

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 ปู้นิม (Scylla serrata) ในสภาพแช่เยือกแข็ง ขนาด 11-12 ตัว/กิโลกรัม จากฟาร์มปู้นิม จังหวัดตราด
- 1.2 น้ำมันปาล์มโอเลอิน

2. อุปกรณ์ในการแปรรูป

- 2.1 หม้อทอดสุญญากาศ ONV-15
- 2.2 ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิ King Machines
- 2.3 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง Yamato unicell model UC-100
- 2.4 เครื่องครัว ได้แก่ มีด ถาด เขียง พร้อมอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็น

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 3.1 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง Sartorius 2462
- 3.2 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน Buchi 323 and Buchi 435
- 3.3 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน Soxtec system HT 1043
- 3.4 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ความชื้น ตามวิธี A.O.A.C. (2000)
- 3.5 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ค่า a_w Thermoconstanter Novasina model TH 200
- 3.6 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ค่า TVB-N ตามวิธี MFRD (1987)
- 3.7 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ค่า K ตามวิธี MFRD (1987)
- 3.8 เตาเผาอุณหภูมิสูง Muffle Furnace model 5
- 3.9 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เนื้อสัมผัส TA-HD Texture Analyser

- 3.10 ชุดเครื่องวัดสี Minolta CM-3500
- 3.11 เครื่องตีปนอาหาร (stomacher) Seward BA 7021
- 3.12 เครื่องตีผสมอาหาร (blender) National MX-7 31 GN
- 3.13 เครื่องเขย่า (vortex mixture) G-560E
- 3.14 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) Kokusan model H 88 LLD
- 3.15 ตู้บเพาะเชื้อ (incubator) Memmert model 600
- 3.16 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ Sibata Termotec Incubator SAI-600
- 3.17 กล้องจุลทรรศน์ Olympus CH-2
- 3.18 ห้องซึมและอุปกรณ์สำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส

4. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

- 4.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธี A.O.A.C (2000)
- 4.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธี A.O.A.C (2000)
- 4.3 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ TBA (thiobarbituric acid) ตามวิธี AOCS (1997)
- 4.4 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเกลือ ตามวิธี FAO (1981)
- 4.5 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่า K ตามวิธี MFRD (1987)
- 4.6 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่า TVB-N ตามวิธี MFRD (1987)
- 4.7 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับตรวจหา
 - 4.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธี A.O.A.C (2000)
 - 4.7.2 ยีสต์และรา ตามวิธี A.O.A.C (2000)
 - 4.7.3 *Salmonella* spp. ตามวิธี A.O.A.C (2000)
 - 4.7.4 *Vibrio parahaemolyticus* ตามวิธี A.O.A.C (2000)
 - 4.7.5 *Vibrio cholerae* ตามวิธี A.O.A.C (2000)
 - 4.7.6 *Escherichia coli* ตามวิธี A.O.A.C (2000)

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุและเก็บรักษาตัวอย่าง

- 5.1 ถุงพลาสติก NYLON/LLDPE

5.2 กล่องพลาสติก

5.3 เครื่องบรรจุ chaup master 220v 450w

5.4 Oxygen absorber รุ่น RP 100

6. เครื่องประมวลผลข้อมูล

6.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

6.2 โปรแกรมสำเร็จรูป

วิธีการ

1. ปุ๋นึ่งและขั้นตอนการเตรียม

ปุ๋นึ่งแช่เยือกแข็งขนาด 11-12 ตัวต่อกิโลกรัมจากจังหวัดตราด ขนส่งโดยรถยนต์มายังห้องปฏิบัติการใช้เวลาในการขนส่ง 6 ชั่วโมง นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส และใช้ในการศึกษาภายใน 1 เดือน ก่อนนำมาใช้ นำปุ๋นึ่งมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำแข็งละลาย นำมาล้างทำความสะอาด ตัดแต่งเอาส่วนจับปิ้ง ตา ปอดและตัดขาเดินคู่ที่ 2-4 จากส่วนปลายขาไปถึงข้อที่ 2 ออก แล้วล้างด้วยน้ำผสมน้ำแข็ง พักให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นสุ่มตัวอย่างในทุก lot ของปุ๋นึ่งที่ซื้อมา บดผสมตัวอย่างปุ๋นึ่งทั้งตัวทั้งส่วนตัวปุ๋นึ่งและส่วนขาแล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเริ่มต้นของวัตถุดิบ ได้แก่

1.1 คุณภาพทางเคมี สุ่มตัวอย่างปุ๋นึ่งที่ผ่านการเตรียมมาวิเคราะห์ค่าทางเคมี ทำการวิเคราะห์ 3 ค่า ดังนี้

1.1.1 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)

1.1.2 ค่าความสด (K-value, TVB) ตามวิธี MFRD. (1987)

1.1.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดย pH meter

1.1.4 ปริมาณเกลือ ตามวิธี FAO (1981)

2.2 คุณภาพทางจุลชีววิทยา สุ่มตัวอย่างปุ๋นึ่งที่ผ่านการเตรียม มาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ดังนี้

1.2.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธี A.O.A.C (2000)

1.2.2 วิเคราะห์ปริมาณ *Salmonella* spp.ตามวิธี A.O.A.C (2000)

1.2.3 *Vibrio parahaemolyticus* ตามวิธี A.O.A.C (2000)

1.2.4 *Vibrio cholerae* ตามวิธี A.O.A.C (2000)

1.2.5 วิเคราะห์ปริมาณ *Escherichia coli* ตามวิธี A.O.A.C (2000)

2. ศึกษาผลของระยะความเป็นเยื่อกระดาษ (paper shell) ของปฏินิมิตต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปฏินิมิตทอดสุญญากาศ

นำปฏินิมิตแช่เยือกแข็งที่ผ่านการละลาย ที่มีระดับเยื่อกระดาษที่ระดับ 2 และระดับ 4 (บุญรัตน์, 2547) มาล้างทำความสะอาดและตัดแต่งตามข้อที่ 1 ศึกษาผลของความเป็นเยื่อกระดาษโดยมีสภาวะการทอด คือ ทอดที่ความดันสุญญากาศ 760 มิลลิเมตรปรอทอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที ความเร็วรอบในการเหวี่ยง 500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังภาพที่ 1 และมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การผลิตปฏินิมิตทอดสุญญากาศ

กระบวนการทอดปฏินิมิตภายใต้สภาวะสุญญากาศมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

2.1.1 นำปฏินิมิตมาทำการล้างและตัดแต่งตามข้อที่ 1

2.1.2 ตั้งค่าสภาวะการทอด โดยตั้งอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดันสุญญากาศ - 760 มิลลิเมตรปรอท เวลาในการทอด 15 นาที รอบและเวลาในการเหวี่ยงสลับน้ำมันที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาที 5 นาที

2.1.3 เปิดน้ำมันเข้าสู่หม้อทอด ให้ความร้อนจนน้ำมันมีอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส

2.1.4 ใส่ปฏินิมิตลงทอด ปิดฝาและดูดอากาศออก ทอด 15 นาที

2.1.5 เปิดให้อากาศเข้า ดูดน้ำมันออกจากหม้อทอด แล้วจึงทำการดูดอากาศออก

2.1.6 เหวี่ยงสลับน้ำมันที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 1 กระบวนการทดสอบปริมาณการดูดซับ

ดงคาสภาวะการทอด

2.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เวลาในการทอด 1

นำผลิตภัณฑ์ปริมาณทอดสุญญากาศมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้

คะแนนความชอบ (9 – point hedonic scale) ช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด)

ในปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความเป็นเยื่อกระดาษและ

ความชอบรวม โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20-30 คน

2.3 การประเมินผลทางสถิติ

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design – RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3. ศึกษากรรมวิธีและสภาวะการทอดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุนิมทอดสุญญากาศ

นำปุนิมที่มีความเป็นเยื่อกระดาษตามผลที่ได้จากข้อ 2 มาผ่านการละลายน้ำแข็ง ล้างทำความสะอาดและตัดแต่งตามข้อที่ 1 และนำมาผ่านการทอดตามกระบวนการตามข้อ 2.1

3.1 ศึกษาระยะเวลาทอดปุนิมทอดสุญญากาศที่เหมาะสม โดยใช้อุณหภูมิทอด 3 ระดับคือ 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาทอดภายในช่วง 10-25 นาที ทอดจนผลิตภัณฑ์สุกมีลักษณะตรงกับที่กำหนด คือ เปลือกนอกไหม้ไหม้ ไม่มีสีน้ำตาลเข้มหรือรสนม เนื้อภายในสุก ไม่แฉะและไม่แห้งกรอบ พิจารณาลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เลือกเวลาการทอดที่เหมาะสมของแต่ละอุณหภูมิไปศึกษาต่อไป

3.2 ศึกษาเวลาในการหเวียงที่เหมาะสมโดยเลือกใช้อุณหภูมิทอด และเวลาในการทอดตามที่ได้จากการศึกษาในข้อ 3.1 โดยแปรระยะเวลาในการหเวียง 3 ระดับคือ 5, 7 และ 10 นาที ที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาที ตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.2.1 พิจารณาลักษณะของปุนิมทอดสุญญากาศที่ได้ในด้านของ รูปร่าง ลักษณะปรากฏ

3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี $L^* a^* b^*$ โดยใช้เครื่อง Minolta CM-3500
- ค่าแรงต้านทานโดยใช้เครื่อง TA-HD Texture Analyzer
- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี a_w โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter

3.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณความชื้น ตามวิธี A.O.A.C. (2000)
- ปริมาณน้ำมัน ตามวิธี A.O.A.C. (2000)

3.2.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบ (9 – point hedonic scale) ช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ในปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความเป็นเยื่อกระดาษและความชอบรวม โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน

3.2.5 การประเมินผลทางสถิติ

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี จัดแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟกทอเรียลแบบ CRD สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส จัดแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลแบบ RCBD วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี DMRT

4. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศ

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3 กับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ใช้วิธี central location test ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์, ทศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์และทดสอบความชอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์และลักษณะการบรรจุ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 = ชอบมากที่สุด) และสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ ถ้าผลิตภัณฑ์ได้คะแนนความชอบต่ำกว่า 6 จะทำการศึกษากรรมวิธีการทอดใหม่จนกว่าผู้บริโภคจะยอมรับ

วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ปฏินมทอดสุญญากาศที่ผ่านการคัดเลือก ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)

5. ศึกษาสถานะการบรรจุและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ปฏินมทอดสุญญากาศ

ผลิตภัณฑ์ปฏินมทอดสุญญากาศที่พัฒนาแล้ว นำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา โดยวางปฏินมทอดสุญญากาศแล้วนำด้วยที่บรรจุใส่ในถุง NYLON/LLDPE พร้อมทั้งใส่สารดูดออกซิเจน (oxygen absorber) ลงไปภายในถุง ทำการปิดผนึก 2 แบบคือ สภาพสุญญากาศ

เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ อุณหภูมิห้อง (32 ± 2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในระหว่างการเก็บรักษาสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของแต่ละอุณหภูมิ ทั้ง 2 สภาพบรรจุ มาตรวจวิเคราะห์โดยสุ่มตัวอย่างทุก 3 วัน สำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ ทุก 5 วัน สำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 เดือน วางแผนการทดลองแบบ แฟกทอเรียลแบบ CRD สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี และแบบ RCBD สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี DMRT วิเคราะห์คุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 ค่าสี $L^* a^* b^*$ โดยใช้เครื่อง Minolta CM-3500 (CIE $L^* a^* b^*$)

5.1.2 ค่าแรงต้านทานโดยใช้เครื่อง TA-HD Texture Analyzer

5.1.3 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี a_w โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter

5.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่

5.2.1 ปริมาณความชื้น ตามวิธี A.O.A.C (2000)

5.2.2 ค่า TBA ตามวิธี A.O.C.S. (1997)

5.2.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

5.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่

5.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธี A.O.A.C (2000)

5.3.2 ยีสต์และรา ตามวิธี A.O.A.C (2000)

5.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบเชิงพรรณนาโดยปริมาณ (quantitative descriptive analysis) ตามวิธีการของ Stone and Sidel (1993) จากผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10-15 คน เพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงด้วยการหาคุณลักษณะและให้คะแนนความเข้มแก่คุณลักษณะทางด้าน ความเข้มข้น กลิ่น หิน และเนื้อสัมผัส โดยใช้สเกลเส้นตรงความยาว 6 นิ้ว ร่วมกับการประเมินความชอบโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 – point hedonic scale) ช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ในปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความเป็นเชื้อกระดาษ และความชอบรวม และสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์

6. คำนวณต้นทุนการผลิตปูนั้มทอดสุญญากาศ

คำนวณต้นทุนการผลิตที่ใช้ในการผลิตปูนั้มทอดสุญญากาศ ที่ทอดในสภาวะที่ได้จากการศึกษา และบรรจุในสภาวะที่ได้จากการศึกษาโดยพิจารณาเฉพาะค่าวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์