



การดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีวิเคราะห์

3.1.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

- แป้งสาลี ชนิด soft flour หรือ cake flour ใช้ทำเค้ก ทรายกลบแดง
ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท แผลมทองสหการ จำกัด
- แป้งสาลี ชนิด soft flour หรือ cake flour ใช้ทำเค้กและชالاเปา
ทรายกลบเหลือง ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท แผลมทองสหการ จำกัด
- แป้งสาลี ชนิด medium flour หรือ all purpose flour ใช้ทำบะหมี่
และขนมปังหวาน ทรายหัวกวาง ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท แผลมทองสหการ จำกัด
- แป้งสาลี ชนิด hard flour หรือ bread flour ทรายกอินทรีย์
ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท แผลมทองสหการ จำกัด
- แป้งมันสำปะหลัง ทราย เอส.อาร์. ผลิตภัณฑ์จากบริษัท เจ.พี. การค้า
จำกัด
- ไข่ไก่ ซื้อจากตลาดสามย่าน
- น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ทรายมิตรผล ผลิตโดยบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด
ซื้อจากร้านสหกรณ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำกัด
- ผงฟู สูตรดับเบิลแอ็คติ้ง ทรายเบสท์ฟู้ดส์ ผลิตโดยบริษัท ซีพี/อาอี
(ประเทศไทย) จำกัด ซื้อจากร้านสหกรณ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำกัด
- นมข้นจืดรูปไม่หวาน ทรายมะลิ ผลิตโดยบริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด
ซื้อจากร้านสหกรณ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำกัด
- กลิ่นวานิลลา ทรายเรเนอร์ ผลิตโดย บริษัท โรงงาน ส.ร.ว. จำกัด ซื้อ
จากร้านสหกรณ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำกัด

- เนยชนิดเค็ม ตรากล้วยไม้ ผลิตโดยบริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด
 ชื่อจากร้านสหกรณ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำกัด

- ไขมันปาล์มผ่านกรรมวิธี (palm shortening) ตราซิลเวอร์คลาวด์
 ผลิตโดยบริษัท ซีเวอ์บราเธอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ชื่อจากร้านสหกรณ์จุฬาลงกรณ์-
 มหาวิทยาลัย จำกัด

3.1.2 อุปกรณ์

- เครื่องชั่งน้ำหนัก ชนิดละเอียด Sartorius Model A200S
- เครื่องชั่งน้ำหนัก ชนิดหยาบ Sartorius Model 1907 MP S
- ตู้อบความร้อน (hot air oven) จัดสร้างโดยศูนย์เครื่องมือ
 วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Model SC 1086
- เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน Kjeltec Model KD-02 ของ
 ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เตาเผา (furnace) Carbolite Model MEL11-2
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) Hanna Model HI.8417
- เครื่อง Brabender Farinograph
- เครื่อง Brabender Extensigraph
- เครื่อง Brabender Visco-Amylograph
- เครื่องผสม Kenwood Model A9070
- เตาอบไฟฟ้า Bompany สามารถตั้งอุณหภูมิตามต้องการได้
- เครื่องวัดความข้นหนืด Brookfield Viscometer Model RVT, ใช้

เพิ่มเบอร์ 5

- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texturometer) Lloyd Instruments
 Serial No. 2081
- Scanning Electron Microscope Model JEM-T20 ของศูนย์
 เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิมพ์ลูนีเนียมสำหรับอบขนม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร
 สูง 6 เซนติเมตร

- ถุงพลาสติก ชนิด polypropylene
- กล่องกระดาษแข็ง



3.1.3 วิธีวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

3.1.3.1 วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

- หากการดูดซึมน้ำ เวลาที่ใช้ในการผสม และดัชนีความอ่อนตัวของแป้ง โดยใช้เครื่อง Brabender Farinograph ตามวิธีของ AACC (26)
- หาความยืด และความคงทนต่อแรงยืดของโด โดยใช้เครื่อง Brabender Extensigraph ตามวิธีของ AACC (26)
- หาความข้นหนืด และอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้ง โดยใช้เครื่อง Brabender Visco-Amylograph ตามวิธีซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ AACC (26)
- หาความถ่วงจำเพาะของ batter ตามวิธีของ AACC (26)
- วัดความข้นหนืดของ batter โดยใช้ Brookfield Viscometer Model RVT, ใช้เข็มเบอร์ 5
- หาปริมาณจำเพาะของผลิตภัณฑ์ ตามวิธีซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (27)
- วัดค่าแรงกดที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้ Texturometer-Lloyd Instruments
- ตรวจสอบโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ Scanning Electron Microscope Model JEM-T20

3.1.3.2 วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

- หาปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (25)
- หาปริมาณโปรตีน โดยใช้เครื่อง Kjeltac Model KD-02(26) ตามวิธีของ AACC (26)
- หาปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AACC (26)
- วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AACC (26)
- หาปริมาณเม็ดแป้งที่ถูกทำลาย ตามวิธีของ AACC (26)

3.1.3.3 วิธีประเมินผลทางประสาทสัมผัส และวิธีการทำให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

3.1.3.3.1 วิธีประเมินทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยฝึกให้รู้จักผลิตภัณฑ์ และกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้ตามแบบสอบถามในภาคผนวก โดยใช้วิธีให้คะแนน (scoring method) ตามลักษณะต่อไปนี้

- สี (color of crust and crumb)
- กลิ่น (aroma)
- เชลหรือรูอากาศในเนื้อเค้ก (grain)
- ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)
- รสชาติ (taste)
- กลิ่นรส (flavor)

3.1.3.3.2 วิธีการทำให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ใช้วิธีให้คะแนน (scoring method) ตามลักษณะต่อไปนี้ โดยพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างมาตรฐาน

- ลักษณะภายนอก (external characteristics)
 - ปริมาตร (volume)
 - สีของเปลือก (color of crust)
 - สมมาตร (symmetry of form)
 - ลักษณะของเปลือก (character of crust)
- ลักษณะภายใน (internal characteristics)
 - เชลหรือรูอากาศในเนื้อเค้ก (grain)
 - สีของเนื้อเค้ก (color of crumb)
 - กลิ่น (aroma)
 - รสชาติ (taste)
 - ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนที่ 1 และ 2 แปรปัจจัยต่าง ๆ 2 ปัจจัย คือ ชนิดของแป้งสาลี (A) และระดับของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันสำปะหลัง (B, %) โดยแต่ละปัจจัยมีชนิดและระดับดังนี้

A	B
a_1 = แป้งเค้กชนิดที่ 1 (แป้งสาลีตรากิเลนแดง)	b_1 = 0 b_2 = 20
a_2 = แป้งเค้กชนิดที่ 2 (แป้งสาลีตรากิเลนเหลือง)	b_3 = 40 b_4 = 60
a_3 = แป้งอเนกประสงค์ (แป้งสาลีตราหัวกวาง)	b_5 = 80 b_6 = 100
a_4 = แป้งขนมปัง (แป้งสาลีตราอินทรี)	

จากนั้นจึงคัดเลือกสปีชเค้กที่ผลิตจากแป้งผสมในระดับการทดแทนที่เหมาะสมเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาต่อไปในขั้นตอนที่ 3

3.2.1 ศึกษาสมบัติของแป้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

3.2.1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณความชื้น
- ปริมาณโปรตีน
- ปริมาณเถ้า

3.2.1.2 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

3.2.1.3 ทหาปริมาณเม็ดแป้งที่ถูกทำลาย

3.2.1.4 ศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

- การดูดซึมน้ำ เวลาที่ใช้ในการผสม และดัชนีความอ่อนตัว
- ความยืด และความคงทนต่อแรงยืดของโอด
- ความขุ่นหนืด และอุณหภูมิในการเกิดเจล

3.2.2 ศึกษาผลของการใช้แป้งผสมในระดับการทดแทนต่าง ๆ ในการผลิตสปีนจ์เค้ก

ทดลองผลิตสปีนจ์เค้กโดยใช้แป้งผสมในระดับการทดแทนต่าง ๆ เป็นวัตถุดิบตามสูตรดังตารางที่ 2 (28) และวิธีผลิตต่อไปนี้

ตารางที่ 2 สูตรสปีนจ์เค้ก

ส่วนผสม	ร้อยละ ^a (โดยน้ำหนัก)
ไข่ไก่	333
น้ำตาล	156
แป้ง	100
ผงฟู	3
นม	56
กลีขนวานิลลา	3
เนยชนิดเค็ม	56

a คิดจากน้ำหนักแป้งร้อยละ 100

วิธีผลิตสปีนจ์เค้ก

1. ตีไข่กับน้ำตาลด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องผสม 5 นาที
2. ผสมด้วยความเร็วปานกลาง 2 นาที
3. เติมน้ำและผงฟูผ่านการร่อนรวมกันแล้ว ผสมด้วยความเร็วต่ำ 1 นาที
4. เติมนม กลีขนวานิลลา ผสมด้วยความเร็วต่ำ 1 นาที

5. เดิมเนยชนิดเค็มที่ผ่านการหลอมเหลว ผสมด้วยความเร็วต่ำ 1 นาที
6. แบ่ง batter ใส่พิมพ์ที่ทำไขมันและรองกระดาษไขไว้แล้ว
7. อบที่อุณหภูมิ 180°C 20 นาที
8. คว่ำพิมพ์บนตะแกรง ทิ้งให้เย็น 1 ชั่วโมง
9. บรรจุในถุงพลาสติก เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน เพื่อประเมินผลต่อไป

3.2.2.1 ประเมินผลทางกายภาพของ batter ได้แก่

- หาคความชื้นหนืด
- หาคความถ่วงจำเพาะ

3.2.2.2 ประเมินผลทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

- หาปริมาตรจำเพาะ
- วัดค่าแรงตัด

3.2.2.3 หาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์

3.2.2.4 ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.2.2.5 พิจารณาให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.2.2.1 ถึง 3.2.2.3 และ 3.2.2.5 โดยใช้ Factorial Design แบบ Asymmetric Two Factor Experiment ทำการทดลอง 2 ชั้น และวางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.2.2.4 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial Randomized Complete Block ทำการทดลอง 2 ชั้น จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (29)

3.2.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

คัดเลือกสปีนจ์เค้กที่ผลิตจากแป้งผสมในระดับการทดแทนที่เหมาะสมในข้อ

3.2.2 โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาตามลำดับดังนี้

1. คะแนนรวมของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์
2. คะแนนรวมของการให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์
3. ปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์

นำสปีนจ์ เค้กดังกล่าวมาบรรจุในกล่องกระดาษแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิห้องเย็น จากนั้นลุ่มตัวอย่างทุก 1 วัน โดยนำมาประเมินผล ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

- แร่งคัล

3.2.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

- ปริมาณความชื้น

3.2.3.3 การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.2.3.1 ถึง 3.2.3.2 โดยใช้ Factorial Design แบบ Asymmetric Two Factor Experiment ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และวางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.2.3.3 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial Randomized Complete Block ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง ตัวอย่างโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (29)