

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 แป้งสาลีชนิดพิเศษ ตราบัวแดง
- 1.2 แป้งข้าวหอมมะลิ ตราปทุม ไช้ มิลล์
- 1.3 ไข่ไก่ เบอร์ 3
- 1.4 น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ ตรามิตรผล
- 1.5 ผงฟูดับเบิ้ลแอ็คชั่น ตราอิมพีเรียล
- 1.6 อิมัลซิไฟอิง เอเจนต์ ตราเอสพี
- 1.7 สีผสมอาหาร สีเขียวแอปเปิ้ล ตราเสวีวัฒน์
- 1.8 กลิ่นผสมอาหาร กลิ่นใบเตย ตราเสวีวัฒน์

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตขนมสาเล่

- 2.1 เครื่องครัว
- 2.2 ถาดสี่เหลี่ยมขนาด 10 x 10 นิ้ว
- 2.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 2.3 เครื่องตีผสม

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ

3.1 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 เครื่องวัดค่า a_w (Water activity) ยี่ห้อ Thermoconstanter รุ่น TH 200 บริษัท Novasina Ltd. ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.1.2 เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM 3500 d ประเทศญี่ปุ่น

3.1.3 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ Lloyd รุ่น TA 500 บริษัท Intro Enterprise Co.,Ltd.

3.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.1 เครื่องวิเคราะห์หาเส้นใย (FIWE extraction unit for determining raw fiber content)

3.2.2 เตาเผาถ่าน (Burn – out furnaces) รุ่น Jelrus temp – Master L series บริษัท Jelrus Dental Products Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.3 เครื่องย่อยโปรตีน (Digestion system 20)

3.2.4 เครื่องกลั่นโปรตีน (Kjeltec system 1002 distilling unit)

3.2.5 เครื่องมือชุดวิเคราะห์ไขมัน

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

เครื่องมือชุดวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด ยี่ห้อและราทั้งหมด

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล

4.1 แบบสอบถาม

4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

4.3 โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการ

1. **สำรวจตลาดและคุณภาพของขนมสาหร่ายที่มีจำหน่ายในท้องตลาด. **สำรวจความต้องการและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมสาหร่ายและขนมสาหร่ายจากแป้งสาหร่ายผสมแป้งข้าวหอมมะลิ****

1.1 **สำรวจความต้องการและพฤติกรรมด้านแหล่งที่ซื้อ** เหตุผลในการเลือกซื้อ ปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อขนมสาหร่าย ค่าใช้จ่าย ความถี่ในการบริโภค ภาชนะบรรจุ สิ่งที่ต้องปรับปรุง เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสาหร่ายผสมแป้งข้าวหอมมะลิ ทำการสอบถามกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายอายุ 15 ปีขึ้นไปจำนวน 200 คน สุ่มตัวอย่างโดยใช้โควตา (Quota Sampling) โดยแบ่งตามเพศ กลุ่มละเท่าๆกันจำนวนกลุ่มละ 100 คน

1.2 **สำรวจตลาดเพื่อสุ่มตัวอย่างขนมสาหร่ายมาวิเคราะห์คุณภาพต่อไป** ซึ่งสถานที่ที่ดำเนินการสำรวจ ประกอบไปด้วย จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดกรุงเทพมหานคร การสุ่มผลิตภัณฑ์และสถานที่จัดจำหน่ายขนมสาหร่าย ทำการสำรวจชื่อยี่ห้อและสถานที่จัดจำหน่าย น้ำหนัก ขนาด ราคา ลักษณะของเนื้อขนม และภาชนะบรรจุของขนมสาหร่ายที่จำหน่ายในท้องตลาด

1.3 **ตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมสาหร่ายที่จำหน่ายในท้องตลาด** ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดย ใช้วิธี 9 – point Hedonic Scale Scoring Test (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข) วัดค่าความชอบที่มีต่อความชอบรวมของผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 **ตรวจคุณภาพทางกายภาพของขนมสาหร่ายที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยวิเคราะห์คุณภาพดังนี้**

1.4.1 **ค่าปริมาตรจำเพาะ** โดยวิธี rapseed displacement ใช้เมล็ดงาในการแทนที่ดัดแปลงตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) มอก. 374 – 2534 ตัดตัวอย่างขนาด 1/8 ของตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก1)

1.4.2 ค่า a_w วิเคราะห์ด้วยเครื่อง water activity ในตัวอย่างบดเป็นผง ใส่ในตลับวัด ค่าประมาณ 1/3 ของตลับ วัดค่าตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก2)

1.4.3 ค่าสี ในระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter ค่าที่วัดได้แก่ค่า L^* (ค่าความสว่างมีค่า 0 - 100), a^* (+ หมายถึงค่าสีแดง, - หมายถึงสีเขียว), b^* (+ หมายถึงสีเหลือง, - หมายถึงสีน้ำเงิน) และ h^* (ตำแหน่งมุมของเนื้อสีหลัก, $h^* = 0$ องศา หรือ 360 องศา หมายถึงสีแดง, $h^* = 90$ องศา หมายถึงสีเหลือง, $h^* = 180$ องศา หมายถึงสีเขียว, $h^* = 270$ องศา หมายถึงสีน้ำเงิน) ทำการวัดโดยตัดตัวอย่างขนาด 30x30x17 มิลลิเมตร วัดค่าตัวอย่างละ 10 ซ้ำ (ภาคผนวก ก3)

1.4.4 ด้านเนื้อสัมผัส โดยเครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 หัวที่ใช้วัดเป็นแบบ plate ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ทำการกดลงไป เป็นระยะทางร้อยละ 60 ของความสูงของตัวอย่าง (ขนาดตัวอย่าง 30x30x17 มิลลิเมตร) ความเร็วที่ใช้ในการวัดค่าคือ 20 มิลลิเมตรต่อวินาที วัดตามวิธี Cycle Test ใช้สูตรคำนวณของ Kaletunc *et al.* (1991) คำนวณค่า ระดับความสามารถในการคืนตัวกลับสู่สภาพเดิม (Degree of Elasticity) และวัดค่าเค้าโครงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วย Texture Profile Analysis (TPA) ดัดแปลง วิธีของ Barrett *et al.* (2000) ค่าที่ได้จากการวัดประกอบด้วยค่าความแข็ง (hardness) ค่าการเกาะตัวรวมกัน (cohesiveness) ค่าอัตราการคืนตัวกลับ (springiness index) และค่าพลังงานในการเคี้ยว (chewiness) ทำการวัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำ (ภาคผนวก ก4)

คัดเลือกตัวอย่างที่ได้คะแนนความชอบรวมมากที่สุด เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการพัฒนาขั้นต่อไป

ผลการทดลองในข้อ 1.1 – 1.4 จะนำมาทำการกำหนดแนวคิดของผลิตภัณฑ์จากผลการสำรวจความต้องการและพฤติกรรมด้านต่างๆที่มีต่อขนมสาลี่ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไป

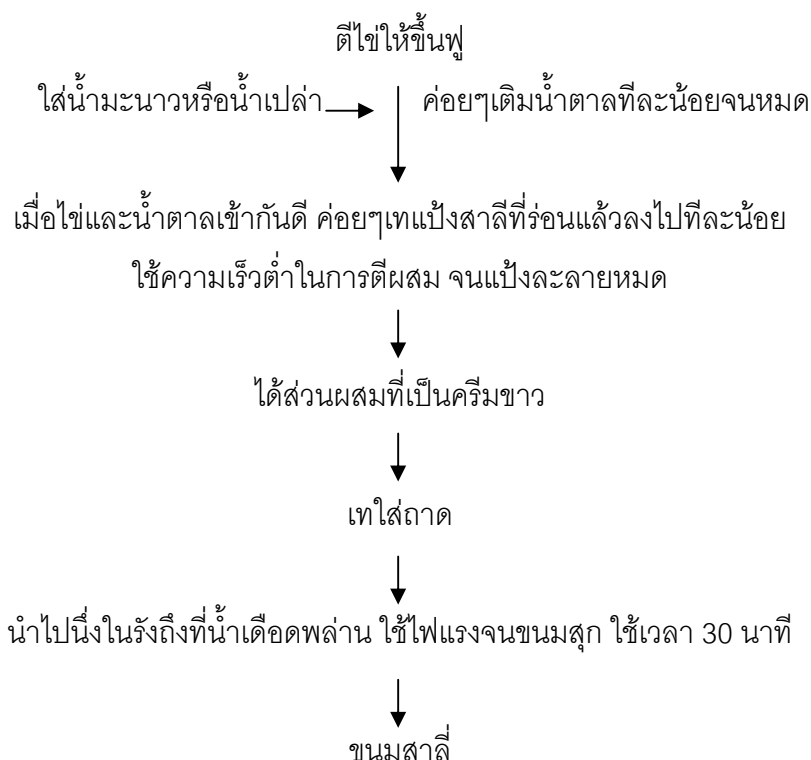
2. การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิต

2.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

คัดเลือกสูตรพื้นฐานจากสูตรที่มีอยู่ 3 สูตร โดยสูตรของขนมสาลี่ทั้ง 3 แสดงในตารางที่ 2 จากสูตรได้มีการดัดแปลงใช้ไข่ไก่แทนไข่เป็ดเพื่อลดความคาวของขนมสาลี่ที่เกิดจากไข่เป็ด (ยิ่งศักดิ์, 2543) สำหรับกรรมวิธีการผลิตขนมสาลี่ ทำโดยร่อนแป้งสาลี 3 ครั้ง ต่อยไข่ใส่ชาม ตีไข่ให้ขึ้นฟู ใช้ความเร็วสูงในการตีไข่ ขณะที่ตีค่อยๆ ใส่น้ำตาลทีละน้อยจนหมด พอน้ำตาลและไข่เข้ากันดีค่อยๆ เทแป้งใส่ลงไปทีละน้อย ขณะที่เทแป้งก็ตีไข่ไปเรื่อยๆ จนเป็นครีมข้นขาว โดยในขั้นตอนการใส่แป้งใช้ความเร็วต่ำในการตี ใส่กลิ่นและสี เทใส่ถาดที่รองด้วยกระดาษรองขนม นำไปนึ่งในรังถึงที่ตั้งไฟเดือดพล่าน นึ่งไฟแรงจนขนมสุก ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ป้อนกันหน้าขนมโดนน้ำโดยวางกระดาษก่อนปิดฝารังถึง หรือห่อฝารังถึงด้วยผ้าขาวบาง (ดัดแปลงจาก เพ็ญแข, 2545) กรรมวิธีการผลิตดังแสดงในภาพที่ 9

ตารางที่ 2 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
แป้งสาลี	26.45	42.06	34.62
ไข่ไก่	47.00	29.60	30.76
น้ำตาลทราย	26.45	28.04	34.62
น้ำมะนาว	0.10	0.00	0.00
น้ำเปล่า	0.00	0.30	0.00
ที่มาของสูตร	สำนักพิมพ์แม่บ้าน (ม.ป.ป)	ยิ่งศักดิ์ (2543)	เพ็ญแข (2545)



ภาพที่ 9 กรรมวิธีการผลิตขนมสาลี่

ที่มา: ดัดแปลงจาก เพ็ญแข (2545)

ขนมสาลี่ที่ผลิตได้จากสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร จะนำมาวัดค่าคุณภาพดังต่อไปนี้

2.1.1 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยวัดค่าความชอบ ใช้วิธี 9 – point Hedonic Scale Scoring Test (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข) ทดสอบปัจจัยคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส, การขึ้นฟู, รสหวาน, กลิ่นรสไข่ และความชอบรวม กับผู้บริโภครวม 30 คน

2.1.2 การประเมินคุณภาพทางกายภาพของขนมสาลี่ทั้ง 3 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน โดยวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

2.1.2.1 ค่าปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี rapseed displacement ใช้เมล็ดงาในการแทนที่ ดัดแปลงตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) มอก. 374 – 2534 ตัดตัวอย่างขนาด 1/8 ของตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก1)

2.1.2.2 ค่า a_w วิเคราะห์ด้วยเครื่อง water activity ในตัวอย่างบดเป็นผง ใส่ในตลับวัดค่าประมาณ 1/3 ของตลับ วัดค่าตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก2)

2.1.2.3 ค่าคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 ตามวิธีในข้อ 1.4.4 วัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำ (ภาคผนวก ก4)

นำค่าคุณภาพทางกายภาพซึ่งประกอบด้วยค่า ปริมาตรจำเพาะ, a_w และค่าคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสมาจัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis เปรียบเทียบกับค่าคุณภาพของขนมสาลี่ต้นแบบเพื่อทำการจัดกลุ่มในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน และทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานโดยคัดเลือกจากสูตรที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือขนมสาลี่เอกชัย เป็นสูตรพื้นฐานใช้ในการพัฒนาขั้นต่อไป

2.2 การศึกษาหาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ

2.2.1 การวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งสาลีที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วนต่างๆ

วิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งสาลีที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) รุ่น 4D ตามวิธีของ Newport Scientific (1995) บันทึกค่าต่างๆดังต่อไปนี้ อุณหภูมิที่เม็ดแป้งเริ่มเกิดการพองตัว หรือเรียกว่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่ทำให้เกิดเจลลิตีไนซ์ (pasting temperature) ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ค่าความหนืดต่ำสุด (trough) ค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ค่าผลต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (break down) และค่าความต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (setback from trough)

นำค่าคุณภาพที่วิเคราะห์ได้ มาจัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis จัดกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าใกล้เคียงกันกับแป้งสาลี เพื่อดูแนวโน้มของอัตราส่วนในการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ

2.2.2 คัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลี

2.2.2.1 คัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลี โดยทำการทดแทนที่ร้อยละ 0 – 100 ซึ่งจะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 11 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สิ่งทดลองที่ใช้ในการคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลี

สิ่งทดลองที่	ปริมาณแป้งสาลี (ร้อยละ)	ปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิ (ร้อยละ)
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90
11	0	100

นำตัวอย่างทั้ง 11 สิ่งทดลองวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

1) ค่าปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี rapseed displacement ใช้เมล็ดงาในการแทนที่ ดัดแปลงตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) มอก. 374 – 2534 ตัดตัวอย่างขนาด 1/8 ของตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก1)

2) คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 ตามวิธีในข้อ 1.4.4 วัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (ภาคผนวก ก4)

นำค่าคุณภาพที่วิเคราะห์ได้มาทำการจัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis จัดกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม (สิ่งทดลองที่ 1 ไม่เติมแป้งข้าวหอมมะลิ) และหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี PCA

2.2.2.2 การนำกลุ่มตัวอย่างที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับตัวอย่างควบคุมจากการวิเคราะห์ ในข้อ 2.2.2.1 มาทดสอบค่าคุณภาพทางด้านความชอบที่มีต่อลักษณะปรากฏ, ความหวาน, กลิ่นรส, ความนุ่ม, เนื้อสัมผัส และความชอบรวมด้วย 9 – point Hedonic Scale Scoring Test (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน คัดเลือกสิ่งทดลองที่มีคะแนนใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม และสามารถทดแทนแป้งสาลีได้มากที่สุด

2.3 การปรับปรุงคุณภาพของขนมสาลี่ที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ

2.3.1 ศึกษาอิทธิพลของวัตถุดิบเสริมและกรรมวิธีการผลิต

นำขนมสาลี่ที่ผ่านการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่ได้คัดเลือกจากการศึกษา ในข้อ 2.2 มาทำการศึกษาอิทธิพลของวัตถุดิบเสริมซึ่งประกอบด้วยผงฟูและเอสพี พร้อมทั้งศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีการผลิตควบคู่ไปด้วย โดยอิทธิพลของกรรมวิธีการผลิตที่ศึกษาได้แก่ ความเร็วที่ใช้ในการตี, เวลาในการตีผสมไขกับน้ำตาล และเวลาในการนึ่ง ใช้แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman ค่าสูงสุดและต่ำสุดของปัจจัยที่ศึกษา แสดงในตารางที่ 4 และแผนการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ค่าปัจจัยสูงสุดต่ำสุดที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของวัตถุดิบเสริมและกรรมวิธีการผลิต

ปัจจัย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
A คือ ผงฟู (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	0	5
B คือ เอสพี (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	0	5
C คือ ความเร็วที่ใช้ในการตี	ต่ำ	สูง
D คือ เวลาในการตีผสมไข่กับน้ำตาล (นาที)	10	20
E คือ เวลาในการนึ่ง (นาที)	30	60

ตารางที่ 5 การวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman สำหรับศึกษาอิทธิพลของวัตถุดิบเสริมและกรรมวิธีการผลิต

สิ่งทดลองที่	ปัจจัย A	ปัจจัย B	ปัจจัย C	ปัจจัย D	ปัจจัย E
1	+1	+1	+1	- 1	+1
2	- 1	+1	+1	+1	- 1
3	- 1	- 1	+1	+1	+1
4	+1	- 1	- 1	+1	+1
5	- 1	+1	- 1	- 1	+1
6	+1	- 1	+1	- 1	- 1
7	+1	+1	- 1	+1	- 1
8	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1

หมายเหตุ +1 คือ ค่าสูงสุด

- 1 คือ ค่าต่ำสุด

นำตัวอย่างทั้ง 8 สิ่งทดลอง มาวิเคราะห์ค่าคุณภาพดังต่อไปนี้ดังต่อไปนี้

2.3.1.1 ปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี rapseed displacement ใช้เมล็ดงาในการแทนที่ ดัดแปลงตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) มอก. 374 – 2534 ตัดตัวอย่างขนาด 1/8 ของตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก1)

2.3.1.2 คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 ตามวิธีในข้อ 1.4.4 วัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (ภาคผนวก ก4)

2.3.2 การพัฒนาสูตรขนมสาลี่จากแป้งข้าวหอมมะลิ

ทำการพัฒนาสูตรขนมสาลี่จากแป้งข้าวหอมมะลิ โดยทำการคัดเลือกจุดที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ผงฟูและเอสพี จัดสิ่งทดลองแบบ 2×2 factorial กำหนดปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือผงฟู (ร้อยละ 2 และร้อยละ 4 ของน้ำหนักแป้ง) และเอสพี (ร้อยละ 1 และร้อยละ 3 ของน้ำหนักแป้ง) ใช้แผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) ชนิด Octagon มาตรฐาน (วัดกึ่งกลางซ้ำ 4 จุด) มีสิ่งทดลองทั้งหมด 12 สิ่งทดลอง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) ชนิด Octagon มาตรฐาน (วัดกึ่งกลางซ้ำ 4 จุด) สำหรับการคัดเลือกจุดที่เหมาะสมในการใช้ผงฟูและเอสพี

สิ่งทดลองที่	ตัวแปรเดิม		ตัวแปรเข้ารหัส	
	ผงฟู (ร้อยละ)	เอสพี (ร้อยละ)	ผงฟู (X_1)	เอสพี (X_2)
1	2	1	- 1	- 1
2	4	1	+1	- 1
3	2	3	- 1	+1
4	4	3	+1	+1
5	4.414	2	+1.414	0
6	1.586	2	- 1.414	0
7	3	3.414	0	+1.414
8	3	0.586	0	- 1.414
9	3	2	0	0
10	3	2	0	0
11	3	2	0	0
12	3	2	0	0

นำตัวอย่างทั้ง 12 สิ่งทดลอง มาวิเคราะห์ค่าคุณภาพดังต่อไปนี้ดังต่อไปนี้

2.3.2.1 ปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี rapseed displacement ใช้เมล็ดงาในการแทนที่ ดัดแปลงตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) มอก. 374 – 2534 ตัดตัวอย่างขนาด 1/8 ของตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก1)

2.3.2.2 คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 ตามวิธีในข้อ 1.4.4 วัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (ภาคผนวก ก4)

2.3.2.3 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในด้านความชอบที่มีต่อความชอบรวมด้วย 9 – point Hedonic Scale Scoring Test (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

นำค่าคุณลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสที่วัดได้มาหาความสัมพันธ์กับค่าคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี PCA วิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ด้วยสมการถดถอย (regression analysis) และวิเคราะห์พื้นผิวตอบสนอง (RSM) คัดเลือกจุดที่เหมาะสมในการใช้ผงฟูและเอสพี

2.3.2 การพัฒนารวมวิธีการผลิตขนมสาลี่จากแป้งข้าวหอมมะลิ

ทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการตีผสมไข่กับน้ำตาล และเวลาในการนึ่ง ใช้การวางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial แผนการทดลองดังแสดงในตารางที่ 7 เวลาในการตีไข่ผสมกับน้ำตาล 5 และ 7 นาที ส่วนเวลาในการนึ่งกำหนดไว้ 3 ระดับ 20, 25 และ 30 นาที เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ที่มีการตีไข่กับน้ำตาล 10 นาที ใช้เวลาในการนึ่ง 30 นาที

ตารางที่ 7 แผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial สำหรับศึกษาเวลาในการตีผสมไข่กับน้ำตาล และเวลาในการนึ่ง

สิ่งทดลองที่	เวลาในการตีผสมไข่กับน้ำตาล (นาที)	เวลาในการนึ่ง (นาที)
1	5	20
2	5	25
3	5	30
4	7	20
5	7	25
6	7	30
ตัวอย่างควบคุม	10	30

นำตัวอย่างทั้ง 7 สิ่งทดลอง ไปวิเคราะห์ค่าคุณภาพดังต่อไปนี้

2.3.3.1 ปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี rapseed displacement ใช้เมล็ดงาในการแทนที่ ดัดแปลงตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) มอก. 374 – 2534 ตัดตัวอย่างขนาด 1/8 ของตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก1)

2.3.3.2 คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 ตามวิธีในข้อ 1.4.4 วัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (ภาคผนวก ก4)

นำค่าคุณลักษณะทางกายภาพมาทำการจัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis และหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี PCA

2.3.2 การพัฒนาด้านกลิ่นรสของขนมสาลี่ที่ผลิตจากแป้งข้าวหอมมะลิ

ทำการศึกษาปริมาณการใช้สีและกลิ่นรสผสมอาหาร ใช้การวางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial แผนการทดลองดังแสดงในตารางที่ 8 ปริมาณการใช้สีผสมอาหารที่ 2 ระดับคือ 1.5 และ 3.0 กรัม ส่วนปริมาณการใช้กลิ่นรสผสมอาหารที่ 3 ระดับคือ 3.0, 4.5 และ 6.0 กรัม ทดสอบความชอบที่มีต่อสีเขียว กลิ่นใบเตย และความชอบรวม ด้วย 9 – point Hedonic Scale Scoring Test (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน และคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด

ตารางที่ 8 แผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial สำหรับศึกษาปริมาณการใช้สีและกลิ่นรสผสมอาหาร

สิ่งทดลองที่	ปริมาณการใช้สีผสมอาหาร (กรัม)	ปริมาณการใช้กลิ่นรสผสมอาหาร (กรัม)
1	1.5	3.0
2	1.5	4.5
3	1.5	6.0
4	3.0	3.0
5	3.0	4.5
6	3.0	6.0

3. การตรวจสอบคุณภาพของขนมสาลี่ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

ทำการตรวจสอบคุณภาพของขนมสาลี่ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว โดยทำการตรวจสอบดังนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 ปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี rapseed displacement ใช้เมล็ดงาในการแทนที่ ดัดแปลงตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) มอก. 374 – 2534 ตัดตัวอย่างขนาด 1/8 ของตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก1)

3.1.2 ทำค่า a_w วิเคราะห์ด้วยเครื่อง water activity ในตัวอย่างบดเป็นผง ใส่ในตลับ วัดค่าประมาณ 1/3 ของตลับ วัดค่าตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ภาคผนวก ก2)

3.1.3 ค่าสีในระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter วัดค่า L^* a^* b^* h^* ทำการวัดโดยตัดตัวอย่างขนาด 30x30x17 มิลลิเมตร วัดค่าตัวอย่างละ 10 ซ้ำ (ภาคผนวก ก3) ด้วยเครื่อง Chroma Meter วัดค่า L^* a^* b^* h^*

3.1.4 คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 ตามวิธีในข้อ 1.4.4 วัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (ภาคผนวก ก4) ค่าปริมาตร จำเพาะตามวิธีของ มอก. 374 – 2534

เปรียบเทียบค่าคุณภาพทางกายภาพที่กล่าวข้างต้นกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือขนมสาลี่เอกชัย

3.2 คุณภาพทางเคมี

ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ คือความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ในอาหาร คาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์รา ตามวิธีการของ A.O.A.C (1995)

3.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบความชอบ (Acceptance Test) ของผลิตภัณฑ์ขนมสาลี่ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว ที่มีต่อสี กลิ่นในเบเตย กลิ่นรสในเบเตย ความหวาน ความนุ่ม เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้แบบสอบถามทดสอบความชอบแบบ 9 – point Hedonic Scale Scoring Test (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข) จากนั้นนำผลข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ความแตกต่าง ทำการทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 30 คน

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ใช้แบบสอบถามจำนวน 100 ชุด แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข พร้อมผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง บรรจุในกล่องพลาสติกอย่างดี ให้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไป วิเคราะห์ผลการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีทางสถิติ