

บทที่ 3 อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟต่อกับเครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบจับอิเล็กทรอนิกส์ (PerkinElmer, AutosystemXL, Massachusetts, USA)
- 3.1.2 เครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex mixer, Vortex-genie-2, New York, USA)
- 3.1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Balance, Mettler Toledo Model AB 204-S, Greifensee, Switzerland)
- 3.1.4 เครื่องปั่น (OTTO Kingglass, JE-345, Bangkok, Thailand)
- 3.1.5 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนเครื่องแสง (Spectrophotometer, Perkin Elmer, Lambda EZ 201, Massachusetts, USA)
- 3.1.6 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer, Stable micro system, Model TA-XT2i, England)
- 3.1.7 เครื่องวัดค่าสี (Color spectrophotometer, Hunter Lab, Ultrascan XE, USA)
- 3.1.8 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge, Hettich, Universal 320, 320R, Germany)
- 3.1.9 ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
- 3.1.10 ไมโครปิเปต (Micropipette) ขนาด 20 200 และ 1000 ไมโครลิตร
- 3.1.11 ขวดใส่สารตัวอย่าง (Vial) ขนาด 20 และ 4 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
- 3.1.12 หลอดทดลอง (Tube) ขนาด 40 มิลลิลิตร
- 3.1.13 บีกเกอร์ (Beaker)
- 3.1.14 แท่งแก้วคนสารละลาย (Stirring rod)
- 3.1.15 กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร
- 3.1.16 ไมโครไซริงค์ (Microsyringe) ขนาด 10.0 ไมโครลิตร
- 3.1.17 ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 500 และ 1000 มิลลิลิตร
- 3.1.18 กรวยแก้ว (Funnel)
- 3.1.19 กระดาษกรอง Whatman No. 1
- 3.1.20 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 และ 250 มิลลิลิตร

3.2 วัตถุดิบและสารเคมี

- 3.2.1 มันฝรั่งสายพันธุ์แอตแลนติกได้รับความอนุเคราะห์ จากบริษัท เบอร์ลี่ ยูคเกอร์ฟูด จำกัด (มหาชน)
- 3.2.2 น้ำมันปาล์ม
- 3.2.3 อะคริลาไมด์ (Acrylamide, Sigma, Missouri, USA)

- 3.2.4 เมทานอล (Methanol, RCI Labscan, Bangkok, Thailand)
- 3.2.5 เอทิลอะซิเตต (Ethyl acetate, RCI Labscan , Bangkok, Thailand)
- 3.2.6 โพแทสเซียม โบรไมด์ (Potassium bromide, RCI Labscan , Bangkok, Thailand)
- 3.2.7 โพแทสเซียม โบรเมต (Potassium bromate, Merck KGaA, Darmstadt, Germany)
- 3.2.8 โซเดียม คลอไรด์ (Sodium chloride, RCI Labscan, Bangkok, Thailand)
- 3.2.9 เฮกเซน (n-Hexane, RCI Labscan, Bangkok, Thailand)
- 3.2.10 กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid, RCI Labscan, Bangkok, Thailand)
- 3.2.11 โซเดียม ไทโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate, Ajax Finechem, Auckland, New Zealand)
- 3.2.12 โซเดียมซัลเฟต (anh. Sodium sulfate, Ajax Finechem, Auckland, New Zealand)
- 3.2.13 น้ำกลั่น (Distilled water)
- 3.2.14 น้ำตาลกลูโคส (Glucose, Ajax Finechem, Auckland, New Zealand)
- 3.2.15 กรดมาลิก (Malic acid, Thai Food and Chemical, Bangkok, Thailand)
- 3.2.16 โซเดียมอัลจิเนต (Sodium alginate, Thai Food and Chemical, Bangkok, Thailand)
- 3.2.17 โซเดียมอีริทโธเบต (Sodium erythorbate, Thai Food and Chemical, Bangkok, Thailand)
- 3.2.18 โซเดียมกลูโคนาต (Sodium gluconate, Union Chemical 1986, Bangkok, Thailand)

3.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันฝรั่งสด

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันฝรั่ง วิเคราะห์โดยวิธีของ AOAC (1995) ยกเว้นข้อ 3.3.1

- 3.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (Miller, 1959) (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)
- 3.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อใย (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก)
- 3.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก)
- 3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก)
- 3.3.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก)

3.4 การเตรียมน้ำมันฝรั่งสด

น้ำมันฝรั่งที่ใช้เป็นน้ำมันฝรั่งสายพันธุ์แอตแลนติก ทำการล้าง ปอกเปลือก และสไลด์น้ำมันฝรั่งให้มีความหนาขนาด 1.2 มิลลิเมตร

3.5 การศึกษาปัจจัยของการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์น้ำมันฝรั่งทอด

การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาของการทอดต่อการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์น้ำมันฝรั่งทอด โดยการทอดน้ำมันฝรั่งแผ่นปริมาณ 300 กรัม ในน้ำมันปาล์มแบบ Deep frying ที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 5, 6, และ 7 นาที ที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4, 5, และ 6 นาที ที่อุณหภูมิ

190 °C เป็นเวลา 3, 4, และ 5 นาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.6 การศึกษาวิธีการลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด

3.6.1 การศึกษาวิธีการลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดโดยกระบวนการลวก

ทำการลวกมันฝรั่งแผ่นปริมาณ 400 กรัม ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 0 นาที, 3 นาที และ 6 นาที จากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วนำไปทอดในน้ำมันปาล์มแบบ Deep frying ที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) และทำการศึกษาคูณลักษณะของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (การทดลองที่ 3.7)

3.6.2 การศึกษาวิธีการลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดด้วยวัตถุเจือปนอาหาร

น้ำมันฝรั่งแผ่นปริมาณ 400 กรัม แห้ในสารละลายกรดมาลิก (Malic acid) เข้มข้น 0, 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.5 โมลาร์ เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วนำไปทอดในน้ำมันปาล์มแบบ Deep frying ที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และทำการศึกษาคูณลักษณะของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (การทดลองที่ 3.7)

น้ำมันฝรั่งแผ่นปริมาณ 400 กรัม แห้ในสารละลายโซเดียมอัลจิเนต (Sodium alginate) เข้มข้น 0, 0.05, 0.5, 1 และ 3% (w/v) เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วนำไปทอดในน้ำมันปาล์มแบบ Deep frying ที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และทำการศึกษาคูณลักษณะของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (การทดลองที่ 3.7)

น้ำมันฝรั่งแผ่นปริมาณ 400 กรัม แห้ในสารละลายโซเดียมอีริทโธเบต (Sodium erythorbate) เข้มข้น 0, 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.5 โมลาร์ เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วนำไปทอดในน้ำมันปาล์มแบบ Deep frying ที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และทำการศึกษาคูณลักษณะของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (การทดลองที่ 3.7)

น้ำมันฝรั่งแผ่นปริมาณ 400 กรัม แห้ในสารละลายโซเดียมกลูโคเนต (Sodium gluconate) เข้มข้น 0, 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.5 โมลาร์ เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วนำไปทอดใน

น้ำมันปาล์มแบบ Deep frying ที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และทำการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด (การทดลองที่ 3.7)

3.7 การศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด

3.7.1 การศึกษาประเมินทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดทำเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากข้อ 3.6 พร้อมกับชุดควบคุมโดยใช้ผู้ทดสอบนักศึกษาภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ทักษะทางการประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวน 40 คน โดยมีอายุระหว่าง 20-25 ปี

ผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด ซึ่งกำหนดรหัสเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ ในด้าน สี กลิ่น รส และความชอบรวม โดยใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Modified Descriptive Test ซึ่งมีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 1-15 คะแนน (ภาคผนวก ง) โดยความหมายของแต่ละช่วงคะแนนมีดังนี้

คุณลักษณะ	คะแนนอ้างอิง		
	1	7.5	15
สีของผลิตภัณฑ์	สีดำ	สีเหลืองอมน้ำตาล	สีเหลืองทอง
รสมันฝรั่ง (Potato)	ไม่มีรสมันฝรั่ง	รสมันฝรั่งปานกลาง	รสมันฝรั่งมากที่สุด
รสเปรี้ยว (Sourness)	ไม่มีรสเปรี้ยว	รสเปรี้ยวปานกลาง	รสเปรี้ยวมากที่สุด
รสเค็ม (Saltiness)	ไม่มีรสเค็ม	รสเค็มกลาง	รสเค็มมากที่สุด
กลิ่นหืน (Rancidity)	ไม่มีกลิ่นหืน	กลิ่นหืนปานกลาง	กลิ่นหืนมากที่สุด
กลิ่นไหม้ (Burnt)	ไม่มีกลิ่นไหม้	กลิ่นไหม้ปานกลาง	กลิ่นไหม้มากที่สุด
ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	นุ่ม	กรอบ	แข็ง

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมจะทำการทดสอบแบบ Hedonic test ซึ่งมีช่วงคะแนน 1-9 คะแนน (ภาคผนวก ง) โดยความหมายของแต่ละช่วงคะแนนมีดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉยๆ, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 2 = ไม่ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

3.7.2 การวิเคราะห์สี

วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดด้วยเครื่องวัดค่าสี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) บันทึกค่าความสว่าง (Lightness; L^*), ค่าความเป็นสีแดง (Redness; a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness; b^*) และคำนวณความแตกต่างของสีรวม (ΔE) ดังสมการ (Mestdagh และคณะ, 2008)

$$\Delta E = ((L^*_0 - L^*)^2 + (a^*_0 - a^*)^2 + (b^*_0 - b^*)^2)^{1/2}$$

- L^*_0 = ค่าความสว่างของมันฝรั่งสด
- L^* = ค่าความสว่างของตัวอย่าง
- a^*_0 = ค่าความเป็นสีแดงของมันฝรั่งสด
- a^* = ค่าความเป็นสีแดงของตัวอย่าง
- b^*_0 = ค่าความเป็นสีเหลืองของมันฝรั่งสด
- b^* = ค่าความเป็นสีเหลืองของตัวอย่าง

3.7.3 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

ความกรอบของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดทดสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) โดยใช้หัวทดสอบชนิด Spherical probe P/0.25S ที่ตั้งค่าสภาวะดังนี้

- Mode:

Measure Force in Compression
- Option:

Return to start
- Pre-test speed:

1.0 มิลลิเมตร/วินาที
- Test speed:

1.0 มิลลิเมตร/วินาที
- Post-test speed:

10.0 มิลลิเมตร/วินาที
- Distance:

5.0 มิลลิเมตร/วินาที
- Trigger type:

Auto
- Data Acquisition:

400 pps

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range (DMR) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$), ด้วยโปรแกรม SPSS version 17