพองตัว และแรงตัดขาด (ภาคผนวก ก.6 – ก.8)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่าลักษณะทางกายภาพ ใช้การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทดลอง 6 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Processing System (SPS) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox , 1957

- ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัส โดยใช้แบบสอบถามชนิด Quantitative Descriptive Analysis (QDA) with Scaling ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test

3.3.2 หาปริมาณ MDCM ที่เหมาะสมที่ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์

ทดลองแปรปริมาณ MDCM ชนิดที่เลือกได้ในข้อ 3.3.1 โดยนำมาทดแทนปลายข้าวเจ้าในสูตร ทั้งนี้แปรปริมาณ MDCM เป็น 5% , 10% , 15% และ 20% และแปรปริมาณน้ำตาลเป็น 2% และ 4% ได้สูตรต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงส่วนผสมของปลายข้าวเจ้า MDCM และน้ำตาลในสูตรต่างๆ

สูตร	ปลายข้าวเจ้า (%)	MDCM (%)	น้ำตาล (%)
1	93	5	2
2	91	5	4
3	88	10	2
4	86	10	4
5	83	15	2
6	81	15	4
7	78	20	2
8	76	20	4

- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ สมบัติที่วิเคราะห์ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมัน (A.O.A.C.,1990)
 - วัดค่าลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความหนาแน่นปรากฏ อัตราการพองตัว และแรงตักขาด
- การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่าลักษณะทางกายภาพ ใช้การวางแผนการทดลองแบบ CRD ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox , 1957)
- ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัส โดยใช้แบบสอบถามชนิด QDA with Scaling ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test

3.4 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิต

จากสูตรที่เลือกได้ในข้อ 3.3.2 นำมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต โดยศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการผลิต 3 ชนิด คือ ความชื้นของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าเครื่อง ความเร็วรอบของสกรู และ อุณหภูมิของแบร์เรล วางแผนการทดลองแบบ Box and Behnken design แปรปัจจัยทั้ง 3 ที่ระดับต่างๆ ดังนี้

- ความชื้นที่ระดับ 14 % , 15 % และ 16 %
- ความเร็วของสกรูที่ระดับ 250 , 300 และ 350 รอบ / นาที
- อุณหภูมิของแบร์เรลที่ระดับ 120 , 130 และ 140 °C

ได้สภาวะในการทดลองทั้งหมด 15 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสภาวะต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต

สภาวะการผลิต	ความชื้น (%)	ความเร็วรอบ (รอบ / นาที)	อุณหภูมิ (°C)
1	14	250	130
2	16	250	130
3	14	350	130
4	16	350	130
5	14	300	120
6	16	300	120
7	14	300	140
8	16	300	140
9	15	250	120
10	15	300	120
11	15	250	140
12	15	350	140
13	15	300	130
14	15	300	130
15	15	300	130

นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้สภาวะการผลิตดังกล่าวแต่ละตัวอย่าง มาวัดค่าความหนาแน่นปรากฏ อัตราการพองตัว และแรงตัดขาด นำค่าที่วัดได้มาสร้างสมการความสัมพันธ์กับตัวแปรสภาวะการผลิตโดยวิธี Multiple Regression สร้างสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบสมการดังนี้

$$Y = B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + B_{33}X_3^2 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3$$

- เมื่อ X_1 = ความชื้นของวัตถุดิบ (%)
 X_2 = ความเร็วรอบของสกรู (รอบ/นาที)
 X_3 = อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)
 $B_1 \dots B_n$ = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชัน
 Y = ค่าตอบสนองที่ได้จากการทดลอง

จากสมการที่ได้นำมาสร้างกราฟ contour plot โดยโปรแกรมสำเร็จรูป statgraphics โดยให้ความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบคงที่ ที่ 14% , 15% และ 16% ซ้อนกราฟที่ได้เพื่อเลือกสภาวะการผลิตที่เหมาะสม โดยใช้ค่าความหนาแน่นปรากฏ อัตราการพองตัว และแรงตัดขาด ในช่วงของผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกณฑ์การเลือก นำสภาวะที่เลือกได้ และสูตรที่ได้จากข้อ 3.3.2 มาทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ แล้ววัดค่าลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความหนาแน่นปรากฏ อัตราการพองตัว และแรงตัดขาด การวิเคราะห์ค่าลักษณะทางกายภาพเหล่านี้ ใช้การวางแผนการทดลองแบบ CRD ทดลอง 4 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้แบบทดสอบชนิด 9-Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.5 ศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

ผลิตผลิตภัณฑ์โดยใช้สูตรที่เลือกได้ในข้อ 3.3.2 และสภาวะการผลิตที่เหมาะสมในข้อ 3.4 แล้วเคลือบด้วยสารปรุงแต่งกลิ่นรส (flavors) ที่เป็นที่นิยมในท้องตลาด และเหมาะสมที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารว่างรวม 6 ชนิด คือ ปลา บาร์ บี คิว ไข่ พืชจำ paprika และ sweet paprika ใช้ผู้ทดสอบ 50 คน โดยให้ผู้ทดสอบเรียงลำดับความชอบด้วยวิธี Ranking test วิเคราะห์ผลคะแนนที่ได้ และแปลงคะแนนโดยเปลี่ยนคะแนนตามวิธีของ Larmond (1982) และทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ใช้ในวิธีทั้ง 2 วิธี โดย Tukey 's test

วิธีเคลือบสารปรุงแต่งกลิ่นรส

<u>ส่วนผสม</u>	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	87%
	สารปรุงแต่งกลิ่นรส	8%
	น้ำมันพืช	5%

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ใส่ในถังผสม



สเปรย์น้ำมันพืชลงในถังผสม แล้วตามด้วยสารปรุงแต่งกลิ่นรส



ให้ส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากัน โดยใช้เวลาผสมนาน 2 นาที

3.6 ทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

จากสูตร สภาวะการผลิต และกลิ่นรสที่เลือกในข้อ 3.3.2 3.4 และ 3.5 นำมาผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ทดสอบการยอมรับโดยใช้ผู้บริโภค อายุระหว่าง 10 – 15 ปี จำนวน 100 คน ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวม ใช้แบบทดสอบชนิด 9 – Point Hedonic Scale วางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test

3.7 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่พัฒนาได้

นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่พัฒนาได้มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C.,1990) (วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก.1 – ก.4)

3.8 ศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่พัฒนาได้มาบรรจุในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงที่ทำจากฟิล์ม OPP / Dry / MCPPE และ OPP / MPEP / CPP วิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงทุกสัปดาห์เป็นเวลา 3 เดือน ได้แก่ ความชื้น ค่าTBA (ภาคผนวก ก.5) และแรงต้านทาน วางแผนการทดลองแบบ CRD ทดลอง 3 ซ้ำ

ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้แบบทดสอบชนิด 9-Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบทั้งฝึกฝนจำนวน 15 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test