

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.1.1 วัสดุ

- 1) สตรอเบอรี่ (*Fragaria ananassa*) สายพันธุ์ 329 จากสวนผู้ปลูก สตรอเบอรี่ใน อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่
- 2) ลำไยอบแห้งสีทองพันธุ์อีดอ ผลิตโดย หจก. ทองพูนฟูค อ.เมือง จ.ลำพูน
- 3) กกล้วยน้ำว้ากิ่งดิบกิ่งสุก (*Musa sapientum* Linn.) ซื้อมาจากตลาด ต้นพยอม อ.เมือง จ.เชียงใหม่
- 4) อัลมอนด์ชิ้นบาง (sliced almond) ซื้อมาจาก หจก. เชียงใหม่เบเกอร์มาร์ท อ.เมือง จ.เชียงใหม่
- 5) เม็ดมะม่วงหิมพานต์ ซื้อมาจาก หจก. เชียงใหม่เบเกอร์มาร์ท อ.เมือง จ.เชียงใหม่
- 6) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) ตราช้าง 5 ดาว ผลิตโดยบริษัท นครหลวงกลูโคส จำกัด
- 7) น้ำมันดอกทานตะวัน ตรากุ๊ก ผลิตโดยบริษัท ชนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด
- 8) น้ำตาลทราย ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.1.2 อุปกรณ์

- 1) ตู้แช่เย็น (Songserm Intercool model SDC-1000AV, Thailand)
- 2) ตู้แช่เยือกแข็ง (freezer, SUNYO, Thailand)
- 3) ตู้อบลมร้อน (Memmert model 600, Germany)

- 4) ตู้อบลมร้อน (Memmert model 400, Germany)
- 5) ตู้อบลมร้อนแบบสุญญากาศ (vacuum oven, Binder, Germany)
- 6) โถดูดความชื้น (desiccator)
- 7) เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (A&D model SK-5001WP, Japan) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Oertling, UK)
- 8) เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ (vacuum seal, Jaw Feng Machinery Co., Ltd., Taiwan)
- 9) อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (water bath, Memmert model WB10, Germany)
- 10) เตาอบ (convection oven, Otto, Thailand)
- 11) ชุดเครื่องแก้ว
- 12) เครื่องปั่นตัวอย่างแบบมือถือ (blender, Moulinex, Spain)
- 13) เครื่องเขย่า (Heidolph UNIMAX 2010, Germany)
- 14) ชุดกรอง ประกอบด้วย กรวยกรอง และเครื่องปั๊มดูดอากาศ (suction pump)
- 15) กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
- 16) micro pipette
- 17) เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (rotary vacuum evaporator) (Buchi, Japan)
- 18) ขวดสีชาสำหรับเก็บตัวอย่างขนาด 5 มิลลิเมตร
- 19) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer model Genesys 10 UV Scanning, USA.)
- 20) glass cuvette
- 21) hand refractometer (ATAGO, Japan)
- 22) ตะแกรงร่อน ขนาด 4 mesh (sieving mesh No.4, Endecotts Ltd., UK)
- 23) moisture can
- 24) เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) (Aqualab LITE, DECAGON, USA.)
- 25) เครื่องวัดค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)

- 26) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT2 Texture analyzer, Stable Micro System, UK)
- 27) ตู้บ่มสำหรับศึกษาอายุการเก็บ (SUNYO Incubator model MIR-553, Japan และ INCUCCELL Incubator model 404, Germany)
- 28) เครื่องวัดอุณหภูมิ (thermometer, OAKTON, China)
- 29) ถาดอลูมิเนียม ขนาด 28×38×2.5 เซนติเมตร
- 30) ผ้าขาวบาง

3.1.3 สารเคมี

- 1) เมทานอล (Methanol: CH_3OH , AR grade, Scharlau, Spain)
- 2) เอทานอล (Ethanol: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, AR grade, Merck, England)
- 3) DPPH (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Fluka, USA.)
- 4) Sodium Carbonate (Na_2CO_3) (Merk, England)
- 5) Folin-Ciocalteu' phenol reagent (Fluka, USA.)
- 6) Gallic acid (Fluka, USA.)
- 7) 2-Thiobarbituric acid, TBA (Fluka, Switzerland)

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

- 1) การเตรียมสตรอเบอร์อบแห้ง และน้ำเชื่อมสตรอเบอร์

วิธีการทำสตรอเบอร์อบแห้ง และการทำน้ำเชื่อมสตรอเบอร์ประยุกต์จากวิธีของกนกอร และชุตติกาญจน์ (2550) ทิพสุดา และนิพรพรรณ (2550) และ Yang and Garfield (2006) มีวิธีการ คือ นำสตรอเบอร์สด ไปล้างน้ำให้สะอาด แล้วตัดแต่งขั้วและส่วนที่เสียทิ้ง หลังจากนั้นทำการ osmotic dehydration (สตรอเบอร์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2 เซนติเมตรจะต้องผ่าครึ่งก่อน) มีวิธีการ คือ การนำสตรอเบอร์ใส่ในถุงพลาสติกใส และใส่น้ำตาลทรายลงไป ในอัตราส่วนของ

สตรอบเออรี่ : น้ำตาลทราย เท่ากับ 2 : 1 แล้วปิดปากถุงให้สนิทวางไว้ที่อุณหภูมิห้องจนน้ำตาลทรายละลายหมด หลังจากนั้นนำไปแช่ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองแยกเนื้อสตรอบเออรี่กับน้ำสตรอบเออรี่ โดยเนื้อสตรอบเออรี่จะนำไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง หรือจนกว่ามีค่า a_w น้อยกว่า 0.6 สตรอบเออรี่อบแห้งที่ได้จะนำไปหั่นเป็นชิ้นขนาด $0.3 \times 0.3 \times 0.3$ เซนติเมตร บรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ปิดให้สนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้ ส่วนน้ำสตรอบเออรี่ที่แยกออกมานั้นจะนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง และต้มจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) เท่ากับ 50 °brix จะได้น้ำเชื่อมสตรอบเออรี่ บรรจุในขวดปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้

2) การเตรียมลำไยอบแห้ง

นำลำไยอบแห้งหั่นให้เป็นชิ้นเล็กขนาดประมาณ $0.3 \times 0.3 \times 0.3$ เซนติเมตร บรรจุลงถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ปิดให้สนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้

3) การเตรียมส่วนผสมกรอบ (mixed crisp)

ส่วนผสมกรอบ (mixed crisp) คือการนำวัตถุดิบ 3 ชนิดที่ผู้บริโภคต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ (จากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 402 คน) ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว เม็ดมะม่วงหิมพานต์ และอัลมอนต์ผสมกันในอัตราส่วนของ ก๋วยเตี๋ยว : เม็ดมะม่วงหิมพานต์ : อัลมอนต์ เท่ากับ 4 : 2 : 1 (อัตราส่วนคิดจากต้นทุนของวัตถุดิบแต่ละชนิด) วิธีการเตรียมวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีดังนี้

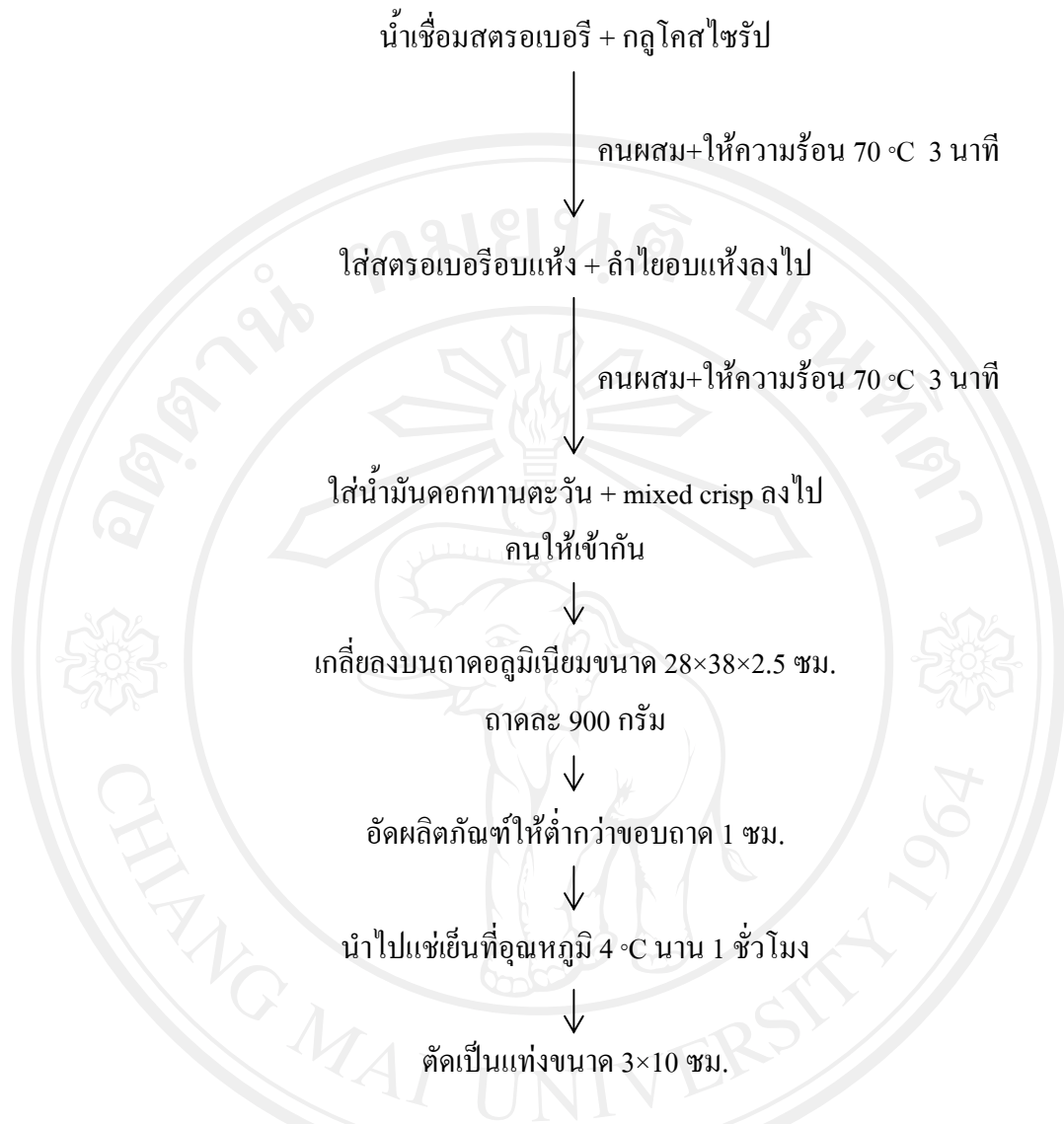
ก๋วยเตี๋ยว เตรียมโดยนำก๋วยเตี๋ยวที่สุกแล้วล้างด้วยน้ำเย็น มีค่า TSS ประมาณ 20-25 °brix นำไปตัดข้าวออก ล้างน้ำให้สะอาด และใช้มีดกรีดตามแนวยาวของก๋วยเตี๋ยว (ระวังอย่าให้มีโดนเนื้อก๋วยเตี๋ยว) จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือด นาน 1 นาที แล้วปลอกเปลือกออก นำก๋วยเตี๋ยวที่ได้ไปหั่นเป็นแผ่นหนา 0.1-0.2 เซนติเมตร และแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 30 นาที และสะเด็ดน้ำ ผึ่งนาน 15 นาที หลังจากนั้นนำไปอบโดยใช้เตาอบแบบ convection oven ตั้งอุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส อบนาน 15 นาที แล้วนำไปอบคั่วให้มีชิ้นเล็ก และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (sieving mesh No.4, Endecotts Ltd., UK) จากนั้นบรรจุลงถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ปิดให้สนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้

เม็ดมะม่วงหิมพานต์ เตรียมโดยการนำเม็ดมะม่วงหิมพานต์อบโดยใช้เตาอบแบบ convection oven ตั้งอุณหภูมิที่ 125 องศาเซลเซียส อบนาน 10 นาที หลังจากนั้น นำไปบดให้มีชิ้นเล็ก และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (sieving mesh No.4, Endecotts Ltd., UK) จากนั้นบรรจุลงถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ปิดให้สนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้

อัลมอนด์ เตรียมโดยใช้อัลมอนด์ชิ้นบาง (sliced almond) อบโดยใช้เตาอบแบบ convection oven ตั้งอุณหภูมิที่ 125 องศาเซลเซียส อบนาน 10 นาที หลังจากนั้น นำไปบดให้มีชิ้นเล็ก และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (sieving mesh No.4, Endecotts Ltd., UK) จากนั้นบรรจุลงถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ปิดให้สนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้

3.2.2 กรรมวิธีการผลิตสตอเบอรี่-ลำไยชนิดแห้ง

กรรมวิธีการผลิตสตอเบอรี่-ลำไยชนิดแห้งประยุกต์จากวิธีของ Dutcosky *et al.* (2006) และ Yang and Garfield (2006) มีวิธีการผลิต คือ นำกลูโคสไซรัป และน้ำเชื่อมสตอเบอรี่เทใส่หม้อผสม ให้ความร้อนคนให้เข้ากันที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที จากนั้นใส่สตอเบอรี่อบแห้ง และลำไยอบแห้งลงไป คนให้เข้ากันนาน 3 นาที โดยคงอุณหภูมิไว้ที่ 70 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลาแล้วใส่น้ำมันดอกทานตะวันลงไป คนให้เข้ากัน แล้วใส่ mixed crisp ลงไป คนผสมให้เข้ากัน เมื่อเข้ากันดีแล้ว ตักผลิตภัณฑ์ใส่ถาดอลูมิเนียมขนาด 28×38×2.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 900 กรัมต่อถาด จากนั้นอัดผลิตภัณฑ์ให้แน่น โดยอัดให้ต่ำกว่าขอบถาด 1 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปตัดเป็นแท่งขนาด 3×10 เซนติเมตร และบรรจุลงปิดให้สนิท



ภาพ 3.1 กรรมวิธีการผลิตสตอเบอรี่-ลำไยชนิดแท่ง

3.2.3 วิธีการทดลอง แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์สตอเบอรี่-ลำไยชนิดแท่งที่ผู้บริโภค

ต้องการ

ทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อสแนคบาร์ โดยศึกษาทัศนคติ พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มนักเรียน นักศึกษา กลุ่มวัยทำงานที่มีอายุ 12-40 ปี จำนวน 402 คน ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ใช้วิธีการสุ่ม

ตัวอย่างแบบ nonprobability sampling คัดเลือกผู้ตอบแบบสอบถามโดยใช้คำถามว่า ท่านรู้จักหรือเคยรับประทานสแนคบาร์หรือไม่ จากนั้นให้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย เฉพาะผู้ที่ตอบว่าเคยรู้จักหรือเคยรับประทานเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม แบบสอบถามจะแบ่งเป็น 3 ส่วน (แสดงในภาคผนวก ข) คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลด้านทัศนคติ และพฤติกรรมกรบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั่วไป และสแนคบาร์ (21 ข้อ) ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่-ลำไยชนิดแท่ง (2 ข้อ) และส่วนที่ 3 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (5 ข้อ) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประมวลผล สำหรับข้อมูลด้านทัศนคติของผู้บริโภคต่อสแนคบาร์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS version 11.5 (SPSS Inc., USA.) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ส่วนข้อมูลด้านพฤติกรรม ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่-ลำไยชนิดแท่ง และด้านประชากรศาสตร์วิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา

ตอนที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่จะศึกษาคุณสมบัติการต้านออกซิเดชัน ได้แก่ สตรอเบอร์รี่อบแห้ง ลำไยอบแห้ง และ mixed crisp เนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่-ลำไยชนิดแท่ง ในการวิเคราะห์การต้านออกซิเดชันจะต้องทำการสกัดตัวอย่างก่อน มีวิธีการ ดังนี้

1) วิธีสกัดตัวอย่าง

การสกัดตัวอย่างประยุกต์จากวิธีของ Mahattanatawee *et al.* (2006) และวิธีของสุทัศน์ และคณะ (2550) ดังนี้ ชั่งตัวอย่างหนัก 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ที่หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นละลายเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ลงไปจำนวน 60 มิลลิลิตร (ให้ท่วมตัวอย่าง) จากนั้นทำการปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นตัวอย่างแบบมือถือ แล้วเทลงในขวดรูปชมพู่ที่หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 250 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 30 นาที ใช้กระดาษกรอง Whatman No.1 และชุดกรอง กรองแยกกากออก แล้วเก็บสารละลายที่กรองได้ในขวดสีชา ส่วนกากที่เหลือบนกระดาษกรองนำไปสกัดต่อโดยเติมน้ำกลั่นละลายเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ลงไปจำนวน 60 มิลลิลิตร นำไปเขย่าอีก 30 นาที กรองแยกกากออกอีกครั้ง แล้วเก็บสารละลายที่กรองได้รวมกับสารสกัดที่ได้ในตอนแรก ส่วนกากที่เหลือนำไปสกัดด้วยสารละลายเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 จำนวน 60 มิลลิลิตร เพื่อสกัดเป็นรอบสุดท้าย เขย่าต่อเป็นเวลา 30 นาที กรองแยกกากทิ้ง แล้วเก็บสารสกัดที่ได้ทั้งหมดลงในขวดรวมกัน

บันทึกปริมาณสารสกัดที่ได้ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปประเหยด้วยเครื่องระเหยแบบสูญญากาศ ที่ ความดัน 337 มิลลิบาร์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 200 รอบต่อวินาที ทำการระเหย ตัวอย่างจนได้สารสกัดประมาณ 20 มิลลิกรัม บันทึกปริมาณสารสกัดที่ได้โดยใช้กระบอกตวง เก็บ สารสกัดเข้มข้นที่ได้ในขวดสีชาปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ ในการเตรียมตัวอย่างนั้น จะทำการสกัดตัวอย่าง 2 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง

2) วิธีวิเคราะห์สารต้านออกซิเดชันของวัตถุดิบ โดยใช้วิธี DPPH

ประยุกต์จากวิธีของ Mahattanatawee *et al.* (2006) และวิธีของสุทัศน์ และคณะ (2550) มีวิธีการคือ เตรียมสารละลาย DPPH (2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 6×10^{-5} mM (ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย) ทำการทดลองโดยปิเปตสารละลาย DPPH จำนวน 1 มิลลิกรัม ลงในขวดสีชาขนาด 5 มิลลิกรัม แล้วหยดสารสกัดจำนวน 40 ไมโครลิตรลงไป ในสารละลาย DPPH เขย่าที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นตั้งตัวอย่างไว้ในที่มีคนาน 3 ชั่วโมง นำไปวัดค่า การดูดกลืนแสงที่ความคลื่น 517 นาโนเมตร (วัดค่า 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง) นำผลการวัดที่ได้ไป วิเคราะห์สารต้านออกซิเดชันของวัตถุดิบโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid แล้วรายงาน ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของวัตถุดิบนั้นในรูปของ mg gallic acid/ g ตัวอย่าง

3) วิธีวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลทั้งหมด โดย Folin-Ciocalteu's phenol reagent

ประยุกต์จากวิธีของสุทัศน์ และคณะ (2550) มีวิธีการคือ ปิเปตสารสกัดที่ ได้จำนวน 100 ไมโครลิตร ลงในขวดสีชา แล้วเติมน้ำกลั่นจำนวน 1 มิลลิตรลงไป จากนั้นปิเปต สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 0.0750 กรัม/ลิตร จำนวน 375 ไมโครลิตรใส่ลงไป เขย่า และตั้งทิ้งไว้ 2 นาที เมื่อครบเวลาหยดสารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent จำนวน 125 ไมโครลิตร เขย่าอีกครั้ง แล้วเติมน้ำกลั่นจำนวน 1 มิลลิตร ตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องใน ที่มีคนาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร (วัด 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง) นำผลการวัดค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลทั้งหมด โดยเทียบกับกราฟ มาตรฐานของ gallic acid แล้วรายงานปริมาณฟีนอลทั้งหมดของวัตถุดิบนั้นในรูปของ mg gallic acid/ g ตัวอย่าง

ตอนที่ 3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สตรอเบอรี่-ลำไยชนิดแห้ง

ทำการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สตรอเบอรี่-ลำไยชนิดแห้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ mixture design แบบ extreme vertices ใช้วัตถุดิบ 3 ชนิด ในการทำ mixture design ได้แก่ สตรอเบอรี่อบแห้ง ลำไยอบแห้ง และ mixed crisp ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สตรอเบอรี่-ลำไยชนิดแห้งจะมีส่วนผสมหลักคือ สตรอเบอรี่อบแห้ง และลำไยอบแห้ง ดังนั้นข้อจำกัดในการพัฒนาสูตร คือ ทุกสูตรจะต้องมีส่วนผสมของสตรอเบอรี่ และลำไยรวมกันอย่างน้อยร้อยละ 50 ของสูตร จึงกำหนดระดับสูง-ต่ำของส่วนผสมต่างๆ ดังนี้

	ระดับต่ำ	ระดับสูง (หน่วย : ร้อยละ)
สตรอเบอรี่อบแห้ง	25	35
ลำไยอบแห้ง	25	35
mixed crisp	10	25

กำหนดให้ส่วนผสมอื่นคงที่ ได้แก่ กลูโคสไซรัป ร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด น้ำเชื่อมสตรอเบอรี่ ร้อยละ 13 ของส่วนผสมทั้งหมด และน้ำมันดอกทานตะวัน ร้อยละ 2 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Design-Expert version 6.0.10 (Statease Inc., USA.) กำหนดสูตรตามเงื่อนไขที่กำหนด จะได้สูตรผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 10 สูตร ที่มีจุดซ้ำ 2 จุดที่จุดศูนย์กลาง ดังแสดงในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 สิ่งทดลองของการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่-ลำไยชนิดแห้ง*

สูตร	ส่วนประกอบในสูตร (ร้อยละ)		
	สตรอเบอร์รี่	ลำไย	mixed crisp
1	30	25	20
2	35	27.5	12.5
3	35	25	15
4	30	35	10
5	35	30	10
6	25	25	25
7	25	25	25
8	25	35	15
9	30	30	15
10	25	30	20

* ส่วนผสมทั้ง 3 ชนิดคิดเป็นร้อยละ 75 ของสูตรทั้งหมด และทุกสิ่งทดลองมีส่วนผสมของกลูโคสไซรัปร้อยละ 10 น้ำเชื่อมสตรอเบอร์รี่ร้อยละ 13 น้ำมันดอกทานตะวันร้อยละ 2

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากทุกสูตรนำมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และทางด้านประสาทสัมผัส ดังนี้

คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ ทำการวิเคราะห์

- 1) ค่าความชื้น (AOAC, 2003)
- 2) ค่า a_w (AquaLab LITE, USA)
- 3) ค่าสี L a b (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- 4) ค่า hardness และค่า stickiness (TA-XT2 Texture Analyser, Stable Micro System Ltd., UK.) วัดแรงกด (compression) ในการวัดจะใช้หัววัดแบบ p/6 cylinder probe (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร) กดที่ตัวอย่างขนาด 4×3×2 เซนติเมตร โดยกดลงไปลึก 6 มิลลิเมตร (pre-test speed: 2 mm/s; test speed: 1 mm/s; post-test speed: 10 mm/s) โดยค่า hardness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นบวกสูงที่สุด และค่า stickiness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นลบมากที่สุด (Stable Micro Systems Ltd., 2005)

คุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (laboratory test) โดยทดสอบในห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัส ภาควิชาเทคโนโลยีการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ก่อนทำการทดสอบได้มีการปฐมนิเทศผู้เข้าทดสอบ โดยการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ในการทดสอบ วิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สุ่มตัวอย่างแบบ quota sampling โดยแบ่งโควตาตามระดับชั้นปีที่ศึกษาเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ ชั้นปีที่ 1 ชั้นปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 ชั้นปีที่ 4 และระดับบัณฑิตศึกษา ใช้คำถามในการคัดเลือกผู้ทดสอบ 2 คำถาม คือ ท่านชอบรับประทานสตรอเบอรี่อบแห้งและลำไยอบแห้งหรือไม่ และท่านรู้จักหรือเคยรับประทานสแนคบาร์หรือไม่ ทำการคัดเลือกเฉพาะผู้ที่ตอบว่าชอบรับประทานสตรอเบอรี่และลำไยอบแห้ง และเคยรู้จักหรือเคยรับประทานสแนคบาร์ เตรียมตัวอย่างที่ใช้ทดสอบชิมโดยตัดให้มีขนาดกว้าง $2.5 \times 2.5 \times 1$ เซนติเมตร จะบรรจุลงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 7×12 เซนติเมตร ปิดปากถุงให้สนิท สำหรับตัวอย่างที่ให้คู่ลักษณะปรากฏรวมนั้น จะตัดให้มีขนาดกว้าง $2.5 \times 7.5 \times 1$ เซนติเมตร บรรจุลงในถุงพลาสติกใส ปิดปากถุงให้สนิทโดยใช้เครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ กำหนดรหัสเลขสุ่มสามตัวติดที่ซอง เสิร์ฟตัวอย่างที่ละตัวอย่างแบบสุ่มโดยเสิร์ฟที่อุณหภูมิห้อง ในขั้นแรกเมื่อผู้ทดสอบชิมทดสอบครบ 4 ตัวอย่าง จะพักการทดสอบ 10 นาที หลังจากนั้นทดสอบอีก 3 ตัวอย่างและพัก 10 นาที แล้วทดสอบ 3 ตัวอย่างสุดท้าย ในระหว่างการทดสอบชิม ให้ผู้ทดสอบดื่มน้ำระหว่างการทดสอบตัวอย่างถัดไปทุกครั้ง เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว ผู้ทดสอบจะได้รับของที่ระลึกตอบแทนในการทดสอบ

ข้อมูลที่ได้จากการวัดคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส นำมาวิเคราะห์หาช่วงของสูตรที่เหมาะสม (optimization) ใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (RSM) โดยใช้โปรแกรม Design-expert version 6.0.10 (Statease Inc., USA.) ค่าที่ใช้ในการคัดเลือกระดับของส่วนผสมที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สตรอเบอรี่-ลำไยชนิดแท่ง คือ คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสอย่างน้อย 5.6

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สตรอเบอรี่-ลำไยชนิดแห้งที่พัฒนาได้

นำผลิตภัณฑ์สตรอเบอรี่-ลำไยชนิดแห้งที่ผ่านการพัฒนาสูตรแล้ว มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส ในการวิเคราะห์จะอ้างอิงคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง ผลไม้แห้ง มอก. 919-2532 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2532) ดังนี้

คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี ทำการวิเคราะห์

- 1) ค่าความชื้น (AOAC, 2003)
- 2) ค่า a_w (AquaLab LITE, USA.)
- 3) ค่าสี L a b (chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- 4) ค่าเนื้อสัมผัสสวัด โดยวัดค่า hardness และค่า stickiness (TA-XT2 Texture Analyser, Stable Micro System Ltd., UK) วัดแรงกด (compression) ในการวัดจะใช้หัววัดแบบ p/6 cylinder probe (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร) กดที่ตัวอย่างขนาด 4×3×2 เซนติเมตร โดยกดลงไปลึก 6 มิลลิเมตร (pre-test speed: 2 mm/s; test speed: 1 mm/s; post-test speed: 10 mm/s) โดยค่า hardness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นบวกสูงที่สุด และค่า stickiness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นลบมากที่สุด (Stable Micro Systems Ltd., 2005)
- 5) สารปนเปื้อน ได้แก่ สารหนู ทองแดง ตะกั่ว (AOAC, 2003) ส่งตรวจวิเคราะห์ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด จ.เชียงใหม่
- 6) วิเคราะห์สารต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH (สุทัศน์ และคณะ, 2550; Mahattanatawee *et al.*, 2006;)
- 7) วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลทั้งหมด โดยใช้ Folin-Ciocalteu's phenol reagent (สุทัศน์ และคณะ, 2550)
- 8) วิเคราะห์พลังงาน โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ทำการวิเคราะห์

- 1) การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา
- 2) *Escherichia coli* โดยวิธี MPN

3) *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp ส่งตรวจวิเคราะห์ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด จ.เชียงใหม่

คุณภาพด้านประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับสแนคบาร์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาด ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) ในการให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านความชอบโดยรวม สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส ในการทดสอบใช้สแนคบาร์ประเภทธัญพืชผสมผลไม้รวมชนิดแห้ง 2 ยี่ห้อในการเปรียบเทียบ ได้แก่ ยี่ห้อ PIK'N'FIL ผลิตโดย บริษัท นิวคอนเซพท์ โปรดักท์ จำกัด และยี่ห้อ HAHNE ผลิตโดยบริษัท C.Hahne Mühlenwerke GmbH & Co. KG ประเทศเยอรมนี ทำการทดสอบกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ วัยเรียน และวัยทำงานที่มีอายุ 12-40 ปี จำนวน 200 คน ในจังหวัดเชียงใหม่ สุ่มตัวอย่างผู้ทดสอบแบบ nonprobability sampling ใช้คำถามในการคัดเลือกผู้ทดสอบ 2 คำถาม คือ ท่านชอบรับประทานสตรอเบอร์รี่แห้งและลำไยอบแห้งหรือไม่ และท่านรู้จักหรือเคยรับประทานสแนคบาร์หรือไม่ ทำการคัดเลือกเฉพาะผู้ที่ตอบว่าชอบรับประทานสตรอเบอร์รี่และลำไยอบแห้ง และเคยรู้จักหรือเคยรับประทานสแนคบาร์เตรียมตัวอย่างที่ใช้ทดสอบชิมโดยตัดให้มีขนาดกว้าง 2.5×2.5×1 เซนติเมตร จะบรรจุลงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 7×12 เซนติเมตร ปิดปากถุงให้สนิท กำหนดรหัสเลขสุ่มสามตัวติดที่ช่องเสิร์ฟตัวอย่างที่ละตัวอย่างแบบสุ่ม ในระหว่างการทดสอบชิมให้ผู้ทดสอบดื่มน้ำระหว่างการทดสอบตัวอย่างถัดไปทุกครั้ง เมื่อทดสอบเสร็จ ผู้ทดสอบจะได้รับของที่ระลึกเพื่อตอบแทนในการทดสอบผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 5 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่-ลำไยชนิดแห้ง

ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่-ลำไยในสภาวะเร่ง (accelerated shelf-life testing) โดยเร่งการเก็บที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างควบคุม (control) ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

วิธีการเตรียมตัวอย่าง คือ ตัดตัวอย่างให้มีขนาด 2.5×2.5×1 เซนติเมตร บรรจุลงในถุงลามิเนต (laminated bag) ขนาด 7×12 เซนติเมตร ปิดปากถุงให้สนิท

คุณภาพที่ทำการตรวจสอบทุกครั้งที่มีการสุ่มตัวอย่าง ได้แก่

คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ ได้แก่

- 1) ค่าความชื้น (AOAC, 2003)
- 2) ค่า a_w (AquaLab LITE, USA.)
- 3) ค่าสี L a b (chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
- 4) ค่า hardness และค่า stickiness (TA-XT2 Texture Analyser, Stable Micro System Ltd., UK) วัดแรงกด (compression) ในการวัดจะใช้หัววัดแบบ p/6 cylinder probe (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร) กดที่ตัวอย่างขนาด 4×3×2 เซนติเมตร โดยกดลงไปลึก 6 มิลลิเมตร (pre-test speed: 2 mm/s; test speed: 1 mm/s; post-test speed: 10 mm/s) โดยค่า hardness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นบวกสูงที่สุด และค่า stickiness คือ จุดที่วัดแรงกดเป็นลบมากที่สุด (Stable Micro Systems Ltd., 2005)
- 5) วิเคราะห์ปริมาณ Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) (AOAC, 2003)

คุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 50 คน และเป็นผู้ทดสอบชุดเดียวกันตลอดการศึกษาอายุการเก็บ ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) ในการให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส

จุดที่สิ้นสุดอายุการเก็บ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบอย่างน้อยหนึ่งคุณลักษณะ มีคะแนนน้อยกว่า 5 ขึ้นอยู่กับว่าคุณลักษณะใดเกิดขึ้นก่อน