

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

1) แป้งสาคูที่มาจาก 3 จังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย ที่ผลิตในระดับชุมชน ได้แก่ แป้งสาคูจากสมาคมหยาตฝน ต.ทับเที่ยง อ.เมือง จ.ตรัง จำนวน 1 ตัวอย่าง และแป้งสาคูจาก ต.ตะลุโบ๊ะ อ.เมือง จ.ปัตตานี จำนวน 2 ตัวอย่าง จากผู้ผลิตต่างกัน ซึ่งต่อไปในรายงานจะเรียกว่า แป้งสาคูตรัง แป้งสาคูปัตตานี 1 และ แป้งสาคูปัตตานี 2 ตามลำดับ

2) แป้งสาลีเอนกประสงค์ ตราว่าว บริษัท ยูนิเด็คฟลาวมิลล์ จำกัด (ประเทศไทย)

3) ผงฟู ตราเบสท์ฟูดส์ บริษัท ยูนิลีเวอร์ เบสท์ฟูดส์ จำกัด (ประเทศไทย)

4) เนยสด ชนิดเค็ม ตราออร์คิด บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด (ประเทศไทย)

5) เนยขาว ตราเชสท์ บริษัท ลำสูง จำกัด (ประเทศไทย)

6) ไข่ไก่เบอร์ 2 ตราซีพี บริษัท วิฟู๊ดผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด (ประเทศไทย)

7) น้ำตาลทรายละเอียด ตราไดนาสตี บริษัท ไดนาสตี แปซิฟิก จำกัด (ประเทศไทย)

8) น้ำตาลไอซิ่ง ตราไดนาสตี บริษัท ไดนาสตี แปซิฟิก จำกัด (ประเทศไทย)

9) น้ำตาลทรายแดงตราข้าวทอง บริษัท อุตสาหกรรมอาหารไทย จำกัด (ประเทศไทย)

10) เชม-สวีทช็อกโกแลตชิพ ตรา Hershey's บริษัท เฮอริชีส์ ช็อกโกแลต ยูเอสเอ จำกัด (ประเทศสหรัฐอเมริกา)

11) ไซเดียมไปคาร์บอเนต ตราแม็กกาเรต บริษัท เบนแอนด์โก จำกัด (ประเทศไทย)

12) กลิ่นนมเนย ตราวินเนอร์ บริษัท เกรทฮิลล์ จำกัด (ประเทศไทย)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือการวิเคราะห์

1) เครื่องวัดค่าสี (รุ่น ColorFlex™, HunterLab, USA. และรุ่น CR300, Minolta, Japan)

2) เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) (รุ่น TA – XT2i, Stable Micro System, UK)

- 3) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-Vis spectrophotometer) (รุ่น UV-100, Unicam, UK)
- 4) เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity) (รุ่น CX2, AquaLab, USA)
- 5) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (รุ่น 1002, Tecator, Sweden)
- 6) เครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) (รุ่น S306AK, Gerhardt, Germany)
- 7) ตู้อบลมร้อน (รุ่น ED115, WTE binder, Germany)
- 8) เครื่องวิเคราะห์เถ้า (muffle furnace) (รุ่น CSF12/13, Carbolite, UK)
- 9) เครื่องสกัดเส้นใย (รุ่น 30001, Labconco, USA)
- 10) เครื่องปั่นเหวี่ยง (รุ่น universal 16/16R, Hettich Zentrifugen, Germany)
- 11) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (รุ่น BWB, Heto Lab Equipment)
- 12) กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา (รุ่น Axiostar plus, Zeiss, Germany)
- 13) เครื่อง rapid visco analyzer (รุ่น RVA Super 3, Newport Scientific, Australia)
- 14) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (รุ่น BA210S, Sartorius, Germany)
- 15) ตู้ดูดควัน (รุ่น RH 2.0 m., Flexlab, ประเทศไทย)

อุปกรณ์ในการผลิตคุกกี้

- 1) เครื่องตีผสม (รุ่น LNK 530, กลัวย่น้ำไท, ประเทศไทย)
- 2) เตาอบไฟฟ้า (รุ่น E100, ร่วมเจริญเมือง, ประเทศไทย)
- 3) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (รุ่น BA2100S, Sartorius, Germany)
- 4) อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น ถาดอบ ชาม พายยาง

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

3.3.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งสาकुและแป้งสาลี อเนกประสงค์

ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งสาकुจากแหล่งผลิตต่างๆ คือ แป้งสาकुปัตตานี 1 แป้งสาकुปัตตานี 2 และแป้งสาकुตรัง เปรียบเทียบกับแป้งสาลีอเนกประสงค์โดยสมบัติที่ศึกษามีดังนี้

3.3.1.1 สมบัติทางกายภาพของแป้ง

สมบัติทางกายภาพของแป้งที่ศึกษา ได้แก่ สีของแป้ง รูปร่างและขนาดของเม็ดแป้ง ความสามารถในการอุ้มน้ำและละลายน้ำ และกำลังการพองตัวและการละลาย รวมทั้ง

ศึกษาสมบัติด้านความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งสาคูต่อแป้งสาลีอเนกประสงค์ที่ระดับต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1.1 ค่าสี

วัดค่าสีของแป้งด้วยเครื่องวัดสี รุ่น ColorFlex™ ในระบบ CIELAB ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 โดยใส่ตัวอย่างแป้งในถ้วยใส่ตัวอย่างประมาณ $\frac{3}{4}$ ของถ้วย แล้วนำเข้าเครื่องวัดสี แสดงค่าที่วัดได้เป็น L^* a^* และ b^* โดยที่ L^* แสดงค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) จนถึง 100 (ขาว) a^* แสดงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว (ค่า + จะแสดงค่าสีแดง, ค่า - จะแสดงค่าสีเขียว) และ b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (ค่า + จะแสดงค่าสีเหลือง, ค่า - จะแสดงค่าสีน้ำเงิน)

3.3.1.1.2 รูปร่างและขนาดของเม็ดแป้ง

ศึกษารูปร่างและขนาดของเม็ดแป้งด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยวิธีหยดน้ำกลั่น 1 หยด บนแผ่น slide ใส่แป้งตัวอย่างเพียงเล็กน้อยลงบนหยดน้ำ คนให้เม็ดแป้งกระจาย ปิดหยดน้ำแป้งด้วย cover glass (ระวังอย่าให้มีฟองก๊าซ) ศึกษาลักษณะรูปร่าง และขนาดของเม็ดแป้งโดยละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายรูปและบันทึกผล

3.3.1.1.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water absorption index; WAI) และความสามารถในการละลายน้ำ (water solubility index; WSI)

ศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำ และความสามารถในการละลายน้ำตามวิธีของกล้านรงค์ และเกื้อกูล (2546) เตรียมตัวอย่างโดยการชั่งตัวอย่างแป้ง 0.5 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ใส่หลอดสำหรับปั่นเหวี่ยง (ที่ทราบน้ำหนักหลอดเริ่มต้นแล้ว) เติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แช่ในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 30 °C และเขย่าที่ความเร็วรอบ 174 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที นำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แยกส่วนใสลงในจานระเหยที่ทราบน้ำหนัก และทำการระเหยบนอ่างน้ำเดือดจนแห้ง จึงนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ตั้งทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณหาส่วนที่สามารถละลายได้ ส่วนตะกอนแป้งที่ก้นหลอดให้นำมาชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณหาความสามารถในการอุ้มน้ำของแป้ง สูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$\text{Water solubility index (WSI, \%)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น}}$$

$$\text{Water absorption index (WAI, g/g)} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนแป้งหลังการปั่นเหวี่ยง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น}}$$

3.3.1.1.4 ค่าการละลาย (solubility) และกำลังการพองตัว (swelling power)

ศึกษาค่าการละลายและกำลังการพองตัวของแป้งตามวิธีของ กล้าณรงค์ และเกื้อกุล (2546) เตรียมตัวอย่างโดยการชั่งตัวอย่างแป้ง 0.5 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ใส่หลอดสำหรับปั่นเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร (ที่ทราบน้ำหนักหลอดเริ่มต้น) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 15 มิลลิลิตร แช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 95°C เขย่าตลอดเวลา 30 นาที ด้วยอัตราเร็ว 80 รอบต่อนาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงในเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดของเหลวใสตอบนบนใ้ถ้วยอบแห้งที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 8 - 10 ชั่วโมง ตั้งทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณส่วนที่ละลายน้ำ นำส่วนที่ไม่ละลายน้ำซึ่งเหลืออยู่ในหลอดนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อหา กำลังการพองตัว โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของการละลาย} &= \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำหลังอบแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} \\ \text{กำลังการพองตัว} &= \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ไม่ละลายน้ำ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง} \times (100 - \text{ร้อยละของการละลาย})} \end{aligned}$$

3.3.1.1.5 สมบัติด้านความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งสาคุต่อ แป้งสาลีอเนกประสงค์

ศึกษาสมบัติด้านความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งสาคุต่อ แป้งสาลีอเนกประสงค์ในอัตราส่วน 0:100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20 และ 100:0 โดยน้ำหนัก แป้ง ด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA) ดัดแปลงวิธีมาจาก ICC standard method No.162 โดยชั่งน้ำกลั่นปริมาตร 25.0 ± 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในถ้วยตัวอย่าง แล้วเติมน้ำหนัก 3.0 $\pm$ 0.01 กรัม ลงไป จะได้ตัวอย่างสารละลายน้ำแป้งที่มีความเข้มข้น 12% (w/w) ใช้ใบพัดคนให้เข้ากัน จากนั้นนำถ้วยตัวอย่างเข้าเครื่อง RVA วัดที่อุณหภูมิต่างๆ โดยใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 13 นาที เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 50 °C กวนด้วยความเร็วรอบ 960 rpm เป็นเวลา 10 วินาที แล้วลดความเร็วรอบเป็น 160 rpm เป็นเวลา 50 วินาที จากนั้นเริ่มเพิ่มอุณหภูมิจาก 50°C เป็น 95°C ด้วยอัตราเร็ว 13°C/นาที เป็นเวลา 3.7 นาที และคงไว้ที่อุณหภูมิ 95°C ที่ความเร็วรอบ 160 rpm เป็นเวลา 2.5 นาที จึงลดอุณหภูมิลงเหลือ 50°C ด้วยอัตราเร็ว 13°C/นาที และคงไว้ที่อุณหภูมิ 50°C นาน 2 นาที บันทึกค่าต่างๆ ดังนี้ pasting temperature (อุณหภูมิการเกิดแป้งเปียก) peak temperature (อุณหภูมิที่เกิดความหนืดสูงสุด) peak viscosity

(ความหนืดสูงสุด) final viscosity (ความหนืดสุดท้าย) breakdown viscosity (ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด) และ setback viscosity (ความแตกต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด)

3.3.1.2 สมบัติทางเคมีของแป้ง

สมบัติทางเคมีของแป้งที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย คาร์โบไฮเดรต อะไมโลส และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.2.1 ปริมาณความชื้น

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของแป้งตามวิธีของ AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างแป้งประมาณ 2 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ลงในภาชนะอะลูมิเนียมมีฝาปิดที่ผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่ นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $130 \pm 3^\circ\text{C}$ ประมาณ 8 -10 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักเปียก (wet basis) และน้ำหนักแห้ง (dry basis) จากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักเปียก (wet basis)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

$$\text{ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักแห้ง (dry basis)} = \frac{\text{ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักเปียก} \times 100}{(100 - \text{ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักเปียก})}$$

3.3.1.2.2 ปริมาณโปรตีน

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของแป้งตามวิธีของ AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างแป้งที่ผ่านการอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ 1.0 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl tube 250 มิลลิลิตร เติม Kjeltab (1000 kjeltabs Cu/3,5, Foss Analytical AB, Sweden) 2 เม็ด เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ใส่ glass beads 2-3 เม็ด แล้วนำไปย่อยโดยใช้เครื่องย่อยโปรตีนในตู้ดูดควันโดยช่วงแรกใช้อุณหภูมิ 250°C เป็นเวลา 30 นาที เมื่อหมดฟองจึงปรับอุณหภูมิเป็น 380°C ย่อยจนสารละลายใสมีสีเขียวอ่อนหรือไม่มีสี นำออกมาตั้งทิ้งไว้จนเย็น เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำเข้าเครื่องกลั่นชุดวิเคราะห์โปรตีน เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50% ปริมาตร 75 มิลลิลิตร ใส่ปลายของเครื่องควบแน่นให้อยู่ในขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลายกรดบอริกความเข้มข้น 4% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร หยดด้วยอินดิเคเตอร์ที่ประกอบด้วย methyl red, methylene blue และ bromocresol green ประมาณ 2 หยด แล้วทำการกลั่นประมาณ 4 นาที นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (ที่ผ่านการเทียบมาตรฐานด้วยสารละลายไดโซเดียมเตตระโบเรตเคอะไฮเดรต) จนได้

สารละลายสีชมพูม่วง และทำแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละโปรตีน} = \frac{V (\text{sample-blank}) \times N \times F \times 14.007}{\text{g of sample} \times 10}$$

V = ปริมาตร (มิลลิลิตร) ของสารละลายมาตรฐานกรดกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต

N = ความเข้มข้น(นอร์มอล) ของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก

F = Kjeldahl factor = 6.25 สำหรับตัวอย่างแป้ง

14.007 = น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจน

3.3.1.2.3 ปริมาณไขมัน

วิเคราะห์ปริมาณไขมันของแป้งตามวิธีของ AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ 2 กรัม ใส่ลงในกระดาศกรงและห่อตัวอย่างใส่ลงใน thimble นำ thimble ที่บรรจุตัวอย่างใส่ลงใน Soxhlet extraction tube ที่อบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน เติมนิโตรเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ลงใน extraction tube แล้วนำ extraction tube ไปใส่ในเครื่องสกัดไขมัน สกัดเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำ extraction tube ไประเหยนิโตรเลียมอีเทอร์ออกจนหมด โดยให้ความร้อนบน hot plate ในตู้ดูดควัน เมื่อระเหยนิโตรเลียมอีเทอร์ออกหมดแล้ว นำไขมันที่สกัดได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณไขมันที่สกัดได้คิดเป็นร้อยละจากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม (น้ำหนักแห้ง)}}$$

3.3.1.2.4 ปริมาณเถ้า

วิเคราะห์ปริมาณเถ้าของแป้งตามวิธีของ AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ 2 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ใส่ในถ้วยครุชีเบล นำไปเผาบน hot plate จนหมดควัน แล้วนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C ประมาณ 2 ชั่วโมง หรือจนเป็นเถ้าสีขาว-เทา ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณเถ้าเป็นร้อยละจากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม (น้ำหนักแห้ง)}}$$

3.3.1.2.5 ปริมาณเส้นใย

วิเคราะห์ปริมาณเส้นใยของแป้งตามวิธีของ AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันและอบแห้งประมาณ 2 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ใส่ลงในบีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.25% ที่ต้มเดือด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร นำเข้า

เครื่องสกัดเส้นใยย่อยเป็นเวลา 30 นาที กรองตัวอย่างที่ถูกย่อยด้วยกรดผ่านกรวยบุคเนอร์เชรามิค ที่รองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ล้างกากด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด จากนั้นนำกากที่ได้มาย่อยด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25% ปริมาตร 200 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องสกัด เส้นใยย่อยเป็นเวลา 30 นาที กรองตัวอย่างที่ถูกย่อยด้วยกรดผ่านกรวยบุคเนอร์เชรามิคที่รองด้วย กระดาษกรองเบอร์ 42 ล้างกากด้วยน้ำร้อนจนหมดต่าง แล้วล้างกากที่ได้ด้วยเอทานอล 95% ปริมาตร 25 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง นำกากที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือ จนน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างใส่ครุชีเบลที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำครุชีเบล พร้อมตัวอย่างเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C จนได้เถ้าสีขาวหรือเทา ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้ว ชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณเถ้าเป็นร้อยละจากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละเส้นใย} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้งที่ใช้ในการหาปริมาณเส้นใย (น้ำหนักแห้ง)}}$$

3.3.1.2.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้ง จากการคำนวณโดยสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละคาร์โบไฮเดรต} = 100 - \text{ร้อยละของ (โปรตีน+ไขมัน+เถ้า+เส้นใย+ความชื้น)}$$

3.3.1.2.7 ปริมาณอะไมโลส

วิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสของแป้งตามวิธีของ Juliano (1971)

โดยเตรียมสารละลายตัวอย่าง และเตรียมสารละลายมาตรฐานดังนี้

วิธีเตรียมสารละลายตัวอย่าง

เตรียมโดยสารละลายตัวอย่างโดยชั่งแป้ง 0.1000 กรัม ใส่ใน ขวดแก้ววัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท ปิเปตเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ใส่ลงไป 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ เพื่อให้แป้งกระจายออก ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 นอร์มอล เติมลงไป 9 มิลลิลิตร พร้อมล้างแป้งที่เกาะอยู่ตามผนังขวด ใส่แท่งแม่เหล็กลงไปในขวด แล้วกวนตัวอย่างบน Magnetic stirrer นาน 10 นาที (หรือจนกว่าแป้งละลายหมด) เติมน้ำกลั่น เพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เตรียมขวดแก้ววัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น ปริมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกรดเกลซีลอะซีติก 1 นอร์มอล ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลาย ไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปิเปตน้ำแป้งจากขวดสารละลายตัวอย่างลงไปปริมาณ 5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น เพื่อปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

การทำแปลงค์เหมือนกับการเตรียมตัวอย่าง โดยเติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมกรดเกลซีลอะซีติกความเข้มข้น 1

นอร์มอล 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

นำสารละลายตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร โดยปรับค่าการดูดกลืนแสงของแบลนด์ให้เป็นศูนย์ จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาปริมาณอะไมโลสเทียบกับกราฟมาตรฐาน

วิธีเตรียมกราฟมาตรฐาน

กราฟมาตรฐานทำได้โดยชั่งโปเตโตอะไมโลส 0.0400 กรัม ใส่ในขวดแก้ววัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรที่แห้งสนิท ปิดเตอเทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงไป เขย่าเบาๆ เพื่อให้แป้งกระจายออก ปิดเตอสารละลายไฮเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มอล ลงไป 9 มิลลิลิตร พร้อมล้างแป้งที่เกาะอยู่ตามผนังขวด ใส่แท่งแม่เหล็ก ลงไปในขวดแล้วกวนตัวอย่างบน Magnetic stirrer นาน 10 นาที (หรือจนกว่าแป้งละลายหมด) เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร เป็นสารละลายมาตรฐาน เตรียมขวดแก้ววัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นขวดละ 70 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดเกลียวอะซิดิก 1 นอร์มัล ปริมาณ 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 และ 2.0 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรที่ 1 ถึง 5 ตามลำดับ เติมสารละลายไอโอดีนขวดละ 2 มิลลิลิตร ปิดเตอสารละลายมาตรฐาน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรที่เตรียมไว้ตามลำดับ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าปริมาณ อะไมโลส (แกน x) กับค่าการดูดกลืนแสง (แกน y) โดยค่าปริมาณอะไมโลสของสารละลายมาตรฐานของขวดวัดปริมาตรที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ ร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 40 ตามลำดับ สร้างสมการเส้นตรงในรูปแบบ $y = ax$ (a = ความชัน)

3.3.1.2.8 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระของแป้งด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ นำตัวอย่างแป้งใส่ในถ้วยตัวอย่างประมาณ $\frac{1}{2}$ ของถ้วย นำถ้วยตัวอย่างเปิดฝาดอกใส่ในช่องวัดค่า a_w แล้วบิดที่ดิงช่องใส่ถ้วยตัวอย่างไปที่ READ รอจนเครื่องมีเสียงดัง และอ่านค่า a_w จากเครื่อง

3.3.1.3 สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผล

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{mean} \pm \text{SD}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA)

และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005)

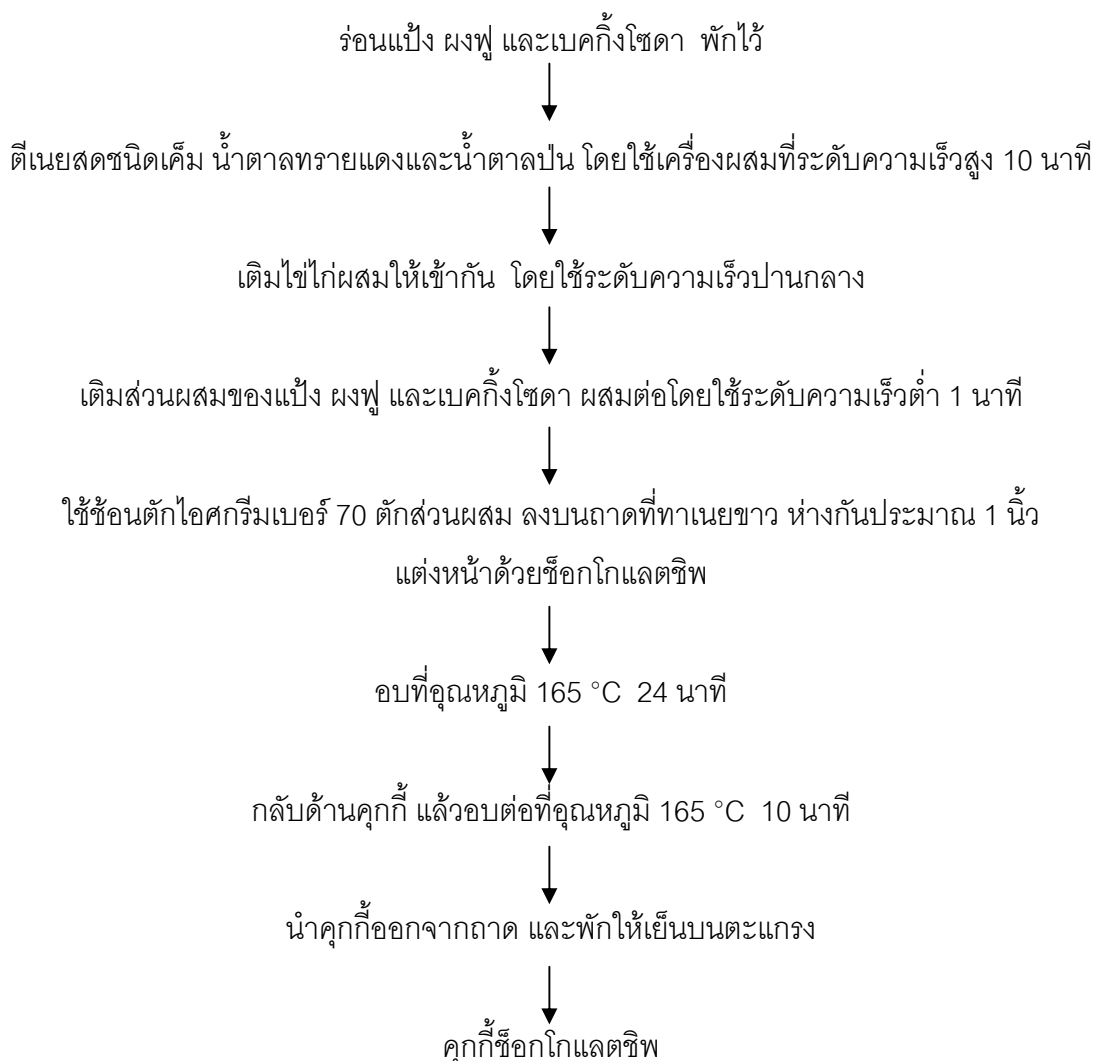
3.3.2 การศึกษาการใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดตก

หยอด (dropped cookies)

เลือกแป้งสาคูจากการทดลองที่ 1 ที่มีสมบัติบางประการ ได้แก่ สีของแป้ง ค่ากำลังการพองตัว และสมบัติด้านความเหนียวใกล้เคียงกับแป้งสาลีเนกประสงค์ มาใช้ทดแทนแป้งสาลีเนกประสงค์ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดตกหยอด (dropped cookies) โดยสูตรคุกกี้ที่ใช้เป็นคุกกี้ช็อกโกแลตชิพซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.1 และขั้นตอนการผลิตคุกกี้แสดงดังภาพที่ 3.1 โดยแปรรูปการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคูออกเป็น 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 20, 40, 60, 80 และ 100 โดยน้ำหนักของแป้ง การวิเคราะห์คุณภาพของคุกกี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากนั้นคัดเลือกคุกกี้มา 1 สูตร เพื่อทดสอบการยอมรับของการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีจะเตรียมตัวอย่างคุกกี้โดยไม่เติมช็อกโกแลตชิพ ขณะที่การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะเตรียมตัวอย่าง โดยคุกกี้แต่ละชิ้นจะแต่งหน้าด้วยช็อกโกแลตชิพ (Hershey's) 5 ชิ้น ก่อนนำเข้าอบ รายละเอียดของการวิเคราะห์คุณภาพของคุกกี้ที่ได้มีดังนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรคุกกี้ช็อกโกแลตชิพ

ส่วนผสม	ร้อยละ (% Baker)	ปริมาณส่วนผสมต่อซ้ำ (กรัม)
แป้ง	100	200
เนยสดชนิดเค็ม	60	120
ไข่ไก่	30	60
น้ำตาลทรายแดง	25	50
น้ำตาลป่น	45	90
ผงฟู	2	4
เบคกิ้งโซดา	2.5	5
เม็ดช็อกโกแลตชิพ	60	120



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตคุกกี้ช็อกโกแลตชิพ

3.3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้

คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้ที่วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าการแผ่ตัว ความหนาแน่น ความแข็ง ความเปราะ และค่าสี มีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.1.1 ค่าการแผ่ตัว (spread ratio)

วัดความกว้าง และความหนา ณ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของคุกกี้ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ จากนั้นคำนวณค่า spread ratio โดยนำความกว้างหารด้วยความหนาของคุกกี้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วัดค่าซ้ำละ 6 ตัวอย่าง (AACC, 1983)

3.3.2.1.2 ความหนาแน่นของคุกกี้

ความหนาแน่นของคุกกี้สามารถวัดได้ โดยชั่งน้ำหนักของคุกกี้ จากนั้นนำคุกกี้ชิ้นนั้นไปหาปริมาตรโดยการแทนที่ด้วยเมล็ดข้าวฟ่าง คำนวณความหนาแน่นโดยนำน้ำหนักของคุกกี้หารด้วยปริมาตรที่วัดได้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวัดค่าซ้ำละ 6 ตัวอย่าง

3.3.2.1.3 ความแข็งของคุกกี้

วัดค่าความแข็งของคุกกี้ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัด knife edge blade (HDP/BS) และฐาน heavy duty platform (HDP/90) ซึ่งประกอบด้วย slotted blade insert ตั้งใบมีดให้ตัดผ่านช่องว่างที่ฐาน และตั้งสภาวะของเครื่องดังนี้ คือ ใช้แรงกด 20 g เริ่มให้ใบมีดเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว 3.0 mm/s เมื่อเคลื่อนที่ถึงคุกกี้ใบมีดจะกดด้วยความเร็ว 2.0 mm/s เป็นระยะทาง 10 mm แล้วเคลื่อนที่กลับขึ้นด้วยความเร็ว 10.0 mm/s ค่าความแข็งของคุกกี้อ่านได้จากค่าแรงตัดขาดสูงสุด (maximum force) มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวัดค่าซ้ำละ 6 ตัวอย่าง (Stable Micro Systems, 2007a)

3.3.2.1.4 ความเปราะของคุกกี้

วัดค่าความเปราะของคุกกี้ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัด ball probe (P/0.25S) และฐาน heavy duty platform (HDP/90) ซึ่งประกอบด้วย ring plate ตั้งหัววัดให้กดผ่านช่องว่างที่ฐาน และตั้งสภาวะของเครื่องดังนี้ คือ ใช้แรงกด 5 g เริ่มให้หัววัดเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว 1.0 mm/s เมื่อเคลื่อนที่ถึงคุกกี้ probe จะกดด้วยความเร็ว 1.0 mm/s เป็นระยะทาง 10 mm แล้วเคลื่อนที่กลับขึ้นด้วยความเร็ว 10.0 mm/s ค่าความเปราะของคุกกี้อ่านได้จากค่าแรงกดแตก คือ แรงสูงสุดของพีคแรก (first peak force) มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวัดค่าซ้ำละ 6 ตัวอย่าง (Stable Micro Systems, 2007b)

3.3.2.1.5 ค่าสีของคุกกี้

วัดค่าสีของคุกกี้ด้วยเครื่องวัดค่าสีรุ่น CR300 ในระบบ CIELAB ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 โดยวางคุกกี้บนกระดาษสีขาว แล้วนำหัววัดวางบนคุกกี้ตรงจุดที่กลางวัดค่าสีของคุกกี้ด้านบน แสดงค่าที่วัดได้เป็น L^* a^* และ b^* ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวัดค่าซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

3.3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

คุณภาพทางเคมีของคุกกี้ที่วิเคราะห์ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้น มีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.2.1 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของคุกกี้ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ดังข้อที่ 3.3.1.2.8 เตรียมตัวอย่างโดยนำคุกกี้มาบดให้เป็นผงละเอียดก่อนนำไปวัดค่า

3.3.2.2.2 ปริมาณความชื้น

หาปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC (2000) ดังข้อที่ 3.3.1.2.1 เตรียมตัวอย่างโดยนำคุกกี้มาบดให้เป็นผงละเอียดก่อนนำไปหาปริมาณความชื้น

3.3.2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบเชิงพรรณนา และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค มีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.3.1 การทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive test)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนจำนวน 9 คน จากหน่วยวิจัยทางประสาทสัมผัสและผู้บริโภคแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University Sensory and Consumer Research Unit; KU-SCR) เตรียมตัวอย่างคุกกี้สำหรับเสิร์ฟโดยบรรจุในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดสนิทและปราศจากกลิ่น กล่องละ 3 ชิ้น โดยคุกกี้แต่ละชิ้นสุ่มมาจากแต่ละซ้ำของการทดลอง กำกับรหัสตัวอย่างโดยใช้เลขสุ่ม 3 หลัก ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบมีดังนี้ คือ ช่วงแรกของการทดสอบเป็นการพัฒนาคำศัพท์ เพื่อใช้อธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างคุกกี้ โดยอภิปรายกลุ่มจำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 2-3 ชั่วโมง ตัวอย่างคุกกี้ที่เสิร์ฟแก่ผู้ทดสอบเป็นคุกกี้ที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0, 20 และ 100 คุกกี้ทั้ง 3 ตัวอย่างข้างต้นถูกใช้เป็นตัวแทนของคุกกี้ทั้ง 6 ตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่คาดว่าจะมีลักษณะทางประสาทสัมผัสครอบคลุมทุกลักษณะที่จะตรวจพบในทุกตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ อาจแตกต่างกันบ้างที่ระดับความเข้มข้นของแต่ละลักษณะ ตัวอย่างคุกกี้จะถูกเสิร์ฟแก่ผู้ทดสอบทีละ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับแบบสุ่ม เมื่อได้รับตัวอย่างแรก ผู้ทดสอบแต่ละท่านจะพิจารณาลักษณะทางประสาทสัมผัสและเขียนคำศัพท์ที่ใช้อธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของตัวอย่างได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความรู้สึกตกค้าง จากนั้นจึงจัดให้มีการอภิปรายกลุ่มระหว่างผู้ทดสอบเพื่อรวบรวมและสรุปคำศัพท์ แล้วจึงเสิร์ฟตัวอย่างถัดไป ทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 ตัวอย่าง เมื่อได้ชุดของคำศัพท์ทั้งหมด ผู้ทดสอบจะดำเนินการอภิปรายกลุ่มเพื่อร่วมกันกำหนดคำจำกัดความหรือความหมายของคำศัพท์ วิธีการประเมิน รวมทั้งกำหนดตัวอย่างอ้างอิง (reference sample) และระดับความเข้มข้นของตัวอย่างอ้างอิงสำหรับแต่ละลักษณะ โดยสเกลที่ใช้ใน

การให้คะแนนเป็นสเกลแบบตัวเลข 0 - 15 ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงๆ ช่วงละ 0.5 จากนั้นตัวอย่างคุกกี้ทั้ง 3 ตัวอย่าง จะถูกเสิร์ฟแก่ผู้ทดสอบซ้ำอีกหลายครั้ง โดยเปลี่ยนรหัสที่ใช้กำกับตัวอย่าง เพื่อให้ผู้ทดสอบได้ฝึกฝนให้เกิดความคุ้นเคย และทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำศัพท์ต่างๆ ที่ได้กำหนดขึ้น รวมทั้งฝึกการให้คะแนนระดับความเข้มข้นของแต่ละลักษณะ การฝึกฝนดำเนินต่อไปจนกลุ่มผู้ทดสอบมีการให้คะแนนแต่ละลักษณะใกล้เคียงกันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ช่วงที่ 2 เป็นการเก็บข้อมูลการทดสอบตัวอย่างคุกกี้ทั้งหมด 6 ตัวอย่าง ใช้เวลาทดสอบ 2 วัน วันละประมาณ 6 ชั่วโมง โดยทดสอบวันละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างคุกกี้จะถูกเสิร์ฟแก่ผู้ทดสอบทีละ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับแบบสุ่ม เมื่อได้รับตัวอย่างผู้ทดสอบแต่ละท่านจะประเมินความเข้มข้นของแต่ละลักษณะ โดยใช้แบบทดสอบดังแสดงในภาคผนวก ก โดยเริ่มจากการประเมินลักษณะปรากฏ ทดสอบกลิ่นและกลิ่นรส พร้อมกับความรู้สึกตกค้าง จากนั้นประเมินด้านเนื้อสัมผัสจนครบทุกลักษณะ หลังจากนั้นจึงดำเนินการอภิปรายกลุ่มเพื่อกำหนดระดับความเข้มข้นของแต่ละลักษณะซึ่งเป็นมติเอกฉันท์ของกลุ่มผู้ทดสอบ (consensus score) ทำเช่นนี้จนครบทุกตัวอย่าง ในระหว่างการทดสอบผู้ทดสอบจะต้องรับประทานแครกเกอร์ (เบเกอร์ส ซอยส์, อิมพีเรียล, ประเทศไทย) และดื่มน้ำเปล่า (Nestle Pure Life, Nestle Thai, ประเทศไทย) เพื่อล้างปากก่อนทดสอบแต่ละตัวอย่าง

3.3.2.3.2. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ผู้เข้าร่วมการทดสอบเป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ขอรับประทานคุกกี้จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตัวอย่างคุกกี้บรรจุในถุงซิปล็อค 1 ชิ้น กำกับรหัสตัวอย่างโดยใช้เลขสุ่ม 3 หลัก เสิร์ฟตัวอย่างคุกกี้แก่ผู้ทดสอบทีละ 1 ตัวอย่าง จนครบ 6 ตัวอย่าง ตามแผนการเสิร์ฟแบบสุ่มของ MacFie และคณะ (1989) เมื่อได้รับตัวอย่างผู้ทดสอบจะประเมินความชอบในด้านต่างๆ คือ ความชอบต่อลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความแข็ง ความแน่นเนื้อ การละลายในปาก เนื้อสัมผัสโดยรวม และความชอบโดยรวม โดยใช้ 9-point hedonic scale (Meilgaard และคณะ, 1999) แบบทดสอบที่ใช้แสดงดังภาคผนวก ข ผู้ทดสอบจะต้องดื่มน้ำเปล่า เพื่อล้างปากก่อนทดสอบแต่ละตัวอย่าง

3.3.2.4 การทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งสาครทดแทนแป้งสาลี

ประเมินการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาครทดแทนแป้งสาลี โดยใช้ระดับการทดแทนที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองข้างต้น ผู้เข้าร่วมการทดสอบเป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ขอรับประทานผลิตภัณฑ์คุกกี้จำนวน 200 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต บรรจุตัวอย่างคุกกี้ในถุงซิปล็อค 1 ชิ้น กำกับรหัสตัวอย่างโดยใช้เลขสุ่ม 3 หลัก เสิร์ฟตัวอย่างคุกกี้แก่

ผู้ทดสอบจำนวน 1 ชั่ว โดยผู้ทดสอบไม่ทราบข้อมูลก่อนการทดสอบว่าตัวอย่างที่ทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งสาฑูทดแทนแป้งสาลี เมื่อได้รับตัวอย่างผู้ทดสอบจะตอบแบบสอบถามซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มผลิตภัณฑ์ และข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยให้ผู้ทดสอบประเมินความชอบต่อลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความแข็ง ความแน่นเนื้อ การละลายในปาก เนื้อสัมผัสโดยรวม และความชอบโดยรวมโดยใช้ 9-point hedonic scale และประเมินความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ (purchase intent) โดยใช้ 5-point category scale (Meilgaard และคณะ, 1999) จากนั้นผู้ทดสอบจะได้รับทราบข้อมูลว่าตัวอย่างคุกกี้ที่ทดสอบไปนั้นเป็น “คุกกี้ช็อกโกแลตชิพจากแป้งสาฑู โดยเป็นคุกกี้ที่ใช้แป้งสาฑูทดแทนแป้งสาลีบางส่วน ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้แป้งสาลีที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากแป้งสาฑูซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในประเทศ คุกกี้ช็อกโกแลตชิพบรรจุภาชนะกระดาษในถุงพลาสติกชนิด polypropylene (PP) น้ำหนัก 100 กรัม จำนวน 10 ชั่ว จำหน่ายในราคา 35 บาท” จากนั้นจึงประเมินความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์อีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของราคาเทียบกับคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยใช้แบบทดสอบที่แสดงดังภาคผนวก ค

3.3.2.5 สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและประเมินผล

สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของคุกกี้วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Montgomery, 2005)

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา วิเคราะห์ข้อมูล consensus score โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis; PCA) ใช้ covariance matrix และทำการหมุนแกนองค์ประกอบหลักโดยวิธี varimax เพื่อจัดกลุ่มลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ร่วมกับการจัดกลุ่มตัวอย่างคุกกี้ด้วยเทคนิค agglomerative hierarchical cluster analysis (AHC) ด้วยวิธี ward's method และ euclidean distance (กัลยา, 2548ก)

สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภควางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

โดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รวมทั้งจัดกลุ่มผู้ทดสอบโดยใช้คะแนนความชอบโดยรวมด้วยเทคนิค AHC ใช้ ward's method และ euclidean distance (Montgomery, 2005 ; กัลยา, 2548ก)

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชอบของผู้บริโภคกับลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา โดยสร้างผังความชอบภายใน (internal preference mapping) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis; PCA) ใช้ covariance matrix และทำการหมุนแกนองค์ประกอบหลักโดยวิธี Varimax (วิไลศนา, 2546)

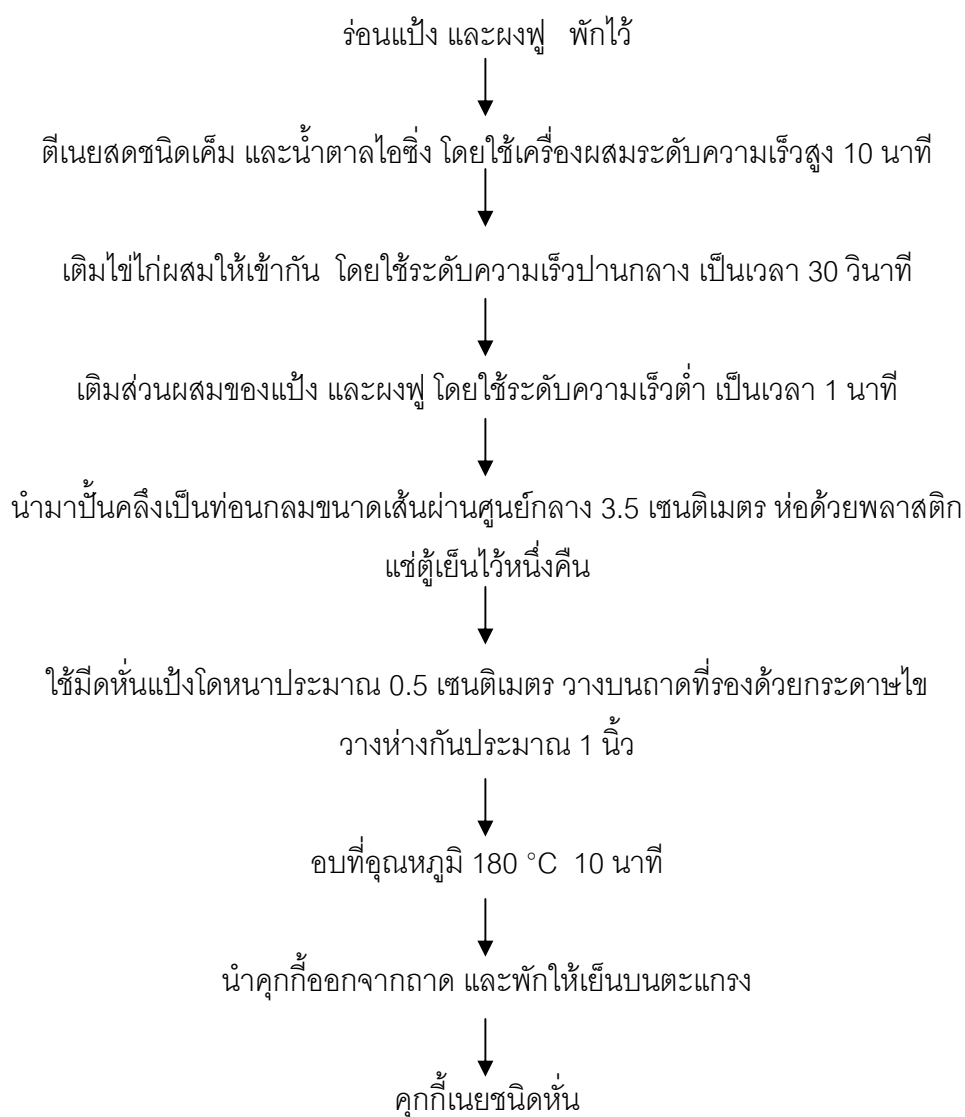
สำหรับการทดสอบการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลี ให้คำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของตัวอย่างและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{mean} \pm \text{SD}$) และเปรียบเทียบการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังจากที่ผู้ทดสอบทราบข้อมูลว่าตัวอย่างที่ทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลี โดยใช้ McNemar test (Prinyawiwatkul, 2007)

3.3.3 ศึกษาการใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดหั่น (slice cookies)

เลือกแป้งสาकुจากการทดลองที่ 1 ที่มีสมบัติบางประการ ได้แก่ สีของแป้ง ค่ากำลังการพองตัว และสมบัติด้านความเหนียวใกล้เคียงกับแป้งสาลีเนกประสงค์ มาใช้ทดแทนแป้งสาลีเนกประสงค์ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดหั่น (slice cookies) โดยสูตรคุกกี้ที่ใช้เป็นคุกกี้เนยซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.2 และขั้นตอนการผลิตคุกกี้เนยแสดงดังภาพที่ 3.2 โดยแปรระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาकुออกเป็น 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 20, 40, 60, 80 และ 100 โดยน้ำหนักของแป้ง การวิเคราะห์คุณภาพของคุกกี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากนั้นคัดเลือกคุกกี้มา 1 สูตร เพื่อทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค รายละเอียดการวิเคราะห์และสถิติที่ใช้เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวแล้วในการทดลองที่ 3.3.2

ตารางที่ 3.2 สูตรคุกกี้เนย

ส่วนผสม	ร้อยละ (% Baker)	ปริมาณส่วนผสมต่อซ้ำ (กรัม)
แป้ง	100	200
เนยสดชนิดเค็ม	62.75	125.50
ไข่ไก่	16.25	32.50
น้ำตาลไอซิ่ง	45	90.00
ผงฟู	1.25	2.50
กลิ่นเนย	1	2.00



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตคุกกี้เนย