

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

3.1 วัสดุ

3.1.1 วัสดุดิบ

- เนื้ออกไก่ จากตลาดสด อ.เมือง จ.ปัตตานี
- บรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกทนร้อนโปร่งแสง ชนิดในลอน 15/โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ 65 บริษัทปทุมเฟล็กซ์ จำกัด
- โซเดียมไตรโพสเฟต บริษัท ฟู้ดอีควิปเมนท์ จำกัด
- น้ำกลั่น (Distilled water)
- ส่วนผสมน้ำพริกแกงกอและ ได้แก่ พริกชี้ฟ้าแห้งเม็ดใหญ่ หอมแดง กระเทียม จิงหลุกผักชี ขี้หრა จากตลาดสด อ.เมือง จ.ปัตตานี
- เครื่องปรุงรส ได้แก่ น้ำตาลปี๊ป น้ำมันมะขามเปียก จากตลาดสด อ.เมือง จ.ปัตตานี
- เกลือ บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด

3.1.2 สารเคมี

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) Analytical grade) (Labscan Asia Co, Ltd., ประเทศไทย)
- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl) (Merck, เยอรมัน)
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. sulfuric acid, Conc. H_2SO_4) (QReC, นิวซีแลนด์)
- โซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite, $NaNO_2$) (ฟู้ดอีควิปเมนท์, ประเทศไทย)
- โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) (วิทยาศาสตร์, ประเทศไทย)
- กรดซิตริก (Citric acid) (หาดใหญ่เบเกอรี่, ประเทศไทย)
- Catalyst mixture (Copper sulfate และ Potassium sulfate) (Labscan Asia Co, Ltd., ประเทศไทย)
- กรดบอริก (Boric acid, H_3BO_3) (Labscan Asia co, Ltd., ประเทศไทย)
- ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) (QReC, นิวซีแลนด์)
- เอทานอล (Ethanol) (Merck, เยอรมัน)
- กรดอะซิติก (Acetic acid) (Merck, เยอรมัน)
- คลอโรฟอร์ม (Chloroform) (Merck, เยอรมัน)

- กรดไธโอบาร์บิทริก (Thiobarbituric acid) (Merck, เยอรมัน)
- Antifoaming agent (Fisher Scientific, อังกฤษ)
- กลูตารอลดีไฮด์ (Glutaraldehyde) (Ajax, ออสเตรเลีย)

3.2 เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- อุปกรณ์เตรียมตัวอย่าง เช่น เครื่องแก้ว เครื่องชั่ง หลอดเซนตริฟิวส์
- กระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman paper No. 1)
- กระดาษกรองเบอร์ 4 (Whatman paper No. 4)
- โถดูดความชื้น (Descicator)
- ถ้วยอะลูมิเนียม (Aluminium can)

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

- Soxhlet distillator (Model 306 M, Gerhardt, เยอรมัน)
- ชุดอุปกรณ์ย่อยโปรตีน (Model TR, Gerhardt, เยอรมัน)
- ชุดกลั่น โปรตีน (Model VAP1, Gerhardt, เยอรมัน)
- เครื่องปิดผนึกระบบสูญญากาศ (Model DZ400, Brother, จีน)
- เครื่องผสมอาหาร (Food Processor) (Model MK-5080M, National, ญี่ปุ่น)
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Model G10S UV-Vis, Genesys, สหรัฐอเมริกา)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) (Model TA-XT plus, Stable Micro Systems, สหรัฐอเมริกา)
- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Model ED3202S, Satorius, สหรัฐอเมริกา)
- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Model TE313S-DS, Satorius, สหรัฐอเมริกา)
- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Model TE214S, Satorius, สหรัฐอเมริกา)
- เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH meter) (Model SevenEasy, Mettler Toledo, สวิตซ์เซอร์แลนด์)
- ตู้อบไฟฟ้า (Model UFE 500, Memmert, เยอรมัน)
- เครื่องหมุนเหวี่ยง (Model Rotina 420 R, Hettich, เยอรมัน)
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Model Quanta 400, FEI, สาธารณรัฐเชค)
- เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (Homogenizer) (Model AM-8, Nissei, ญี่ปุ่น)
- เตาไมโครเวฟ กำลังไฟ 850 วัตต์ (Model NN-8655, National, ญี่ปุ่น)

- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Model Isothemp 220, Fisher Scientific, สหรัฐอเมริกา)
- เครื่องวัดสี (Model Mini Scan EZ 45/0 L, Hunterlab, สหรัฐอเมริกา)
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aw meter) (Model Series 3 TE, Aqualab, สหรัฐอเมริกา)
- เทอร์โมคอปเปิล (Thermocouple) พร้อมเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) (Model 34970 A Type J, Agilent, สหรัฐอเมริกา)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (Model UFE 600, Memmert, เยอรมัน)
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Model HVA-85, Hiclave, ญี่ปุ่น)

3.3 วิธีการทดลอง

วิเคราะห์องค์ประกอบของทางเคมีของเนื้อไก่ส่วนเนื้อหน้าอก ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลอง โดยวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2000) ปริมาณไขมัน ด้วย Soxhlet (AOAC, 2000) ปริมาณความชื้น ด้วยวิธี Hot air oven method (AOAC, 2000) และวิเคราะห์ค่าพีเอชของเนื้อไก่สด ด้วยเครื่อง pH meter รายละเอียดวิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข

3.3.1 ศึกษาผลของสารหมักเนื้อต่อสมบัติของเนื้อไก่ดิบหลังการหมัก และผลิตภัณฑ์ไก่กอบและ

3.3.1.1 ศึกษาผลของสารหมักเนื้อ ต่อสมบัติบางประการของเนื้อไก่ดิบ

เตรียมสารหมักเนื้อไก่ในรูปของสารละลาย อัตราส่วน เนื้อไก่ต่อสารละลาย (น้ำหมัก) เท่ากับ 1 ต่อ 2 วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบ 6 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลอง	ชนิดและปริมาณของสารหมักในสารละลาย (w/v)
Ctrl	ชุดควบคุม (ไม่มีการหมักเนื้อ)
D	น้ำกลั่น
S	โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 5
S/P	โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 5 ร่วมกับโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 1
S/P/C	โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 5 ร่วมกับโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 1 และกรดซิตริกร้อยละ 0.02
S/P/B	โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 5 ร่วมกับโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 1 และโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 3

เตรียมเนื้อไก่ส่วนหน้าอก โดยการล้างทำความสะอาด ตัดแต่งส่วนที่เป็นหนังไก่ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และไขมันออก ตัดชิ้นเนื้อให้ได้ขนาดและน้ำหนัก ชิ้นละ 120 ± 10 กรัม แช่เนื้อไก่ในสารละลายตามอัตราส่วน หมักที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของเนื้อไก่ ดังนี้

- ค่าพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter
- ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) โดยใช้การปั่นเหวี่ยง (คัดแปลงจาก Zheng *et al.*, 1998)
- การสูญเสียน้ำหนักภายหลังจากให้ความร้อน (Cooking loss) (Crehan and Huges, 2000)
- ค่าแรงเคียน จาก Warner-Bratzler ด้วยเครื่อง Texture analyzer (Wattanachant *et al.*, 2004)
- ลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นใยกล้ามเนื้อ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM :Scanning electron microscopy) (Wattanachant *et al.*, 2004 คัดแปลงจาก Palka and Duan, 1999)

รายละเอียดของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ แสดงในภาคผนวก ก และ ข

3.3.1.2 ศึกษาผลของสารหมักเนื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไก่กอลและ

ผลิตไก่กอลและ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบ 6 ชุดการทดลอง และทำการทดลอง 3 ซ้ำ

วิธีการผลิตไก่กอลและ

การเตรียมเนื้อไก่

หมักเนื้อไก่ตามวิธีจากข้อ 3.3.1.1 ทั้ง 6 ชุดการทดลอง จากนั้นนึ่งเนื้อไก่ด้วยไอน้ำ จนมีอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อ 70 องศาเซลเซียส ด้วยเทอร์โมคอปเปิล

ส่วนผสมของเครื่องแกงกอลและ (ร้อยละของส่วนผสมทั้งหมด)

หอมแดง	ร้อยละ 10.0
พริกชี้ฟ้าแดงแห้ง	ร้อยละ 7.3
กระเทียม	ร้อยละ 4.4
จิง	ร้อยละ 0.8
หัวกะทิ	ร้อยละ 34.5
น้ำสะอาด	ร้อยละ 22.0
น้ำตาลปี๊ป	ร้อยละ 15.7

เกลือป่น	ร้อยละ 1.8
น้ำมะขามเปียก	ร้อยละ 0.5
แป้งข้าวเจ้า	ร้อยละ 1.4
เครื่องเทศ	ร้อยละ 0.2
น้ำปลา	ร้อยละ 1.5

การเตรียมเครื่องแกงกอและ

ปั่นส่วนผสม ประกอบด้วย หอมแดง พริกชี้ฟ้าแห้ง กระเทียม และขิง กับน้ำสะอาดให้ละเอียด จากนั้นผัดเครื่องแกงกับหัวกะทิ ปรงรสด้วยน้ำตาลปี๊ป น้ำมะขามเปียก เกลือป่น น้ำปลา และเครื่องเทศ ละลายแป้งข้าวเจ้ากับน้ำสะอาด (อัตราส่วน 1:1) เติมนลงในส่วนผสม คนให้เข้ากัน รอจนกระทั่งส่วนผสมเดือด จับเวลา 5 นาที

การผลิตไก่กอและ

นำเนื้อไก่ที่เตรียมไว้ คลุกหรือราดด้วยน้ำพริกแกงกอและ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที โดยจะมีการทาเครื่องแกงเพิ่ม 3 ครั้ง เมื่อใช้เวลารอบครบ 10, 20 และ 30 นาที จากนั้นบรรจุไก่กอและในถุงพลาสติกทนร้อน โปรงแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของไก่กอและ ดังนี้

- ร้อยละของผลผลิต (Product yield)
- ค่าพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter
- ลักษณะเนื้อสัมผัส แบบ Texture profile analysis ด้วยเครื่อง Texture analyzer (Li, 2006)
- ค่าแรงฉีก จาก Warner-Bratzler ด้วยเครื่อง Texture analyzer (Wattanachant *et al.*, 2004)
- ลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นใยกล้ามเนื้อ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM :Scanning electron microscope) (Wattanachant *et al.*, 2004 คัดแปลงจาก Palka and Duan, 1999)

รายละเอียดของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ แสดงในภาคผนวก ก และ ข

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไก่กอกและ โดยใช้ผู้ประเมินจำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale ตัวอย่างแบบประเมินแสดงในภาคผนวก ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

เลือกชุดการทดลองที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาการยอมรับทางประสาทสัมผัส น้ำหนักมาก และเนื้อสัมผัสดี เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมไก่กอกและ สำหรับการศึกษารุ่นต่อไป

3.3.2 ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Sous vide ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไก่กอกและพร้อมบริโภคที่เตรียมจากสารหมักเนื้อที่เหมาะสมที่สุดจาก ข้อ 3.3.1

ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ในไก่กอกและ ที่เตรียมจากสารหมักเนื้อที่เหมาะสมที่สุดจาก ข้อ 3.3.1 ด้วยเทคนิค Sous vide โดยใช้อุณหภูมิ 2 ระดับ วัดอุณหภูมิจากจุดกึ่งกลางของชิ้นเนื้อ คือ 70 และ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบ 4 ชุดการทดลอง และ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

วิธีการผลิตไก่กอกและร่วมกับการใช้เทคนิค Sous vide

ผลิตไก่กอกและส่วนเนื้ออก จากวิธีการที่ให้คุณภาพของไก่กอกและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด ในข้อ 3.3.1 ร่วมกับการใช้โซเดียมไนไตรต์ 200 ppm. (ผสมในเครื่องแกงและสารละลายน้ำหมัก) และ การใช้เทคนิค Sous vide ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลอง	รายละเอียด
nonSV/nonNaNO ₂	ไก่กอกและที่ไม่ใช้โซเดียมไนไตรต์และไม่ใช้เทคนิค Sous vide
nonSV/NaNO ₂	ไก่กอกและที่ใช้โซเดียมไนไตรต์และไม่ใช้เทคนิค Sous vide
SV70/NaNO ₂	ไก่กอกและที่ใช้โซเดียมไนไตรต์และใช้เทคนิค Sous vide 70 องศาเซลเซียส
SV80/NaNO ₂	ไก่กอกและที่ใช้โซเดียมไนไตรต์และใช้เทคนิค Sous vide 80 องศาเซลเซียส

บรรจุไก่กอกและในถุงพลาสติกทนร้อนโปร่งแสงชนิด ไนลอน 15/โพลีเอทิลีนชนิด ความหนาแน่นต่ำ 65 ขนาด 150x180 มิลลิเมตร สำหรับไก่กอกและที่ใช้เทคนิค Sous vide จะผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อนด้วยอ่างปรับอุณหภูมิ (Water bath) โดยใช้เทอร์โมคอปเปิลเสียบเข้าที่จุดกึ่งกลางของชิ้นเนื้อ ใช้ Silicone supporter ป้องกันการรั่ว ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ ต่อสายเข้าเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) โดยวัดอุณหภูมิจากจุดกึ่งกลางของชิ้นเนื้อ 2 ระดับ คือ

70 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที และ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

วิเคราะห์สมบัติของผลิตภัณฑ์ไก่ก๋อและพร้อมบริโภคนอก

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ วันที่ 0 ดังนี้

- น้ำหนักของผลผลิต (Product yield)
- ค่าพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter
- ค่า Aw ด้วยเครื่อง Aw meter (AOAC, 2000)

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ ทุกๆ 10 วัน ดังนี้

- ค่าพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter
- ลักษณะเนื้อสัมผัส แบบ Texture profile analysis ด้วยเครื่อง Texture analyzer (Li, 2006)
- ค่าแรงฉีก จาก Warner-Bratzler ด้วยเครื่อง Texture analyzer (Wattanachant *et al.*, 2004)
- ค่าสี ด้วยเครื่อง Hunterlab Mini Scan EZ
- ปริมาณ Malonaldehyde ด้วยเทคนิค TBARs (AOCS, 1999)

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ วันที่ 0 และวันที่ 40 ดังนี้

- ลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นใยกล้ามเนื้อ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM :Scanning electron microscopy) (Wattanachant *et al.*, 2004 ดัดแปลงจาก Palka and Duan, 1999)

รายละเอียดของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ แสดงในภาคผนวก ก และ ข

วิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์ ทุกๆ 10 วัน ดังนี้

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (Maturin and Peeler, 1998)
- ยีสต์และรา (Tournas *et al.*, 1998)

วิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์ ทุกๆ 20 วัน ดังนี้

- *Escherichia coli* โดยวิธี MPN (Feng *et al.*, 1998)
- *Staphylococcus aureus* (Bennett and Lancette, 1998)
- *Bacillus cereus* (Tallent *et al.*, 1998)
- *Salmonella* spp. (Andrews and Hammack, 1998)
- Lactic acid bacteria (มอก. 2239, 2548)

รายละเอียดของวิธีวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ แสดงในภาคผนวก ค โดยส่งวิเคราะห์ที่ ศูนย์วิทยาศาสตร์อาหารฮาลาล ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไก่กอกและพร้อมบริโภค โดยใช้ ผู้ประเมินจำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale ตัวอย่างแบบประเมินดังแสดงในภาคผนวก ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุด การทดลองโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95