

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส เป็นการวิจัยประเภทการพัฒนาทดลอง (experimental development) โดยใช้วัตถุดิบ คือ ลูกจากของชุมชนในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการศึกษารายละเอียดประกอบทางเคมีของลูกจากสด วิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสที่ได้ และการประยุกต์ใช้สีจากธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสแก่วิสาหกิจชุมชนในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้วัสดุ สารเคมี อุปกรณ์ และวิธีการ ดังต่อไปนี้

#### วัสดุ

1. ลูกจากสด อายุประมาณ 5-7 เดือนของชุมชนในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ
2. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (บริษัทมิตรผล จำกัด)
3. กรดซิตริก (citric acid)
4. โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (potassium metabisulfite)

#### อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง SCALTECT รุ่น SPO 51
2. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง Sartorius รุ่น BA 211S
3. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) Memmert รุ่น Amfield
4. เครื่องมือวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (hand refractometer)
5. เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter) Lovibond รุ่น RT 100 Reflectance Tintometer
6. เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) Novasina รุ่น AW SPRINTTH 500
7. เครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์
8. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)
9. ตู้บ่มเชื้อ (incubator)
10. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสาทสัมผัส
11. อุปกรณ์งานครัว
12. อุปกรณ์เครื่องมือและชุดทดสอบสำเร็จรูป Compact Dry สำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของลูกจากสด

ลูกจากสดได้จากการนำผลจากมาผ่าครึ่ง แล้วใช้ช้อนในการแกะเนื้อลูกจากออกมา ลูกจากที่ได้แต่ละชิ้นจึงมีลักษณะครึ่งซีก นำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

- น้ำหนักของชิ้นตัวอย่าง โดยสุ่มชั่งน้ำหนักตัวอย่างลูกจากสดจำนวน 50 ชิ้น แล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดัดแปลงจากวิธีของ Owolarafe, Olabige และ Faborode, (2007)

- ขนาดของชิ้นตัวอย่าง ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความหนา โดยสุ่มวัดขนาดตัวอย่างลูกจากสดจำนวน 50 ชิ้น แล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดัดแปลงจากวิธีของ Owolarafe และคณะ (2007)

- การวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี Lovibond รุ่น RT 100 Reflectance Tintometer (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.1.1)

### 2. การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพทางเคมีของลูกจากสด

ศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพทางเคมีของลูกจากสด ได้แก่

- ปริมาณความชื้น ปริมาณใยอาหาร ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมันทั้งหมดโดยส่งตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ที่สถาบันอาหาร

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid) โดยใช้เครื่อง hand refractometer

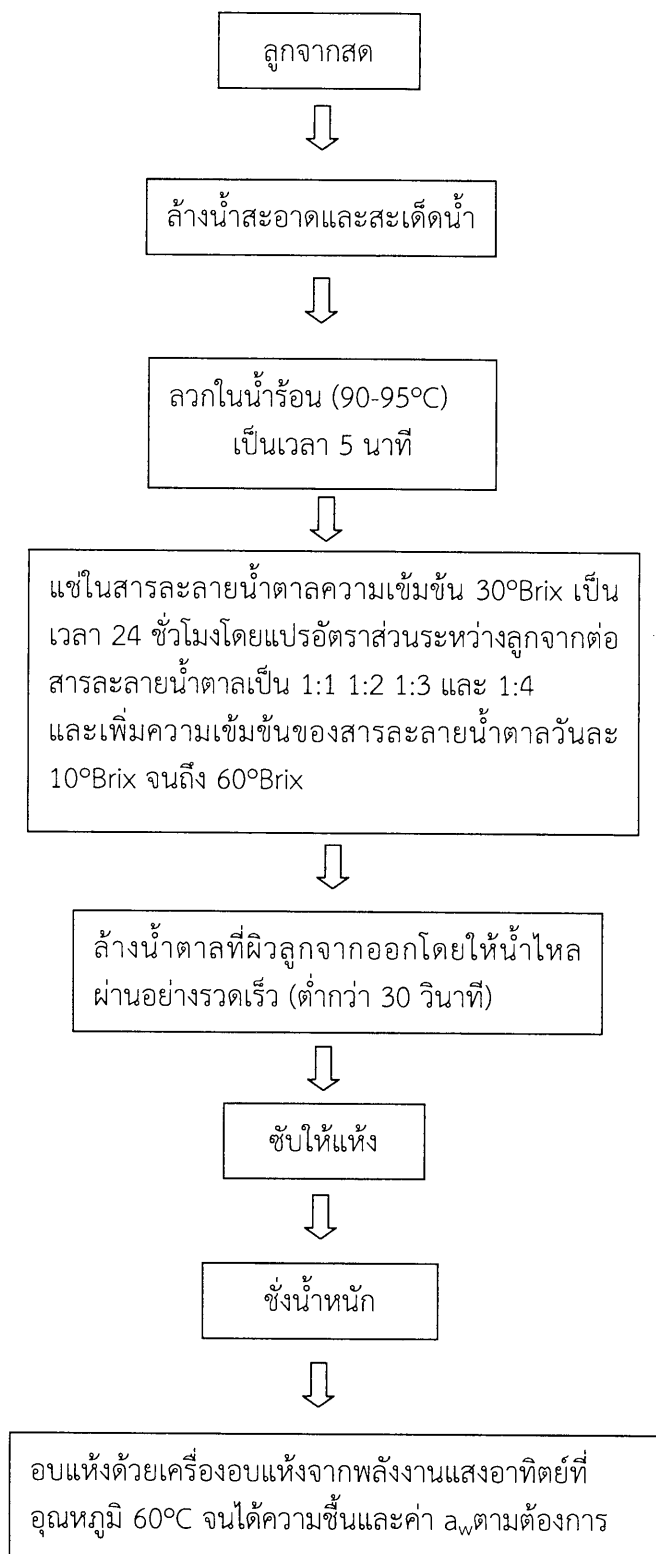
- ค่า  $a_w$  โดยใช้เครื่อง Novasina รุ่น AW SPRINT TH 500 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.2.1)

### 3. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลซูโครส ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส โดยพิจารณาจากค่าการสูญเสียน้ำหนัก (water loss, WL) และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (solid gain, SG) เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการตั้งน้ำออกได้มาก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดี โดยแปรอัตราส่วน

ระหว่างลูกจากต่อสารละลายน้ำตาลที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 ซึ่งมีขั้นตอนการแปรรูปและการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

(1) ขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อีมอบแห้งแบบออสโมซิสทำได้โดยนำลูกจากสดมาล้างน้ำสะอาดและลวกในน้ำร้อนเป็นเวลา 5 นาทีก่อนแช่ในสารละลายน้ำตาลโดยกำหนดความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเริ่มต้น คือ 30°Brix และเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลวันละ 10°Brix จนได้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 60°Brix (วัดความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลโดยใช้เครื่อง hand refractometer) ทำการทดลองในสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้ มีข้อควรระวังคือ อุปกรณ์ที่ใช้จะต้องสะอาดและต้องต้มสารละลายน้ำตาลให้เดือดทุกวันเพื่อป้องกันการปนเปื้อน (อภิญา เจริญกุล, 2556) เมื่อครบกำหนดจึงนำลูกจากแช่อีมอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิ 60°C จนได้ความชื้นและค่า  $a_w$  สุดท้าย ต่ำกว่า 18% และ 0.75 ตามลำดับ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลไม้แห้ง (มผช 136 /2550) ขั้นตอนการแปรรูปลูกจากแช่อีมอบแห้งแบบออสโมซิส แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการแปรรูปลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส

## (2) การวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่

- ปริมาณความชื้น โดยวิธีการอบแห้งในตู้อบลมร้อน ตามวิธีของ AOAC (2000)

(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.2.2)

- ค่า  $a_w$  โดยใช้เครื่อง Novasina รุ่น AW SPRINT TH 500 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.2.1)

- ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (Water loss; WL) (Kaymak-Ertekin and Sultanoglu, 2000) คำนวณได้จาก

$$WL (\%) = \frac{(W_i X_i - W_f X_f)}{W_i} \times 100$$

- ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (Solid gain; SG) (Kaymak-Ertekin and Sultanoglu, 2000) คำนวณได้จาก

$$SG (\%) = \frac{[W_f(1-X_f) - W_i(1-X_i)]}{W_i} \times 100$$

เมื่อ  $W_i$  = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัม)

$W_f$  = น้ำหนักตัวอย่างที่เวลาใดๆ (กรัม)

$X_i$  = ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัมของน้ำ/ กรัมของน้ำหนักเริ่มต้น)

$X_f$  = ปริมาณความชื้นของตัวอย่างที่เวลาใดๆ (กรัมของน้ำ/ กรัมของน้ำหนักเริ่มต้น)

- การวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี Lovibond รุ่น RT 100 Reflectance Tintometer (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.1.1) วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อประเมินผลความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

#### 4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส

ศึกษาความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิสทั้ง 4 ทรีตเมนต์ โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) ในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัสรสชาติและความชอบโดยรวมวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อประเมินผลความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจากนั้นเลือกทรีตเมนต์ที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดมาศึกษาการประยุกต์ใช้สีจากธรรมชาติเพื่อเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ซึ่งจะช่วยเพิ่มสีและความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์ และทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ณ สภาวะเร่ง

## 5. การศึกษาการประยุกต์ใช้สีจากธรรมชาติเพื่อเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์

(1) การประยุกต์ใช้สีจากธรรมชาติ โดยเลือกใช้น้ำเงินอมม่วงจากดอกอัญชัน สีเหลืองและสีแดงอมส้มจากฝาง และสีดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ ทั้งหมด 4 สี โดยจะใช้ในขั้นตอนการเตรียมสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 30°Brix ก่อนนำลูกจากมาแช่อิ่ม โดยเตรียมได้ดังนี้

- สีน้ำเงินอมม่วงจากดอกอัญชัน โดยการต้มดอกอัญชันแห้งปริมาณ 0.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ต้มจนเดือด จากนั้นกรองสารละลายที่ได้ด้วยผ้าขาวบาง โดยดัดแปลงจากวิธีของ สมชายวงศ์ สุริยศักดิ์ และสุวิทย์ โชติพันธ์ (2556)

- สีเหลืองจากฝางโดยการต้มสกัดสมุนไพรฝางปริมาณ 40 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร และ KMS 0.1% (KMS จะทำปฏิกิริยากับฝางซึ่งจะไปเปลี่ยนสีของสารละลายจากสีแดงเป็นสีเหลือง) ต้มจนเดือด จากนั้นกรองสารละลายที่ได้ด้วยผ้าขาวบาง โดยดัดแปลงจากวิธีของ จิรพร สวัสดิการ และสาวิณี แก้วเกตุ (2558)

- สีส้มอมแดงจากฝางโดยการต้มสกัดสมุนไพรฝางปริมาณ 40 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ต้มจนเดือด จากนั้นกรองสารละลายที่ได้ด้วยผ้าขาวบาง โดยดัดแปลงจากวิธีของ จิรพร สวัสดิการ และสาวิณี แก้วเกตุ (2558)

(2) การวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่

- ปริมาณความชื้น โดยวิธีการอบแห้งในตู้อบลมร้อน ตามวิธีของ AOAC (2000)

(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.2.2)

- ค่า  $a_w$  โดยใช้เครื่อง Novasina รุ่น AW SPRINT TH 500 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.2.1)

- ปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ 1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2) กลุ่มยีสต์และรา และ 3) กลุ่ม Coliforms และ *E. coli* โดยใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูป Compact Dry (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.3.1-ข.3.3)

## 6. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพและทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ณ สภาวะเร่ง

(1) ดัชนีชี้วัดคุณภาพที่สิ้นสุดการเก็บรักษาการของผลิตภัณฑ์ โดยนำผลิตภัณฑ์มาบรรจุใส่ถุง OPP ขนาด 4.5 นิ้ว x 8 นิ้ว ถุงละ 100 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50°C ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีและความชอบโดยรวม ตามวิธีในข้อ 5 ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 5 ถือว่าผู้ทดสอบไม่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ มาเป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ (ดัดแปลงจากวิธีของ Polyderaet *al.*, 2004) และตรวจสอบค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L\*) ค่าสีแดง (a\*) ค่าสีเหลือง (b\*) ทำการตรวจสอบทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน

(2) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา โดยนำผลิตภัณฑ์มาบรรจุใส่ถุง OPP ขนาด 4.5 นิ้ว x 8 นิ้ว ถุงละ 100 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 40 และ 50°C ทำการสุ่มตัวอย่างตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ ค่า L\* ในทุกๆ 3 วัน ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น และค่า  $a_w$  และการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ 1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2) กลุ่มยีสต์และรา และ 3) กลุ่ม Coliforms และ *E. coli* จะวิเคราะห์ทุกๆ สัปดาห์ จนสิ้นสุดการเก็บรักษา

(3) ทำนายอายุการเก็บรักษาทางจลนศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ ณ สภาวะเร่ง โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า L\* กับเวลาโดยใช้ปฏิริยาสมการอันดับ 1 ของอาร์เรเนียสในการคำนวณซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่นิยมใช้สมการนี้ตามวิธีของ ณีภูวลินคล เศรษฐปราโมทย์ ชนารัตน์ หาญวัง และนุชจรินทร์ เครือวงศ์กำ (2558)

โดย ปฏิริยาสมการอันดับ 1 คือ  $-\ln(C_A / C_{A0}) = kt$

เมื่อ  $C_A$  คือ ค่าสี L\* ที่เกิดขึ้น ณ เวลาใดๆ ในระหว่างการเก็บรักษา

$C_{A0}$  คือ ค่าสี L\* ณ จุดเริ่มต้น

k คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงค่า L\* (ต่อวัน)

t คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)

## 7. การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

ขั้นตอนนี้ เป็นการจัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่ อิมอบแห้งแบบออสโมซิส ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในอำเภอสระบุรีจังหวัดสมุทรปราการ โดยผู้เข้าร่วมอบรมเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และผู้สนใจทั่วไปจำนวน 30 คน เมื่อเสร็จสิ้นโครงการทำการประเมินผลโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ (ภาคผนวก ง) เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน