# บทที่ 2

# วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

## วัสดุ

1. หมูเนื้อแดงจากส่วนสะโพกและมันหมูซึ่งเป็นส่วนมันแข็งจากแผ่นหลัง ซื้อจากภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยมีระยะเวลาภายหลังจากการฆ่าและขนส่งมายังห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตรภายในระยะเวลา 2 ชั่วโมง
2. ส่วนผสม เครื่องปรุงรส เครื่องเทศ และสารเคมีเกรดที่ใช้สำหรับอาหาร
3. กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ชนิด epoxy-phenolic ขนาด 307 x113
4. กระดาษ parchment สำหรับใช้รองก้นและฝากระป๋อง
5. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ทางเคมี
6. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

## อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น PQ 5002 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น AB 204 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
3. เครื่องสับผสม ยี่ห้อ SCHAEFEN รุ่น CUTTER Nr 182540 ประเทศเยอรมัน
4. เครื่องบดเนื้อแบบหยาบ บริษัทฟู้ดอิควิปเมนท์ จำกัด รุ่น CZ–112A ประเทศไทย
5. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง ยี่ห้อ SCIENTIFIC รุ่น DENVER 15 ประเทศสหรัฐอเมริกา
6. อ่างควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น W–350 ประเทศสหรัฐอเมริกา

7. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ STABLE MICRO SYSTEM รุ่น TA-XT-2i ประเทศอังกฤษ
8. เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ HUNTER LAB รุ่น COLOR FLEX ประเทศสหรัฐอเมริกา
9. เครื่องสเปกโตรโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ JASCO รุ่น V-530 ประเทศญี่ปุ่น
10. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ยี่ห้อ ABB KENT TAYLOR ประเทศอังกฤษ
11. เครื่องปิดฝากระป๋อง
12. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการหาค่า $F_0$
13. อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี
14. อุปกรณ์วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์
15. อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

**วิธีการทดลอง**

**1. วิธีเตรียมอิมัลชันหมูยอก่อนการบรรจุกระป๋อง**

สูตรมาตรฐานหมูยอ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สูตรมาตรฐานหมูยอ

Formulation of standard Moo Yor

| Ingridients | percent |
|---|---|
| lean meat | 66 |
| back fat | 20 |
| ice | 6.5 |
| pepper | 1.1 |
| salt | 1.3 |
| monosodium glutamate | 0.15 |
| sugar | 1.1 |
| sodium tri-polyphosphate | 0.15 |
| fish sauce | 1.0 |
| tapioca starch | 2.7 |
| Total | 100 |

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2535)

**1.1 การเตรียมวัตถุดิบ**

1.1.1 นำหมูเนื้อแดงมาตัดแต่งโดยเอาไขมัน พังผืด และเอ็นต่างๆ ออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปแช่แข็งในห้องแช่เยือกแข็งที่มีอุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมาบดในเครื่องบด โดยผ่านแผ่นหน้าแปลนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของรูขนาด 5 มิลลิเมตร

1.1.2 มันหมูนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปแช่แข็งในห้องแช่เยือกแข็งที่มีอุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมาบดเช่นเดียวกับหมูเนื้อแดง

**1.2 วิธีการเตรียมอิมัลชันหมูยอ** (ดัดแปลงจากกลุ่มงานผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2535)

1.2.1 ชั่งส่วนผสมในการเตรียมอิมัลชันหมูยอตามสูตรมาตรฐานหมูยอ

1.2.2 สับผสมหมูเนื้อแดงที่ผ่านการบดละเอียดกับเกลือ และโซเดียมไตรโพลิฟอสเฟต แล้วเติมน้ำแข็งในปริมาณครึ่งหนึ่งจากสูตรมาตรฐานโดยใช้เวลาในการสับผสมนาน 2 นาที

1.2.3 เติมมันหมูที่ผ่านการบด และน้ำแข็งส่วนที่เหลือ แล้วสับผสมต่อไปอีก 2 นาที

1.2.4 เติมน้ำปลา น้ำตาล ผงชูรส แป้งมัน พริกไทย แล้วสับผสมต่อไปอีก 2 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายไม่ให้เกิน 15 องศาเซลเซียส

**1.3 วิธีเตรียมหมูยอชุดควบคุม**

โดยนำอิมัลชันหมูยอบรรจุในกระป๋องที่รองก้นและฝากระป๋องด้วยกระดาษ parchment โดยมีน้ำหนักบรรจุของอิมัลชันประมาณ 225 กรัม หลังจากนั้นปิดฝากระป๋อง นำมาต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำให้เย็นแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**2. ศึกษาผลของการแปรรูปด้วยความร้อนและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพหมูยอกระป๋อง**

ผลิตอิมัลชันหมูยอตามขั้นตอนในข้อ 1.1 และ 1.2 บรรจุในกระป๋องที่รองก้นและฝากระป๋องด้วยกระดาษ parchment โดยมีน้ำหนักบรรจุของอิมัลชันประมาณ 225 กรัม หลังจากนั้นปิดฝากระป๋อง แล้วแบ่งหมูยอกระป๋องออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปเก็บไว้ 4 องศาเซลเซียส อีกส่วนนำไปต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วจึงทำให้เย็น แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง จากนั้นนำหมูยอกระป๋องทั้งสองส่วนไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ โดยกำหนดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 110 องศาเซลเซียส ทำการศึกษาผลของระยะเวลาในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพหมูยอกระป๋อง โดยกำหนดเวลาในการฆ่าเชื้อ 3 ระดับ โดยให้มีค่า $F_0$ เท่ากับ 4,

5 และ 6 ตามลำดับ นำหมูยอกระป๋องและหมูยอชุดควบคุมมาตรวจสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้วิธี Texture Profile Analysis (TPA) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Pietrasik และ Duda (2000) ดังแสดงในภาคผนวก ค

2.2 ตรวจสอบค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี ระบบ CIE Lab (L*, a*, b*) ดัดแปลงจากวิธีของ Lin และ Chao (2001)

2.3 ตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส แบบพรรณนาในเชิงปริมาณ (Quantitative descriptive analysis, QDA) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และทดสอบทางด้านความชอบโดยใช้วิธี Hedonic scale (9 คะแนน) ในด้านกลิ่นรส ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว จำนวน 14 คน

เปรียบเทียบวิธีการเตรียมหมูยอระหว่างหมูยอที่ผ่านการต้มก่อนกับหมูยอที่ไม่ได้ผ่านการต้มก่อนการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วคัดเลือกวิธีการให้ความร้อนที่ทำให้หมูยอมีคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส (TPA) และได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดในการตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสมาศึกษาในข้อ 3 ต่อไป

**3. ศึกษาการใช้โซเดียมไนไตรท์ร่วมกับการให้ความร้อนแบบสเตอริไรซ์ในการแปรรูปหมูยอกระป๋อง**

ศึกษาการเติมโซเดียมไนไตรท์ที่ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยสับผสมพร้อมกับเกลือในขั้นตอนการผลิตอิมัลชันหมูยอ จากนั้นบรรจุกระป๋องโดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 1.3 แล้วนำไปให้ความร้อนในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส โดยกำหนดระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 3 ระดับ ให้มีค่า $F_0$ ประมาณ 1.5, 2.0 และ 2.5 ตามลำดับ นำหมูยอกระป๋องที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ ดังนี้

3.1 ทดสอบประสิทธิภาพในการให้ความร้อน (Sterility Test) ตามวิธีของ Landry และคณะ (2001)

โดยนำผลิตภัณฑ์หมูยอกระป๋องที่ผลิตได้ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของกระป๋อง ได้แก่ การบวม การบุบ การเป็นสนิม เป็นต้น

3.1.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ดังนี้ จุลินทรีย์พวกที่ใช้อากาศ จุลินทรีย์พวกที่ไม่ใช้อากาศ และจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศในการเจริญและสามารถสร้างสปอร์ได้

3.2 ตรวจสอบคุณสมบัติด้านอื่น ๆ เช่นเดียวกับการศึกษาในข้อ 2

คัดเลือกหมูยอกระป๋อง โดยพิจารณาเลือกชุดการทดลองที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพในการให้ความร้อน (Sterility Test) มีลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดและใช้ปริมาณไนไตรท์ในระดับที่ต่ำที่สุดมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

**4. ศึกษาการส่งผ่านความร้อนของหมูยอกระป๋อง**

ผลิตหมูยอกระป๋องสูตรที่คัดเลือกได้จากการศึกษาในข้อ 3 มาศึกษาการส่งผ่านความร้อน โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 เตรียมกระป๋องที่จะใช้ในการผลิตหมูยอ โดยการนำ thermocouples มาเสียบเข้าทางด้านข้างกระป๋อง กำหนดให้ตำแหน่งของ thermocouple อยู่กึ่งกลางกระป๋องแล้วจึงนำอิมัลชันหมูยอมาบรรจุลงกระป๋องและปิดฝากระป๋องตามปกติ

4.2 นำหมูยอกระป๋องที่เตรียมได้จากข้อ 4.1 บรรจุในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ เริ่มบันทึกอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการให้ความร้อน โดยใช้อุณหภูมิเท่ากับ 110 องศาเซลเซียสและเวลาในการฆ่าเชื้อเท่ากับชุดการทดลองที่คัดเลือกไว้จากการศึกษาในข้อ 3

4.3 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในข้อ 4.2 ไปคำนวณหาค่า $F_0$ โดยวิธี Formular Method

**5. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หมูยอกระป๋อง**

นำหมูยอกระป๋องสูตรที่คัดเลือกได้จากการศึกษาในข้อ 3 ที่มีค่า $F_0$ เท่ากับ 1.508 นาที มาทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยให้ประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้วิธี Hedonic scale (5 คะแนน)

**6. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของหมูยอกระป๋อง เป็นเวลา 3 เดือน**

นำหมูยอที่คัดเลือกได้ในข้อ 3 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ดังนี้

6.1 ตรวจสอบคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของหมูยอกระป๋อง เช่นเดียวกับการศึกษาในข้อ 2.1 และ 2.2

6.2 ตรวจสอบปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ ตามวิธีของ A.O.A.C. (1999)

6.3 ตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ได้แก่

6.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ A.O.A.C. (1999)

6.3.2 ปริมาณจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศในการเจริญ ตามวิธีของ A.O.A.C. (1999)

**7. การวิเคราะห์ทางสถิติ**

การวิจัยในข้อ 2 และ 3 วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial) แบบ ((2x3)+1) และ ((3x3)+1) ตามลำดับ ในการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในการทดลองแบบบล็อกไม่สมบูรณ์สมดุล (balanced incomplete block design, BIB) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน