# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

## บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)

**ปริญญา**

ผลิตภัณฑ์ประมง
**สาขา**

ผลิตภัณฑ์ประมง
**ภาควิชา**

**เรื่อง** การพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

Development of Smoked Blood Clam (*Anadara granosa*)

**นามผู้วิจัย** นายอรรถพร สัมปชัญญสถิตย์

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**

**ประธานกรรมการ** .....
( รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D. )

**กรรมการ** .....
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร, Ph.D. )

**กรรมการ** .....
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล, Ph.D. )

**หัวหน้าภาควิชา** .....
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย วรวัฒนเมธีกุล, Ph.D. )

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว**

.....
( รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A. )

**คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย**

**วันที่** 6 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2549

**วิทยานิพนธ์**

**เรื่อง**

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

# Development of Smoked Blood Clam (*Anadara granosa*)

**โดย**

**นายอรรถพร สัมปชัญญสถิตย์**

**เสนอ**

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**
**เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)**
**พ.ศ. 2549**

**ISBN 974-16-1147-1**

อรรถพร สัมปชัญญสถิตย์ 2549: การพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง) สาขาผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D. 159 หน้า
ISBN 974-16-1147-1

การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (89%) สนใจผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน เนื่องจากมีความสะดวกในการซื้อมารับประทานและผู้บริโภคอยากได้อาหารที่แปลกใหม่ การศึกษากรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตหอยแครงรมควัน พบว่า ที่ระยะเวลาลวกหอย 1 นาที สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดและยังสามารถแกะเนื้อหอยได้ง่าย การศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการรมควันที่เหมาะสม โดยแปรอุณหภูมิและเวลา เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า หอยแครงรมควันที่ 55 องศาเซลเซียส 5 นาที มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($P\leq0.05$) การศึกษาการปรุงรสหอยแครงรมควัน พบว่า ตัวอย่างที่เติมเกลือร้อยละ 0.5 และ น้ำตาลร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเนื้อหอย มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($P\leq0.05$) จากนั้นจึงนำผลการทดลองที่ได้มาศึกษาชนิดและปริมาณเครื่องเทศที่เหมาะสมในการปรับปรุงกลิ่นรส พบว่า หอยแครงรมควันที่เติมพริกไทยร้อยละ 1.25 ของน้ำหนักเนื้อหอย มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($P\leq0.05$) การศึกษาวิธีลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในหอยแครงหลังการรมควัน โดยแช่หอยในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส กับต้มหอยรมควันที่บรรจุในถุงพลาสติกในน้ำเดือดโดยแปรเวลาทั้งสองแบบ พบว่า หอยแครงที่แช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มากที่สุด ($P\leq0.05$) สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้เหลือน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม จึงนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยเก็บผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด PA/LDPE ที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส พบว่า สภาวะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติมีอายุการเก็บ 33 วัน และแบบสุญญากาศมีอายุการเก็บนานกว่า 60 วัน การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคให้ผลการยอมรับบรรจุภัณฑ์และตัวผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ 13 / กพ / 2549

Attaporn Sampachanyastit 2006: **Development of Smoked Blood Clam (*Anadara granosa*).** Master of Science (Fishery Products), Major Field: Fishery Products, Department of Fishery Products. Thesis Advisor: Associate Professor Nongnuch Raksakulthai, Ph.D. 159 pages.
ISBN 974-16-1147-1

Consumer survey on smoked blood clam was conducted. Most of the consumer (89%) was interested to buy the product because it was convenient and new product. Appropriate process for smoked blood clam was studied. It was found that 1 minutes blanching was sufficient for shucking with the least weight loss. Sensory evaluation was conducted to determine the most suitable smoking temperature and time. The average appearance, flavor, texture and overall acceptability scores of the sample smoked at 55$^{O}$C for 5 minutes were the highest ($P \leq 0.05$). Salt and sugar were varied; the sample with 0.5% salt and 0.5% sugar (w/w) received the highest scores for odor, flavor, texture and overall acceptability ($P \leq 0.05$). The kind and amount of spices were studied; the average scores for appearance, flavor, texture and overall acceptability of sample with 1.25% pepper were the highest ($P \leq 0.05$). The reductions of microorganisms after smoking by soaking unpacked sample in hot soybean oil at 80$^{O}$C or boiling packed sample in hot water were compared. The results showed that the average sensory scores of sample soaked in hot oil at 80$^{O}$C for 30 minutes was the highest for appearance, flavor, texture and overall acceptability with the total plate count of <30 cfu/g. The shelf life of the developed smoked blood clam packed in PA/LDPE bags at 4±2$^{O}$C under air was 33 days and under vacuum was more than 60 days. The consumer acceptances for the packaging and the product were like moderately to like very much.

Attaporn Sampachanyastit Nongnuch Raksakulthai 23 / Feb / 2006

Student's signature Thesis Advisor's signature

# กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.นงนุช รักสกุลไทย ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผศ.ดร.จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผศ.ดร.เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และอาจารย์สุจิตตา เรืองรัศมี ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก อาจารย์เปรมวดี เทพวงศ์ คุณดวงเดือน วารีวะนิช สำหรับคำแนะนำ ข้อคิดเห็น และความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณในความห่วงใย ความมีน้ำใจและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ของพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นิสิตภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณรุ่งแสง ศรีจันทร์ คุณพิเชษฐ์ น่วมทนงค์ คุณวรรณบดี เอกปิยะกุล คุณพิมพ์ธวัล กาไรภูมิ คุณนุชนารถ เพริศพรพรรณ คุณพัชรกมล วงษ์ประกอบ คุณแคทรียา สะแตยี คุณธนวัฒน์ ชนะวรรโณ คุณสวามินี ธีระวุฒิ คุณยุพา บุญมี ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่มอบชีวิต ความหวัง กำลังใจ ความรัก ความห่วงใย ขอขอบคุณญาติ ๆ ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านเสมอมา

อรรถพร สัมปชัญญสถิตย์

กุมภาพันธ์ 2549

# สารบาญ

หน้า


สารบาญ (1)

สารบาญตาราง (2)

สารบาญภาพ (6)

คำนำ 1

วัตถุประสงค์ 2

การตรวจเอกสาร 3

หอยแครง 3

อาหารรมควัน 10

อุปกรณ์และวิธีการ 33

อุปกรณ์ 33

วิธีการ 35

สถานที่ทำการทดลอง 44

ระยะเวลาทำการทดลอง 44

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 45

สรุปผลการทดลอง 93

ข้อเสนอแนะ 94

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 95

ภาคผนวก 102

ภาคผนวก ก ภาพผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันและตู้รมควันแบบควบคุมอุณหภูมิ 103

ภาคผนวก ข แบบสอบถาม 106

ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 116

ภาคผนวก ง วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา 124

ภาคผนวก จ ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติและตารางแสดงผลการทดลอง 131

ประวัติการศึกษา 159

# สารบาญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | จำนวนฟาร์ม เนื้อที่เพาะเลี้ยง (ที่ให้ผลผลิต) ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของการเลี้ยงหอยแครง ปี 2541-2546 | 8 |
| 2 | มูลค่าผลผลิตของหอยชนิดต่าง ๆ (1,000 บาท) ปี 2541-2546 | 8 |
| 3 | ราคาเฉลี่ยของหอยเลี้ยงชนิดต่าง ๆ (บาท/กก.) ระหว่างปี 2536-2546 | 9 |
| 4 | ปริมาณองค์ประกอบสารอินทรีย์ของเนื้อไม้ชนิดต่าง ๆ (ร้อยละ) | 17 |
| 5 | การแบ่งชั้นคุณภาพปลารมควันตามปริมาณฟีนอล | 20 |
| 6 | การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนในปลาเฮอริ่งรมควัน (กรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) | 26 |
| 7 | ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจำนวน 200 คน | 45 |
| 8 | ความถี่ในการรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง | 50 |
| 9 | ความต้องการของผู้บริโภคในการใช้เครื่องเทศชนิดต่าง ๆ ปรุงกลิ่นรสของ หอยแครงรมควัน | 52 |
| 10 | ความสนใจในผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน | 53 |
| 11 | ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ ของเนื้อหอยแครงจากทั้งสามแหล่งซื้อขาย | 54 |
| 12 | ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบหอยแครง | 55 |
| 13 | ร้อยละของเนื้อหอยแครงที่ได้หลังลวกและแกะเปลือกออก ที่เวลาลวกต่าง ๆ | 56 |
| 14 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ | 57 |
| 15 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ และน้ำตาล | 59 |
| 16 | ร้อยละของการวัดความพอดีด้านรสชาติของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ และน้ำตาล | 60 |
| 17 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ และน้ำตาล | 61 |

## สารบาญตาราง (ต่อ)

**ตารางที่** **หน้า**


18 ร้อยละของการวัดความพอดีด้านรสชาติของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือและน้ำตาล 62

19 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ 64

20 ร้อยละของการวัดความพอดีด้านกลิ่นรสของหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ 64

21 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเครื่องเทศ 65

22 ร้อยละของการวัดความพอดีด้านกลิ่นรสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเครื่องเทศ 66

23 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียสที่เวลาต่าง ๆ 67

24 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยแครงรมควันแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียสที่เวลาต่าง ๆ 68

25 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือด ที่เวลาต่าง ๆ 69

26 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยแครงรมควันบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือดที่เวลาต่าง ๆ 70

27 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสหอยแครงรมควันที่แช่น้ำมันถั่วเหลืองร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที 71

28 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน 72

29 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ 87

30 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน 88

31 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบหอยแครงรมควัน 89

32 คะแนนเฉลี่ยระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน 91

33 ระดับการยอมรับบรรจุภัณฑ์และตัวผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน 92

34 ทัศนคติด้านราคาของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน 92

## สารบาญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


จ1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ 132

จ2 ค่าความชื้น ค่า $a_w$ และค่าสีเฉลี่ยของตัวอย่างหอยแครงรมควันที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ 133

จ3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ:น้ำตาล เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.00:0.00, 0.00:1.00, 0.25:0.75, 0.50:0.50, 0.75:0.25 และ 1.00:0.00 134

จ4 ค่าความชื้น ค่า $a_w$ และค่าสีเฉลี่ยของตัวอย่างหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ:น้ำตาล ในอัตราส่วนต่าง ๆ 135

จ5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ:น้ำตาล เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.50:0.50, 0.75:0.75 และ 1.00:1.00 136

จ6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ 137

จ7 ค่าความชื้น ค่า $a_w$ และค่าสีเฉลี่ยของตัวอย่างหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ 138

จ8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณพริกไทยและใบโหระพา 139

จ9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ 140

จ10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือด ที่เวลาต่าง ๆ 141

จ11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันเปรียบเทียบแบบบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 15 นาทีกับแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 142

จ12 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติ 143

## สารบาญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


จ13 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุสุญญากาศ 145

จ14 คะแนนเฉลี่ยคะแนนความชอบ (ระดับคะแนน 1-9) ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติ 147

จ15 คะแนนเฉลี่ยคะแนนความชอบ (ระดับคะแนน 1-9) ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุสุญญากาศ 149

จ16 ค่าความชื้นเฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 151

จ17 ค่า $a_w$ เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 152

จ18 ค่า pH เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 153

จ19 ค่าเฉลี่ยของค่าสี (L*) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 154

จ20 ค่าเฉลี่ยของค่าสี (a*) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 155

จ21 ค่าเฉลี่ยของค่าสี (b*) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 156

จ22 ค่า TVB เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 157

จ23 ค่า TBA เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ 158

# สารบาญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**


| | | |
|---|---|---|
| 1 | อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของหอยแครง | 5 |
| 2 | แผนผังกระบวนการศึกษาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน | 41 |
| 3 | พฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ทำจากหอยแครง | 47 |
| 4 | เหตุผลของผู้บริโภคที่ไม่เคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง มีจำนวน 12 คน | 47 |
| 5 | พฤติกรรมความชอบรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง มีจำนวน 188 คน | 48 |
| 6 | เหตุผลของผู้บริโภคที่ไม่ชอบอาหารที่ทำจากหอยแครง มีจำนวน 9 คน | 48 |
| 7 | เหตุผลของผู้บริโภคที่ชอบอาหารที่ทำจากหอยแครง | 48 |
| 8 | รูปแบบอาหารจากหอยแครงที่ผู้บริโภคเคยรับประทาน | 49 |
| 9 | สถานที่รับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง | 49 |
| 10 | อาหารสำเร็จรูปทำจากหอยแครงที่ผู้บริโภคคิดว่าจะซื้อ | 51 |
| 11 | ลักษณะปรากฏของหอยแครงรมควันที่ผู้บริโภคต้องการ | 51 |
| 12 | ความต้องการของผู้บริโภคด้านกลิ่นและรสชาติของหอยแครงรมควัน | 52 |
| 13 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ | 75 |
| 14 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ | 75 |
| 15 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน โดยวิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ในระยะเวลาต่าง ๆ | 76 |
| 16 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน โดยวิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ในระยะเวลาต่าง ๆ | 77 |
| 17 | ปริมาณความชื้นของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ | 80 |
| 18 | ค่า $a_w$ ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ | 81 |
| 19 | ค่า pH ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ | 82 |

**สารบาญภาพ (ต่อ)**

**ภาพที่** **หน้า**


20 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ 83

21 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ 83

22 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ 84

23 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมดของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ 85

24 ค่า TBA ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ 86


**ภาพผนวกที่**


ก1 ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน 104

ก2 ตู้รมควันแบบควบคุมอุณหภูมิ 104

ก3 ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุแบบบรรยากาศปกติในถุงพลาสติก PA/LDPE 105

ก4 ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก PA/LDPE 105

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

## Development of Smoked Blood Clam (*Anadara granosa*)

## คำนำ

หอยแครงเป็นหอยสองฝาที่อาศัยอยู่ตามบริเวณหาดเลนชายฝั่งทะเล ซึ่งนอกจากจะเก็บเกี่ยวได้จากธรรมชาติแล้วยังสามารถเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ได้อีก ดังนั้นจึงทำให้ผลผลิตหอยแครงมีปริมาณมาก การเลี้ยงหอยแครงจะมีทั้งในอ่าวไทยตอนบนบริเวณจังหวัดเพชรบุรี และอ่าวไทยตอนล่าง ตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีจนถึงจังหวัดสตูล หอยแครงนิยมรับประทานโดยการลวก ปิ้ง และอบ ซึ่งการแปรรูปดังกล่าวล้วนแต่เป็นการแปรรูปที่สามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลาที่จำกัด

การรมควันเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนที่ไม่สูงมากนัก จึงทำให้คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนแปลงจากเดิมไม่มาก ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่นิยมนำมาแปรรูปโดยวิธีการรมควันมีมากขึ้น เช่น หอยแมลงภู่รมควันและกุ้งกุลาดำรมควัน เป็นต้น เนื่องจากการรมควันสามารถเพิ่มรสชาติที่ดีให้แก่อาหาร ทำให้มีกลิ่นหอม มีสีสวย มีเนื้อสัมผัสนุ่มน่ารับประทาน และยังป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น ปัจจุบันหอยแครงเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำหอยแครงมาแปรรูปโดยการรมควัน

บรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากจะสามารถเก็บรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารไว้ได้แล้ว ยังควรมีลักษณะที่ดึงดูดใจผู้บริโภค เพราะลักษณะปรากฏเป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคจะพิจารณาเลือกซื้อสินค้า บรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคสามารถมองเห็นตัวผลิตภัณฑ์ข้างในเป็นสิ่งที่ช่วยในการตัดสินใจซื้อ เพราะทำให้ผู้บริโภคมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตัวเอง นอกจากลักษณะของบรรจุภัณฑ์จะมีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคแล้ว รูปแบบการบรรจุก็ยังมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยการศึกษากรรมวิธีการแปรรูป ที่เหมาะสมในการรมควัน การปรับปรุงกลิ่นรสโดยการเพิ่มเครื่องเทศลงในผลิตภัณฑ์ และสภาวะการบรรจุลงในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาหอยแครงรมควันและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันที่ได้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

2. ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตหอยแครงรมควัน

3. ศึกษาสูตรปรุงรสหอยแครงรมควันที่เหมาะสม

4. ศึกษาการใช้เครื่องเทศและสมุนไพรในการผลิตหอยแครงรมควัน

5. ศึกษาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนของหอยแครงหลังการรมควัน

6. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหอยแครงรมควันระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะบรรจุต่าง ๆ

7. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันที่ผลิตได้

# การตรวจเอกสาร

## หอยแครง

หอยแครง *(Anadara granosa)* เป็นหอยสองฝาที่อาศัยอยู่ตามบริเวณหาดเลนชายฝั่งทะเล โดยทั่วไป หอยแครงสามารถขยับหรือเคลื่อนย้ายจากแหล่งหนึ่งไปสู่อีกแหล่งหนึ่งได้ ทั้งในแนวดิ่งและในแนวราบ โดยอาศัยกล้ามเนื้อยื่นออกมาช่วยในการขยับเคลื่อนที่และการพัดพาของกระแสน้ำ เวลาหอยแครงดูดน้ำเข้าจะดูดอาหารที่อยู่ผิวหน้าดิน เช่น ไรน้ำ ไดอะตอม จุลินทรีย์ทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในเลนและในน้ำ พร้อมกับพ่นสิ่งที่ขับถ่ายและน้ำทะเลที่เกินความจำเป็นออกอีกทางหนึ่ง ส่วนการสืบพันธุ์ หอยแครงเป็นหอยที่มีอวัยวะเพศแยกคนละตัว หรือมีอวัยวะเพศที่อยู่รวมกันทั้งสองเพศในตัวเดียวกันซึ่งเรียกว่ากะเทยหรือเพศแฝง หอยแครงที่มีอวัยวะเพศแยกคนละตัวจะมีจำนวนมากกว่าหอยแครงที่เป็นเพศกะเทย (สุนันท์, 2528)

### 1. การจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Phylum Mollusca
Class Bivalvia
Order Taxodonta
Family Arcidae
Genus *Anadara*
Species *granosa*

ลักษณะเด่นของ Class Bivalvia

- ลำตัวซีกซ้ายกับขวาเหมือนกันและเท่ากัน
- หัวเห็นไม่ชัด
- ไม่มีแผงฟัน (radula) ในช่องปาก
- เหงือกมีขนาดใหญ่ ใช้สำหรับหายใจและกรองอาหาร
- มีแมนเติลคลุมตัว
- เปลือกมี 2 ฝา ฝาทั้งสองยึดติดกันด้วยบานพับ

- การผสมพันธุ์เป็นแบบภายนอกตัว (External fertilization)
- ระยะที่เป็นตัวอ่อนเป็นแพลงก์ตอน

ลักษณะเด่นของ Order Taxodonta

- บานพับเป็นแบบ taxodont hinge
- เหงือกเป็นแบบ filibranchia ที่ไม่มี interlamella junction

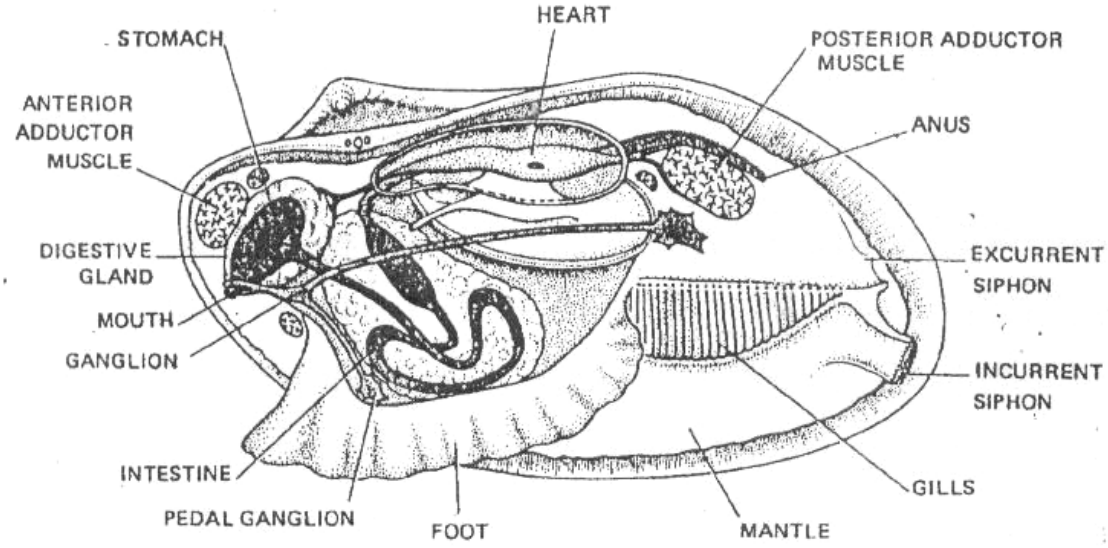
Family Arcidae หอยแครง หอยคราง (Cockle, Ark shell, Blood clam)

เปลือกหอยครอบครัวนี้มีลักษณะเฉพาะ คือมีฟันซี่เล็ก ๆ เรียงเป็นแถวอยู่บนฮินจ์เพลท (hinge plate) ที่เป็นแนวตรง เปลือกค่อนข้างหนามีสันและร่องในแนวตั้ง (radial rib และ radial groove) เห็นชัด ชั้นของเพอริออสตราคัมอาจมีขน เอ็นอยู่ด้านนอกของเปลือกแมนเติลซ้ายขวาไม่เชื่อมติดกัน กล้ามเนื้อยึดเปลือกเจริญดี ไม่มีท่อน้ำ บางชนิดในเลือดมีสารฮีโมโกลบิน (haemoglobin) ซึ่งเมื่อรวมกับออกซิเจนเป็นสีแดง จึงได้ชื่อว่า “blood clam” หอยในครอบครัวนี้มีหลายชนิด รวมทั้งหอยแครงที่จัดเป็นหอยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การทำฟาร์มเลี้ยงหอยแครงนับเป็นอาชีพที่ทำรายได้ที่ดี หอยในครอบครัวนี้มีสกุลที่พบในประเทศไทย คือ *Anadara granos*a Lin. ชื่อไทยเรียกว่าหอยแครง มีลักษณะเปลือกหนา ค่อนข้างกลม มีสันและร่องในแนวตั้งเห็นชัด ทำให้ขอบเปลือกเป็นรอยหยักไปด้วย

**2. <u>สรีระและนิเวศน์วิทยาของหอยแครง</u>**

สรีระที่เกี่ยวกับระบบการกิน การย่อย และการขับถ่ายของหอยแครง ประกอบด้วย ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้ ลำไส้ตรง ทวารหนัก และต่อมสร้างน้ำย่อย ดังในภาพที่ 1 อาหารหอยแครงเป็นพวกแพลงก์ตอนพืชและเศษสิ่งเน่าเปื่อย (detritus) (ขวัญฤทัย, 2537) ส่วนใหญ่จะผ่านเข้าทางช่องน้ำเข้า (incurrent siphon) ข้างลำตัว โดยปนไปกับน้ำเข้า และเหงือกเป็นส่วนช่วยพัดอาหารส่งไปยังริมฝีปาก ซึ่งมีหน้าที่ช่วยคัดเลือกขนาดของอาหารให้ผ่านไปยังปากและกระเพาะอาหารซึ่งจะค่อนไปทางด้านบนของลำตัวหอยเป็นถุงลมกลม ๆ รอบ ๆ กระเพาะมีต่อมสร้างน้ำย่อยไว้ย่อยอาหาร อาหารจะถูกย่อยและซึมซับเพื่อการเจริญเติบโต ส่วนที่ย่อยไม่ได้เป็นกากอาหารจะถูกส่งผ่านไปยังลำไส้ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อขดต่อไปยังตอนท้ายของลำไส้ซึ่งเป็นท่อตรงเรียกว่า

ไส้ตรง และไปสิ้นสุดที่ช่องถ่ายกากอาหารคือทวารหนัก กากอาหารจะปนออกไปกับน้ำออกนอกลำตัวทางช่องน้ำออก (excurrent siphon) รวมระยะเวลาตั้งแต่อาหารเข้าปากจนเป็นกากอาหารถ่ายออกที่ทวารหนัก ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้น การลดสิ่งปนเปื้อนในหอยแครงเพื่อให้ระบบทางเดินอาหารสะอาด จึงต้องใช้เวลานานพอสมควรในการแช่หอยในน้ำที่สะอาด ให้หอยมีการขับน้ำเข้าไปชำระภายในระบบทางเดินอาหารของหอยได้หลาย ๆ ครั้ง




ภาพที่ 1 อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของหอยแครง
ที่มา: Dore (1991)

ขวัญฤทัย (2537) กล่าวถึงนิเวศน์วิทยาของหอยแครงว่า หอยแครงจะอยู่ได้ในสภาพที่ดินเป็นโคลนเท่านั้น เพื่อให้สามารถฝังตัวเองลงในดินโคลนเป็นการหลบหลีกศัตรูและไม่ให้กระเพื่อมหรือลอยไปกับกระแสคลื่น ถ้าหอยถูกกระทบกระเทือนจากกระแสน้ำไหล หอยจะไม่เปิดฝาเพื่อรับน้ำสำหรับการกรองกินอาหารได้อย่างปกติ ยุทธ (2528) ศึกษาพบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการแพร่กระจายหอยแครงในธรรมชาติโดยแท้จริงแล้ว ที่สำคัญที่สุดมีอยู่ 3 ประการ คือ ความเค็มดิน และช่วงเวลาที่ดินโผล่พ้นน้ำ สำหรับความเค็มน้ำนั้นหอยแครงไม่ว่าจะตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่ได้ในความเค็มของน้ำทะเลช่วง 10-30 ส่วนในพันส่วน (ppt.) ถ้าความเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้หอยจะทนทานหรือมีชีวิตอยู่ได้ระยะหนึ่ง ดังนั้น สถานที่ที่หอยแครงจะอาศัยอยู่จะต้องไม่

เป็นแหล่งที่มีน้ำจืดที่ยาวนานเกินไป และจะไม่อยู่ในน้ำที่มีความเค็มจัดจนเกินไป ความเหมาะสมของความเค็มจะมีผลต่อการกินอาหารของหอย กล่าวคือ ความเค็มที่มากหรือน้อยเกินไปจะทำให้หอยปิดฝาไม่กินอาหาร ในเรื่องของสภาพดิน หอยแครงจะอยู่ได้ในสภาพดินที่เป็นโคลนเท่านั้น ลักษณะดินที่มีร้อยละของทรายมากกว่าร้อยละ 60 จะไม่มีหอยแครงอาศัยอยู่ หรืออาจอยู่ได้ก็เฉพาะชีวิตช่วงใดช่วงหนึ่งเท่านั้น ดินโคลนมีคุณสมบัติเป็นที่ฝังตัวของหอยเพื่อหลบหลีกศัตรู เพื่อบรรเทาการพัดพาของกระแสน้ำที่ไหลแรงเวลาน้ำขึ้นหรือลง นอกจากนี้แล้วจะเห็นได้ว่าแหล่งน้ำตื้นบางแห่งในระยะน้ำลง พื้นหน้าดินโผล่พ้นน้ำ หอยแครงที่อาศัยอยู่จึงมีโอกาสเปิดฝาดูดน้ำเข้าเพื่อกรองกินอาหารในระยะเวลาที่น้อยกว่าหอยที่อยู่ในที่ลึกน้ำไม่แห้ง ดังนั้น พื้นดินที่อยู่เหนือน้ำในระยะเวลาน้ำแห้งเกิน 6 ชั่วโมงจะไม่ค่อยพบหอย

**3. <u>ลักษณะการเลี้ยงหอยแครง</u>**

การเลี้ยงหอยแครงเริ่มต้นขึ้นที่ตำบลบ้านตะบูน อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2430 (พูนศักดิ์, 2526) ต่อมาได้ขยายการเลี้ยงไปในท้องที่จังหวัดต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น การเลี้ยงหอยแครงจะแยกออกเป็น 2 ลักษณะสำคัญ ดังนี้

3.1 การเลี้ยงแบบดั้งเดิม เป็นการเลี้ยงหอยแครงบริเวณอ่าวไทยตอนในมาตั้งแต่เดิม วิธีการเลี้ยงแบบนี้เป็นการเลี้ยงแบบครอบครัว โดยมีพื้นที่เลี้ยงประมาณ 5-30 ไร่ต่อครอบครัว (สิริ, 2528) ผู้เลี้ยงจะกั้นคอกด้วยเฝือกไม้ไผ่ล้อมแปลงเลี้ยง สูงจากพื้นดินประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อแสดงขอบเขตและป้องกันหอยแครงหนีหรือสูญหาย แล้วนำลูกหอยมาหว่านเลี้ยง มักหว่านลูกหอยประมาณเดือนกันยายนถึงกุมภาพันธ์ โดยใช้เวลาเลี้ยง 1 ปีครึ่ง ถึง 3 ปี แล้วทยอยเก็บหอยขาย ขนาดของลูกหอยที่นำมาหว่านเลี้ยงจะมีตั้งแต่ 250 ตัวต่อลิตร ไปถึง 2,500 ตัวต่อลิตร อัตราการหว่านเลี้ยงประมาณ 6 ถังต่อไร่ ถึง 130 ถังต่อไร่ ต้องตรวจสอบความหนาแน่นเป็นประจำทุกเดือน เพื่อไม่ให้หอยกองทับกันทำให้ตายได้ และถ้าหากมีขนาดพอขายได้ก็จะคัดส่งขาย ที่ยังไม่ได้ขนาดก็หว่านลงในคอกเพื่อเลี้ยงต่อไป การเก็บผลผลิตใช้แรงงานภายในครอบครัว หรือจ้างแรงงานเพื่อนบ้าน เก็บโดยใช้กระดานถีบเลนเก็บหอยด้วยมือหรืออาจจะใช้คราดมือช่วยเก็บหอย การใช้คราดมือจะช่วยให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้รวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย วิธีการเลี้ยงนี้เป็นที่นิยมบริเวณอ่าวไทยตอนใน ได้แก่ แถบจังหวัดเพชรบุรีและสมุทรสงคราม

3.2 การเลี้ยงแบบพัฒนา เริ่มเลี้ยงครั้งแรกที่จังหวัดสตูลปี 2516 โดยเลียนแบบวิธีการเลี้ยงมาจากประเทศมาเลเซีย และลงทุนกว่าล้านบาทต่อราย เป็นการเลี้ยงหอยแครงในลักษณะธุรกิจขนาดใหญ่ โดยใช้พื้นที่เลี้ยงตั้งแต่ 200-1,000 ไร่ต่อราย (สิริ, 2528) มักจะมีชาวมาเลเซียร่วมลงทุนในการเลี้ยงด้วย โดยชาวมาเลเซียจะเป็นผู้ดำเนินการหรือแนะนำวิธีการเลี้ยง เช่นการเลือกสถานที่เลี้ยง การจัดซื้อลูกหอย การหว่านลูกหอย การตรวจสอบความหนาแน่น และการแยกกระจายลูกหอย การเลี้ยงแบบนี้ผู้เลี้ยงใช้ไม้เสาปักบอกอาณาเขตไว้เท่านั้น และภายในแปลงจะปักไม้เป็นแนวแบ่งเป็นแปลงย่อยเพื่อสะดวกในการเลี้ยง เป็นเครื่องหมายสังเกตในการหว่านลูกหอยและเก็บผลผลิต การหว่านลูกหอยทำในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม ลูกหอยมีขนาด 2,000 ตัว ไปจนถึง 10,000 ตัวต่อกิโลกรัม อัตราการหว่านประมาณ 500 กิโลกรัมถึง 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (สิริ, 2528) ผู้เลี้ยงจะหว่านให้หนาแน่นในระยะแรกเพื่อความสะดวกในการดูแลรักษา และป้องกันการขโมยลูกหอย แล้วตรวจสอบความหนาแน่นและแยกกระจายลูกหอยเป็นประจำทุกเดือน เมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 1 ปีครึ่ง ถึง 2 ปี หอยได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ ผู้เลี้ยงจะทยอยเก็บโดยจ้างแรงงานคราดหอยทุกวัน ใช้เรือยนต์คราดประมาณ 6-10 ตันต่อแปลง (500 ไร่) ส่วนมากปริมาณที่เก็บจะขึ้นกับความต้องการของพ่อค้า การเลี้ยงหอยลักษณะนี้เป็นที่นิยมในภาคใต้ ทั้งด้านอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พังงา ภูเก็ต ตรัง ระนอง สตูล และนครศรีธรรมราช

**4. <u>สถิติการเพาะเลี้ยงหอย</u>**

หอยทะเลเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำอีกประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นอาหารโปรตีนราคาถูกกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น ซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายและเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ ปี แต่ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลมีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ปริมาณสัตว์ทะเลจากแหล่งธรรมชาติมีแนวโน้มลดลง ผลผลิตหอยทะเลจากธรรมชาติมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ ดังนั้น เพื่อให้มีปริมาณหอยเพียงพอต่อการบริโภค จึงได้มีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยตามแนวพื้นที่ชายฝั่งทะเลตั้งแต่ปี 2523 เป็นต้นมา

ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง กองเศรษฐกิจการประมง กรมประมง ได้ดำเนินการสำรวจรวบรวมสถิติทางด้าน จำนวนฟาร์ม เนื้อที่เลี้ยง ผลผลิต มูลค่าผลผลิต ราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัมของสัตว์ทะเลประเภทหอยเป็นรายปี ดังแสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 จำนวนฟาร์ม เนื้อที่เพาะเลี้ยง (ที่ให้ผลผลิต) ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของการเลี้ยงหอยแครง ปี 2541-2546

| ปี | จำนวนฟาร์ม (ราย) | เนื้อที่เลี้ยง (ไร่) | ผลผลิตจากการเพาะเลี้ยง (ตัน) | ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (ตัน/ไร่) |
|---|---|---|---|---|
| 2541 | 830 | 20,028 | 44,150 | 2.204 |
| 2542 | 943 | 20,862 | 61,678 | 2.956 |
| 2543 | 1,137 | 41,138 | 45,657 | 1.110 |
| 2544 | 1,491 | 55,988 | 75,863 | 1.355 |
| 2545 | 1,535 | 41,192 | 80,750 | 1.960 |
| 2546 | 2,128 | 56,010 | 67,359 | 1.203 |

ที่มา: สถิติการเพาะเลี้ยงหอยทะเล กรมประมง

ตารางที่ 2 มูลค่าผลผลิตของหอยชนิดต่าง ๆ (1,000 บาท) ปี 2541-2546

| ปี | หอยแครง | หอยแมลงภู่ | หอยนางรม | รวม |
|---|---|---|---|---|
| 2541 | 515,498 | 225,880 | 828,706 | 1,570,084 |
| 2542 | 874,408.55 | 292,711.86 | 1,306,458.41 | 2,473,578.82 |
| 2543 | 677,329.19 | 521,743.72 | 577,337.34 | 1,776,410.25 |
| 2544 | 1,083,760.45 | 449,097.32 | 744,397.49 | 2,277,255.26 |
| 2545 | 1,319,570.89 | 856,058.21 | 188,316.68 | 2,363,945.78 |
| 2546 | 998,254.75 | 842,612.09 | 436,512.59 | 2,277,379.43 |

ที่มา: สถิติการเพาะเลี้ยงหอยทะเล กรมประมง

ตารางที่ 3 ราคาเฉลี่ยของหอยเลี้ยงชนิดต่าง ๆ (บาท/กก.) ระหว่างปี 2536-2546

| ปี | หอยแครง | หอยแมลงภู่ | หอยนางรม |
|---|---|---|---|
| 2536 | 6.03 | 3.53 | 32.36 |
| 2537 | 7.34 | 3.82 | 27.12 |
| 2538 | 8.04 | 3.06 | 25.70 |
| 2539 | 9.61 | 4.56 | 27.99 |
| 2540 | 10.69 | 4.33 | 22.11 |
| 2541 | 11.68 | 3.97 | 36.88 |
| 2542 | 14.18 | 3.96 | 44.75 |
| 2543 | 14.84 | 4.02 | 42.59 |
| 2544 | 14.29 | 3.02 | 36.22 |
| 2545 | 16.34 | 2.94 | 16.90 |
| 2546 | 14.82 | 3.19 | 16.39 |

ที่มา: สถิติการเพาะเลี้ยงหอยทะเล กรมประมง

## 5. การตลาดของหอยแครง

### 5.1 ตลาดในประเทศ

ตลาดหอยแครงในประเทศค่อนข้างแคบ เนื่องจากหอยแครงเป็นสินค้าที่นิยมบริโภคสด และมีชีวิตอยู่ได้เพียง 2-3 วัน หลังจากเก็บเกี่ยว ดังนั้น ตลาดส่วนใหญ่จึงจำกัดอยู่ในเขตกรุงเทพ ฯ และจังหวัดใกล้เคียง สำหรับจังหวัดอื่น ๆ มีการส่งไปจำหน่ายบ้างแต่ไม่มากนัก เนื่องจากจะต้องใช้ระยะเวลานานในการขนส่ง ทำให้หอยตายและด้อยคุณภาพลง

ผู้เลี้ยงหอยขาดอำนาจในการต่อรองราคา เนื่องจากผู้เลี้ยงหอยแครงส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยไม่สามารถหาตลาดรองรับได้ด้วยตัวเอง ประกอบกับผู้ซื้อรายใหญ่มีเพียงไม่กี่ราย จึงสามารถกำหนดราคารับซื้อได้โดยไม่คำนึงถึงต้นทุนการผลิตและรายได้ของเกษตรกร

ราคาหอยแครงมีราคาต่ำ เนื่องจากต้องแข่งขันกับหอยแครงราคาถูกที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งได้รับการยกเว้นอากรขาเข้า (กรมประมง, 2544)

5.2 ตลาดต่างประเทศ

การปนเปื้อนของเชื้อโรคและความไม่สะอาดในตัวหอย ทำให้ตลาดต่างประเทศมีความต้องการค่อนข้างจำกัด ปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งออกหอยแครงสดมีชีวิตหรือแช่เย็นไปยังประเทศต่าง ๆ ประมาณ 5,000 ตันต่อปี โดยส่วนใหญ่ไปยังประเทศ ฮ่องกง สาธารณรัฐ-ประชาชนจีน ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา และแคนาดา (กรมประมง, 2544)

## อาหารรมควัน

การถนอมอาหารด้วยวิธีรมควันนั้น ไม่สามารถบอกได้ว่าเริ่มทำกันตั้งแต่ปีใด แต่เชื่อว่ามีมาตั้งแต่ยุคหิน เมื่อมนุษย์ได้แขวนอาหาร เช่น ปลาหรือเนื้อไว้ใกล้กองไฟ แล้วพบว่าอาหารเหล่านั้นมีกลิ่นรสที่น่ารับประทานมากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้มีการนำอาหารมาผ่านการสัมผัสกับควันไฟและขยายระดับการผลิตในเวลาต่อมา (Erlandson, 1980)

วัตถุประสงค์ของการรมควัน

1. เพิ่มรสชาติอาหาร และทำให้มีกลิ่นหอม
2. ทำให้มีสีสวยน่ารับประทาน
3. เพื่อเก็บถนอมได้นานขึ้น และป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น
4. เพื่อให้มีเนื้อสัมผัสนุ่มน่ารับประทานในอาหารบางชนิด

### 1. วิธีการรมควัน

วิธีการรมควันที่นิยมผลิตกันทั่วไป ในประเทศแถบยุโรปนั้นมี 2 วิธี คือ

1.1 การรมควันเย็น (cold smoking or light smoking) FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (1983) ได้ให้คำจำกัดความของการรมควันเย็นว่า เป็นวิธีการรมควันสัตว์น้ำที่อุณหภูมิซึ่งไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการตกตะกอนของโปรตีนเนื่องจากความร้อนขณะรมควัน ใช้อุณหภูมิต่ำประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะเก็บรักษาได้ เนื่องจากระหว่างรมควันน้ำจะระเหยออกไปด้วย ในช่วงแรกของการรมควันจะควบคุมให้มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 เพื่อให้ดูดซับควันได้ดี แต่ในช่วงเวลาต่อมาจะลดความชื้นสัมพัทธ์ลงให้ได้ ร้อยละ 60-70 ถ้าสูงกว่าร้อยละ 70 ผลิตภัณฑ์จะแห้งช้า แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 70 จะทำให้ผิวนอกของผลิตภัณฑ์แห้งเร็วเกินไป ดูดซับควันได้น้อยลงและเกิดลักษณะแข็งที่เนื้อด้านนอก (case hardening) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มอายุการเก็บรักษาควรจะแช่น้ำเกลือ หรือหมักเกลือ ให้ได้ปริมาณความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 8 ในรูป water phase salt ในเนื้อนั้นก่อนนำไปรมควัน การรมควันแบบนี้ไม่สามารถทำได้ในประเทศแถบร้อน เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศสูงกว่าอุณหภูมิที่ใช้รมควัน สัตว์น้ำที่นิยมใช้รมควันด้วยวิธีนี้ คือ ปลาแซลมอน ซึ่งมีวิธีการผลิตโดยนำปลาที่แห้งหมาด มารมควันในเครื่องอบรมควันแบบ mechanical kiln ช่วงแรกของการรมควันใช้อุณหภูมิราว 27 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 4-10 ชั่วโมง แล้วแต่ขนาดของชิ้นปลาและปริมาณไขมันในเนื้อปลา จากนั้นจึงเพิ่มอุณหภูมิเป็น 33 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที เพื่อให้น้ำมันจากชิ้นปลานั้นมาเคลือบที่ผิว ทำให้มีลักษณะปรากฏที่ชวนบริโภค ถ้าใช้ตู้อบรมควันแบบพื้นบ้าน (traditional kiln) ซึ่งยากแก่การควบคุมอุณหภูมิ อาจต้องใช้เวลาในการรมควันนานถึง 48 ชั่วโมง

1.2 การรมควันร้อน (hot smoking) FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (1983) ได้ให้นิยามของการรมควันร้อนว่า คือ การรมควันที่อุณหภูมิหรือระยะเวลาที่มากเพียงพอให้โปรตีนในเนื้อนั้นเกิดการตกตะกอนจากความร้อน (heat coagulation) ตามนิยามดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ประเภทรมควันร้อนสามารถผลิตได้มากมายหลายแบบตามแต่วิธีการผลิตของแต่ละท้องถิ่น ผลิตภัณฑ์ปลาที่รมควันร้อน ถ้าไม่มีการระเหยน้ำออกบางส่วน เมื่อรมควันร้อนถึงอุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส จะเกิดการแห้งที่ผิวนอก ทำให้ปริมาณความชื้นในเนื้อสูง เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย ผลิตภัณฑ์ประเภทรมควันร้อนจึงมักนำปลามาอบลดความชื้นก่อนประมาณ 1-3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงเพิ่มอุณหภูมิในการรมควันเป็น 60-80 องศาเซลเซียส และรมควันอีก 2-3 ชั่วโมง แล้วแต่ลักษณะและขนาดของชิ้นปลา ถ้าใช้ตู้อบรมควันแบบพื้นบ้าน จะต้องใช้เวลานาน 6-12 ชั่วโมง Zaitsev *et al*. (1969) ได้กล่าวถึงการรมควันร้อนปลาเฮอริ่งและปลาบรีมในรัสเซีย ว่าใช้อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างการอบแห้ง 50-60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างการรมควัน 70-80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

ส่วนผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำรมควันในเขตร้อนนั้น ถ้าจัดตามนิยามดังกล่าวก็สามารถนับเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทรมควันร้อน เพราะผลิตภัณฑ์ปลารมควันในเขตร้อนมักจะมีลักษณะแห้งกรอบเหมือนปลากรอบของไทย Rummelein (1986) ได้รายงานถึง การผลิตปลารมควันในประเทศฟิลิปปินส์และตุรกีว่า จะนำปลาเข้าอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจนเนื้อและก้างแยกจากกัน จึงนำปลานั้นมารมควันที่ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5-2.5 ชั่วโมง ส่วน Mendoza (1986) ได้รายงานถึงวิธีการผลิตปลานิลรมควันไว้ว่า จะนำปลามาตากแดด 2-3 ชั่วโมง ก่อนที่จะรมควันที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง

**2. <u>เครื่องมือในการรมควัน</u>**

เครื่องมือในการรมควัน หรือตู้รมควันมีหลายแบบ แบบต่าง ๆ ที่ใช้ขึ้นกับปริมาณวัตถุดิบที่จะรมควัน รวมทั้งรูปร่างของผลิตภัณฑ์ และความสะดวกในการใช้ แต่ปัจจัยของตู้อบรมควันที่จะต้องคำนึงและมีการควบคุม คือ ปริมาณและคุณภาพของควัน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและการกระจายตัวของอากาศ (Anderson and Pedersen, 1951) ตู้อบรมควันนั้นสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

2.1 ตู้อบรมควันแบบพื้นบ้าน เป็นแบบที่ไม่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมได้ สร้างด้วยวัสดุต่าง ๆ กัน โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนบนเป็นที่แขวนวัตถุดิบ ตอนล่างเป็นที่สำหรับก่อไฟ เตาแบบนี้มักมีปัญหาที่ผลิตภัณฑ์สุกและแห้งไม่สม่ำเสมอ เพราะเมื่อควันผ่านเนื้อที่อยู่ด้านล่างไปแล้วจะมีความชื้นสูง ไม่สามารถดึงความชื้นจากเนื้อชั้นบน ๆ ได้ จึงต้องสับเปลี่ยนชั้นบนลงชั้นล่าง ทำให้ยุ่งยากเสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงาน เครื่องมือแบบนี้มีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่ง Erlandson (1980) และ ภานุวัฒน์ (2534) ได้รวบรวมและรายงานไว้ดังนี้

2.1.1 ตู้รมควันสังกะสีอย่างง่าย นิยมใช้ในชนบทหรือเกษตรกรผู้ผลิตปลารมควันรายย่อย ๆ ของประเทศไทยและกัมพูชา โดยจะปักเสาไม้หรือเหล็กบนพื้นดินอัดแน่น หุ้มด้วยแผ่นสังกะสีทุกด้านพร้อมประตูปิดเปิด วัสดุให้ควันจะปูไว้บนพื้นดิน มีตะแกรงสำหรับวางวัตถุดิบเป็นชั้น ๆ ตู้รมควันโดยทั่วไปมีขนาดกว้าง 1.80 เมตร ยาว 2.50 เมตร สูง 1.50 เมตร

2.1.2 Barrel-type oven เตาแบบนี้จะใช้ถังน้ำมันขนาดใหญ่หรือถังที่มีลักษณะกลมเป็นวัสดุ โดยเจาะฝา 2 ด้านออก นอกจากนี้อาจจะทำด้วยดินเหนียว ซึ่งเป็นเตารมควันแบบ

พื้นบ้านที่มีการใช้กันในแถบแอฟริกากา (Lartey, 1982) สัตว์น้ำที่รมควันจะแขวนบนราวที่ทำขึ้นด้านใกล้ส่วนของก้นถัง และปิดด้วยฝาที่มีช่องระบายให้ควันออก ส่วนควันจะมาจากเตาที่กั้นเป็นห้องด้านล่างของถัง

2.1.3 Oil drum smoker เป็นการนำเอาถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร เปิดฝาด้านบนและด้านล่างออก ด้านบนจัดเป็นที่แขวนวัตถุดิบ ด้านล่างเป็นส่วนเผาไหม้เกิดควันและความร้อน โดยมีแผ่นเหล็กเจาะรูเพื่อระบายควันและอากาศร้อนให้สม่ำเสมอ

2.1.4 Dustbin hot smoker มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก ด้านบนเปิดให้ระบายควันและความชื้นออกได้ แต่จะใช้แผ่นเหล็กปิดไว้ขณะรมควัน ด้านล่างเจาะเป็นรูขนาดใหญ่เพื่อให้ควันและอากาศร้อนเข้าสู่ตัวถังได้ ภายในถังจะมีตะแกรงใช้วางวัตถุดิบ โดยมีถาดรองน้ำมันที่หยดจากวัตถุดิบ ตัวถังจะวางบนอิฐทนความร้อน ส่วนเผาไหม้อยู่ด้านล่างใต้ถัง โดยใช้ก๊าซในการเผาวัสดุให้ควันที่วางบนแผ่นเหล็กอีกชั้นหนึ่ง มักใช้กับกรรมวิธีการรมควันร้อน

2.1.5 Altona-type oven เป็นเตารมควันที่ใช้กันมานานแล้วในยุโรปบางประเทศ เพื่อทำการผลิตปลารมควันในระดับอุตสาหกรรม ลักษณะเป็นตู้โลหะสี่เหลี่ยมที่ตั้งบนฐานอิฐที่ใช้เป็นส่วนก่อไฟ โดยมีช่องให้ควันจากฐานอิฐด้านล่างลอยขึ้นไปส่วนบน ส่วนสัตว์น้ำที่จะรมควันจะวางบนตะแกรงโลหะเป็นชั้น ๆ หรือแขวนไว้ในตู้โลหะ โดยมีช่องระบายอากาศออกทางด้านบน ตู้อบแบบ Altona-type นี้ สามารถใช้ได้ผลดีในหลายสภาวะภูมิอากาศ แม้ว่าในสภาพอากาศร้อนชื้นก็ตาม (FAO, 1971) ต่อมาเตาแบบนี้ได้แพร่หลายเข้าประเทศแถบแอฟริกากา โดยถูกนำเข้าไปในประเทศไนจีเรีย และต่อมาได้มีการพัฒนาให้ตัวตู้นั้นทำจากอิฐ เพื่อความคงทนและสะดวกในการใช้งาน ดังนั้น ตู้รมควันแบบนี้จึงน่าจะดัดแปลงมาใช้สำหรับการผลิตอาหารรมควันพื้นบ้านของประเทศไทยได้ดี เพราะมีความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน

2.1.6 Wooden cold smoker มีลักษณะเป็นตู้สี่เหลี่ยมผืนผ้า มีประตูปิดเปิด ด้านบนปิดแต่เจาะรูด้านข้าง ข้างละ 3-5 รู เพื่อใช้ระบายควันและความชื้นออกไป ภายในตู้ส่วนบนจะเป็นที่วางตะแกรงและวัตถุดิบหรือเป็นราวแขวนวัตถุดิบ ส่วนด้านล่างตู้เป็นส่วนเผาไหม้กำเนิดควันและอากาศร้อน โดยเปลวไฟจากก๊าซหุงต้มเผาวัสดุให้ควันซึ่งวางอยู่บนแผ่นโลหะอีกทีหนึ่ง อาจมีการแยกส่วนเผาไหม้ออกจากตู้ โดยการเผาไหม้อาจอยู่ในหลุมแล้วส่งควันและอากาศร้อนผ่านมาตามท่อหรือร่องพื้นซึ่งปิดด้วยแผ่นสังกะสี

2.1.7 Masonry cold smoker มีลักษณะเป็นตู้หรือห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผนังก่อด้วยอิฐ ดังนั้น เครื่องมือรมควันแบบนี้จึงไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ด้านบนปิดมีรูเจาะให้ระบายควันและความชื้นได้ ส่วนบนจะเป็นส่วนห้องรมควัน มีชั้นตะแกรงวางวัตถุดิบหรือราวแขวนวัตถุดิบ ส่วนล่างเป็นส่วนเผาไหม้ ควันและอากาศร้อนจะลอยขึ้นผ่านแผ่นโลหะเจาะรูเพื่อกระจายควันให้สม่ำเสมอ เครื่องมืออบรมควันแบบนี้อาจจะมีการแยกส่วนเผาไหม้ออกจากตัวตู้โดยการเผาไหม้อาจอยู่ในหลุมแล้วส่งควันและอากาศร้อนผ่านมาตามท่อหรือร่องที่พื้น โดยปิดร่องด้วยแผ่นสังกะสี

2.1.8 Refrigerator conversion cold smoker มีลักษณะคล้ายตู้เย็นโดยผนังเป็นแผ่นโลหะ ชั้นระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองชั้นอาจบรรจุด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อนป้องกันการถ่ายเทความร้อน เช่น ใยแก้ว (Fiber glass) ด้านบนสุดของตัวตู้จะมีช่องสามารถปิดเปิดได้เพื่อควบคุมการระบายควันและความชื้นออกไป ภายในตู้ส่วนบนเป็นส่วนรมควันจะวางตะแกรงหรือราวแขวนวัตถุดิบ ส่วนด้านล่างเป็นส่วนเผาไหม้โดยใช้เปลวไฟจากก๊าซเผาแผ่นโลหะ ซึ่งเป็นที่วางวัสดุให้ควัน ควันและอากาศร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านโลหะเจาะรูเพื่อกระจายควันให้สม่ำเสมอ

2.1.9 Oil cabinet smoker มีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผนังทำด้วยแผ่นโลหะสองชั้น ระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองชั้นอาจจะบรรจุด้วยวัสดุป้องกันการถ่ายเทความร้อน เช่น ใยแก้ว ด้านบนสุดปิดสนิทแต่จะมีการเจาะรูด้านข้างทั้งสองข้าง ๆ ละ 3-5 รู เพื่อระบายควันและความชื้น ส่วนด้านบนของตู้จะเป็นชั้นตะแกรงวางวัตถุดิบ ด้านล่างจะเป็นส่วนเผาไหม้โดยเปลวไฟจากก๊าซจะเผาแผ่นเหล็กซึ่งมีวัสดุให้ควันวางอยู่ ควันจะลอยเข้าสู่ตู้รมควันต่อไป

2.2 เครื่องมือแบบอุตสาหกรรม (Machine type) เป็นแบบที่จะมีส่วนเผาไหม้หรือให้ควันแยกออกจากส่วนห้องรมควัน มีพัดลมสำหรับดูดและเป่าควันเข้าสู่ห้องรมควัน เครื่องมือแบบนี้สามารถควบคุมสภาวะหรือปัจจัยต่าง ๆ ภายในห้องรมควันได้ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ เวลา ปริมาณและคุณภาพของควัน รวมทั้งความเร็วและการกระจายของอากาศ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอและได้มาตรฐาน เครื่องมือแบบนี้นิยมใช้กันแพร่หลายในต่างประเทศ ได้แก่ อังกฤษ สหรัฐอเมริกา รัสเซีย แคนาดา และญี่ปุ่น โดยสามารถนำมาใช้ในระบบการผลิตอุตสาหกรรมได้ทั้งการผลิตเป็นกะ (batch) และแบบต่อเนื่อง (continuous) การให้ความร้อนแก่วัตถุดิบอาจจะให้ความร้อนจากตัวทำความร้อน (heater) หรือความร้อนจากรังสีอินฟราเรด (infrared) ก็ได้ และอาจจะพัฒนาการจับของควันต่อผิวผลิตภัณฑ์โดยใช้ระบบไฟฟ้าสถิตย์ ซึ่งนับว่าทันสมัยและสะดวกมาก (ภานุวัฒน์, 2534) เครื่องมือแบบนี้มีหลายแบบ ได้แก่

2.2.1 Leningrad type ใช้กันแพร่หลายในประเทศสหภาพโซเวียต ใช้รมควันปลาขนาดเล็ก ในการรมควันร้อนอาจจะมีห้องรมควัน (chamber) 2-6 หลัง ผนังชั้นนอกก่อด้วยอิฐ (brick walls) ผนังห้องรมควันเป็นเหล็กแผ่น ความจุห้องละ 150 กิโลกรัม วัตถุดิบจะบรรจุหรือวางบนรถเข็น ห้องรมควันมีประตูเหล็กปิดเปิด โดยจะมีช่องกระจกเพื่อสังเกตวัตถุดิบภายในได้ ส่วนด้านล่างห้องรมควันจะเป็นส่วนเผาไหม้กำเนิดควันและอากาศร้อน โดยเผาวัสดุให้ควันบนแผ่นเหล็ก มีประตูปิดเปิดที่ท่อส่งควันเพื่อควบคุมปริมาณควันตามที่ต้องการ รวมไปถึงการกระจายความร้อนเข้าสู่ห้องรมควันด้วย ในส่วนเผาไหม้หรือห้องกำเนิดควันจะใช้น้ำมันและวัสดุในการเผาไหม้ (Chupakhin and Dormenko, 1960)

2.2.2 Tunnel type smoke house เป็นเครื่องมือรมควันที่มีระบบการทำงานแบบต่อเนื่อง (continuous smoking) มักใช้ในการรมควันเย็น มีลักษณะเป็นอุโมงค์ (tunnel) ก่อด้วยอิฐหรือคอนกรีตมีขนาดกว้าง 2.2 เมตร ยาว 25 เมตร สูง 2.2-2.5 เมตร บรรจุรถเข็นได้ 10-16 คัน โดยจะนำวัตถุดิบบรรจุบนรถเข็นแล้วนำรถเข็นวางบนรางเหล็ก เคลื่อนที่เข้าไปในอุโมงค์อย่างช้า ๆ โดยอาจเคลื่อนที่ด้วยการขับเคลื่อนตัวเองหรือจากการดึง ส่วนใต้พื้นอุโมงค์มีเตาเผาไหม้กำเนิดควันและอากาศร้อน ใช้ขี้เลื่อยและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง อาจมีถึง 6 เตาเผา มีประตูปิดเปิดเตาเผาไหม้เพื่อควบคุมปริมาณควัน อากาศร้อนและความชื้น การรมควันอาจจะใช้เวลา 8-24 ชั่วโมง อุณหภูมิ 24-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70-75 กำลังการผลิต 55-60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อาจมีการเพิ่มอุโมงค์อบแห้งวัตถุดิบก่อนการรมควันก็ได้

2.2.3 Tower smoke house เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรมควันเย็น ลักษณะเป็นหอสูงขนาดประมาณ 15 เมตร กว้าง 3.6 เมตร ยาว 5 เมตร สร้างด้วยอิฐหรือคอนกรีต มีโซ่สายพาน 2 เส้น ซึ่งที่โซ่สายพานจะมีราวสำหรับแขวนวัตถุดิบ โดยราวจะวางอยู่ในแนวขวางการเคลื่อนที่ของโซ่สายพานประมาณ 60 ชุด ซึ่งโซ่และราวแขวนจะถูกขับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 1 เมตรต่อนาที เคลื่อนที่ขึ้นลงอยู่ในห้องรมควัน ด้านล่างของห้องรมควันจะมีเตาเผาไหม้ ใช้ขี้เลื่อยและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ควันและความชื้นจะถูกระบายออกทางช่องระบายซึ่งอยู่ด้านบนของห้องรมควัน การควบคุมอุณหภูมิจะใช้อากาศร้อนซึ่งเกิดจากขดลวดความร้อนเป่าเข้าสู่ห้องรมควัน โดยอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสุดท้าย 20 องศาเซลเซียส (ในประเทศหนาว) ห้องรมควันบรรจุวัตถุดิบได้ครั้งละ 7,200 กิโลกรัม ใช้เวลาอบแห้ง 22 ชั่วโมง และรมควันอีก 46 ชั่วโมง

2.2.4 Torry kiln type เป็นเครื่องมือรมควันที่ค่อนข้างทันสมัย ออกแบบโดยวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ของสถาบันวิจัยทอร์รี่ กรมวิจัยทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม เมืองอเบอร์ดีน ประเทศสหราชอาณาจักร การทำงานเมื่อควันที่เกิดจากส่วนเผาไหม้ ซึ่งแยกมาจากห้องรมควัน ควันจะเคลื่อนที่เข้าตามท่อ โดยอาศัยการลอยตัวของควันอุ่นและแรงดูดของพัดลม ควันจะผสมกับอากาศดี ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพและความชื้นสัมพัทธ์ของควันได้ ควันจะเคลื่อนที่ผ่านขดลวดความร้อนหรือท่อไอน้ำร้อนเข้าสู่ห้องรมควัน โดยจะมีแผงกำหนดทิศทางและการกระจายควันและอากาศร้อนให้สม่ำเสมอ ควันจะเคลื่อนที่เข้าไปสัมผัสและซึมเข้าสู่ผิวของวัตถุดิบซึ่งบรรจุหรือวางบนรถเข็นในห้องรมควัน ภายในห้องรมควันอาจจะมีขดลวดความร้อนเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่และสม่ำเสมอ สามารถใช้ได้ทั้งการรมควันเย็นและร้อน เครื่องมือแบบนี้ขนาดใหญ่สามารถบรรจุวัตถุดิบได้ 650-1,000 กิโลกรัม ใช้เวลา 24 ชั่วโมง (Torry Research Station, 1967)

2.2.5 Electric smoking เป็นเครื่องมือรมควันโดยใช้ระบบไฟฟ้าสถิตย์ เป็นกระบวนการที่ให้ควันจากการเผาวัสดุให้ควัน แล้วปล่อยเข้าไปในห้องรมควันไฟฟ้าสถิตย์ ซึ่งควันจะจับที่ผิววัตถุดิบได้ง่ายและสม่ำเสมอกว่าวิธีธรรมดา ภายในห้องรมควันจะมีตัวนำไฟฟ้าอยู่ด้านบน 2 เส้น วัตถุดิบถูกนำมาเกี่ยวกับขอเกี่ยวเสมือนเป็นขั้วไฟฟ้า (electrode) ควันจะถูกบรรจุด้วยไฟฟ้าเป็นประจุบวกหรือประจุลบโดยเครื่องบรรจุประจุ (corona discharge) เมื่อควันมีทั้งประจุบวกและลบจะเคลื่อนที่โดยที่ควันประจุบวกจะเคลื่อนไปจับกับวัตถุดิบซึ่งเป็นขั้วลบ และควันประจุลบก็จะเคลื่อนที่ไปจับกับวัตถุดิบที่เป็นขั้วบวก ควันจะเกาะแน่นที่ผิวของวัตถุดิบ สำหรับกระบวนการแบบต่อเนื่องจะใช้ลวดตัวนำเป็นตัวเคลื่อนที่คล้ายสายพานนำวัตถุดิบเข้าไปในกระบอกประจุไฟฟ้า (cylindrical electrode) ทำให้วัตถุดิบเปลี่ยนขั้วไฟฟ้าและจะจับกับประจุของควันต่อไป การรมควันวิธีนี้ผลิตภัณฑ์ยังคงมีความชื้นอยู่มาก จึงมักจะนำไปอบแห้งก่อนหรือหลังการรมควันอีกครั้ง (Tanikawa, 1971)

**3. <u>วัสดุให้ควัน</u>**

วัสดุให้ควัน คือ วัสดุที่นำมาเผาเพื่อให้เป็นแหล่งกำเนิดควันและความร้อน ควันจากวัสดุต่างกัน จะให้กลิ่นรสพิเศษเฉพาะตัวที่ต่างกัน ดังนั้น ถ้าวัสดุให้ควันใดที่มีกลิ่นรสไม่ชวนรับประทาน ก็ไม่ควรนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง วัสดุให้ควันที่นิยมใช้ในประเทศไทย คือ ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด กาบมะพร้าว และชานอ้อย ส่วนในต่างประเทศนิยมใช้ไม้โอ๊ก และไม้ฮิคคอรี่ วัสดุให้ควันนี้อาจใช้ไม้ท่อน ขี้กบ หรือขี้เลื่อยก็ได้ แต่ไม่จำเป็นว่าไม้ทุกชนิดจะเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็น

วัสดุให้ควันเสมอไป ไม้บางชนิด เช่น ไม้สนซึ่งเป็นไม้เนื้ออ่อนจะมียางสูง เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุให้ควันจะให้กลิ่นรสเปรี้ยว (acid flavor) จึงไม่เหมาะที่จะใช้ ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการรมควันจึงควรเป็นไม้เนื้อแข็ง หรือวัสดุที่มีลิกนินต่ำ (นงนุช, 2530)

ไม้โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่ไหม้ได้ (combustable) และส่วนประกอบที่ไหม้ไม่ได้ (non-combustable) ส่วนประกอบที่ไม่ไหม้ไฟ ได้แก่ ความชื้นและเถ้า ส่วนประกอบที่ไหม้ไฟ ได้แก่ สารประกอบเคมีเชิงซ้อน เช่น เซลลูโลส (cellulose) ลิกนิน (lignin) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ซึ่งประกอบด้วย เพนโทแซน (pentosan) และเฮกโซแซน (hexosan) สารประกอบโปรตีนและยางไม้ (resin) เฉลิม (2521) รายงานว่า ไม้เนื้อแข็งทั่วไปประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 40-60 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 20-30 และลิกนินร้อยละ 20-30 ส่วนชานอ้อยนั้นมีองค์ประกอบดังนี้ เซลลูโลสร้อยละ 32-40 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 29-30 และลิกนินร้อยละ 18-21 เถ้าของชานอ้อยจะมีซิลิกาสูงมาก แต่มีโพแทสเซียมและแคลเซียมต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2523) ส่วนประกอบของไม้เนื้อแข็ง ไม้สน และชานอ้อย แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณองค์ประกอบสารอินทรีย์ของเนื้อไม้ชนิดต่าง ๆ (ร้อยละ)

| องค์ประกอบ | ไม้เนื้อแข็ง | ไม้สน | ชานอ้อย |
|---|---|---|---|
| เซลลูโลส | 45-52 | 54-58 | 32-39 |
| ลิกนิน | 18-24 | 26-29 | 20-21 |
| เฮมิเซลลูโลส | | | |
| เพนโตแซน | 22-25 | 10-11 | 29-30 |
| เฮกโซแซน | 3-6 | 12-14 | - |
| ยางไม้ | 1.8-3 | 2-3.5 | - |
| โปรตีน | 0.6-1.9 | 0.7-0.8 | 0.8-1.8 |
| เถ้า | 0.3-1.2 | 0.4-0.8 | 1.3-2.4 |

ที่มา: Zaitsev *et al*. (1969)

3.1 เซลลูโลส เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของพืช มีลักษณะเป็นเส้น เป็นพวกโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) มีน้ำหนักโมเลกุลราว 1,500,000 จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่อุณหภูมิ 280

องศาเซลเซียส แต่เมื่อให้ความร้อนต่อไปจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว (simple saccharoses) และเมื่อเผาต่อไปอีก กลูโคสที่เกิดขึ้นจะไหม้เป็น oxymethyl furfural สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะสลายตัวต่อไปให้เป็นกรดฟอร์มิค (formic acid) กรดเลวูลินิค (levulinic acid) สารประกอบฮิวมิค (humic substances) อีกหลายชนิด ซึ่งทำให้ผิวของอาหารรมควันมีสีสันสวยงาม

3.2 ลิกนิน เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของเนื้อไม้ สูตรทางเคมียังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน ทราบแต่เพียงว่ามีกลุ่มเมธอกซิล (methoxyl group) อยู่ด้วย และเมื่อสารประกอบลิกนินไหม้ไฟ จะสลายตัวให้เป็นทาร์ (tar) ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ไกวอะคอล (quaiacol), คริโอซอล (creosol), แคทีคอล (catechol), ฟีนอล (phenol), ยูกินอล (eugenol), ไวนิลไกวอะคอล (vinylguaiacol), ออร์โธคริโอซอล (orthocreosol) และสารประกอบอื่น ๆ

3.3 เฮมิเซลลูโลส เกิดจากสารประกอบสองชนิด คือ เพนโทแซนและเฮกโซแซน เมื่อเกิดการสลายตัวจะให้น้ำตาลเพนโทสและเฮกโซส เมื่อน้ำตาลเพนโตสถูกเผาไหม้นาน ๆ จะเปลี่ยนเป็นเฟอร์ฟูราล เพนโทแซนจะพบในไม้เนื้อแข็งมากกว่าไม้เนื้ออ่อน สารเหล่านี้จะมีคุณสมบัติให้กลิ่นรสที่ดีแก่อาหารรมควัน

3.4 สารประกอบอื่น ๆ ในเนื้อไม้จะมีสารประกอบอื่น ๆ อีก โดยแบ่งได้เป็นพวกที่ระเหยได้และพวกที่ระเหยไม่ได้ ในเนื้อไม้จะมีสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ประมาณร้อยละ 80-87 ของสารประกอบอินทรีย์ทั้งหมด สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้จะมีสองประเภท คือ ประเภทที่เป็นก๊าซ และที่เป็นของเหลว เมื่อทำให้ไม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นและอยู่ระหว่าง 100-190 องศาเซลเซียส สารประกอบที่ระเหยได้ช่วงอุณหภูมินี้คือไอน้ำ และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิต่อไปจะมีสารประกอบอินทรีย์ระเหยออกจากเนื้อไม้มากขึ้น ขณะเดียวกันลักษณะทางกายภาพของไม้เปลี่ยนไปด้วย และจะลุกเป็นไฟเมื่ออุณหภูมิถึง 295 องศาเซลเซียส สารประกอบอินทรีย์ระเหยได้เหล่านี้จะช่วยให้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์รมควันดีขึ้น

พงศ์ธร (2535) รายงานว่า วัสดุให้ควันที่ให้กลิ่นรสควันในผลิตภัณฑ์รมควันที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด คือ ชานอ้อย เมื่อเทียบกับขี้เลื่อยและกาบมะพร้าว ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากชานอ้อยมีปริมาณเพนโทแซน (เฮมิเซลลูโลสชนิดหนึ่ง) สูงถึงร้อยละ 29 (รัตนา และ อิทธิพล, 2532) ในขณะที่ไม้เนื้อแข็งทั่วไปมีเพนโทแซนเพียงร้อยละ 22-25 (ประเสริฐ, 2527) สารเพนโทแซนในเนื้อไม้นั้น Zaitsev *et al*. (1969) รายงานว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสลายตัวให้สี กลิ่นรสที่

ดีในอาหารรมควัน โดยเมื่อสลายตัวจะได้น้ำตาลเพนโตส เมื่อผ่านการเผาไหม้จะได้สารเฟอร์ฟูราล ที่ให้กลิ่นรสเฉพาะ ดังนั้นไม้ที่มีเพนโทแซนสูงจึงใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับทำปลารมควันได้ดี

**4. <u>ส่วนประกอบของควัน</u>**

ส่วนประกอบทางเคมีของควันมีมากกว่า 200 ชนิด และค่อนข้างซับซ้อนมาก แต่พอจะจัดแบ่งสารประกอบออกเป็น 4 ประเภท (ประเสริฐ, 2527) คือ

4.1 ส่วนประกอบที่เป็นก๊าซ จะเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 150-280 องศาเซลเซียส ก๊าซที่ออกมาจะเป็นพวกที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอน-ออกไซด์ เป็นต้น อาจจะมีก๊าซไฮโดรเจนและไฮโดรคาร์บอนด้วยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

4.2 ส่วนที่เป็นของเหลว จะเกิดในช่วงอุณหภูมิ 280-380 องศาเซลเซียส เมื่อไอของสารประกอบต่าง ๆ ควบแน่นจะได้ของเหลว ได้แก่

- กรดและสารประกอบที่ได้จากกรด ได้แก่ กรดฟอร์มิค อะซิติก เป็นต้น
- แอลกอฮอล์ ได้แก่ ไอโซเอมิล ไอโซบิวทิล เป็นต้น
- อัลดีไฮด์ ได้แก่ ฟอมัลดีไฮด์ อะซิทัลดีไฮด์ เป็นต้น
- คีโตน ได้แก่ อะซิโตน เมธิลเอธิล คีโตน เป็นต้น
- ไฮโดรคาร์บอน
- แคทีคอล
- ไพรีดีน และเมธิลไพรีดีน

ส่วนประกอบเหล่านี้ในควันจะมีผลต่อสี กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์รมควัน Gilbert and Knowles (1975) กล่าวว่า สารประกอบพวกอะซิโตน ไฮดรอกซีอะซีโตน และ เฟอร์ฟูราล จะมีผลให้เกิดสีน้ำตาลแก่ผลิตภัณฑ์รมควัน และมีผลช่วยลดการเติบโตของจุลินทรีย์ด้วย

4.3 ส่วนที่เป็นทาร์ มีทั้งน้ำมันทาร์ที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ จุดเดือด 140 องศาเซลเซียส ได้แก่ วาลเลอราลดีไฮด์ และฟูแรนส์ ส่วนน้ำมันทาร์ที่มีความถ่วงจำเพาะสูง จุดเดือดสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส จะมีส่วนประกอบได้แก่ ฟีนอล และสารที่เกิดจากฟีนอล สารพวกลิกโนเซอริค-แอซิด ซึ่งสารที่ให้กลิ่นในทาร์ส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของลิกนิน สารประกอบฟีนอลในควัน

สามารถใช้แบ่งระดับชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลารมควันด้วย โดยแบ่งเป็น 3 คุณภาพ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแบ่งชั้นคุณภาพปลารมควันตามปริมาณฟีนอล

| ชั้นคุณภาพ | ปริมาณฟีนอล (มิลลิกรัม %) | |
|---|---|---|
| | ในเนื้อปลา | บนหนังปลา |
| ชั้นดี | 18 | 28 |
| พอใช้ | 12 | 20 |
| เลว | 9 | 14 |

ที่มา: Zaitsev *et al*. (1969)

4.4 ส่วนที่เป็นคาร์บอน เป็นส่วนผสมในควันที่เป็นของแข็ง เป็นพวกเขม่าต่าง ๆ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน รวมทั้ง polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง (carcinogen) (ประเสริฐ, 2527)

**5. ประโยชน์ของควัน**

5.1 ให้กลิ่นรส

Daun (1979) กล่าวว่า สารประกอบหลักที่ทำให้เกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารรมควัน คือ สารประกอบฟีนอลิค ในการรมควันแบบร้อนสารประกอบที่มีผลต่อกลิ่นรสมาก คือ eugenol, maltol, phenol และ m-cresol อย่างไรก็ดี eugenol เป็นตัวหลักที่ให้กลิ่นรสควันมากกว่าอนุพันธ์ของ furan ใน liquid smoke condensate มีกลิ่นรสหอมหวาน (sweet fragrant) แต่ถ้ามีมากไปจะทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ คือ กลิ่นเหม็นไหม้หรือกลิ่นฟีนอลิค (burnt หรือ phenolic note) (Hall, 1992)

นอกจากสารประกอบฟีนอลที่ให้กลิ่นรสควันแล้วยังมีสารประกอบคาร์บอนีลและกรดอีกหลายชนิดที่ให้กลิ่นรสในอาหารรมควัน (ณรงค์, 2538)

5.2 ชะลอการหืนของน้ำมันในอาหาร

Shahidi and Botta (1994) และณรงค์ (2538) กล่าวว่าในควันมีสารประกอบหลายชนิดที่สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันได้ โดยเฉพาะสารประกอบพวกฟีนอล สารชนิดนี้มีโครงสร้างคล้ายกับ BHA, BHT หรือ gallic acid ที่ใช้ป้องกันการหืนของน้ำมัน

5.3 ป้องกันและยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์

องค์ประกอบที่ช่วยยืดอายุการเก็บของอาหารรมควัน โดยการต่อต้านจุลินทรีย์ได้แก่ สารประกอบในกลุ่มอัลดีไฮด์และกรดอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และสารประกอบฟีนอล (Luck and Jager, 1997) โดยจะมีผลต่อแบคทีเรียมากกว่าสปอร์และเชื้อราที่มีความต้านทานมากกว่า (Shahidi and Botta, 1994) สารที่มีผลต่อจุลินทรีย์มากที่สุดคือสารประกอบกลุ่มฟีนอล (Borgstorm, 1969)

เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัตถุกันเสียอื่น ๆ การรมควันยังคงมีประสิทธิภาพต่ำในการต่อต้านจุลินทรีย์ (Luck and Jager, 1997) และยังขึ้นอยู่กับสภาวะการรมควัน การให้ความร้อน ระยะเวลาในการรมควัน มีผลทำให้สามารถยืดอายุการเก็บได้ระยะเวลาเป็นวัน หรือทำให้ปลอดเชื้ออย่างสมบูรณ์ได้ (Pigott and Tucker, 1990)

5.4 ทำให้เกิดสีที่สวยงาม

สีของปลารมควันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีหรือการเกิดเม็ดสี (pigmentation) ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบในควันที่มาจากแหล่งต่าง ๆ กัน เช่น สีเหลืองทอง (gold-yellow) เกิดจากการใช้ไม้บีช เมเปิ้ล แอช ไซคาร์มอร์ หรือไม้มะนาว สีเหลืองมะนาว (lemon liked color) จากไม้อะคาเซีย สีคล้ำ (dark colorization) เกิดจากการใช้ไม้สน เป็นต้น (Shahidi and Botta, 1994)

สีของปลารมควันเกิดจากปฏิกิริยาของสารประกอบคาร์บอนิล (carbonyl compound) ในควันกับกลุ่มอะมิโน (amino group) ที่ผิวหน้าของปลา เป็นปฏิกิริยาแบบไม่มีเอนไซม์ร่วม (non-enzymatic หรือ Maillard reaction) (Daun, 1979; Hall, 1992)

นอกจากนี้ควันยังทำให้เกิดลักษณะที่สวยงามของผลิตภัณฑ์อีกประการหนึ่ง คือ การเกิดความเลื่อมมันที่ผิวหน้าของปลา (glossy) ซึ่งเกิดจากน้ำมันจากควัน ไขมันในตัวปลา และการพองตัวของโปรตีนในเนื้อปลา (Nettleton, 1985)

**6. <u>ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์รมควัน</u>**

6.1 คุณภาพวัตถุดิบ

ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีต้องมาจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี เนื่องจากไม่สามารถทำวัตถุดิบที่มีคุณภาพต่ำให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีได้ อย่างไรก็ตามกรรมวิธีในการแปรรูปอาจช่วยลดลักษณะด้อยบางประการของวัตถุดิบได้ เครื่องมือรมควันสมัยใหม่จึงออกแบบให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม รวมทั้งสุขลักษณะ เพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ

6.2 วัสดุให้ควันและสภาวะในการสร้างควัน

ชนิดของวัสดุให้ควัน มีผลต่อกลิ่นรสและสีของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้อุณหภูมิในการสร้างควันยังมีผลอย่างมากต่อสารประกอบที่มีในควัน องค์ประกอบในวัสดุให้ควันจะเกิดการสลายตัวและเกิดสารต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน

Ho (1992), วรรณา (2534), ณรงค์ (2538) และ ไพบูลย์ (2532) กล่าวไว้โดยรวมว่า การเตรียมควันทำได้โดยทำให้อุณหภูมิของไม้สูงขึ้น เกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส (pyrolysis) ไม้จะปล่อยสารที่ระเหยได้ออกมาก่อน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดหนึ่งจึงเกิดควัน เมื่อได้รับความร้อนไม้จะค่อย ๆ สูญเสียน้ำ (free water และ bound water) ที่อุณหภูมิระหว่าง 90-170 องศาเซลเซียส โดยมีก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และกรดที่มีโมเลกุลขนาดเล็กระเหยออกมา เช่น กรดอะซิติก เป็นต้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอยู่ระหว่าง 200-260 องศาเซลเซียส จะเกิดไพโรไลซิสของเฮมิเซลลูโลส มีกรดและก๊าซระเหยออกมาจนเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 260-310 องศาเซลเซียส จะเกิดไพโรไลซิสของเซลลูโลส เนื้อไม้จะปล่อยอนุภาคของแข็งออกมาจนกระทั่งอุณหภูมิสูงกว่า 310 องศาเซลเซียส ลิกนินจะสลายตัวให้สารประกอบฟีนอลและอนุพันธ์สูงที่สุด การเกิดควันจะไปสิ้นสุดที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ไพโรไลซิสมักเกิดที่สภาพเกือบไม่มีออกซิเจน ถ้าเกิดการเผาไหม้ในสภาพมีออกซิเจนจะทำให้มีอุณหภูมิสูง และสารที่ได้ในควันจะมี

กลิ่นรสควันน้อยลง เนื่องจากถูกความร้อนเผาไหม้สลายไป ดังนั้น ถ้าต้องการควันที่มีคุณภาพ ควรจะให้ปฏิกิริยาไพโรไลซิสของไม้เกิดที่อุณหภูมิ 250-450 องศาเซลเซียส

โดยปกติแล้วการกำเนิดควันต้องการให้เกิดสารประกอบฟีนอลมากที่สุด นั่นคือ ต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่า 400 องศาเซลเซียส แต่จะทำให้เกิดสารประกอบ Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในปริมาณมาก เพื่อเป็นการลดปริมาณสารเหล่านี้ให้น้อยลง ในขณะเดียวกันก็ได้ควันที่มีคุณภาพดี จึงควรใช้อุณหภูมิประมาณ 343 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิในการเผาไหม้ สามารถควบคุมได้โดยการให้อากาศและวิธีการเพิ่มความชื้นในเนื้อไม้ให้สูงขึ้น ให้มีปริมาณร้อยละ 20-40 สภาวะเช่นนี้จะทำให้อนุภาคของแข็งสีดำและการควบแน่นของควันน้อยลงด้วย

6.3 สภาวะในการรมควัน

สภาวะในการรมควัน ได้แก่ อุณหภูมิในการทำแห้ง อุณหภูมิในการรมควัน ความเร็วลม ความชื้นในอากาศ

ระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้รมควันมีผลโดยตรงต่อการเกิดกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ความชื้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดูดซับควันที่ผิวของผลิตภัณฑ์ ถ้าความชื้นสูงผลิตภัณฑ์จะดูดซับควันได้ดีกว่าผิวหน้าที่แห้ง อุณหภูมิในการรมควันควรต่ำเพื่อป้องกันการแห้งมากเกินไป การรมควันที่อุณหภูมิต่ำสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของกลิ่นควันให้ดีขึ้นได้ โดยการลดการดูดซับของสารประกอบฟีนอล อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการเป็นสารกันหืนจะลดลงตามปริมาณของสารประกอบฟีนอล (Daun, 1979)

Ruiter (1979) กล่าวว่า ปฏิกิริยาการเกิดสีจะเกิดได้เร็วมากที่อุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์ร่วมจะเกิดได้ดีที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65-70 และที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ควรมีความชื้นอยู่ในระดับเดียวกัน

ภานุวัฒน์ (2537) รายงานว่า การเกิดสีที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เกิดได้เร็วมาก ถ้าอุณหภูมิการรมควันสูงขึ้นและผิวหน้าผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพียงพอที่จะดูดกลิ่นควัน และแห้ง

พอที่จะให้ส่วนประกอบของควันทำปฏิกิริยาบนผิวหน้า ก่อนที่จะแพร่เข้าไปยังส่วนใน และความเข้มของสีผลิตภัณฑ์ยังขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ โดยไม้เนื้ออ่อนจะให้สีคล้ำกว่า

จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารทะเลรมควัน มีองค์ประกอบควันประมาณ 0.5 กรัมต่อเนื้อ 100 กรัม (Shahidi and Botta, 1994) และบริเวณผิวหนังปลาจะมีปริมาณควันเป็น 10-20 เท่าของเนื้อที่อยู่ลึกลงไป (Borgstorm, 1969)

**7. <u>ผลของการรมควันต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์</u>**

7.1 ผลของการรมควันต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมี

ผลของการรมควันต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร Daun (1979) ได้รายงานว่า การรมควันจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของอาหาร เนื่องจากการสูญเสียน้ำ การแพร่กระจายของไขมัน และการเปลี่ยนสภาพของโปรตีนในเนื้อเยื่อโครงสร้าง และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน โดยปฏิกิริยาของสารประกอบควันและความร้อนกับโปรตีนที่ผิวหน้าอาหาร ทำให้โปรตีนที่ละลายได้สูญเสียในระหว่างการรมควันนี้ นอกจากนั้นยังมีการเพิ่มขึ้นของส่วนสโตรม่า (Stroma fraction) ส่วนองค์ประกอบที่ลดลง ได้แก่ โปรตีนไมโอฟิบริลาร์ (Myofibrillar protein) และกลุ่มซัลไฮดริลอิสระ (free sulfhydryl group) เนื่องจากปฏิกิริยาการเชื่อมข้าม (cross link) ของโปรตีนที่ผิวหน้าอาหาร ทำให้ผิวนอกอาหารแข็งและแน่น การเกิดปฏิกิริยาเชื่อมข้ามระหว่างองค์ประกอบของควันและโปรตีนที่ผิวหน้าของอาหารมากเกินไป จะทำให้เกิดลักษณะแข็งที่ผิวนอก (hardened casing) ขัดขวางการซึมของควันเข้าในเนื้ออาหาร และการระเหยออกของน้ำ มีผลให้ภายในเนื้ออาหารนิ่มเละ และไม่มีกลิ่นรสควัน นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุให้อาหารเกิดการเน่าเสียของด้านในได้ง่ายอีกด้วย

ผลของการรมควันต่อสีของอาหาร Ruiter (1979) ได้รายงานว่า สีของอาหารรมควันเกิดจาก carbonyl-amino reactions เป็นสำคัญ และสารในกลุ่มฟีนอลิค (Phenolic compounds) ก็มีส่วนช่วยให้เกิดสีในอาหารรมควันด้วยเช่นกัน ซึ่งกล่าวได้ว่า การเกิดสีของอาหารรมควันเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารประกอบในควันและโปรตีน โดยกรดอะมิโนและสารอะมีนในเนื้ออาหารทำปฏิกิริยากับสารคาร์บอนิลในควัน ทำให้เกิดลักษณะสีน้ำตาลขึ้น ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ Maillard reaction ระหว่างน้ำตาลและสารในกลุ่มอะมิโนในอาหารอื่น ๆ (Sink, 1979)

Chen and Issenberg (1972) พบว่า กรดอะมิโนไลซีนในอาหารลดลงภายหลังการรมควัน ในกลุ่มสารประกอบจากควัน มีสารประกอบคาร์บอนิลมากกว่า 4 ชนิด คือ glycolic aldehyde, methylglyoxal, formaldehyde และ acetol ทั้ง glycolic aldehyde และ methylglyoxal สามารถทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนได้รวดเร็วมาก เกิดเป็นสีน้ำตาล ในขณะที่สาร acetol มีความไวค่อนข้างต่ำ formaldehyde อาจจะไปรบกวนปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ เพราะว่าสารนี้เมื่อทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนแล้วจะไม่ให้สารประกอบสีน้ำตาลแต่อย่างไร (ไพบูลย์, 2532)

ความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นในอาหารรมควัน เกิดจากปัจจัย 3 ประการ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และระยะเวลาที่ใช้ในการรมควัน Daun (1979) ได้กล่าวไว้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 60 และอุณหภูมิในการรมควันที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการรมควัน อย่างไรก็ตาม ความชื้นสัมพัทธ์อาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงร้อยละ 50-70 และ อุณหภูมิในช่วง 70-85 องศาเซลเซียส ก็จะได้สีของอาหารรมควันที่ดีเช่นกัน นอกจากนี้ระดับความเข้มสีของอาหารรมควัน ยังขึ้นกับชนิดของไม้ที่ใช้ ถ้าใช้ไม้เนื้ออ่อนจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำกว่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรมควันด้วยไม้เนื้อแข็ง

7.2 ผลของการรมควันต่อคุณภาพกลิ่นรส

กลิ่นรสในอาหารรมควันนั้น Daun (1979) กล่าวว่า เกิดจากสารฟีนอลิคในส่วนที่เป็นไอของควัน ซึ่งถูกดูดซับไว้ที่ผิวหน้าอาหาร สารฟีนอลิคที่เกี่ยวข้องกับกลิ่น และกลิ่นรสของอาหารรมควัน ได้แก่ guaiacol, 4-methylguaiacol และ 2,6-dimethoxy phenol โดยสารประกอบ guaiacol จะให้รสชาติของควัน ขณะที่ syringol จะให้กลิ่นควัน แต่กลิ่นรสโดยรวมของอาหารรมควัน เกิดจากสารประกอบเหล่านี้หลาย ๆ ชนิดร่วมกัน

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยวิกฤตต่อการเกิดกลิ่นรสควัน ความชื้นมีความจำเป็นต่อการดูดกลืนของสารประกอบในส่วนไอของควัน อุณหภูมิของการรมควันควรต่ำพอที่จะป้องกันการแห้งเกินไป อย่างไรก็ตามการรมควันที่อุณหภูมิต่ำสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติของกลิ่นได้ คือการดูดกลืนฟีนอลที่มีจุดเดือดสูงลดลง ดังนั้น วิธีการรมควันจึงมีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นรสของอาหารรมควัน คุณลักษณะของกลิ่นรสควันในอาหารรมควันเกิดจากสารฟีนอลดังกล่าวมาแล้ว และมีอยู่ถึง 20 ชนิด ในส่วนของไอควัน แต่การรมควันที่อุณหภูมิต่ำเกินไป จะได้สารฟีนอลเพียง 2-3 ชนิดเท่านั้น (ไพบูลย์, 2532)

7.3 ผลของการรมควันต่อคุณค่าทางโภชนาการ

ผลของการรมควันต่อสารอาหารกลุ่มโปรตีน Motohiro (1988) ได้สรุปไว้ว่า การรมควันมีผลต่อสารประกอบไนโตรเจนในอาหาร โดยโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือ เช่น ไมโอซิน จะลดลง ส่วนโปรตีนที่ไม่ละลายและสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ จะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การให้ความร้อนในระหว่างการรมควันก็มีผลต่อคุณภาพของโปรตีน โดยความร้อนที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส จะทำให้ความสามารถในการย่อย (digestibility) โปรตีนและกรดอะมิโนลดลงเล็กน้อย และมีผลให้โปรตีนที่ละลายได้ รวมทั้งเปปไทด์โมเลกุลเล็ก ๆ และกรดอะมิโนอิสระสูญเสียไปกับน้ำในระหว่างการให้ความร้อน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนในปลาเฮอริ่งรมควัน (กรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

| | เนื้อปลาสด | ภายหลังรมควัน |
|---|---|---|
| ปริมาณโปรตีนรวม (Crude Protein) | 83.39 | 81.53 |
| โปรตีนที่ละลายได้ (Soluble Protein) | 17.73 | 15.38 |
| โปรตีนที่ไม่ละลาย (Insoluble Protein) | 65.66 | 66.15 |

ที่มา: Motohiro (1988)

นอกจากนี้ในควันยังประกอบด้วยสารประกอบคาร์บอนิล ซึ่งจะมีผลต่อกรดอะมิโนไลซีน และส่งผลให้คุณภาพโปรตีนในอาหารรมควันลดลง ดังนั้น ระยะเวลา และความเข้มของควัน จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพโปรตีนในอาหารรมควัน (Opstvedt, 1988)

ผลของการรมควันต่อคุณค่าทางโภชนาการในแง่ของไขมัน เนื่องจากสารประกอบฟีนอลที่มีจุดเดือดสูงจะมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันหืน (antioxidant) อาหารรมควันจึงมีการเสื่อมเสียเนื่องจากการหืนช้าลง ลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารของไขมัน (ไพบูลย์, 2532)

ผลของการรมควันต่อวิตามินในอาหารรมควัน Daun (1979) ได้รายงานว่า โดยทั่วไปการรมควันจะทำให้เกิดการสูญเสียไทอามิน ประมาณร้อยละ 2-25 โดยมีการสูญเสียไนอาซีนและ

ไรโบเฟลวินเล็กน้อย การสูญเสียนี้เป็นผลมาจากความร้อน และไม่พบการสูญเสียวิตามินที่ละลายในไขมัน จึงเชื่อว่าการรมควันสามารถป้องกันการสูญเสียวิตามินได้

7.4 ผลของการรมควันอาหารต่อสุขภาพ

อาหารรมควันในความรู้สึกของคนทั่ว ๆ ไปนั้น เข้าใจว่าเป็นอาหารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง โดยเกิดสารประกอบ PAH ความเป็นจริงแล้ว แม้ว่าเราจะพบสารจำพวก PAH มากมายหลายชนิดในอาหารรมควัน แต่ไม่ใช่สารในกลุ่ม PAH ทุกชนิดจะเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง มีเพียงสารประกอบ benzo(a)pyrene (BP) เท่านั้นที่เป็นเหตุที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ในควันไม้นั้น มีสารประกอบ จำพวก PAH กว่า 30 ชนิด ในการผลิตควันสำหรับการรมอาหารจึงควรให้ได้สารประกอบฟีนอลและคาร์บอนิลมากที่สุด และมี PAH ต่ำ โดยการควบคุมอุณหภูมิในการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงให้ต่ำกว่า 400 องศาเซลเซียส และแยกช่องกำเนิดควันออกต่างหาก (Sikorski, 1988) Nettleton (1985) ได้รวบรวมปริมาณของสารประกอบ BP ในปลารมควัน พบว่า มีอยู่ในปริมาณ 0.7 นาโนกรัมต่อน้ำหนักเปียก 1 กรัม และปริมาณของ PAH ในส่วนที่รับประทานได้ของปลารมควันยังขึ้นกับความเข้มของควันที่รม และชนิดของปลาที่ใช้ รวมทั้งชนิดของตู้รมควัน ซึ่งปกติแล้วตู้รมควันแบบพื้นบ้านจะให้ปริมาณของ BP สูงกว่าตู้รมควันแบบพัฒนา นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารชนิดอื่น ๆ พบว่า ขนมปังและบิสกิต กาแฟคั่ว น้ำมันถั่วเหลือง และเนื้อย่างมีสารประกอบ BP ในปริมาณ 0.5, 0.3-0.5, 3.5 และ 10.5 นาโนกรัมต่อตัวอย่าง 1 กรัม Gangolli (1986) ยังได้รายงานว่าการก่อให้เกิดมะเร็งของ BP จะต้องอาศัยปฏิกิริยาของเมตาโบลิกในร่างกาย ซึ่งวิตามินเอ BHA และ BHT จะสามารถยับยั้งการก่อให้เกิดมะเร็งของ BP ด้วย ดังนั้นอาหารที่มีวิตามินเอสูง หรือมีการใช้ BHA, BHT ช่วยในการป้องกันการหืนของน้ำมันก็จะมีผลยับยั้งการก่อให้เกิดมะเร็งเช่นกัน

นอกจากนี้ยังมีสาร เอน-ไนโตรซามีน ซึ่งพบในอาหารประเภทเนื้อรมควัน เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งอีกประเภทหนึ่งที่ได้มีการพูดถึงมาก แต่สารเอน-ไนโตรซามีน จะเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องจากการเติมไนไตรท์ เพื่อช่วยให้เนื้อมีสีที่สวยงาม แต่แทบจะไม่พบเลยในอาหารทะเลรมควัน อาหารทะเลรมควันจึงไม่มีปัญหาของสารก่อให้เกิดมะเร็งชนิดนี้ (ไพบูลย์, 2532)

**8. <u>ปัจจัยคุณภาพของอาหารรมควัน</u>**

8.1 ปัจจัยคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

กลิ่นรสของอาหารรมควันจะได้จากส่วนที่ผสมลงในอาหารนั้น เช่น เกลือ น้ำตาล และสารประกอบฟีนอลิคจากควัน ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่จะทำให้เกิดกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์รมควัน นอกจากนี้กลิ่นรสของควันยังขึ้นกับความชื้นที่ผิววัตถุดิบ และอุณหภูมิขณะรมควัน โดยเนื้อเยื่อบริเวณที่มีความชื้นสูงจะดูดซึมสารประกอบจากควันที่ให้กลิ่นรสได้ดีกว่าเนื้อเยื่อผิวที่แห้งหรือมีความชื้นต่ำ (Daun, 1979) สีของผลิตภัณฑ์รมควันมักจะเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ของกลุ่มอะมิโนอิสระจากโปรตีน กับสาร carbonyls ของควัน สีน้ำตาลนี้จะเกิดขึ้นมากบริเวณผิวของอาหารรมควัน โดยความเข้มสีจะแปรตามอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรมควัน (Ruiter, 1979) ส่วนเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์รมควันโดยเฉพาะสัตว์น้ำนั้นจะนุ่มขึ้นภายหลังจากการรมควัน เนื่องจากมีการแพร่กระจายของไขมันในสัตว์น้ำและอุณหภูมิที่สูง จะเร่งให้เอนไซม์ย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) ย่อยโปรตีนให้แตกตัวเร็วขึ้น แต่ถ้ายังคงใช้อุณหภูมิสูงต่อไปเป็นเวลานาน ๆ ก็จะทำให้โปรตีนที่แตกตัว ละลายอยู่ในน้ำภายในเซลล์ของอาหารเกิดตกตะกอนหรือจับตัวเป็นก้อนเร็วขึ้น ทำให้ลักษณะของเนื้อสัมผัสอาหารแข็งและเหนียวขึ้น (ธงชัย, 2531)

8.2 ปัจจัยคุณภาพด้านกายภาพและเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี ที่พบเสมอ ๆ ในอาหารรมควัน โดยเฉพาะการรมควันร้อน คือ คุณค่าทางอาหารบางประเภทลดลงระหว่างการแปรรูป เช่น ทำให้ lysine availability และ Net Protein Utilization (NPU) ลดลง นอกจากนี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหืนระหว่างการเก็บรักษา การรมควันร้อนที่ใช้อุณหภูมิสูงยังทำให้เกิดการหดตัวของชิ้นอาหาร ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในผลิตภัณฑ์บางชนิด

8.3 ปัจจัยคุณภาพด้านจุลชีววิทยา

ปริมาณจุลินทรีย์ในอาหารรมควัน จะถูกควบคุมด้วยปริมาณเกลือที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ โดย Chichester and Graham (1973) ได้รายงานไว้ว่า เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 3.5 และการรมควันร้อนด้วยเวลาไม่ต่ำกว่า 30 นาที จะสามารถยับยั้งการเจริญของ *Clostridium botulinum* type E ได้ นอกจากนี้การรมควันโดยใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูง และสารประกอบจำพวกฟีนอลจากควัน จะสามารถทำลายและยับยั้งจุลินทรีย์ในอาหารรมควันได้หลายประเภท การควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในอาหารรมควันโดยสารปรุงแต่งอาหาร และการใช้ความร้อนลดปริมาณความชื้นลงนี้ จะมีค่า water activity ($a_w$) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ว่าสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้เพียงใด ปรียา (2528) ได้รายงานไว้ว่าผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำรมควันโดยทั่วไป มีค่า $a_w$ ประมาณ 0.75-0.85 ซึ่งค่า $a_w$ ในช่วงนี้จะต่ำกว่าระดับ $a_w$ ขั้นต่ำที่จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหลายชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ เช่น *Clostridium* ค่า $a_w$ ต่ำสุดที่เจริญได้ เท่ากับ 0.98-0.97 ส่วน *Escherichia*, *Salmonella* และ *Vibrio* ต้องการ $a_w$ 0.94 ถึง 0.95 และ *Staphylococcu*s ต้องการ $a_w$ สูงกว่า 0.91 เป็นต้น

**9. <u>อันตรายจากการบริโภคอาหารรมควัน</u>**

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปลารมควันสามารถลดลงได้โดยการควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ กระบวนการรมควันสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำ สารประกอบในควัน ปริมาณเกลือและอุณหภูมิที่ใช้ในการรมควัน

Borgstorm (1969) กล่าวว่า การรมควันที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์บางกลุ่ม คือ พวก mesophile organism ที่เจริญได้ดีในช่วง 20-45 องศาเซลเซียส จะสามารถลดอันตรายจากจุลินทรีย์นั้นได้ Daun (1979) กล่าวว่า สารประกอบในควัน เช่น ฟอร์มัล-ดีไฮด์ กรดอะซิติก และสารอื่น ๆ ที่จับอยู่บนผิวหน้าของอาหารสามารถป้องกันการเจริญของแบคทีเรียและราหลายชนิด เนื่องจากสารประกอบในควันแทรกซึมเข้าไปในส่วนภายในของอาหารค่อนข้างช้า ดังนั้นจึงไม่ค่อยมีผลต่อจุลินทรีย์ส่วนที่อยู่ลึกเข้าไปในอาหาร

Shahidi and Botta (1994) กล่าวว่า แบคทีเรียในปลารมควันเกิดจากส่วนที่หลงเหลือติดอยู่ในส่วนที่ลึกของผลิตภัณฑ์จากการปนเปื้อนระหว่างกระบวนการผลิตและการขนส่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์พวกใส่เกลือไม่มากนักและรมควันร้อน (lightly-salted hot smoked fish)

เนื่องจากอุณหภูมิและปริมาณเกลือไม่สูงพอที่จะยับยั้งการเจริญและการงอกของสปอร์ *Clostridium botulinum* ที่สร้างพิษ ประกอบกับสภาวะการเก็บที่เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์และการเจริญของเชื้อ การเกิดบอทูลิซึ่มไม่ได้เกิดเฉพาะในปลารมควันที่บรรจุในภาชนะแบบสุญญากาศเท่านั้น ยังเกิดได้ในภาชนะที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร เช่น พวกสารประกอบไนไตรต์ จะสามารถลดอันตรายจากการเกิดสารพิษดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตามการใช้วัตถุเจือปนอาหารก็ไม่ได้มีความสำคัญมากไปกว่าการควบคุมความสะอาด การบรรจุ และการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (Pigott and Tucker, 1990) การเก็บผลิตภัณฑ์รมควันไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 3 องศาเซลเซียส จะช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดบอทูลิซึ่มได้ เนื่องจากจะไม่มีการงอกของสปอร์และสร้างสารพิษที่อุณหภูมิระดับนี้

Pigott and Tucker (1990); Shahidi and Botta (1994) กล่าวว่า สารที่ได้จากการกลั่นตัวของควันเป็น Polycyclic Aromatic Hydrocarbon ได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่งใน 2 ทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากสารประกอบในกลุ่มนี้คือ BP เป็นสารก่อมะเร็ง พบอยู่ในอาหารรมควัน 0.5-3.5 นาโน-กรัมต่อกรัม ขึ้นอยู่กับขนาดปลาและสภาวะในการรมควัน นอกจากนี้ยังมีสารประกอบพวกไนโตร-ซามีน (nitrosamine) สารประกอบในกลุ่มไนโตรโซ (nitroso compound) และสารในกลุ่มใกล้เคียงกันจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน การเติมน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ในกระบวนการรมควันอาจเกิดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดสารไนโตรซามีนได้ การเกิดสารดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาและอุณหภูมิในการรมควัน ไม้หรือวัสดุให้ควันที่ใช้สารฆ่าเชื้อราหรือยาฆ่าแมลง เช่น คลอโรฟีนอล (chlorophenol) ทำให้เกิด PAH ได้

ในผลิตภัณฑ์ที่รมควันอย่างหนัก (heavily smoked) จึงต้องระวัง PAH มากกว่าปลาที่รมควันน้อย จากการศึกษาพบว่าสาร PAH จับอยู่ที่ผิวหน้าของปลามากกว่าในเนื้อถึง 5 เท่า และไม่พบ PAH บางสารในเนื้อปลาเลย แสดงว่าหนังปลาป้องกันสารดังกล่าวได้ (Shahidi and Botta, 1994)

ส่วนสารประกอบอัลดีไฮด์และฟีนอลที่พบยังเป็นอันตรายไม่มากนัก โดยมีลักษณะตัวร่วมในการก่อมะเร็ง (co-carcinogenic) (Luck and Jager, 1997)

Nettleton (1985) แนะนำว่า การใช้ควันเหลวที่แยกส่วนอนุภาคขนาดใหญ่ออกแล้ว หรือเครื่องมือรมควันที่สามารถควบคุมปัจจัยในการรมควัน จะสามารถลดอันตรายจากสารดังกล่าวได้

Borgstorm (1969) กล่าวว่าถ้าควบคุมอุณหภูมิของการกำเนิดควันไม่ให้สูงกว่า 350-400 องศา-เซลเซียส จะช่วยลดสารก่อมะเร็งได้ Pigott and Tucker (1990) ได้ยืนยันว่าการรมควันจะปราศจากสาร BP เมื่อใช้อุณหภูมิในการเผาไหม้ต่ำกว่า 218 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในการออกซิเดชั่นไม่เกิน 190 องศาเซลเซียส

**10. <u>การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์รมควัน</u>**

ผลิตภัณฑ์รมควัน โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำและปลารมควันจะมีการเสื่อมเสียได้ในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้จะขึ้นกับปัจจัยดังนี้

10.1 ความชื้นของผลิตภัณฑ์รมควัน ผลิตภัณฑ์รมควันส่วนใหญ่จะมีความชื้นค่อนข้างสูง คือความชื้นร้อยละ 40-80 มีค่า water activity ($a_w$) 0.73-0.99 ซึ่งจะเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งจะทำให้เกิดเมือกและกลิ่นเหม็นเน่าในผลิตภัณฑ์ (Dodds *et al.*, 1992) ผลิตภัณฑ์ปลารมควันที่ผลิตในประเทศแถบทวีปแอฟริกากาและเอเชียจะมีลักษณะแห้ง ความชื้นต่ำ คือ ความชื้นร้อยละ 5-15 มีค่า $a_w$ น้อยกว่า 0.65 ซึ่งค่อนข้างจะปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่มีอันตราย แต่จะพบว่ามีการเจริญของเชื้อราที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ทำให้มีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงไป (Pigott and Tucker, 1990)

10.2 กระบวนการผลิต จะมีผลต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์รมควัน ไม่ว่าจะเป็นประเภทของการรมควัน เวลาและอุณหภูมิในการรมควัน ปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ การรมควันเย็นจะใช้อุณหภูมิในการรมควัน 10-35 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียได้ การรมควันร้อนจะใช้อุณหภูมิในการรมควันสูง 80-120 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ได้ (Pigott and Tucker, 1990) ระยะเวลาในการรมควันนานก็จะทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงและมีปริมาณสารประกอบจากควันในผลิตภัณฑ์รมควันมากด้วย ซึ่งจะไม่เหมาะต่อการเติบโต สามารถยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้ (ไพบูลย์, 2532) การรมควันโดยที่ให้อุณหภูมิภายในสูงถึง 82.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถทำลายเชื้อ *Clostridium botulinum* รวมทั้ง aerobic และ anaerobic spoilage ได้ (Dodds *et al.*, 1992) ปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์รมควันถ้ามีปริมาณน้อยก็จะเป็นการส่งเสริมการเติบโตของจุลินทรีย์ ปริมาณเกลือมากกว่าร้อยละ 3.5 สามารถยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้ (Pigott and Tucker, 1990)

10.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เนื่องจากในการผลิตผลิตภัณฑ์รมควันโดยเฉพาะปลารมควันจะต้องผ่านขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน ดังนั้น ในการผลิตปลารมควันจึงมีโอกาสปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้มาก ซึ่งจะก่อให้เกิดการเสื่อมเสียและเป็นพิษต่อผู้บริโภคผลิตภัณฑ์รมควันได้ *Clostridium botulinum* ทนความร้อนสูงสร้างสปอร์และสร้างสารพิษซึ่งทนความร้อนได้ดี เติบโตได้ดีในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเกลือต่ำ อยู่ในภาชนะปิดสนิทป้องกันอากาศผ่านได้ สารพิษจะมีอันตรายถึงชีวิต (Dodds *et al.*, 1992) เชื้อราสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วในผลิตภัณฑ์รมควัน มีเชื้อราบางชนิดที่สร้างสารพิษที่เป็นอันตรายโดยเฉพาะเชื้อรา *Aspergillus flavus* สร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ในผลิตภัณฑ์รมควันได้ (Walker, 1976) *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Listeria*, *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus* สามารถเจริญเติบโตได้ในผลิตภัณฑ์รมควัน ถ้ามีการสุขาภิบาลและการผลิตที่ไม่เหมาะสม การเก็บรักษาหลังการแปรรูปที่ไม่ถูกต้องจะเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนได้อีกและเจริญเติบโตใหม่ในผลิตภัณฑ์ได้ จึงควรมีการสุขาภิบาลที่เหมาะสม การผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หลังการแปรรูปอย่างถูกต้อง ได้มีการนำระบบ HACCP มาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์รมควันในประเทศแคนาดา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค (Dodds *et al.*, 1992)

10.4 ภาชนะบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์รมควันควรบรรจุในภาชนะที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ดี เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และฝุ่นละออง ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดเสื่อมเสียได้ (Poulter, 1988) ภาชนะบรรจุที่นิยมใช้ได้แก่ กระดาษชนิดป้องกันความชื้น พลาสติก อลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น นอกจากนี้การบรรจุผลิตภัณฑ์รมควันโดยพลาสติกหรือกระดาษชนิดป้องกันความชื้นยังสามารถป้องกันการไหม้เนื่องจากความเย็น (freezer burn) กรณีที่เก็บรักษาโดยแช่เยือกแข็ง (Erlandson, 1980) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นาน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการกลับเข้าปนเปื้อนใหม่ของจุลินทรีย์หลังการแปรรูปได้เป็นอย่างดี (Dodds *et al.*, 1992)

สำหรับอายุในการเก็บรักษา Pigott and Tucker (1990) รายงานว่า อายุในการเก็บรักษาปลารมควันนั้น นอกจากจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ปลารมควัน สภาวะในการเก็บรักษา ซึ่งพบว่าอายุการเก็บรักษาจะนานขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ และในสภาวะบรรจุที่เหมาะสม

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

### 1. วัตถุดิบ

1.1 หอยแครงที่ซื้อจากตลาดสดแห่งที่ 1 ตลาดสดแห่งที่ 2 และศูนย์การค้า
1.2 เกลือป่น (ตราทิพย์) น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
1.3 น้ำมันถั่วเหลือง (ตราองุ่น)
1.4 กระเทียม พริกไทย ตะไคร้ ใบกระเพรา ใบโหระพา และใบมะกรูด (ใช้แบบสด)
1.5 ชานอ้อยแห้ง

### 2. อุปกรณ์ในการแปรรูป

2.1 อุปกรณ์สำหรับการลวกหอย
2.2 ตู้รมควันแบบควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ King Machines
2.3 ตะแกรงโลหะและถาด
2.4 เครื่องชั่งสองตำแหน่งยี่ห้อ Libror รุ่น EB-3200D
2.5 เทอร์โมมิเตอร์ (100 องศาเซลเซียส)

### 3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้บรรจุและเก็บรักษาหอยแครงรมควัน

3.1 เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศยี่ห้อ Henkovac Mobile รุ่น 1602
3.2 ตู้เย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส
3.3 ถุงพลาสติก PA/LDPE (Polyamide/Low Density Polyethylene) ความหนา 80 ไมครอน ขนาด 15x20 เซนติเมตร

### 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่งยี่ห้อ Presica รุ่น 240A

4.2 เครื่องวิเคราะห์ความชื้นยี่ห้อ Infrared Moisture Determination Balance รุ่น AD-4721

4.3 เครื่องวิเคราะห์ $a_w$ ยี่ห้อ Thermoconstanter Novasina รุ่น Model TH200

4.4 เครื่องวัดค่าสียี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d

4.5 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อยี่ห้อ Hirayama รุ่น 240/300 MIV

4.6 ตู้บ่มเชื้อยี่ห้อ Memmert รุ่น Model 600

4.7 โถบ่มแบบไม่มีอากาศ (Anaerobic jar BBL)

4.8 เครื่องแก้วที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์

4.9 สถานที่และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

**5. <u>สารเคมี</u>**

5.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณด่างระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N)

5.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ TBA

**6. <u>อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ</u>**

6.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C., 1995)

6.2 จุลินทรีย์ที่เจริญในสภาพไม่มีออกซิเจน (A.P.H.A., 1992)

6.3 ปริมาณ Coliform, Faecal coliform และ *Escherichia coli* (A.O.A.C., 1995)

6.4 *Staphylococcus aureus* (A.O.A.C., 1995)

6.5 *Salmonella* spp. (A.O.A.C., 1995)

6.6 *Vibrio cholerae* (A.P.H.A., 1992)

6.7 *Vibrio parahaemolyticus* (A.P.H.A., 1992)

6.8 *Clostridium botulinum* (A.P.H.A., 1992)

6.9 *Clostridium perfringens* (A.P.H.A., 1992)

**7. <u>เครื่องประมวลผลข้อมูล</u>**

7.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป

7.2 เครื่องคำนวณยี่ห้อ SHARP รุ่น EL-531VH

## วิธีการ

**1. สำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน**

ทดสอบหาเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ก่อนพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 200 คน กำหนดให้ชายและหญิงผู้ที่มีอายุ 10 – 60 ปี ในกรุงเทพมหานคร เป็นตัวแทนกลุ่มผู้ทดสอบเป้าหมาย ใช้แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข เพื่อศึกษาทัศนคติและความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ เพื่อใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการจัดทำข้อกำหนด รายละเอียดผลิตภัณฑ์ สูตร วัตถุดิบ และกรรมวิธีการผลิต

**2. ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตหอยแครงรมควัน**

2.1 การคัดเลือกวัตถุดิบ

2.1.1 นำหอยแครงจาก 3 แหล่งซื้อขาย ได้แก่ ตลาดสดแห่งที่ 1 ตลาดสดแห่งที่ 2 และ ศูนย์การค้า ใช้ขนาดประมาณ 50-60 ตัวต่อกิโลกรัม มาแกะเปลือกออก นำส่วนเนื้อจากแต่ละแหล่งไปวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total aerobic plate count) ทำการสุ่มตัวอย่างแหล่งละ 2 ครั้ง ครั้งละ 3 ซ้ำ

2.1.2 คัดเลือกหอยแครงเพื่อนำไปใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากแหล่งที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด

2.2 การเตรียมวัตถุดิบและศึกษาเวลาในการลวกหอยที่เหมาะสม

2.2.1 นำหอยแครงที่ผ่านการพิจารณาจากข้อ 2.1 มาล้างทำความสะอาดภายนอกเปลือกหอย จากนั้นแช่น้ำประมาณ 30 นาที เพื่อให้หอยคายสิ่งสกปรกออกมา นำไปลวกในน้ำเดือดจัดโดยแปรเวลาในการลวกเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 นาที ใช้สัดส่วนของน้ำ : หอย คือ 1.5 : 1.0 หลังจากลวกหอยเสร็จแล้วนำขึ้นมาพักไว้ให้เย็นและสะเด็ดน้ำ แกะเนื้อหอยออกจากเปลือก

2.2.2 เลือกเวลาในการลวกที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการแปรรูปขั้นต่อไป พิจารณาจากความเหมาะสมในการที่จะให้แกะหอยออกจากเปลือกได้ง่ายและสูญเสียน้ำหนักต่ำ

2.3 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตหอยแครงรมควัน

2.3.1 นำเนื้อหอยแครงที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 2.2 วางเรียงบนตะแกรงและนำไปรมควันโดยใช้ชานอ้อยเป็นวัสดุให้ควัน ขั้นตอนการรมควันทำโดยปรับความร้อนในตู้รมควันให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการก่อนจึงใส่วัตถุดิบหอยแครงพร้อมกับปล่อยควันเข้าตู้ จากนั้นจึงเริ่มจับเวลา โดยแปรเวลาเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที และแปรอุณหภูมิเป็น 55 และ 60 องศาเซลเซียส

2.3.2 การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale) ด้านสี/ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป ซึ่งเป็นอาจารย์ นิสิตปริญญาโท และบุคลากรของภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง จำนวน 20 คน จัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

2) วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพโดยการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี หาปริมาณความชื้นและค่า $a_w$

2.3.3 อุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจะใช้ในการเตรียมเพื่อการทดลองขั้นต่อไป

**3. <u>ศึกษาสูตรหอยแครงรมควันที่เหมาะสม</u>**

3.1 นำหอยแครงที่ได้จากข้อ 2.2 มาปรับปรุงรสชาติให้เหมาะสม โดยการปรุงรสด้วยเกลือกับน้ำตาล ใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลรวมกันเป็นร้อยละ 1 ของน้ำหนักเนื้อหอย โดยใช้

อัตราส่วนของเกลือต่อน้ำตาลที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0.00:1.00, 0.25:0.75, 0.50:0.50, 0.75:0.25, 1.00:0.00 และตัวอย่างควบคุมที่ไม่ใส่เกลือและน้ำตาล แช่หอยในสารปรุงรสนาน 30 นาที ก่อนนำไปรมควันตามวิธีการที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.3

3.2 การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale) ด้านสี/ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ร่วมกับวิธี Just About Right Scale โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป ซึ่งเป็นอาจารย์ นิสิตปริญญาโท และบุคลากรของภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง จำนวน 20 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี DMRT วิเคราะห์ผลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

2) วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพโดยการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี หาปริมาณความชื้นและค่า $a_w$

3.3 อัตราส่วนเครื่องปรุงเกลือต่อน้ำตาลที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจะใช้ในการเตรียมเพื่อการทดลองขั้นต่อไป ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just About Right Scale เพื่อดูความพอดีของปริมาณเกลือและน้ำตาลว่าผู้ทดสอบต้องการให้เพิ่มมากขึ้นหรือให้ลดน้อยลง

**4. <u>ศึกษาการใช้เครื่องเทศและสมุนไพรในการผลิตหอยแครงรมควัน</u>**

4.1 นำหอยแครงที่ผ่านการปรุงรสและรมควันแล้วมาปรับปรุงกลิ่นรส โดยการใช้เครื่องเทศและสมุนไพร ได้แก่ กระเทียม พริกไทย ตะไคร้ ใบมะกรูด ใบโหระพา และ ใบกระเพรา เครื่องเทศและสมุนไพรที่นำมาทดลองจะใช้ปริมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักเนื้อหอยหลังการรมควันและปรุงรส ยกเว้นพริกไทยจะใช้เพียงร้อยละ 1 ของน้ำหนักเนื้อหอยหลังการรมควันและปรุงรส ในการเตรียมสมุนไพรจะใช้แบบสด นำมาบดให้ละเอียด ถ้าเป็นสมุนไพรลักษณะใบก็นำมาหั่นฝอย เลือกทำการทดลองทีละตัวอย่างเครื่องเทศ โดยนำไปคลุกเคล้ากับเนื้อหอยรมควัน หมักทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นใส่ลงในน้ำมันถั่วเหลืองที่ร้อน 80 องศาเซลเซียส แช่หอยแครงรมควันในน้ำมัน

ถั่วเหลืองนาน 15 นาที ใช้สัดส่วนเนื้อหอยต่อน้ำมัน คือ 1:1 นำหอยขึ้นจากน้ำมัน ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำมันนาน 5 นาที

4.2 การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale) ด้านสี/ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ร่วมกับวิธี Just About Right Scale โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป ซึ่งเป็นอาจารย์ นิสิตปริญญาโท และบุคลากรของภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง จำนวน 20 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี DMRT วิเคราะห์ผลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

2) วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพโดยการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี หาปริมาณความชื้นและค่า $a_w$

4.3 เครื่องเทศที่ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจะใช้ในการเตรียมเพื่อการทดลองขั้นต่อไป ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just About Right Scale เพื่อดูความพอดีของปริมาณเครื่องเทศว่าผู้ทดสอบต้องการให้เพิ่มมากขึ้นหรือให้ลดน้อยลง

**5. <u>ศึกษาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนของหอยแครงหลังการรมควัน</u>**

นำหอยแครงที่ผ่านการปรุงรส รมควัน ใส่เครื่องเทศและสมุนไพรแล้ว มาศึกษาวิธีการบรรจุเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ โดยแบ่งเป็นสองรูปแบบการบรรจุ คือ การนำหอยแครงไปแช่ในน้ำมันถั่วเหลืองร้อนก่อนบรรจุและต้มในน้ำเดือดหลังการบรรจุ โดยเลือกรูปแบบที่เหมาะสมรูปแบบเดียวในการทดลองขั้นต่อไป

5.1 การแช่ในน้ำมันถั่วเหลืองร้อนก่อนบรรจุ

5.1.1 นำหอยแครงที่ผ่านการปรุงรส รมควัน ใส่เครื่องเทศและสมุนไพรแล้ว มาแช่ลงในน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แปรเวลาเป็น 0, 15, 30 และ 45 นาที โดยใช้สัดส่วนน้ำมันต่อเนื้อหอยเป็น 1:1

5.1.2 การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale) ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสควัน กลิ่นรสเครื่องเทศ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป ซึ่งเป็นอาจารย์ นิสิตปริญญาโท และบุคลากรของภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง จำนวน 20 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี DMRT วิเคราะห์ผลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

2) วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพโดยการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี หาปริมาณความชื้นและค่า $a_w$

3) วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์โดยการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total aerobic plate count) จากเครื่องเทศและสมุนไพรที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 4 แล้ว และหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจากเนื้อหอยตั้งแต่ขั้นวัตถุดิบ หลังการลวกหอย หลังการรมควัน และหลังการแช่ด้วยน้ำมันถั่วเหลืองร้อน เพื่อเปรียบเทียบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์

5.1.3 เวลาที่ใช้แช่หอยในน้ำมันร้อนที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดและสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดี จะเลือกนำมาเปรียบเทียบกับข้อ 5.2

5.2 การต้มในน้ำเดือดหลังการบรรจุ

5.2.1 นำหอยแครงที่ผ่านการปรุงรส รมควัน ใส่เครื่องเทศและสมุนไพรแล้ว แช่น้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิห้องและนำขึ้นมาทำให้สะเด็ดทันที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำมัน 5 นาที จากนั้นจึง

บรรจุลงถุงพลาสติก PA/LDPE ถุงละ 100 กรัม เติมน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 5 ของน้ำหนักเนื้อหอย โดยบรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติ นำไปต้มในน้ำเดือดโดยแปรเวลาเป็น 0, 15, 30 และ 45 นาที

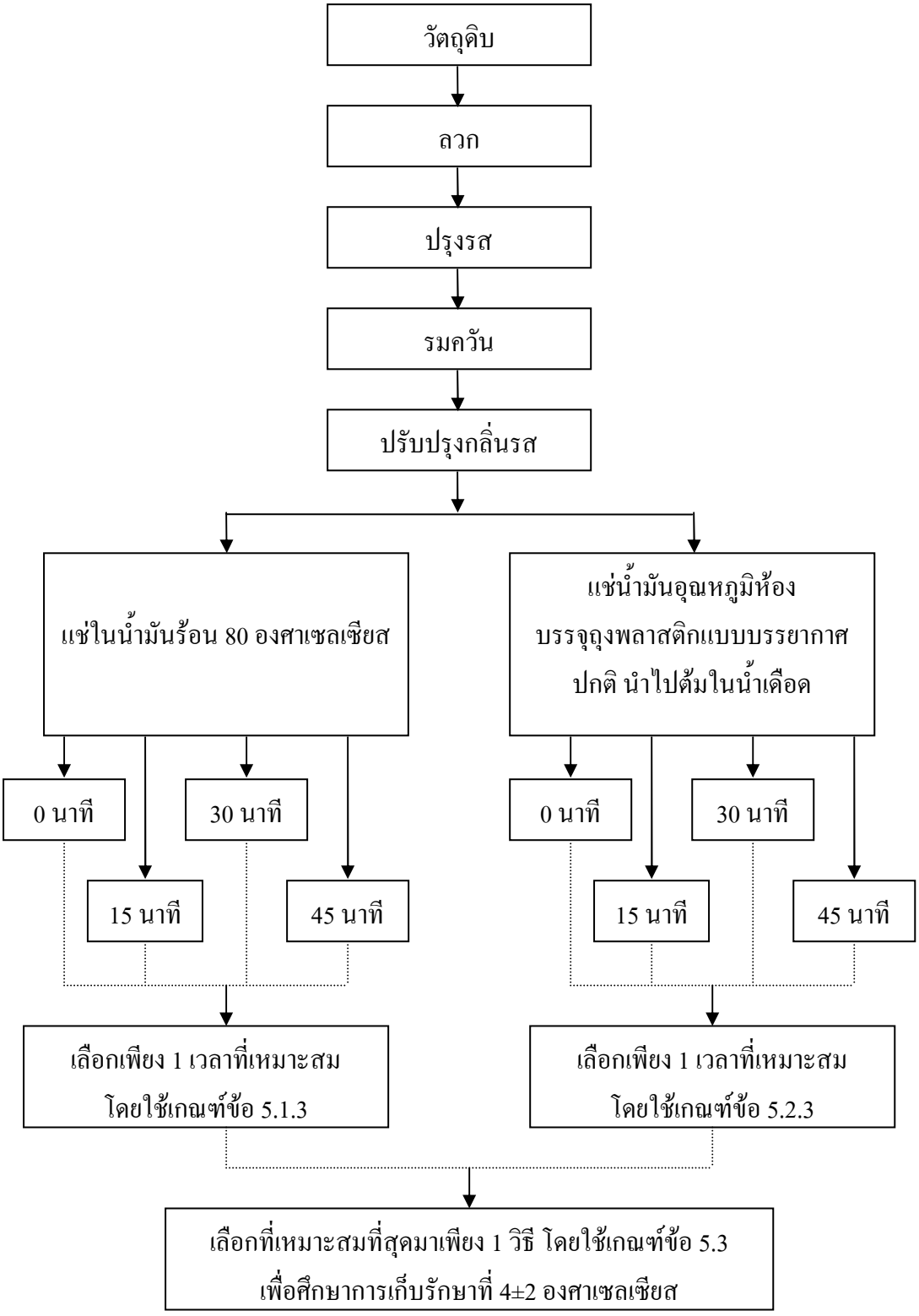
5.2.2 การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ประเมินคุณภาพตามข้อ 5.1.2

5.2.3 เวลาที่ใช้ในการต้มหอยที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดและสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดี จะเลือกนำมาเปรียบเทียบกับข้อ 5.1

5.3 เปรียบเทียบเวลาในการแช่น้ำมันถั่วเหลืองร้อนที่เหมาะสมจากข้อ 5.1 กับเวลาในการต้มหอยในน้ำเดือดที่เหมาะสมจากข้อ 5.2 จะถูกเลือกมาทำการทดสอบเปรียบเทียบโดยวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิธีให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale) ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสควัน กลิ่นรสเครื่องเทศ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป ซึ่งเป็นอาจารย์ นิสิตปริญญาโท และบุคลากรของภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง จำนวน 20 คน นำข้อมูลมาเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี t-test วิเคราะห์ผลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป ตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจะใช้ในการเตรียมเพื่อการทดลองขั้นต่อไป

กระบวนการศึกษาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนแสดงในภาพที่ 2




ภาพที่ 2 แผนผังกระบวนการศึกษาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน

**6. <u>ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์</u>**

นำหอยแครงที่ผ่านการปรุงรส รมควัน ใส่เครื่องเทศ/สมุนไพร และลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนแล้ว ถ้าสภาวะที่เลือกจากข้อ 5 เป็นการต้มในน้ำเดือดหลังการบรรจุ จะต้องทำการบรรจุก่อน คือ บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและบรรจุในสภาวะสุญญากาศ จากนั้นจึงค่อยนำมาต้มในน้ำเดือด แต่ถ้าสภาวะที่เลือกเป็นแช่ในน้ำมันร้อน จะทำการบรรจุทั้งสองสภาวะคือ บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและบรรจุในสภาวะสุญญากาศหลังจากที่แช่น้ำมันเสร็จแล้ว นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างหอยแครงรมควันทั้ง 2 สภาวะการบรรจุ ทุก ๆ 3 วัน นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและประสาทสัมผัส จนกว่าค่าคะแนนคุณภาพค่าใดค่าหนึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เกณฑ์ที่กำหนดวันหมดอายุการเก็บรักษาของวิธีให้คะแนนความชอบ คือ ถ้าคะแนนความชอบรวมต่ำกว่า 6 ให้ถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา ส่วนวิธีการให้คะแนน ถ้าคะแนนการยอมรับต่ำกว่า 4 ให้ถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

เกณฑ์ที่กำหนดวันหมดอายุการเก็บรักษาของปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด ไม่เกิน 25 มิลลิกรัม/100 กรัม เกณฑ์สำหรับค่า TBA ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม และเกณฑ์สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน $5x10^4$ โคโลนี/กรัม

6.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

วิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยวิธีการให้คะแนน (scoring test) ใช้ร่วมกับการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale) ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสควัน กลิ่นรสเครื่องเทศ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป ซึ่งเป็นอาจารย์ นิสิตปริญญาโท และบุคลากรของภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง จำนวน 20 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี DMRT วิเคราะห์ผลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

6.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

1) ค่าความชื้น
2) ค่า $a_w$
3) ค่า pH
4) วัดค่าสี

6.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

1) ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด
2) ค่า Thiobarbituric acid (TBA)

6.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
2) MPN of coliform
3) MPN of Faecal coliform
4) *Escherichia coli*
5) *Staphylococcus aureus*
6) *Salmonella* spp.
7) *Vibrio cholerae*
8) *Vibrio parahaemolyticus*
9) *Clostridium botulinum*
10) *Clostridium perfringens*

<u>หมายเหตุ</u> การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ในข้อ 1 จะตรวจทุก 3 วัน ส่วนข้อ 2-10 จะตรวจที่ 0 วันเท่านั้น

**7. <u>การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน</u>**

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคหลังการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 200 คน กำหนดให้ชายและหญิงผู้ที่มีอายุ 10 – 60 ปี ในกรุงเทพมหานคร เป็นตัวแทนกลุ่มผู้ทดสอบ

เป้าหมาย ใช้แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข ศึกษาระดับการยอมรับ และความคาดหวังว่าจะซื้อหอยแครงรมควันนี้ รวมทั้งลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบ เกี่ยวกับ เพศ อายุ รายได้

**สถานที่ทำการทดลอง**

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ระยะเวลาทำการทดลอง**

เริ่มตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2547 ถึง เดือนตุลาคม 2548

# ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**1. ผลสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน**

ใช้แบบสอบถามดังภาคผนวก ข ทดสอบผู้บริโภคเป้าหมายคือ ผู้บริโภคทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 200 คน แยกตามเพศ คือ เพศชาย 100 คน และเพศหญิง 100 คน

การสำรวจความต้องการของผู้บริโภคในส่วนข้อมูลทั่วไปได้ผลดังตารางที่ 7 โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 35.5 รองลงมามีอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 24.5 อายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 18 อายุระหว่าง 10-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 15 และอายุ 50 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 7 อาชีพส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัทเอกชนคิดเป็นร้อยละ 27.5 รองลงมาคือข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจคิดเป็นร้อยละ 23 มีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุดคือร้อยละ 42.5 รองลงมาคือมัธยมปลาย/ปวช.คิดเป็นร้อยละ 17.5 ได้เฉลี่ยต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 37 รองลงมาคือ น้อยกว่า 5,000 บาทคิดเป็นร้อยละ 19.5

ตารางที่ 7 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจำนวน 200 คน

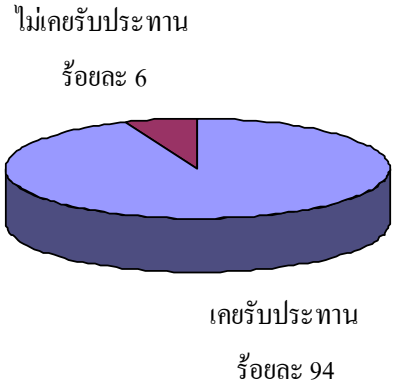
| ปัจจัย | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| เพศ | | |
| ชาย | 100 | 50 |
| หญิง | 100 | 50 |
| รวม | 200 | 100 |
| อายุ | | |
| 10-20 ปี | 30 | 15 |
| 21-30 ปี | 71 | 35.5 |
| 31-40 ปี | 49 | 24.5 |
| 41-50 ปี | 36 | 18 |
| มากกว่า 50 ปี | 14 | 7 |
| รวม | 200 | 100 |

ตารางที่7 (ต่อ)

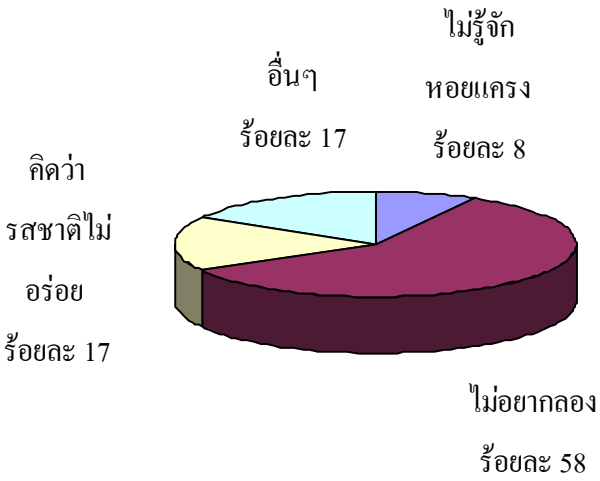
| ปัจจัย | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| อาชีพ | | |
| นักเรียน | 20 | 10 |
| นิสิต/นักศึกษา | 28 | 14 |
| ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ | 46 | 23 |
| พนักงานบริษัทเอกชน | 55 | 27.5 |
| ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว | 30 | 15 |
| อื่น ๆ | 21 | 10.5 |
| รวม | 200 | 100 |
| การศึกษา | | |
| ประถมศึกษา | 21 | 10.5 |
| มัธยมต้น | 17 | 8.5 |
| มัธยมปลาย/ปวช. | 35 | 17.5 |
| อนุปริญญา/ปวส. | 18 | 9 |
| ปริญญาตรี | 85 | 42.5 |
| สูงกว่าปริญญาตรี | 24 | 12 |
| รวม | 200 | 100 |
| รายได้ต่อเดือน | | |
| น้อยกว่า 5,000 บาท | 39 | 19.5 |
| 5,000-10,000 บาท | 74 | 37 |
| 10,001-15,000 บาท | 35 | 17.5 |
| 15,001-20,000 บาท | 26 | 13 |
| มากกว่า 20,0000 บาท | 26 | 13 |
| รวม | 200 | 100 |

ในส่วนของพฤติกรรมการบริโภคหอยแครงของผู้บริโภคกลุ่มนี้ได้ผลดังภาพที่ 3 - 7 พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 94 เคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครงและร้อยละ 6 ไม่เคย

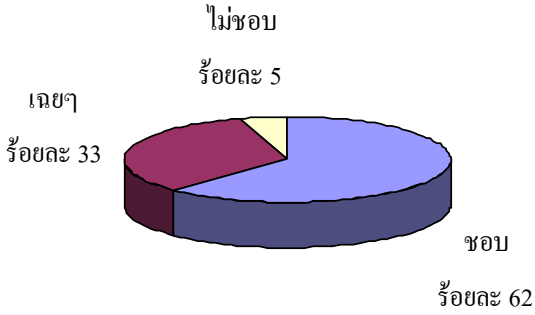
รับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง เหตุผลที่ไม่เคยรับประทาน เนื่องจากไม่อยากลองและรสชาติไม่อร่อย คิดเป็นร้อยละ 58 และ ร้อยละ 17 ตามลำดับ ผู้บริโภคกลุ่มที่เคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครงพบว่ามีความชอบอาหารที่ทำจากหอยแครงคิดเป็นร้อยละ 62 รู้สึกเฉย ๆ คิดเป็นร้อยละ 33 และรู้สึกไม่ชอบคิดเป็นร้อยละ 5 เหตุผลที่ไม่ชอบอาหารที่ทำจากหอยแครงมากที่สุดคือ รสชาติไม่อร่อย คิดเป็นร้อยละ 45 รองลงมาคือมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อหอยแครงคิดเป็นร้อยละ 22 ส่วนเหตุผลของผู้บริโภคที่ชอบรับประทานทานอาหารที่ทำจากหอยแครงคือ รสชาติอร่อยคิดเป็นร้อยละ 47 รองลงมาคือมีคุณค่าทางโภชนาการคิดเป็นร้อยละ 40



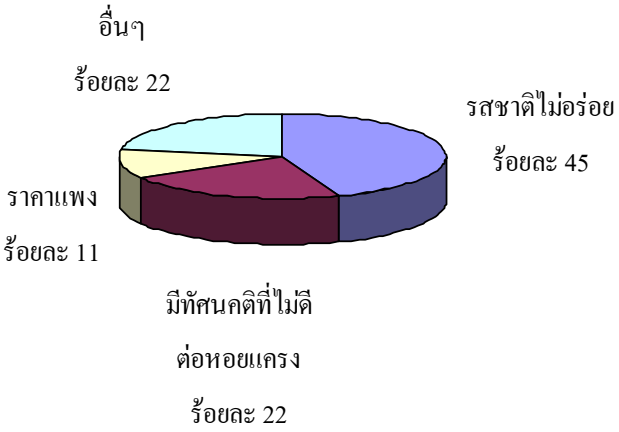

ภาพที่ 3 พฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ทำจากหอยแครง



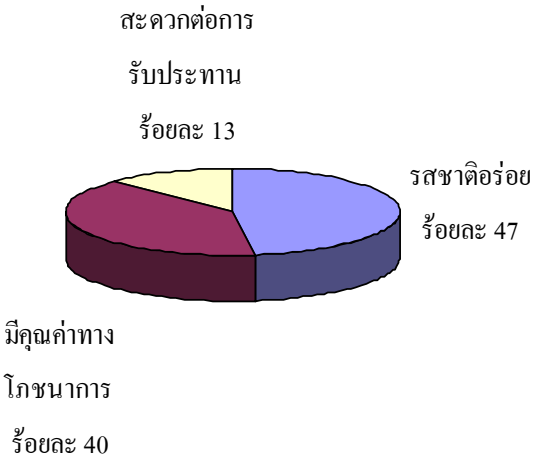

ภาพที่ 4 เหตุผลของผู้บริโภคที่ไม่เคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง มีจำนวน 12 คน




ภาพที่ 5 พฤติกรรมความชอบรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง มีจำนวน 188 คน

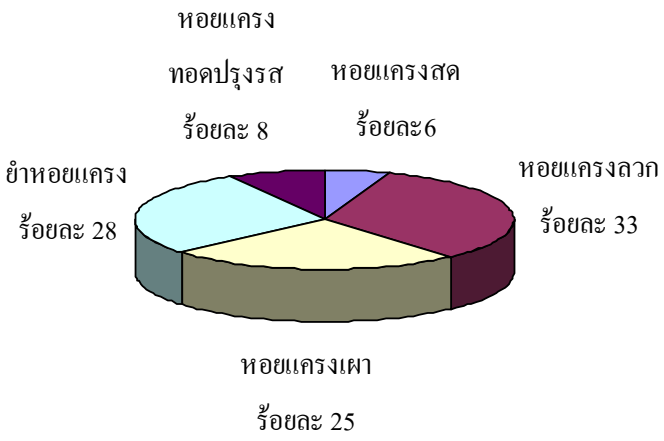



ภาพที่ 6 เหตุผลของผู้บริโภคที่ไม่ชอบอาหารที่ทำจากหอยแครง มีจำนวน 9 คน

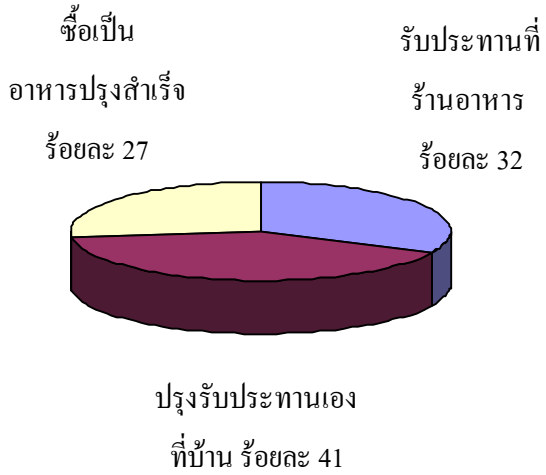



ภาพที่ 7 เหตุผลของผู้บริโภคที่ชอบอาหารที่ทำจากหอยแครง

รูปแบบอาหารที่ทำจากหอยแครงที่ผู้บริโภคเคยรับประทานนั้นส่วนมากเป็นหอยแครงลวก คิดเป็นร้อยละ 33 รองลงมาเป็นยำหอยแครงคิดเป็นร้อยละ 28 และพบว่านิยมนำมาปรุงรับประทานเองที่บ้านคิดเป็นร้อยละ 41 รับประทานที่ร้านอาหารและซื้อเป็นอาหารปรุงสำเร็จ คิดเป็นร้อยละ 32 และ 27 ตามลำดับ ดังภาพที่ 8 และ 9




ภาพที่ 8 รูปแบบอาหารจากหอยแครงที่ผู้บริโภคเคยรับประทาน



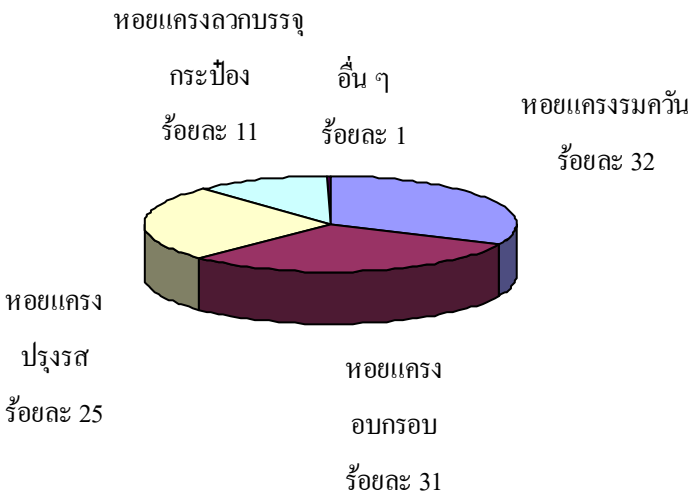

ภาพที่ 9 สถานที่รับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง

จากผลการสอบถามด้านความถี่ในการรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง ผลดังตารางที่ 8 พบว่า ความถี่ในการรับประทานของผู้บริโภคส่วนใหญ่คือรับประทานนาน ๆ ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 43.62 รองลงมาคือรับประทานเป็นครั้งคราว โดยรับประทาน 1 ครั้งต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 23.94 รับประทาน 2-3 ครั้งต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 18.08

ตารางที่ 8 ความถี่ในการรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง

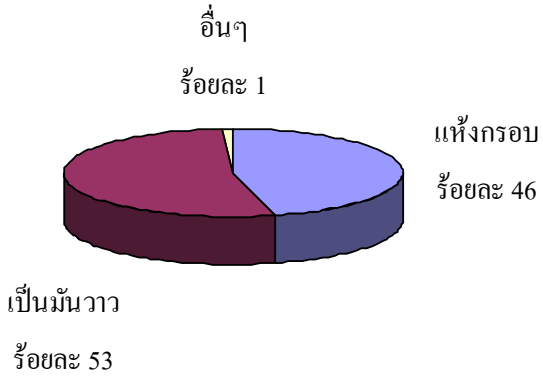
| ความถี่ในการรับประทาน | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ประจำ | | |
| 2 ครั้งต่อสัปดาห์ | 15 | 7.98 |
| 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ | 6 | 3.19 |
| มากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์ | 1 | 0.53 |
| ครั้งคราว | | |
| 1 ครั้งต่อเดือน | 45 | 23.94 |
| 2-3 ครั้งต่อเดือน | 34 | 18.08 |
| 4 ครั้งต่อเดือน | 56 | 2.66 |
| นาน ๆ ครั้ง | 82 | 43.62 |

จากการสอบถามถึงข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์จากหอยแครง ดังภาพที่ 10 พบว่า ผลิตภัณฑ์จากหอยแครงที่ผู้บริโภคสนใจที่จะซื้อมากที่สุดคือ หอยแครงรมควันคิดเป็นร้อยละ 32 รองลงมาคือหอยแครงอบกรอบ และหอยแครงปรุงรสคิดเป็นร้อย 31 และร้อยละ 25 ตามลำดับ

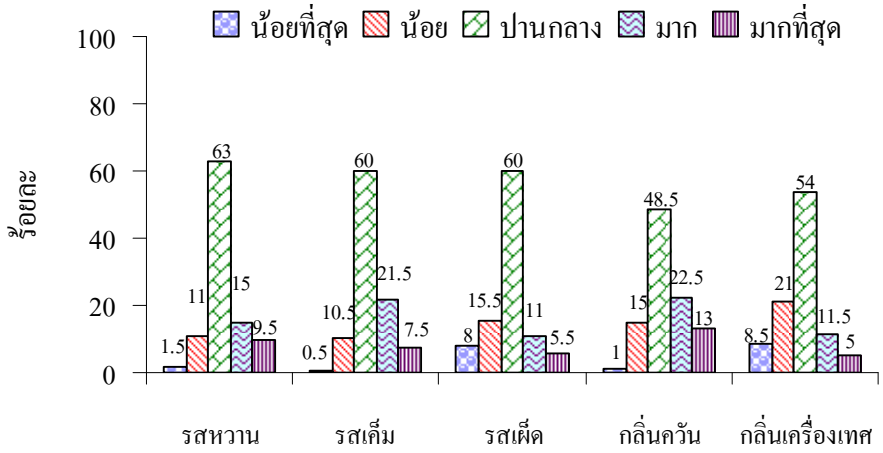



ภาพที่ 10 อาหารสำเร็จรูปทำจากหอยแครงที่ผู้บริโภคคิดว่าจะซื้อ

จากการสอบถามถึงข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ในด้านลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคต้องการ ดังภาพที่ 11 พบว่าผู้บริโภคต้องการให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันเป็นมันวาวร้อยละ 53 และมีลักษณะแห้งกรอบคิดเป็นร้อยละ 46 ส่วนด้านกลิ่นและรสชาติ ดังภาพที่ 12 พบว่าผู้บริโภคต้องการรสหวาน เค็ม เผ็ด อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 63, 60 และ 60 ตามลำดับ จากจำนวนทั้งหมด 200 คน ส่วนในด้านกลิ่นควันและกลิ่นเครื่องเทศผู้บริโภคก็ต้องการในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 48.5 และ 54 ตามลำดับ จากจำนวนทั้งหมด 200 คน




ภาพที่ 11 ลักษณะปรากฏของหอยแครงรมควันที่ผู้บริโภคต้องการ




ภาพที่ 12 ความต้องการของผู้บริโภคด้านกลิ่นและรสชาติของหอยแครงรมควัน

จากการสอบถามในด้านการเลือกใช้เครื่องเทศชนิดต่าง ๆ ปรุงแต่งกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ดังตารางที่ 9 พบว่า เครื่องเทศที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้ใช้คือพริกไทย คิดเป็นร้อยละ 22.20 รองลงมาคือ กระเทียมและตะไคร้คิดเป็นร้อยละ 16.85 และ 14.79 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ความต้องการของผู้บริโภคในการใช้เครื่องเทศชนิดต่าง ๆ ปรุงกลิ่นรสของหอยแครงรมควัน

| เครื่องเทศ | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| พริกไทย | 162 | 22.20 |
| กระเทียม | 123 | 16.85 |
| ตะไคร้ | 108 | 14.79 |
| ใบมะกรูด | 90 | 12.33 |
| รากผักชี | 79 | 10.82 |
| ใบโหระพา | 62 | 8.49 |
| ใบกระเพรา | 47 | 6.44 |
| ขิง | 27 | 3.70 |
| ข่า | 25 | 3.42 |
| อื่น ๆ | 7 | 0.96 |
| รวม | 730 | 100 |

จากการสอบถามถึงความสนใจผลิตภัณฑ์ในอนาคตเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ถ้ามีวางออกจำหน่าย ได้ผลดังตารางที่ 10 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 89 รองลงมาคือไม่แน่ใจว่าจะซื้อหรือไม่ คิดเป็นร้อยละ 7 และไม่ซื้อคิดเป็นร้อยละ 4 สำหรับเหตุผลที่ซื้อของผู้บริโภคส่วนใหญ่เพราะอยากทดลองบริโภค คิดเป็นร้อยละ 35.06 รองลงมาคือมีคุณค่าทางโภชนาการและมีความแปลกใหม่ คิดเป็นร้อยละ 24.14 และ 23.85 ตามลำดับ ส่วนเหตุผลที่ไม่แน่ใจว่าจะซื้อหรือไม่ของผู้บริโภคส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้คือไม่แน่ใจว่ารสชาติจะอร่อย คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือไม่แน่ใจในรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 31.25 และเหตุผลที่ไม่ซื้อของผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่คือ ไม่ชอบรับประทานหอยแครง คิดเป็นร้อยละ 62.5 รองลงมาคือไม่ชอบรับประทานของรมควัน คิดเป็นร้อยละ 25

ตารางที่ 10 ความสนใจในผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

| ความสนใจ | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ซื้อ | 178 | 89 |
| อยากทดลองบริโภค | 122 | 35.06 |
| มีความแปลกใหม่ | 83 | 23.85 |
| สะดวกต่อการบริโภค | 59 | 16.95 |
| มีคุณค่าทางโภชนาการ | 84 | 24.14 |
| ไม่แน่ใจ | 14 | 7 |
| ไม่แน่ใจว่ารสชาติอร่อย | 8 | 50 |
| ไม่แน่ใจว่าเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นาน | 3 | 18.75 |
| ไม่แน่ใจในรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ | 5 | 31.25 |
| ไม่ซื้อ | 8 | 4 |
| ไม่ชอบรับประทานหอยแครง | 5 | 62.5 |
| ไม่ชอบรับประทานของรมควัน | 2 | 25 |
| ไม่มั่นใจด้านกลิ่นรสชาติ | 1 | 12.5 |

โดยสรุปจากการสำรวจทัศนคติ พฤติกรรม และความต้องการผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความชอบในการรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง เนื่องมาจากหอยแครงมีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการ แต่ความถี่ในการรับประทานจะเป็นนาน ๆ ครั้ง ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามให้เหตุผลว่า สาเหตุคือความไม่สะดวกในการรับประทาน แกะเปลือกออกลำบาก ผู้บริโภคส่วนใหญ่จึงต้องการให้มีผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน เนื่องจากทำให้สะดวกในการซื้อมารับประทานและผู้บริโภคยังอยากได้อาหารที่แปลกใหม่อีกด้วย ดังนั้นหากผลิตผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน จำเป็นต้องคงคุณค่าทางโภชนาการ ปรับปรุงกลิ่นและรสชาติให้ดีขึ้น และให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

**2. ผลการศึกษากรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตหอยแครงรมควัน**

2.1 ผลการคัดเลือกวัตถุดิบ

จากการสอบถามผู้ขายหอยแครงทั้งสามแหล่งซื้อขาย ได้แก่ ตลาดสด 2 แห่ง และศูนย์การค้า 1 แห่ง พบว่า ผู้ขายจะรับหอยมาขายจากเจ้าประจำตลอด ทำให้มั่นใจได้ว่าการสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดลองนั้น ตัวอย่างจะมาจากแหล่งเดิมตลอด ผลจากการนำส่วนเนื้อจากแต่ละแหล่งไปวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ โดยสุ่มตัวอย่างมา 2 ครั้ง ครั้งละ 3 ซ้ำ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะของเนื้อหอยแครงจากทั้งสามแหล่งซื้อขาย

| แหล่งตัวอย่าง | Total Plate Count (cfu/g) | MPN of Faecal Coliform | MPN of Coliform | MPN of *E.Coli* |
|---|---|---|---|---|
| ตลาดสด 1 | $6.7 \times 10^3$ | 11 | 11 | < 3 |
| ตลาดสด 2 | $2.0 \times 10^3$ | 3.6 | < 3 | < 3 |
| ศูนย์การค้า | $1.2 \times 10^4$ | 3.6 | < 3 | < 3 |

จากการทดลองพบว่าหอยแครงแต่ละแหล่งมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นไม่เท่ากัน ซึ่งอาจเกิดจากสภาวะแวดล้อมของการเลี้ยงหอย ถ้าแหล่งน้ำที่หอยอยู่นั้นมีปริมาณจุลินทรีย์สูงโอกาสปนเปื้อนมากับหอยก็มีมากขึ้น การขนส่งและระยะเวลาการขนส่ง การดูแลหลังการจับมีผลต่อสุขลักษณะของหอย ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งสิ้น โดยหอยแครงที่ซื้อมาจากศูนย์การค้ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด คือ $1.2 \times 10^4$ โคโลนี/กรัม รองลงมาคือตลาดสดแห่งที่ 1 และตลาดสดแห่งที่ 2 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด $6.7 \times 10^3$ และ $2.0 \times 10^3$ โคโลนี/กรัม ตามลำดับ จึงเลือกหอยแครงแหล่งที่มาจากตลาดสดแห่งที่ 2 มาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะจำนวนน้อยกว่าแหล่งอื่น

หลังจากที่เลือกแหล่งของวัตถุดิบหอยแครงที่จะนำมาใช้ในการทำการทดลองแล้ว จึงนำหอยแครงจากแหล่งนี้มาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอีกครั้งหนึ่ง ดังตารางที่ 12 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาหาวิธีการลดจำนวนจุลินทรีย์ต่อไป

ตารางที่ 12 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบหอยแครง

| จุลินทรีย์ | การพบและปริมาณจุลินทรีย์ |
|---|---|
| Total plate count (โคโลนี/กรัม) | $3.4 \times 10^3$ |
| Coliform (MPN/กรัม) | < 3 |
| Faecal coliform (MPN/กรัม) | 3.6 |
| *Escherichia coli* (MPN/กรัม) | < 3 |
| *Staphylococcus aureus* (MPN/กรัม) | < 3 |
| *Salmonella* spp. / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |
| *Vibrio cholerae* / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |
| *Vibrio parahaemolyticus* / ตัวอย่าง 1 กรัม | ไม่พบ |

2.2 ผลการเตรียมวัตถุดิบและศึกษาเวลาในการลวกหอยที่เหมาะสม

หอยแครงที่ใช้ในการทดลองมีขนาดประมาณ 50-60 ตัว/กิโลกรัม ในการลวกแต่ละตัวอย่างใช้น้ำ 1.5 ลิตร/หอย 1 กิโลกรัม จากการสุ่มตัวอย่าง 5 ครั้ง ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยน้ำหนัก

เริ่มต้นเท่ากัน พบว่า น้ำหนักเนื้อหอยหลังจากลวกและแกะเปลือกออกที่ระยะเวลาการลวกแตกต่างกัน ได้ผลตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ร้อยละของน้ำหนักเนื้อหอยแครงที่ได้หลังลวกและแกะเปลือก ที่เวลาลวกต่าง ๆ

| ตัวอย่าง | เวลาในการลวกหอย (นาที) | น้ำหนักเนื้อหอย หลังแกะเปลือก (กรัม) | ความง่ายในการแกะเปลือกหอย |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 19.95 ± 0.74 | ง่าย |
| 2 | 2 | 19.20 ± 0.66 | ง่าย |
| 3 | 3 | 18.68 ± 0.91 | ง่าย |
| 4 | 4 | 17.94 ± 0.59 | ง่าย |
| 5 | 5 | 17.37 ± 0.63 | ง่าย |

เนื่องจากระยะเวลาในการลวกหอยจะมีผลต่อน้ำหนักหอยโดยเมื่อใช้ระยะเวลาการลวกมากขึ้นน้ำหนักเนื้อหอยก็จะลดลงมากขึ้น เพราะเกิดจากการสูญเสียของน้ำมากขึ้นเนื่องจากการหดตัวของโปรตีนในกล้ามเนื้อหอย (นิธิยา, 2545) จากผลน้ำหนักหอยในแต่ละตัวอย่างพบว่าที่ระยะเวลาการลวกหอย 1 นาที ได้น้ำหนักเนื้อหอยมากที่สุดและสามารถแกะหอยออกจากเปลือกได้ง่าย จึงเลือกสภาวะนี้เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

2.3 ผลการศึกษาหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตหอยแครงรมควัน

การรมควันมีจุดประสงค์เพื่อทำให้อาหารเกิดกลิ่นรสที่ดี และมีลักษณะปรากฏที่สวยงาม แต่การรมควันที่อุณหภูมิสูงเกินไปหรือใช้ระยะเวลาในการรมควันนานเกินไปอาจทำให้เกิดกลิ่นรสควันที่มาก รวมทั้งลักษณะเนื้อสัมผัสที่แห้งและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากการเกิดสีที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เกิดได้เร็วมาก ถ้าอุณหภูมิการรมควันสูงขึ้นและผิวหน้าผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพียงพอที่จะดูดกลิ่นควัน และแห้งพอที่จะให้ส่วนประกอบของควันทำปฏิกิริยาบนผิวหน้า (ภานุวัฒน์, 2537)

จากการทดลองนำเนื้อหอยแครงวางเรียงบนตะแกรง และรมควันโดยใช้ชานอ้อยเป็นวัสดุในการให้ควัน เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที โดยในแต่ละระยะเวลาจะทำการรมควันที่อุณหภูมิ 55 และ 60 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย Hedonic scoring test ระดับคะแนน 1-9 ได้คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

| อุณหภูมิและเวลา | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี/ลักษณะปรากฏ | กลิ่น$^{ns}$ | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| 55$^{O}$ซ 5 นาที | 7.15 ± 0.87$^{a}$ | 6.70 ± 1.26 | 7.40 ± 0.88$^{a}$ | 7.25 ± 0.85$^{a}$ | 7.40 ± 0.62$^{a}$ |
| 55$^{O}$ซ10 นาที | 6.40 ± 0.88$^{ab}$ | 7.05 ± 1.05 | 6.17 ± 1.40$^{bcd}$ | 6.70 ± 0.98$^{ab}$ | 6.60 ± 1.95$^{abc}$ |
| 55$^{O}$ซ15 นาที | 6.10 ± 1.02$^{b}$ | 6.72 ± 1.31 | 5.52 ± 1.50$^{d}$ | 6.30 ± 1.42$^{b}$ | 6.30 ± 1.35$^{d}$ |
| 60$^{O}$ซ 5 นาที | 6.75 ± 1.37$^{ab}$ | 6.50 ± 1.05 | 7.05 ± 1.05$^{ab}$ | 7.25 ± 1.07$^{a}$ | 7.25 ± 0.91$^{ab}$ |
| 60$^{O}$ซ10 นาที | 6.35 ± 1.34$^{ab}$ | 6.75 ± 1.48 | 6.70 ± 0.80$^{abc}$ | 6.80 ± 1.36$^{ab}$ | 6.90 ± 0.72$^{abc}$ |
| 60$^{O}$ซ15 นาที | 6.23 ± 1.43$^{b}$ | 6.55 ± 1.00 | 5.85 ± 1.42$^{cd}$ | 6.60 ± 1.19$^{ab}$ | 6.43 ±1.02$^{bc}$ |

หมายเหตุ a, b,c, d ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

จากผลการทดสอบพบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในสี/ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ด้านกลิ่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในตัวอย่างหอยแครงที่ผ่านการรมควันที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีคะแนนเฉลี่ยด้านสี/ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด เนื่องจากใช้อุณหภูมิต่ำและเวลาสั้น ลักษณะปรากฏที่ได้มีสีเหลืองทองน่ารับประทาน แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงเวลานานจะทำให้ลักษณะปรากฏแห้ง สีคล้ำ และเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง จึงเลือกสภาวะในการรมควันที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

**3. <u>ผลการศึกษาสูตรหอยแครงรมควันที่เหมาะสม</u>**

ผลิตภัณฑ์อาหารรมควันส่วนใหญ่นิยมปรับปรุงรสชาติโดยการเติมเกลือและน้ำตาลลงไป เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่าเกลือแกง การใช้เกลือมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสารให้รสชาติและป้องกันการเน่าเสียของเนื้อสัตว์เนื่องจากจุลินทรีย์ ปริมาณการใช้เกลือเพื่อป้องกันการเน่าเสียจะใช้ที่ความเข้มข้นสูง แต่จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง มองดูไม่น่ารับประทาน ส่วนน้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่ใช้เติมลงในอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดรสชาติมากกว่าการถนอมอาหารเนื่องจากใช้ในปริมาณน้อย นอกจากน้ำตาลจะให้ความหวานแล้ว ยังมีบทบาทอื่นอีก ได้แก่ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติกลมกล่อม และน้ำตาลจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลขึ้น และเพิ่มลักษณะปรากฏที่ดีให้แก่ผลิตภัณฑ์ (ละอองวรรณ, 2543)

จากการทดลองนำเนื้อหอยแครงมาเติมเกลือและน้ำตาลแล้วนำมารมควันโดยใช้ชานอ้อยเป็นวัสดุในการให้ควัน โดยใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลรวมกันเป็นร้อยละ 1 ของน้ำหนักเนื้อหอย แต่จะใช้ในอัตราส่วนของเกลือและน้ำตาลที่แตกต่างกัน จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย Hedonic scoring test ระดับคะแนน 1-9 ได้คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน ดังตารางที่ 15

จากผลการทดสอบพบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านสี/ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยตัวอย่างหอยแครงที่มีการเติมเกลือร้อยละ 0.50 และน้ำตาลร้อยละ 0.50 ของน้ำหนักเนื้อหอย มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด จากนั้นจึงนำมาทดสอบความพอดี ด้านรสชาติของหอยแครงรมควันที่สูตรเครื่องปรุงอัตราส่วนต่าง ๆ ได้ผลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 15 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือและน้ำตาล

| เครื่องปรุง (ร้อยละ) | | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เกลือ | น้ำตาล | สี/ลักษณะปรากฏ | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| 0.00 | 0.00 | $7.40 \pm 0.88^{ab}$ | $7.40 \pm 0.68^{ab}$ | $6.85 \pm 0.87^{ab}$ | $7.15 \pm 1.09^{ab}$ | $6.92 \pm 0.73^{b}$ |
| 0.00 | 1.00 | $6.95 \pm 1.14^{b}$ | $6.95 \pm 1.00^{b}$ | $6.70 \pm 1.08^{b}$ | $6.80 \pm 1.06^{b}$ | $6.82 \pm 0.96^{b}$ |
| 0.25 | 0.75 | $7.15 \pm 1.14^{ab}$ | $7.35 \pm 1.14^{ab}$ | $7.50 \pm 0.83^{a}$ | $7.37 \pm 0.84^{ab}$ | $7.55 \pm 0.82^{a}$ |
| 0.50 | 0.50 | $7.70 \pm 1.08^{ab}$ | $7.75 \pm 1.02^{a}$ | $7.62 \pm 0.74^{a}$ | $7.50 \pm 1.00^{a}$ | $7.52 \pm 0.88^{a}$ |
| 0.75 | 0.25 | $7.65 \pm 0.99^{ab}$ | $7.35 \pm 1.14^{ab}$ | $7.35 \pm 0.93^{ab}$ | $7.70 \pm 0.92^{a}$ | $7.52 \pm 0.82^{a}$ |
| 1.00 | 0.00 | $7.95 \pm 0.89^{a}$ | $7.55 \pm 0.94^{ab}$ | $7.15 \pm 1.14^{ab}$ | $7.45 \pm 1.05^{ab}$ | $7.57 \pm 0.96^{a}$ |

หมายเหตุ a, b ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 16 ร้อยละของการวัดความพอดีด้านรสชาติหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือและน้ำตาล (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| สูตรเครื่องปรุง | | รสชาติ | ลดลง | ลดลง | ลดลง | ไม่ต้อง | เพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้น |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เกลือ | น้ำตาล | | มาก | ปานกลาง | เล็กน้อย | ปรับปรุง | เล็กน้อย | ปานกลาง | มาก |
| 0.00% | 0.00% | รสเค็ม | 0 | 0 | 0 | 25 | 40 | 30 | 5 |
| | | รสหวาน | 0 | 0 | 0 | 35 | 45 | 20 | 0 |
| 0.00% | 1.00% | รสเค็ม | 0 | 0 | 0 | 25 | 45 | 20 | 10 |
| | | รสหวาน | 0 | 0 | 10 | 45 | 35 | 10 | 0 |
| 0.25% | 0.75% | รสเค็ม | 0 | 0 | 10 | 40 | 35 | 15 | 0 |
| | | รสหวาน | 0 | 0 | 10 | 40 | 40 | 10 | 0 |
| 0.50% | 0.50% | รสเค็ม | 0 | 0 | 0 | 50 | 45 | 5 | 0 |
| | | รสหวาน | 0 | 0 | 0 | 45 | 50 | 5 | 0 |
| 0.75% | 0.25% | รสเค็ม | 0 | 15 | 0 | 55 | 30 | 0 | 0 |
| | | รสหวาน | 0 | 0 | 0 | 40 | 55 | 5 | 0 |
| 1.00% | 0.00% | รสเค็ม | 0 | 0 | 30 | 45 | 25 | 0 | 0 |
| | | รสหวาน | 0 | 0 | 0 | 25 | 75 | 0 | 0 |

จากผลการทดสอบ คะแนนการวัดความพอดีด้านรสชาติของหอยแครงรมควันที่สูตรเครื่องปรุงอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า ที่ปริมาณเกลือร้อยละ 0.50 และน้ำตาลร้อยละ 0.50 ของน้ำหนักเนื้อหอย ผู้ทดสอบร้อยละ 45 ต้องการรสเค็มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และร้อยละ 50 ต้องการรสหวานเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน จึงทำการทดลองต่อโดยปรับปริมาณเกลือและน้ำตาลเพิ่มขึ้น จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย Hedonic scoring test ระดับคะแนน 1-9 ได้คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือและน้ำตาล

| เครื่องปรุง (ร้อยละ) | | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เกลือ | น้ำตาล | สี/ลักษณะปรากฏ$^{ns}$ | กลิ่น$^{ns}$ | รสชาติ | เนื้อสัมผัส$^{ns}$ | ความชอบรวม |
| 0.50 | 0.50 | 7.45 ± 0.69 | 7.44 ± 1.00 | 7.75 ± 0.79$^{a}$ | 7.65 ± 0.74 | 7.80 ± 0.88$^{a}$ |
| 0.75 | 0.75 | 7.20 ± 0.83 | 7.40 ± 0.75 | 7.35 ± 0.87$^{ab}$ | 7.30 ± 0.92 | 7.27 ± 0.78$^{b}$ |
| 1.00 | 1.00 | 7.00 ± 0.65 | 7.50 ± 0.76 | 7.05 ± 0.82$^{b}$ | 7.45 ± 0.76 | 7.15 ± 0.74$^{b}$ |

หมายเหตุ a, b ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

จากผลการทดสอบปรับปริมาณเกลือและน้ำตาลเพิ่มขึ้น พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้าน รสชาติ และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) สี/ลักษณะปรากฏ กลิ่น และเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยตัวอย่างหอยแครงที่มีการเติมเกลือร้อยละ 0.5 และน้ำตาลร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเนื้อหอย มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด จากนั้นจึงนำมาทดสอบความพอดี ด้านรสชาติของหอยแครงรมควันหลังจากปรับปริมาณเพิ่มขึ้น ได้ผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ร้อยละของการวัดความพอดีด้านรสชาติหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือและน้ำตาล (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| สูตรเครื่องปรุง | | รสชาติ | ลดลง | ลดลง | ลดลง | ไม่ต้อง | เพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้น |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เกลือ | น้ำตาล | | มาก | ปานกลาง | เล็กน้อย | ปรับปรุง | เล็กน้อย | ปานกลาง | มาก |
| 0.50% | 0.50% | รสเค็ม | 0 | 0 | 0 | 80 | 20 | 0 | 0 |
| | | รสหวาน | 0 | 0 | 0 | 70 | 30 | 0 | 0 |
| 0.75% | 0.75% | รสเค็ม | 0 | 5 | 50 | 35 | 10 | 0 | 0 |
| | | รสหวาน | 0 | 10 | 20 | 40 | 30 | 0 | 0 |
| 1.00% | 1.00% | รสเค็ม | 0 | 5 | 55 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| | | รสหวาน | 0 | 5 | 45 | 35 | 15 | 0 | 0 |

จากผลการทดสอบ คะแนนการวัดความพอดี ด้านรสชาติของหอยแครงรมควัน หลังจากปรับปริมาณเพิ่มขึ้นแล้ว พบว่า หอยแครงรมควันที่มีการเติมเกลือร้อยละ 0.5 และน้ำตาลร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเนื้อหอย ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ไม่มีความต้องการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือและน้ำตาลดังกล่าว จึงเลือกสภาวะนี้เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

**4. <u>ผลการศึกษาการใช้เครื่องเทศและสมุนไพรในการผลิตหอยแครงรมควัน</u>**

เครื่องเทศเป็นส่วนผสมชนิดหนึ่งในอาหารที่นิยมเติมลงไปเพื่อให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ เครื่องเทศจะมีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ และอาจมีคุณสมบัติบางประการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น กระเทียมใช้รักษาอาการแน่นจุกเสียด ป้องกันตับอักเสบ และลดโคเลสเตอรอลในเลือด ตะไคร้ใช้เป็นยารักษาโรคหืด แก้ปวดท้อง ขับปัสสาวะ และแก้อหิวาตกโรค พริกไทยใช้ลดอาการอักเสบ ขับลม ลดอาการท้องอืดท้องเฟ้อ โหระพาใช้เป็นยาขับลม ยาแก้ไอ แก้บิด แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ มะกรูดช่วยให้เจริญอาหาร แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ รักษาอาการจุกเสียดและขับลมในลำไส้ กระเพราใช้เป็นยาขับลมแก้ปวดท้อง ท้องเสีย และคลื่นไส้อาเจียน รวมทั้งช่วยป้องกันโรคมะเร็ง (ละอองวรรณ, 2543)

จากการทดลองนำเนื้อหอยแครงมารมควันโดยใช้ชานอ้อยเป็นวัสดุในการให้ควัน แล้วนำมาปรุงกลิ่นรสด้วยสมุนไพรทั้ง 6 ชนิด จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย Hedonic scoring test ระดับคะแนน 1-9 ได้คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน ดังตารางที่ 19

จากผลการทดสอบพบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านสี/ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ด้านเนื้อสัมผัส แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยตัวอย่างหอยแครงที่มีการใช้พริกไทยร้อยละ 1 และใบโหระพาร้อยละ 5 มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด จากนั้นจึงนำมาทดสอบความพอดีด้านกลิ่นรสของหอยแครงรมควัน ได้ผลดังตารางที่ 20

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ

| เครื่องเทศ (ร้อยละ) | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี/ลักษณะปรากฏ | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส$^{ns}$ | ความชอบรวม |
| กระเทียม 5.00 | 6.85 ± 0.59$^{b}$ | 7.00 ± 1.26$^{a}$ | 6.57 ± 1.18$^{ab}$ | 7.30 ± 0.66 | 6.86 ± 1.00$^{ab}$ |
| ตะไคร้ 5.00 | 6.80 ± 1.06$^{b}$ | 7.30 ± 0.98$^{a}$ | 6.70 ± 0.94$^{a}$ | 6.98 ± 0.92 | 6.87 ± 0.87$^{ab}$ |
| พริกไทย 1.00 | 7.50 ± 0.82$^{a}$ | 7.45 ± 0.89$^{a}$ | 7.35 ± 0.92$^{a}$ | 7.47 ± 0.99 | 7.52 ± 0.83$^{a}$ |
| ใบโหระพา 5.00 | 7.15 ± 0.73$^{ab}$ | 6.95 ± 0.83$^{a}$ | 7.03 ± 0.68$^{a}$ | 7.20 ± 0.68 | 7.25 ± 0.64$^{a}$ |
| ใบมะกรูด 5.00 | 7.05 ± 0.74$^{ab}$ | 7.00 ± 0.97$^{a}$ | 6.85 ± 0.99$^{a}$ | 6.90 ± 1.02 | 6.82 ± 0.99$^{ab}$ |
| ใบกระเพรา 5.00 | 7.05 ± 1.14$^{ab}$ | 5.80 ± 1.36$^{b}$ | 5.85 ± 0.81$^{b}$ | 6.90 ± 0.85 | 6.12 ± 0.68$^{b}$ |

หมายเหตุ a, b ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 20 ร้อยละของการวัดความพอดีด้านกลิ่นรสของหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ

| เครื่องเทศ (ร้อยละ) | ลดลงมาก | ลดลงปานกลาง | ลดลงเล็กน้อย | ไม่ต้องปรับปรุง | เพิ่มขึ้นเล็กน้อย | เพิ่มขึ้นปานกลาง | เพิ่มขึ้นมาก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| กระเทียม 5.00 | 0 | 25 | 40 | 30 | 5 | 0 | 0 |
| ตะไคร้ 5.00 | 0 | 0 | 35 | 35 | 20 | 5 | 5 |
| พริกไทย 1.00 | 0 | 5 | 15 | 35 | 45 | 0 | 0 |
| ใบโหระพา 5.00 | 0 | 0 | 5 | 20 | 50 | 25 | 0 |
| ใบมะกรูด 5.00 | 0 | 0 | 25 | 45 | 15 | 15 | 0 |
| ใบกระเพรา 5.00 | 5 | 15 | 10 | 15 | 20 | 25 | 10 |

จากผลการทดสอบ คะแนนการวัดความพอดี ด้านกลิ่นรสของหอยแครงรมควัน พบว่า ผู้ทดสอบร้อยละ 45 ต้องการให้เพิ่มปริมาณพริกไทยขึ้นเล็กน้อย และผู้ทดสอบร้อยละ 50 ต้องการเพิ่มปริมาณใบโหระพาขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน จึงทำการทดลองต่อโดยปรับปริมาณเครื่องเทศดังกล่าวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย Hedonic scoring test ระดับคะแนน 1-9 ได้คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันดังตารางที่ 21

จากผลการทดสอบ เมื่อปรับปริมาณเครื่องเทศเพิ่มขึ้น พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกลักษณะที่ทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตัวอย่างที่ใส่ใบโหระพาจะได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าพริกไทย เนื่องจากใบโหระพาที่หั่นเป็นฝอยแล้วจะไปบดบังลักษณะปรากฏของตัวหอย และสีที่ได้จะมีสีเขียวคล้ำของใบโหระพา ทำให้ไม่น่ารับประทาน ในตัวอย่างหอยแครงที่มีการปรับปริมาณพริกไทยเป็นร้อยละ 1.25 ของปริมาณเนื้อหอย มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด จากนั้นจึงนำมาทดสอบทดสอบความพอดี ด้านกลิ่นรส ของหอยแครงรมควันหลังจากปรับปริมาณเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 21 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเครื่องเทศ

| เครื่องเทศ (ร้อยละ) | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี/ลักษณะปรากฏ | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| พริกไทย 1.00 | $7.70 \pm 0.86^{a}$ | $7.65 \pm 0.87^{ab}$ | $7.25 \pm 0.72^{ab}$ | $7.62 \pm 0.84^{ab}$ | $7.42 \pm 0.71^{ab}$ |
| พริกไทย 1.25 | $7.65 \pm 1.04^{a}$ | $7.70 \pm 0.92^{ab}$ | $7.95 \pm 0.94^{a}$ | $7.85 \pm 0.87^{a}$ | $7.85 \pm 0.99^{a}$ |
| พริกไทย 1.50 | $7.80 \pm 0.70^{a}$ | $7.90 \pm 0.79^{a}$ | $7.40 \pm 0.99^{ab}$ | $7.65 \pm 0.67^{ab}$ | $7.65 \pm 0.81^{ab}$ |
| ใบโหระพา 5.00 | $7.35 \pm 0.74^{ab}$ | $7.00 \pm 0.80^{b}$ | $7.05 \pm 1.05^{b}$ | $7.05 \pm 1.14^{b}$ | $7.22 \pm 0.77^{ab}$ |
| ใบโหระพา 7.50 | $6.95 \pm 0.76^{b}$ | $7.15 \pm 1.03^{ab}$ | $7.35 \pm 0.99^{ab}$ | $7.30 \pm 0.86^{ab}$ | $7.35 \pm 0.87^{ab}$ |
| ใบโหระพา 10.00 | $6.90 \pm 0.64^{b}$ | $7.15 \pm 1.14^{ab}$ | $7.00 \pm 0.97^{b}$ | $7.10 \pm 0.79^{b}$ | $7.07 \pm 0.80^{b}$ |

หมายเหตุ a, b ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 22 ร้อยละของการวัดความพอดีด้านกลิ่นรสในหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเครื่องเทศ

| เครื่องเทศ (ร้อยละ) | ลดลง มาก | ลดลง ปานกลาง | ลดลง เล็กน้อย | ไม่ต้อง ปรับปรุง | เพิ่มขึ้น เล็กน้อย | เพิ่มขึ้น ปานกลาง | เพิ่มขึ้น มาก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| พริกไทย 1.00 | 0 | 0 | 5 | 35 | 45 | 15 | 0 |
| พริกไทย 1.25 | 0 | 0 | 20 | 65 | 15 | 0 | 0 |
| พริกไทย 1.50 | 0 | 15 | 40 | 35 | 10 | 0 | 0 |
| ใบโหระพา 5.00 | 0 | 0 | 0 | 30 | 60 | 5 | 5 |
| ใบโหระพา 7.50 | 0 | 0 | 10 | 40 | 40 | 10 | 0 |
| ใบโหระพา 10.00 | 0 | 0 | 20 | 55 | 25 | 0 | 0 |

จากผลการทดสอบ คะแนนการวัดความพอดี ด้านกลิ่นรสของหอยแครงรมควันหลังจากปรับปริมาณเครื่องเทศเพิ่มขึ้นแล้ว พบว่า หอยแครงรมควันที่ปรุงกลิ่นรสด้วยพริกไทยร้อยละ 1.25 ของน้ำหนักเนื้อหอย ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่มีความต้องการเปลี่ยนแปลงปริมาณเครื่องเทศดังกล่าว จึงเลือกสภาวะนี้เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

**5. ผลการศึกษาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนของหอยแครงหลังการรมควัน**

นำหอยแครงที่ผ่านการปรุงรส รมควัน ใส่เครื่องเทศและสมุนไพรแล้ว มาศึกษาวิธีการบรรจุเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ โดยแบ่งเป็นสองรูปแบบการบรรจุ คือ การนำหอยแครงไปแช่ในน้ำมันถั่วเหลืองร้อนก่อนบรรจุและต้มในน้ำเดือดหลังการบรรจุ

5.1 ผลการแช่ในน้ำมันถั่วเหลืองร้อนก่อนบรรจุ

จากการทดลองนำหอยแครงรมควัน มาแช่ลงในน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แปรเวลาเป็น 0, 15, 30 และ 45 นาที ได้คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ

| แช่ในน้ำมันร้อน 80 °C | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ลักษณะปรากฏ | สี | กลิ่นควัน | กลิ่นเครื่องปรุงรส | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| 0 นาที | $6.75 \pm 0.64^{b}$ | $6.85 \pm 0.49^{ab}$ | $7.15 \pm 0.87^{b}$ | $7.20 \pm 1.10$ | $6.80 \pm 0.61^{b}$ | $6.70 \pm 0.73^{b}$ | $6.65 \pm 0.56^{b}$ |
| 15 นาที | $7.37 \pm 0.63^{a}$ | $7.18 \pm 0.60^{a}$ | $7.65 \pm 0.81^{ab}$ | $7.70 \pm 0.86$ | $7.72 \pm 0.75^{a}$ | $7.80 \pm 0.77^{a}$ | $7.80 \pm 0.64^{a}$ |
| 30 นาที | $7.45 \pm 0.60^{a}$ | $7.15 \pm 0.59^{a}$ | $7.75 \pm 0.64^{a}$ | $7.82 \pm 0.78$ | $7.80 \pm 0.82^{a}$ | $7.80 \pm 0.77^{a}$ | $7.82 \pm 0.61^{a}$ |
| 45 นาที | $7.10 \pm 0.64^{ab}$ | $6.75 \pm 0.72^{b}$ | $7.75 \pm 0.76^{ab}$ | $7.55 \pm 1.05$ | $7.02 \pm 0.57^{b}$ | $7.35 \pm 1.08^{ab}$ | $7.10 \pm 0.66^{b}$ |

หมายเหตุ a, b ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะ-ปรากฏ สี กลิ่นควัน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนด้านกลิ่นเครื่องเทศ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยตัวอย่างหอยแครงรมควันที่แช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นควัน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด รวมทั้งสามารถลดปริมาณจุลินทรียให้อยู่ในระดับที่ต่ำมากคือ น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ดังตารางที่ 24 จึงนำสภาวะนี้ไปทำการทดลองเปรียบเทียบกับข้อ 5.2 ต่อไป

ตารางที่ 24 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยแครงรมควันแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ

| แช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) |
|---|---|
| 0 นาที | $4.7 \times 10^2$ |
| 15 นาที | $1.2 \times 10^2$ |
| 30 นาที | < 30 |
| 45 นาที | < 30 |

5.2 ผลการต้มในน้ำเดือดหลังการบรรจุ

จากการทดลองนำหอยแครงรมควันมาบรรจุถุงพลาสติก PA/LDPE นำไปต้มในน้ำเดือดโดยแปรเวลาเป็น 0, 15, 30 และ 45 นาที ได้คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือด ที่เวลาต่าง ๆ

| ต้มในน้ำเดือด | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ลักษณะปรากฏ | สี$^{ns}$ | กลิ่นควัน | กลิ่นเครื่องเทศ | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| 0 นาที | $6.45 \pm 0.94^{ab}$ | $6.45 \pm 1.00$ | $7.00 \pm 0.78^{ab}$ | $6.82 \pm 0.88^{ab}$ | $6.67 \pm 0.61^{ab}$ | $6.27 \pm 0.75^{b}$ | $6.42 \pm 0.78^{b}$ |
| 15 นาที | $6.95 \pm 0.39^{a}$ | $6.50 \pm 0.83$ | $7.20 \pm 0.83^{a}$ | $7.20 \pm 0.62^{a}$ | $7.37 \pm 0.58^{a}$ | $7.30 \pm 0.66^{a}$ | $7.60 \pm 0.68^{a}$ |
| 30 นาที | $6.45 \pm 0.69^{ab}$ | $6.20 \pm 0.89$ | $7.03 \pm 0.66^{ab}$ | $7.30 \pm 0.57^{a}$ | $7.25 \pm 0.55^{a}$ | $7.20 \pm 0.52^{a}$ | $7.27 \pm 0.64^{a}$ |
| 45 นาที | $6.20 \pm 0.89^{b}$ | $6.05 \pm 0.89$ | $6.53 \pm 0.75^{b}$ | $6.10 \pm 1.38^{b}$ | $6.12 \pm 1.36^{b}$ | $6.12 \pm 0.97^{b}$ | $6.05 \pm 1.10^{b}$ |

หมายเหตุ a, b ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะ-ปรากฏ กลิ่นควัน กลิ่นเครื่องเทศ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนด้านสีมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) การต้มจะให้ลักษณะปรากฏดีกว่าแบบไม่ต้ม (0 นาที) เนื่องจากแบบไม่ต้มเนื้อหอยยังแฉะเกินไปคล้ายกับยังไม่สุกทำให้คะแนนแบบไม่ต้มจึงต่ำมาก ผลการทดลองตัวอย่างหอยแครงรมควันที่ต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 15 นาที มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นควัน กลิ่นเครื่องเทศ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุดรวมทั้งสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ต่ำมาก คือ น้อยกว่า 30 โคโลนี/กรัม ดังตารางที่ 26 เหตุผลที่เลือก 15 นาที เพราะว่าเป็นการประหยัดพลังงานมากกว่าที่ 30 นาที แต่ให้ผลทางประสาทสัมผัสและทางจุลชีววิทยาใกล้เคียงกัน จึงนำสภาวะนี้ไปทำการทดลองเปรียบเทียบกับข้อ 5.1 ต่อไป

ตารางที่ 26 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยแครงรมควันบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือดที่เวลาต่าง ๆ

| ต้มในน้ำเดือด | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) |
|---|---|
| 0 นาที | $4.3 \times 10^2$ |
| 15 นาที | < 30 |
| 30 นาที | < 30 |
| 45 นาที | < 30 |

5.3 การทดลองเปรียบเทียบหอยแครงรมควันที่แช่น้ำมันถั่วเหลืองร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที กับหอยแครงรมควันที่บรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสหอยแครงรมควันที่แช่น้ำมันถั่วเหลืองร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที

| หอยแครงรมควัน | คะแนนเฉลี่ยของลักษณะที่ทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ลักษณะปรากฏ | สี$^{ns}$ | กลิ่นควัน$^{ns}$ | กลิ่นเครื่องเทศ$^{ns}$ | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| ต้มน้ำเดือด 15 นาที | 7.10 ± 0.96$^{b}$ | 6.95 ± 1.05 | 7.35 ± 0.75 | 7.07 ± 1.03 | 7.12 ± 0.65$^{b}$ | 7.50 ± 0.83$^{b}$ | 7.25 ± 0.73$^{b}$ |
| แช่น้ำมัน 30 นาที | 7.60 ± 0.50$^{a}$ | 7.25 ± 0.64 | 7.42 ± 0.71 | 7.45 ± 0.89 | 7.75 ± 0.85$^{a}$ | 8.02 ± 0.53$^{a}$ | 7.82 ± 0.75$^{a}$ |

หมายเหตุ a, b ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของทั้งสองสภาวะ พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนด้านสี กลิ่นควันและกลิ่นเครื่องเทศ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยตัวอย่างหอยแครงรมควันที่แช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มากกว่าหอยแครงรมควันที่บรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที จึงใช้สภาวะนี้เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาและทดสอบผู้บริโภคต่อไป

หลังจากได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายก่อนเก็บรักษา ได้ตรวจคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ให้ผลดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

| ปัจจัยคุณภาพ | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|
| ทางกายภาพ | |
| $a_w$ | 0.977 |
| สี | |
| L* | 26.58 |
| a* | 6.25 |
| b* | 18.04 |
| pH | 6.70 |
| ทางเคมี | |
| ความชื้น (ร้อยละ) | 67.20 |
| ไขมัน (ร้อยละ) | 6.87 |
| โปรตีน (ร้อยละ) | 16.50 |
| เถ้า (ร้อยละ) | 2.33 |
| คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) | 7.10 |

ตารางที่ 28 (ต่อ)

| ปัจจัยคุณภาพ | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|
| ทางจุลชีววิทยา | |
| จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) | < 30 |
| *E. Coli* (MPN/กรัม) | < 3 |
| *S. aureus* (MPN/กรัม) | < 3 |
| *Salmonella* spp. / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |
| *Vibrio cholerae* / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |
| *Vibrio parahaemolyticus* / ตัวอย่าง 1 กรัม | ไม่พบ |
| *Clostridium botulinum* / ตัวอย่าง 1 กรัม | ไม่พบ |
| *Clostridium perfringens* / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |

**6. ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์**

การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันที่ผ่านการแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะบรรจุในถุง PA/LDPE ในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลชีววิทยาทุก 3 วัน ผลการศึกษามีดังต่อไปนี้

**6.1 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส**

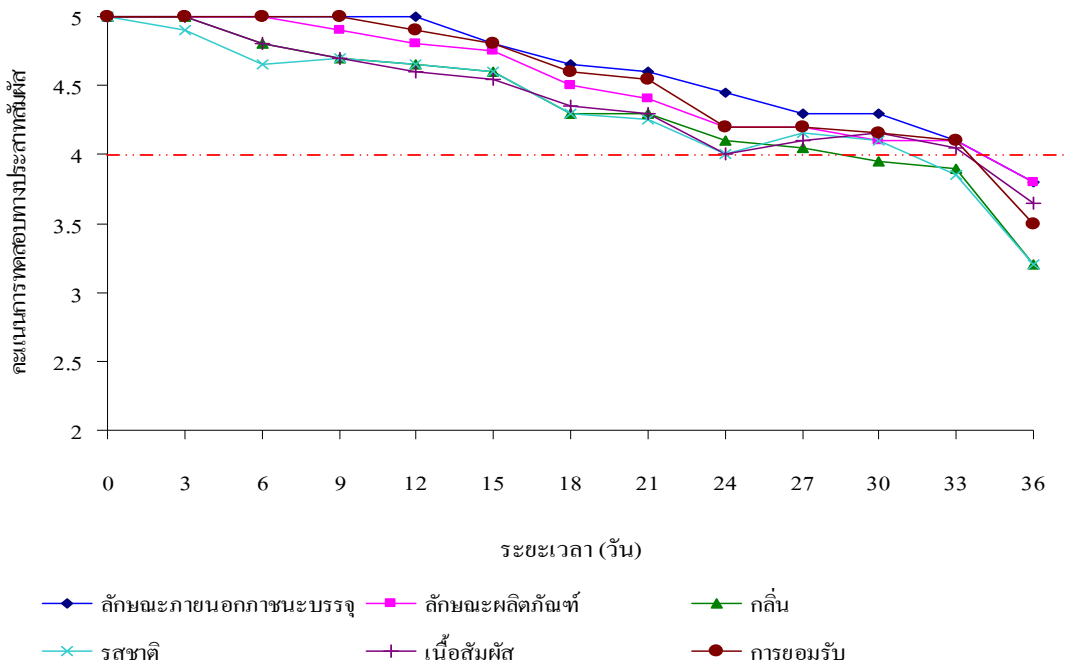
วิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) โดยใช้ระดับคะแนนคุณภาพที่กำหนด 5 ลักษณะ คือ ลักษณะภายนอก ภาชนะบรรจุ ลักษณะที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าและการสัมผัสด้วยมือ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ ใช้ร่วมกับการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale) ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสควัน กลิ่นรสเครื่องเทศ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

6.1.1 ผลจากวิธีการให้คะแนน (Scoring test)

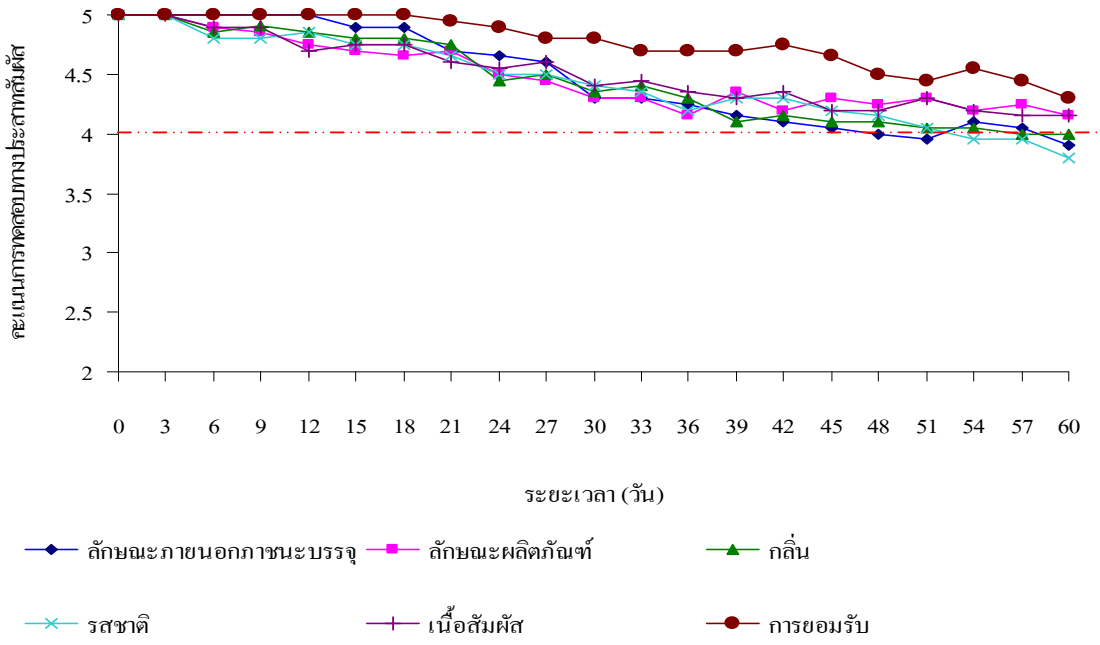
สุ่มตัวอย่างหอยแครงรมควันที่บรรจุในในภาชนะบรรจุทุก 3 วัน เพื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ตามระดับคะแนนคุณภาพที่กำหนด 5 ลักษณะ คือ ลักษณะภายนอกภาชนะบรรจุ ลักษณะที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าและการสัมผัสด้วยมือ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ หากผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะใดลักษณะหนึ่ง จะมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4 ดังนั้นหากตัวอย่างใดมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 จะถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นสิ้นสุดอายุการเก็บ

หอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับซึ่งเป็นเกณฑ์ในการตัดสินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของลักษณะที่ทดสอบเมื่อระยะเวลาการเก็บ 33 วัน เท่ากับ 4.10±0.72 และที่ระยะเวลาการเก็บ 36 วัน เท่ากับ 3.50±0.69 ดังนั้นหอยแครงรมควันในสภาวะบรรยากาศปกติจึงมีอายุการเก็บ 33 วัน มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะภายนอกภาชนะบรรจุ ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สังเกตได้ด้วยตาและการสัมผัสด้วยมือ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บ เป็น 4.10±0.55, 4.10±0.64, 3.90±0.64, 3.85±0.81, 4.05±0.76 ตามลำดับ ดังภาพที่ 13

หอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมากกว่า 4 ตลอดระยะเวลาการเก็บ 60 วัน มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะภายนอกภาชนะบรรจุ ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สังเกตได้ด้วยตาและการสัมผัสด้วยมือ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสเท่ากับ 3.90±0.31, 4.15±0.59, 4.00±0.46, 3.80±0.41, 4.15±0.59 ตามลำดับ ดังภาพที่ 14




ภาพที่ 13 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

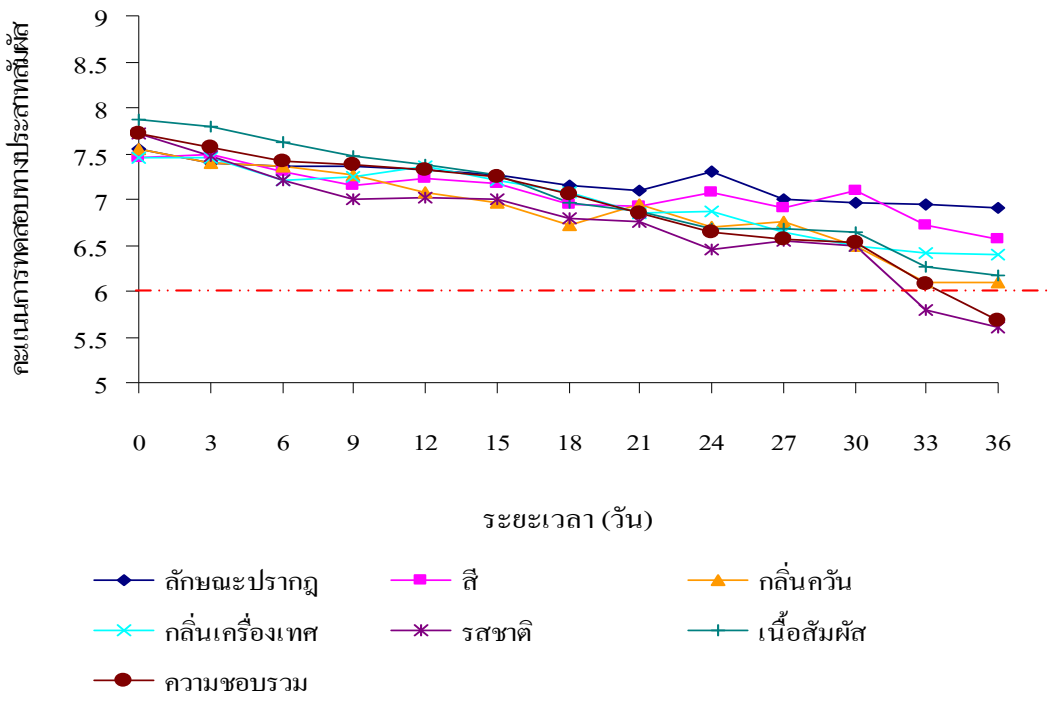



ภาพที่ 14 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

6.1.2 ผลจากวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic Scale)

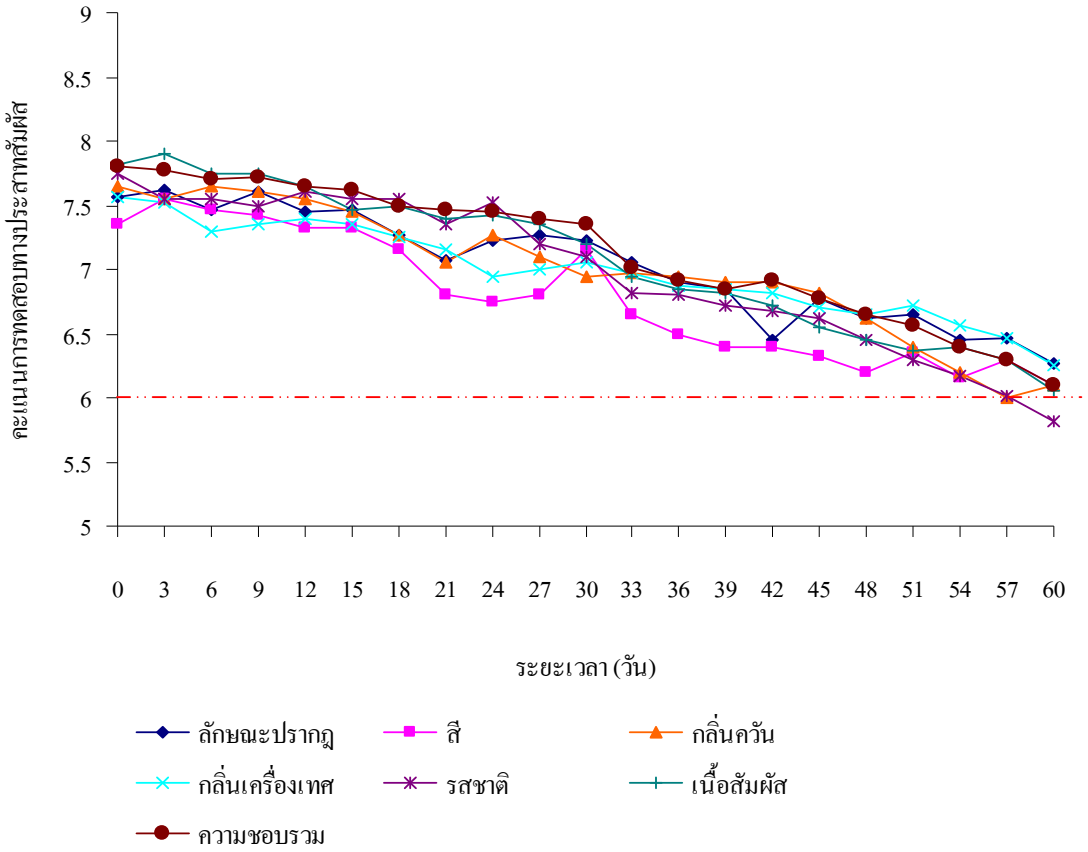
สุ่มตัวอย่างหอยแครงรมควันที่บรรจุในภาชนะบรรจุทุก 3 วัน เพื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยวิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 ทดสอบด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสควัน กลิ่นรสเครื่องเทศ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม หากตัวอย่างใดมีคะแนนความความชอบรวมต่ำกว่า 6 จะถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นสิ้นสุดอายุการเก็บ

หอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ มีคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมเมื่อระยะเวลาการเก็บ 33 วัน เท่ากับ 6.07±0.71 และที่ระยะเวลาการเก็บ 36 วัน เท่ากับ 5.67±0.69 ดังนั้นหอยแครงรมควันในสภาวะแบบบรรยากาศปกติจึงมีอายุการเก็บ 33 วัน ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับวิธีการให้คะแนน (scoring test) ดังภาพที่ 15




ภาพที่ 15 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน โดยวิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ในระยะเวลาต่าง ๆ

หอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ มีคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมากกว่า 6 ตลอดระยะเวลาการเก็บ 60 วัน โดยมีคะแนนเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา จากวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.80±0.66 ลดลงเป็น 6.10±0.75 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา ดังภาพที่ 16




ภาพที่ 16 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควัน โดยวิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ในระยะเวลาต่าง ๆ

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.55±0.60 และลดลงเป็น 6.95±0.67 ในวันที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) ส่วนหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า

คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.57±0.59 และลดลงเป็น 6.27±0.64 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.45±0.76 และลดลงเป็น 6.72±0.57 ในวันที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) ส่วนหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.35±0.74 และลดลงเป็น 6.10±0.64 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นควันของหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.55±0.69 และลดลงเป็น 6.10±0.55 ในวันที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) ส่วนหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.65±0.49 และลดลงเป็น 6.10±0.64 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นเครื่องเทศของหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.45±0.89 และลดลงเป็น 6.42±0.63 ในวันที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) ส่วนหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.57±0.59 และลดลงเป็น 6.25±0.64 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.72±0.55 และลดลงเป็น 5.80±0.89 ในวันที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) ส่วนหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.75±0.64 และลดลงเป็น 5.82±0.63 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.87±0.62 และลดลงเป็น 6.27±0.89 ในวันที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) ส่วนหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.82±0.69 และลดลงเป็น 6.05±0.74 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.72±0.64 และลดลงเป็น 6.07±0.71 ในวันที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) ส่วนหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่า คะแนนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวันเริ่มต้นเท่ากับ 7.80±0.66 และลดลงเป็น 6.10±0.75 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

จากผลการทดลอง แสดงว่า ถ้าเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน 33 วัน พบว่า คุณลักษณะที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการไม่ยอมรับของผู้บริโภคมีหลายประการ แต่คุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เป็นคุณภาพที่เห็นได้ชัดว่า เมื่อเก็บไว้นานขึ้นผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืนมากขึ้น ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิสระหรือที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในไขมันหรืออาหารที่มีไขมัน ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องเมื่อไขมันหรืออาหารสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะค่อย ๆเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (นิธิยา, 2545) ส่วนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4±2 องศา-เซลเซียส สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน 60 วัน ซึ่งนานกว่าสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ เนื่องจากไม่มีออกซิเจนในภาชนะบรรจุไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิสระในผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่มีกลิ่นหืน และยังคงกลิ่นหอมของควันและเครื่องเทศไว้จนกระทั่งวันที่ 60 ของการเก็บรักษา

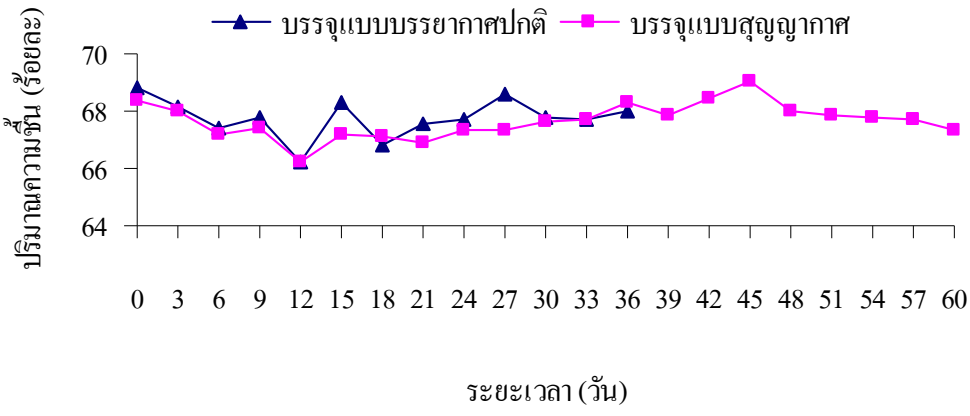
**6.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ**

สุ่มตัวอย่างหอยแครงรมควันที่เก็บไว้ทุก 3 วัน วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่า $a_w$ ค่า pH และค่าสี

6.2.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นในตัวอย่างหอยแครงรมควันมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยในสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 68.78 และมีปริมาณความชื้นระหว่างระยะเวลาการเก็บที่ 33 และ 36 วัน เป็น 67.69 และ 68.01 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 68.34 และลดลงเป็น 67.32 เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน ผลดังภาพที่ 17

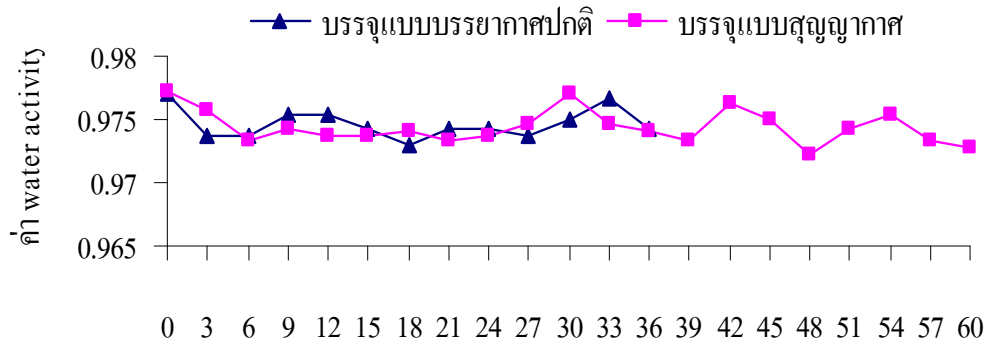
การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของหอยแครงรมควันเกิดจากการซึมของก๊าซและไอน้ำ รวมถึงการปรับเข้าสู่สมดุลของปริมาณความชื้นในภาชนะบรรจุทำให้มีการได้รับหรือสูญเสียปริมาณความชื้นของอาหาร (Labuza, 1982)




ภาพที่ 17 ปริมาณความชื้นของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ

6.2.2 ค่า $a_w$

ค่า $a_w$ หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่จุดอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน จากการวิเคราะห์ตัวอย่างหอยแครงรมควันในสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ มีค่าเริ่มต้นเป็น 0.9770 และลดลง เป็น 0.9767 เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บ ส่วนตัวอย่างหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าเริ่มต้นเป็น 0.9773 และลดลงเป็น 0.9727 เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน ผลดังภาพที่ 18 ค่า $a_w$ ที่ได้ให้ผลสอดคล้องกับค่าความชื้นคือมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากวันที่เริ่มต้นเก็บรักษา ซึ่งเป็นผลจากมีการระเหยของน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และการนำน้ำอิสระไปใช้ในกิจกรรมของจุลินทรีย์

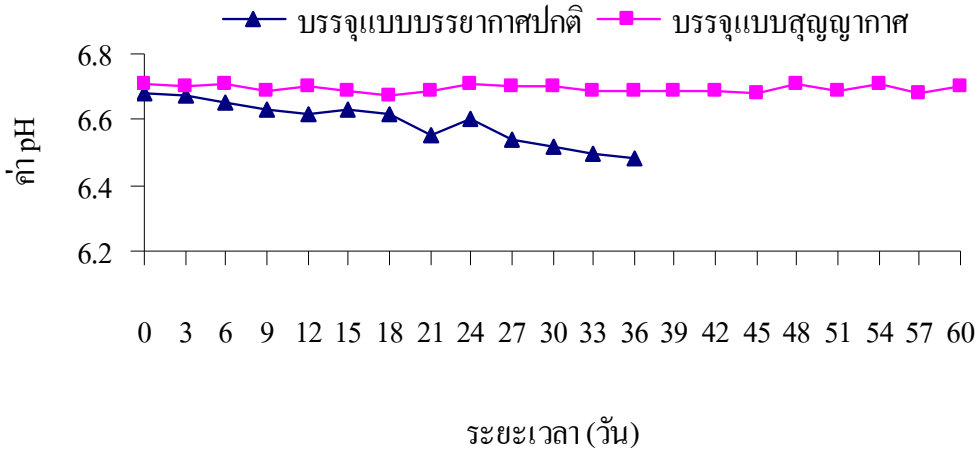



ภาพที่ 18 ค่า Water activity ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ

6.2.3 ค่า pH

ค่า pH ของตัวอย่างหอยแครงรมควันในสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ มีค่าเริ่มต้นเป็น 6.68 และลดลง เป็น 6.50 เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บ ส่วนตัวอย่างหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าเริ่มต้นเป็น 6.71 และลดลงเป็น 6.70 เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน ผลดังภาพที่ 19 จะเห็นได้ว่า pH ของหอยแครงรมควันที่บรรจุแบบบรรยากาศปกติมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อาจเป็นผลมาจากจุลินทรีย์สร้างกรดมีโอกาสเพิ่มจำนวนมากกว่า แบคทีเรียในวงศ์ Lactobacteriaceae สามารถเจริญได้ในสภาวะที่

มีออกซิเจน และแบคทีเรียในวงศ์นี้มีพวกที่เป็น homofermentative มีกระบวนการย่อยสลายน้ำตาลกลูโคสได้กรดแลกติกออกมา (มัทนา, 2538)



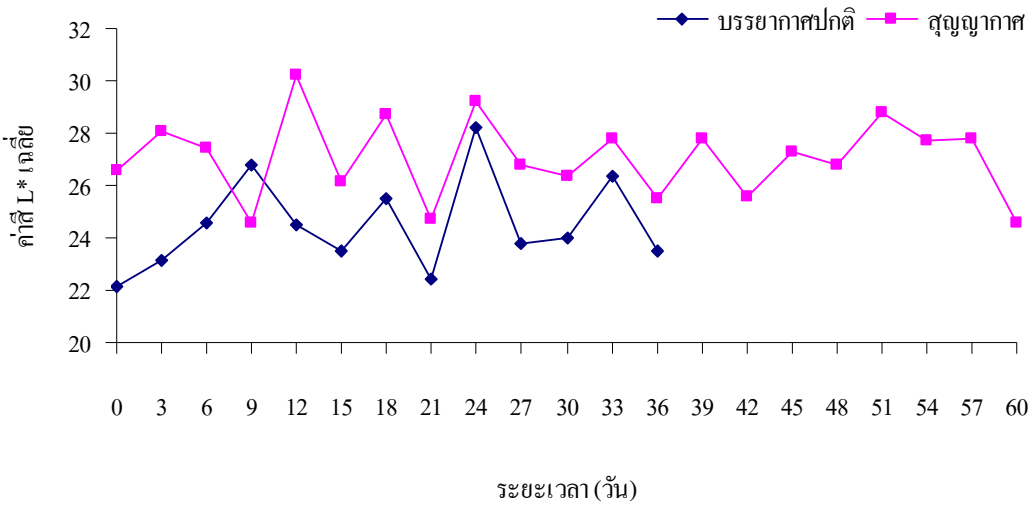

ภาพที่ 19 ค่า pH ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ

6.2.4 ค่าสี (L*, a*, b* วัดโดยใช้เครื่อง chroma meter)

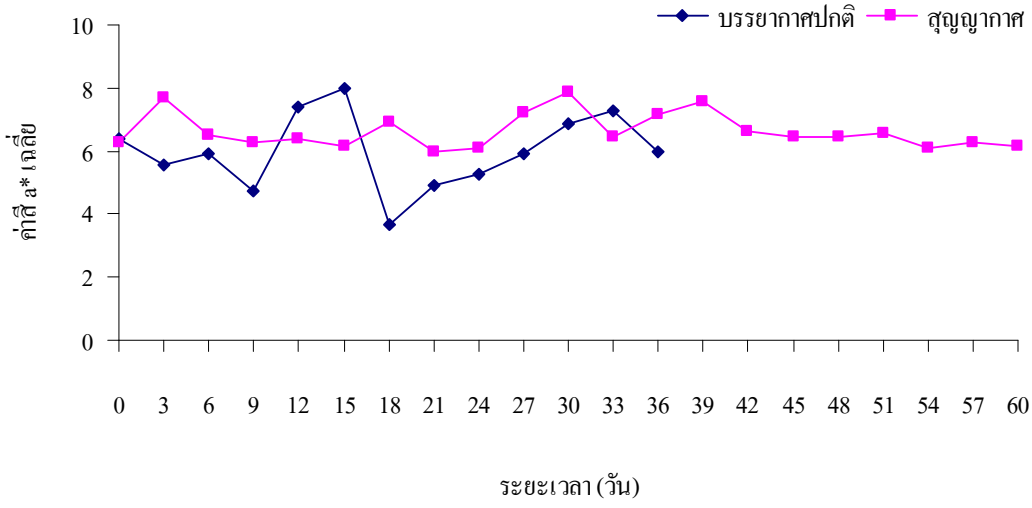
ค่า L* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 100 (สีขาว) ถึง 0 (สีดำ) ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันเก็บที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส สภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติเก็บเป็นเวลา 33 วัน ได้ค่าสี L* อยู่ในช่วง 22.14-28.22 และสภาวะบรรจุแบบสุญญากาศเก็บเป็นเวลา 60 วัน ได้ค่าสี L* อยู่ในช่วง 24.68-30.22 ดังแสดงในภาพที่ 20

ค่า a* คือ ค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว เมื่อค่า a* เป็นบวกจะเป็นสีแดง ค่าเป็นศูนย์จะเป็นสีเทา และค่าเป็นลบจะเป็นสีเขียว พบว่า จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติเป็นเวลา 33 วัน ได้ค่าสี a* อยู่ในช่วง 3.68-7.97 และจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 60 วัน ได้ค่าสี a* อยู่ในช่วง 5.97-7.87 ดังแสดงในภาพที่ 21

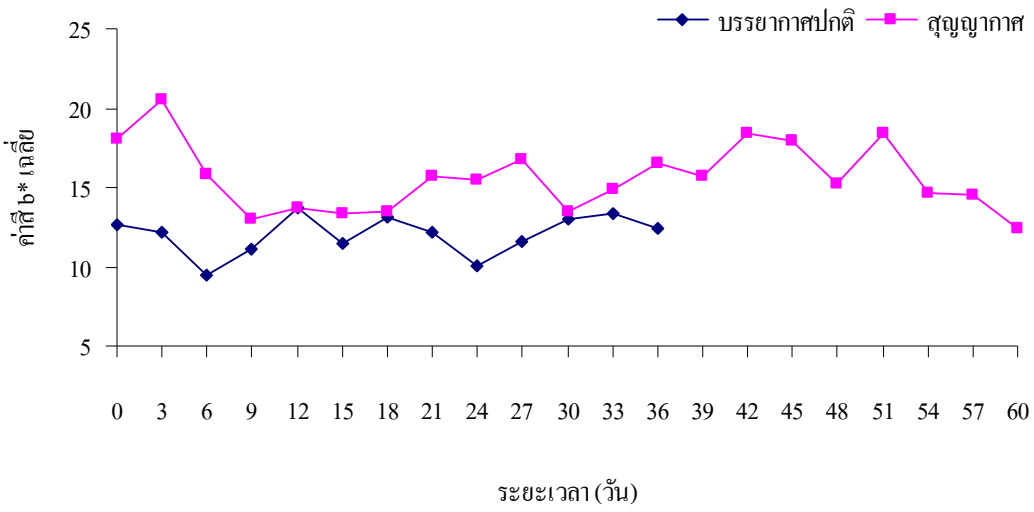
ค่า b* คือ ค่าที่วัดสีเหลืองและสีน้ำเงิน เมื่อค่า b* เป็นบวกจะเป็นสีเหลือง ค่าเป็นศูนย์จะเป็นสีเทา และค่าเป็นลบจะเป็นสีน้ำเงิน พบว่า จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติเป็นเวลา 33 วัน ได้ค่าสี b* อยู่ในช่วง 9.47-13.67 และจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 60 วัน ได้ค่าสี b* อยู่ในช่วง 5.97-7.87 ดังแสดงในภาพที่ 22




ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* เฉลี่ยของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ




ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* เฉลี่ยของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ




ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* เฉลี่ยของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ

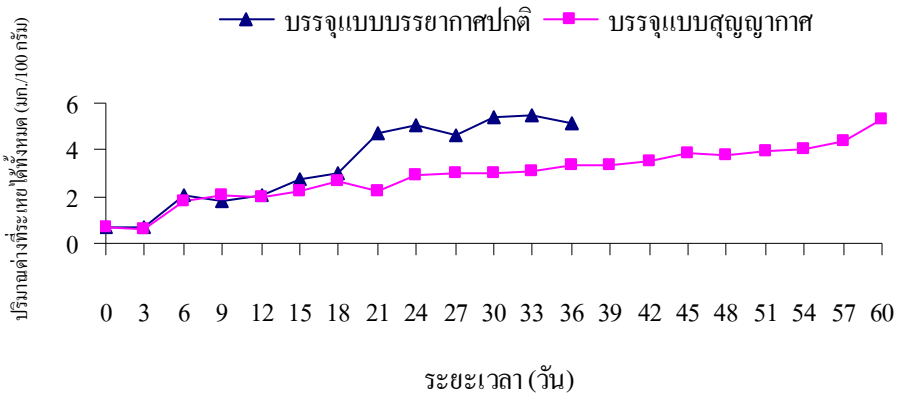
การเปลี่ยนแปลงของค่าสีทั้งสาม คือ L*, a* และ b* ค่าที่ได้ส่วนใหญ่จะไม่สม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากหอยแต่ละตัวมีความแตกต่างกันมาก ประกอบกับสีของหอยไม่สม่ำเสมอกัน คือ มีสีของตัวและสีของถุงเลือดของหอย ทำให้ค่าที่เครื่องวัดสีอ่านได้นั้นไม่สม่ำเสมอ แต่ดูโดยรวมแล้วสามารถสรุปได้ว่าค่าสีในหอยแครงรมควันที่บรรจุแบบบรรยากาศปกติมีค่าต่ำกว่าและการเปลี่ยนแปลงมากกว่า อาจเนื่องมาจากเกิดปฏิกิริยา maillard ได้มากกว่าเพราะมีออกซิเจนเป็นตัวเร่ง โดยนิธิยา (2545) กล่าวไว้ว่าระหว่างการเก็บรักษาอาหารน้ำตาลรีดิวซิงจะทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโน และโปรตีนเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล เรียกว่า ปฏิกิริยา maillard โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา maillard คือ อุณหภูมิ pH ความชื้น ออกซิเจน โลหะ ฟอสเฟต และซัลเฟอร์-ไดออกไซด์

### 6.3 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

#### 6.3.1 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N)

จากการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมดทุก 3 วัน พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งสองสภาวะการบรรจุ โดยตัวอย่างหอยแครงรมควันในสภาวะบรรจุแบบ

บรรยากาศปกติ มีค่าเริ่มต้นเป็น 0.68 และเพิ่มขึ้นเป็น 5.49 เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บ (33 วัน) ส่วนตัวอย่างหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าเริ่มต้นเป็น 0.66 และเพิ่มขึ้นเป็น 5.32 เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน ดังภาพที่ 23



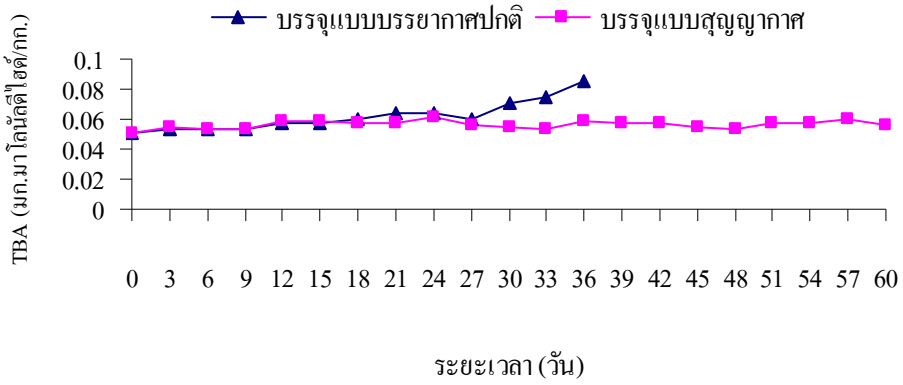

ภาพที่ 23 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ

Bank *et al.* (1980) กล่าวว่าสัตว์น้ำสดจะเริ่มมีคุณภาพไม่ดีเมื่อมีปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมดเกินกว่า 25 มิลลิกรัม/100 กรัม จากการวิเคราะห์ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมดของหอยแครงรมควันนั้นมีค่าต่ำถึงแม้ว่าจะเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 60 วัน อาจเนื่องมาจากสภาวะการเก็บและการบรรจุ ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะไปย่อยสลายโปรตีน

6.3.2 ค่า Thiobarbituric acid (TBA)

ค่า TBA เป็นค่าที่ใช้วัดความหืนของผลิตภัณฑ์ประมง Shinnhuber and Yu (1959) รายงานว่าการวิเคราะห์ค่า TBA เป็นวิธีวัดค่าความหืนของผลิตภัณฑ์ปลา เมื่อไขมันถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดมาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริก (2-Thiobarbituric acid) เกิดเป็นสารประกอบสีแดง จึงใช้ปฏิกิริยานี้ในการวัดค่าความหืนที่เกิดขึ้น ค่า TBA ของตัวอย่างหอยแครงรมควันในสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ มีค่าเริ่มต้นเป็น 0.051 และเพิ่มขึ้น เป็น 0.075 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บ (33 วัน) ส่วนตัวอย่างหอยแครงรมควันที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าเริ่มต้นเป็น 0.051 และเพิ่มขึ้นเป็น

0.056 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมเมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน ดังภาพที่ 24 จะเห็นได้ว่าสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติมีแนวโน้มค่า TBA สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพบรรยากาศปกติมีก๊าซออกซิเจนในปริมาณสูง โอกาสที่จะเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติจึงสูงกว่าที่บรรจุในสภาพสุญญากาศซึ่งมีปริมาณออกซิเจนต่ำ ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบสามารถรับกลิ่นหืนของหอยแครงรมควันได้เมื่อปริมาณ TBA มากกว่า 0.075 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม ภาณุวัฒน์ (2537) รายงานผลการศึกษาค่า TBA ของปลาเนื้ออ่อนรมควันว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.12 เป็น 2.68-3.11 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม ในสัปดาห์ที่ 6 สุพันธ์ (2548) รายงานผลการศึกษาค่า TBA ของปลาดุกอุยเทศรมควันว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดาเพิ่มสูงขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.025 เป็น 0.128 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม ในการบรรจุแบบธรรมดา และ 0.134 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม ในการบรรจุแบบสุญญากาศ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาข้างต้น




ภาพที่ 24 ค่า TBA ของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ

### 6.3 การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ มีปริมาณเริ่มต้น <30 โคโลนีต่อกรัม และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (33 วัน) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด $1.70 \times 10^3$ โคโลนีต่อกรัม ส่วนตัวอย่างในสภาวะบรรจุแบบสุญญากาศ ในวันที่เริ่มผลิตปรากฏว่ามีปริมาณเริ่มต้น <30 โคโลนีต่อกรัม เมื่อระยะเวลาการเก็บผ่านไป 24 วัน มีปริมาณ

$2.50 \times 10^2$ โคโลนีต่อกรัม และเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด $4.90 \times 10^3$ โคโลนีต่อกรัม ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยแครงรมควันบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ

| อายุการเก็บรักษา (วัน) | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) | |
|---|---|---|
| | บรรยากาศปกติ | สุญญากาศ |
| 0 | <30 | <30 |
| 3 | <30 | <30 |
| 6 | <30 | <30 |
| 9 | <30 | <30 |
| 12 | $3.00 \times 10^2$ | <30 |
| 15 | $2.05 \times 10^2$ | <30 |
| 18 | $2.30 \times 10^2$ | <30 |
| 21 | $4.20 \times 10^2$ | <30 |
| 24 | $3.00 \times 10^2$ | $2.50 \times 10^2$ |
| 27 | $7.00 \times 10^2$ | $2.80 \times 10^2$ |
| 30 | $1.15 \times 10^3$ | $2.50 \times 10^2$ |
| 33 | $1.70 \times 10^3$ | $2.30 \times 10^2$ |
| 36 | $2.95 \times 10^3$ | $3.80 \times 10^2$ |
| 39 | | $5.15 \times 10^2$ |
| 42 | | $8.30 \times 10^2$ |
| 45 | | $7.80 \times 10^2$ |
| 48 | | $1.18 \times 10^3$ |
| 51 | | $1.80 \times 10^3$ |
| 54 | | $2.70 \times 10^3$ |
| 57 | | $3.20 \times 10^3$ |
| 60 | | $4.90 \times 10^3$ |

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของทั้งสองสภาวะการบรรจุ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดยังไม่เกินกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารทะเลสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป คือ $5x10^4$ โคโลนี/กรัม (ฝ่ายตรวจรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, ม.ป.ป.)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ของผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ให้ผลดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

| จุลินทรีย์ | การพบและปริมาณจุลินทรีย์ |
|---|---|
| Total plate count (โคโลนี/กรัม) | < 30 |
| Coliform (MPN/กรัม) | < 3 |
| Faecal coliform (MPN/กรัม) | < 3 |
| *Escherichia coli* (MPN/กรัม) | < 3 |
| *Staphylococcus aureus* (MPN/กรัม) | < 3 |
| *Salmonella* spp. / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |
| *Vibrio cholerae* / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |
| *Vibrio parahaemolyticus* / ตัวอย่าง 1 กรัม | ไม่พบ |
| *Clostridium botulinum* / ตัวอย่าง 1 กรัม | ไม่พบ |
| *Clostridium perfringens* / ตัวอย่าง 25 กรัม | ไม่พบ |

**7. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน**

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน โดยการนำเสนอให้ทดสอบชิมและพิจารณาในบรรจุภัณฑ์ละ 100 กรัม ในราคาที่เสนอคือ 30 บาท ผู้ทดสอบเป็นผู้บริโภคทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 200 คน

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคได้ผลดังตารางที่ 31 โดยผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิงร้อยละ 55.5 เป็นเพศชายร้อยละ 44.5 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 38 รองลงมามีอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 25 อายุระหว่าง 10-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 14 อายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.5 และอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 10.5 อาชีพส่วนใหญ่เป็นข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจคิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมาคือพนักงานบริษัทเอกชนและค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 26.5 และ 16.5 ตามลำดับ มีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุดคือ ร้อยละ 50 รองลงมาคือสูงกว่าระดับปริญญาตรีและอนุปริญญา/ปวส. คิดเป็นร้อยละ 13.5 และ 12.5 ตามลำดับ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงมากกว่า 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 26.5 รองลงมาคือ 10,001-15,000 บาท และ 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 25.5 และ 20 ตามลำดับ

ผลการสอบถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบได้ผลดังตารางที่ 32 กล่าวคือ ผู้บริโภคมีความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง คือระดับความชอบเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าวเท่ากับ 7.05, 7.06, 7.40, 7.51, 7.40 และ 7.46 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน

ตารางที่ 31 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบหอยแครงรมควัน

| ปัจจัย | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| เพศ | | |
| ชาย | 89 | 44.5 |
| หญิง | 111 | 55.5 |
| รวม | 200 | 100 |
| อายุ | | |
| 10-20 ปี | 28 | 14 |
| 21-30 ปี | 76 | 38 |
| 31-40 ปี | 25 | 12.5 |
| 41-50 ปี | 50 | 25 |
| มากกว่า 50 ปี | 21 | 10.5 |
| รวม | 200 | 100 |

ตารางที่ 31 (ต่อ)

| ปัจจัย | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| อาชีพ | | |
| นักเรียน | 18 | 9 |
| นิสิต/นักศึกษา | 30 | 15 |
| ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ | 60 | 30 |
| พนักงานบริษัทเอกชน | 53 | 26.5 |
| ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว | 33 | 16.5 |
| อื่น ๆ | 6 | 3 |
| รวม | 200 | 100 |
| การศึกษา | | |
| ประถมศึกษา | 15 | 7.5 |
| มัธยมต้น | 14 | 7 |
| มัธยมปลาย/ปวช. | 19 | 9.5 |
| อนุปริญญา/ปวส. | 25 | 12.5 |
| ปริญญาตรี | 100 | 50 |
| สูงกว่าปริญญาตรี | 27 | 13.5 |
| รวม | 200 | 100 |
| รายได้ต่อเดือน | | |
| น้อยกว่า 5,000 บาท | 21 | 10.5 |
| 5,000-10,000 บาท | 40 | 20 |
| 10,001-15,000 บาท | 51 | 25.5 |
| 15,001-20,000 บาท | 35 | 17.5 |
| มากกว่า 20,0000 บาท | 53 | 26.5 |
| รวม | 200 | 100 |

ตารางที่ 32 คะแนนฉลี่ยระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน

| คุณลักษณะ | คะแนนฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | 7.05±0.87 |
| สี | 7.06±0.89 |
| กลิ่น | 7.40±0.85 |
| รสชาติ | 7.51±0.81 |
| เนื้อสัมผัส | 7.40±0.84 |
| ความชอบรวม | 7.46±0.81 |

ผลการสอบถามด้านการยอมรับของผู้บริโภคทั้งตัวบรรจุภัณฑ์และตัวผลิตภัณฑ์ได้ผลดังตารางที่ 33 พบว่าผู้บริโภคยอมรับตัวบรรจุภัณฑ์และตัวผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ในระดับปานกลางถึงมาก คือมีการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 และ 3.42 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ผลการสอบถามด้านราคา ถ้าตั้งราคาขาย 30 บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (100 กรัม) พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 96.5 เต็มใจซื้อ สำหรับผู้บริโภคที่ไม่เต็มใจซื้อในราคานี้ ต้องการที่จะซื้อในราคา 15 บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 71.43 และต้องการซื้อในราคา 20 บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 28.57 ของจำนวนผู้ที่ไม่เต็มใจซื้อในราคา 30 บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 34

ตารางที่ 33 ระดับการยอมรับบรรจุภัณฑ์และตัวผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

| ระดับความชอบ | บรรจุภัณฑ์ | | ตัวผลิตภัณฑ์ | |
|---|---|---|---|---|
| | ความถี่ (คน) | คะแนนระดับความชอบ | ความถี่ (คน) | คะแนนระดับความชอบ |
| 1 น้อยที่สุด | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2 น้อย | 27 | 54 | 25 | 50 |
| 3 ปานกลาง | 95 | 285 | 76 | 228 |
| 4 มาก | 67 | 268 | 77 | 308 |
| 5 มากที่สุด | 8 | 40 | 19 | 95 |
| รวม | 200 | 650 | 200 | 684 |
| ระดับความชอบเฉลี่ย | | 3.25 | | 3.42 |

ตารางที่ 34 ทัศนคติด้านราคาของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน ในราคา 30 บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (100 กรัม)

| ปัจจัย | ความถี่ (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ซื้อ | 193 | 96.5 |
| ไม่ซื้อ | 7 | 3.5 |
| เต็มใจซื้อในราคา | | |
| 15 บาท | 5 | 71.43 |
| 20 บาท | 2 | 28.57 |

# สรุปผลการทดลอง

1. จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภค พบว่า ผู้บริโภคสนใจจะซื้อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน คิดเป็นร้อยละ 89 โดยปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันคืออยากทดลองบริโภคคิดเป็นร้อยละ 35.06 รองลงมาคือมีคุณค่าทางโภชนาการ คิดเป็นร้อยละ 24.14 และความแปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 23.85

2. ขั้นตอนการผลิตหอยแครงรมควันที่เหมาะสม คือ นำหอยแครงมาแช่น้ำให้หอยคายโคลนออกมาประมาณ 30 นาที จากนั้นนำหอยมาลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที ซึ่งจะแกะเนื้อได้ง่ายและได้น้ำหนักเนื้อหอยสูง แกะเนื้อหอยออกจากเปลือก นำไปผสมกับเครื่องปรุงรส คือ เกลือร้อยละ 0.5 และน้ำตาลร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเนื้อหอย หมักทิ้งไว้ 30 นาที นำไปรมควันโดยใช้อุณหภูมิในการรมควันที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที นำมาคลุกผสมกับเครื่องเทศ คือ พริกไทยร้อยละ 1.25 ของน้ำหนักเนื้อหอย หมักทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำมันอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3. คุณภาพของผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน มีคุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ ค่า $a_w$ เท่ากับ 0.977 ค่าสี L* เท่ากับ 26.58 ค่า a* เท่ากับ 6.25 และค่า b* เท่ากับ 18.04 ส่วนคุณภาพด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 67.20, 16.50, 6.87, 2.33 และ 7.10 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด พบ < 30 โคโลนี/กรัม *E. coli* < 3 MPN/กรัม *S. aureus* < 3 MPN/กรัม ไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp., *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium botulinum* และ *C. perfringens*

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ในถุงพลาสติก PA/LDPE พบว่า ในสภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติสามารถเก็บได้นาน 33 วัน และสภาวะบรรจุแบบสุญญากาศสามารถเก็บได้นาน 60 วัน

5. การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก สำหรับผลการยอมรับบรรจุภัณฑ์และตัวผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก

# ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองใช้เครื่องเทศและสมุนไพรในการปรับปรุงกลิ่นรส พบว่า ให้กลิ่นรสที่ดี แต่เนื่องจากลักษณะการนำไปใช้เป็นแบบหั่นฝอยทำให้ลักษณะปรากฏที่ออกมาไม่น่ารับประทาน จึงควรปรับปรุงโดยใช้แบบอบแห้งและบดเป็นผง ซึ่งจะให้ลักษณะปรากฏที่น่ารับประทานกว่า และการใช้เครื่องเทศและสมุนไพรผสมกันมากกว่า 1 ชนิด น่าจะให้กลิ่นรสที่แปลกใหม่

2. จากผลการทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้เพียง 60 วัน ที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส จึงควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถเก็บได้นานขึ้น เช่น เก็บในสภาวะแช่เยือกแข็งหรือศึกษาปัจจัยในการทำให้ความชื้นลดลง

3. การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก จึงน่าจะสามารถศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้รับการยอมรับมากขึ้น เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีการใช้น้ำมันน้อยลง หรือ การพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ให้สวยงามเป็นที่ดึงดูดใจแก่ผู้บริโภคมากขึ้น

4. จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน จึงควรมีการศึกษาในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

# เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2544. **แผนยุทธศาสตร์หอยแครง ปี 2545-2549**. เอกสารประกอบการบรรยาย สัมมนา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. **สถิติการเพาะเลี้ยงหอยทะเล**. 2546. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 30 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2523. **อ้อย**. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 1. งานทะเบียนและประมวลสถิติ, กรุงเทพฯ. 244 น.

ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ. 2537. **การสำรวจความชุกชุมและการแพร่กระจายของพันธุ์หอยแครง บริเวณทะเลชายฝั่ง จังหวัดเพชรบุรี**. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 14/2537. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 24 น.

เฉลิม มหิทธกุล. 2521. **สมบัติของไม้**. แผนกวิชาวนศาสตร์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 120 น.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. **องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของอาหาร**. ฟอร์แมตพริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ. 261 น.

ธงชัย สุวรรณสิชณน์. 2531. **ปลาดุกรมควัน**. รายงานเทคนิควิจัย (PD499). ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 46 น.

นงนุช รักสกุลไทย. 2530. **กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 107 น.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ. 504 น.

ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2527. **กรรมวิธีอุตสาหกรรมประมง**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 251 น.

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2528. **$a_w$ กับอาหารและอาหาร IMF**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 94 น.

ฝ่ายตรวจรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. ม.ป.ป. **มาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารทะเล**. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงศ์. 2535. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำรมควัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พูนศักดิ์ แก้วนุกูล. 2526. "**สถานภาพการเลี้ยงหอยแครงในประเทศไทย**" วารสารการประมง. 5 (9): 431-443

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 302 น.

ภานุวัฒน์ ทรัพย์ปรุง. 2537. **การปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตปลาเนื้ออ่อนรมควันโดยใช้ชานอ้อย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ละอองวรรณ ศรีจันทร์. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์นครศรีธรรมราช. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช.

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2534. **ควันสำหรับรมอาหาร**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 147 น.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. **จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง**. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 240 น.

ยุทธ ฮั่นโสภา. 2528. **คำถาม-คำตอบเกี่ยวกับเรื่องหอยแครง**. เอกสารประกอบการสอนวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. ภาควิชาวาริชศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา

รัตนา อาจสมรรถ และ อิทธิพล แจ้งชัด. 2532. **การสกัดเซลลูโลสจากชานอ้อย**. รายงานโครงงานพิเศษ. ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 41 น.

สุนันท์ ทวยเจริญ. 2528. **ชีวประวัติเบื้องต้นของหอยแครง**. เอกสารประกอบการบรรยายในการอบรมหลักสูตรประมงจังหวัด. ภาควิชาการประมง รุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 11-23 มีนาคม 2528 ณ. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดสตูล ฝ่ายสำรวจแหล่งเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. (อัดสำเนา)

สุพันธ์ แสนกล้า. 2548. **ผลของเครื่องเทศบางชนิดต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาดุกอุยเทศรมควัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. **การเลี้ยงหอยแครงในประเทศไทย**. เอกสารเผยแพร่. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง. (อัดสำเนา)

Anderson, C.L. and R.K. Pedersen. 1951. The Preservation of Fish by Smoking and Drying**,** pp. 394-424. *In* D.K. Tressler and J.McW. Lenmon (eds.). **Marine Products of Commerce**. Reinhold Publishing Corporation, New York.

A.O.A.C. 1995. **Official Methods of Analysis**. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

A.O.C.S. 1997. **Sampling and Analysis of Commercial Fat and Oils**. Offcial Methods Cd19-90 Reapproved. 2 p.

A.P.H.A. 1992. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 3rd ed; American Public Health Association, Washington, D.C. 1219 p.

Banks, H., R. Nickelson and G. Finne. 1980. Shelflife Studies on Carbondioxide Package Finfish from the gulf of Mexico. **J. Food Sci**. 45: 157-162

Borgstrom, G. 1969. **Principle of Food Science**. Vol.1. The Macmillan Company, London. 397 p.

Chen, L. and P. Issenburg. 1972. Interaction of some wood smoke components with ε - amino group in proteins. **J. Agr. Food Chem**. 20 (6): 1113-1115.

Chichester, C.O. and H.D. Graham. 1973. **Microbial Safety of Fishery Products**. Academic Press, New York. 334 p.

Chupakhin, V and V. Dormenko. 1960. **Fish Processing Equipment**. Mir Publishers, Moscow. 534 p.

Daun, H. 1979. Interaction of wood smoke components and foods. **Food Tech**. (5): 66-71.

Dodds, K.L., M.H. Brodsky and D.W. Warburton. 1992. A retail survey of smoked ready-to-eat to determine their microbiological quality. **J. Food Protection**. 55: 208-210.

Dore, I. 1991. **Shellfish**. Van Nostrand Reinhold, New York. 240 p.

Erlandson, K. 1980. **Home Smoking and Curing**. How you can smokecure, salt and preserve fish and game. 2nd ed., Barrie & Jenkins, London. 119 p.

FAO. 1971. **Equipment and Methods for Improved Smoke-Drying of Fish in the Tropics**. FAO Fish. Tech. Pap. 104: 27.

FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. 1983. **Recommended International Code of Practice for Smoked Fish**. Food and Agriculture Organization of the United State Nation and World Health Organization, Rome. 35 p.

Gangolli, S.D. 1986. The Toxicology of Smoked Foods. **IFST Proc**. 19: 68-78.

Gilbert, J. and M.E. Knowles. 1975. The Chemistry of Foods: A Review. **J. Food Technol**. 10: 245-261.

Hall, G.M. 1992. **Fish Processing Technology**. VCH Publishing, Inc., New York. 342 p.

Ho, C.T. 1992. **Phenolic Compound in Food and Their Effect on Health I: Analysis, Occurrence and Chemistry**. American Chemistry Society, Washington, D.C. 338 p.

Labuza, T.P. 1982. **Shelf Life Dating of Food**. Food & Nutrition. Press, Inc., Westport, Connecticul.

Lartey, B.L. 1982. The Development of a Fish Smoker-Dryer, pp. 159-170. *In* **Proceedings of the FAO Expert Consultation on Fish Technology in Africa**. Casablanca, Morocco, 7-11 June 1982. FAO Fisheries Report No. 268. Rome.

Luck, E. and M. Jager. 1997. **Antimicrobial Food Additives: Characteristics, Uses, Effect**. Springers, Berlin. 260 p.

Mendoza, L.S. 1986. Traditional Methods of Smoking Fish in the Philippines, pp. 146-161. *In* A. Reilly and L.E. Barile (eds.). **Cured Fish Production in the Tropics**. College of Fisheries, University of the Philippines in the Visayas and Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Quezon City.

Motohiro, T. 1988. Effect of Smoking and Drying on the Nutritive Value of Fish: A Review of Japanese Studies, pp. 91-120. In J.R. Burt (ed.). **Fish Smoking and Drying: the Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish**. Elsevier Applied Science, London.

Nettelton, J.A. 1985. **Seafood Nutrition**: **Facts, Issues and Marketing of Nutrition in Fish and Shellfish**. Osprey Books, New York. 280 p.

Opstvedt, J. 1988. Influence of Drying and Smoking on Protein Quality, pp. 23-36. In J.R. Burt (ed.). **Fish Smoking and Drying: the Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish**. Elsevier Applied Science, London.

Pigott, G.M. and B.W. Tucker. 1990. **Seafood: Effect of Technology on Nutrition**. Marcel Dekker,Inc., New York. 362 p.

Poulter, R.G. 1988. Processing and Storage of Traditional Dried and Smoking Fish Products, pp. 85-89. *In* J.R. Burt. (ed.). **Fish Smoking and Drying: the Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish**. Elservier Applied Science, London.

Ruiter, A. 1979. Color of smoke food. **Food Tech**. 5: 54-63.

Rummelein, H.R. 1986. Smoking Fish: Experience in the Philippines and in Turkey, pp. 139-145. *In* A. Reilly and L.E. Barile (eds.). **Cured Fish Production in the Tropics**. College of Fisheries, University of the Philippines in the Visayas and Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Quezon City.

Shahidi, F. and J.R. Botta. 1994. **Seafood**: **Chemistry, Processing, Technology and Quality**. Blackies Academic & Professional, London. 342 p.

Shinnhuber, R.O. and T.C. Yu. 1958. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. **Food Technol**. 12: 9-12

Sikorski, Z.E. 1988. **Smoking of Fish and Carcinogens**, pp. 73-83. In J.R. Burt (ed.) Fish Smoking and Drying: the Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish. Elsevier Applied Science, London.

Sink, J.D. 1979. Effect of smoke processing on muscle food product characteristics. **Food Tech**. 5: 72 – 83.

Tanikawa, E. 1971. **Marine Products in Japan**. Koseisha Koseikaku Company, Tokyo. 507 p.

Torry Research Station. 1967. **Fish Handing and Processing**. Aberdeen Chemical Publishing Company, Inc., Aberdeen. 276 p.

Walker, E.A. 1976. Some facts and legislation concerning polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked foods, pp.1673-1684. *In* A. Rutkowski (ed.). **Advances in Smoking of Foods**. International Union of Pure and Applied Chemistry. A Wheaton & Co., Great Britain.

Zaitsev, V., I. Kizevetter, L. Lagunov, T. Makarova, L. Minder and V. Podsevalov. 1969. **Fish Curing and Processing**. Mir Puishing, Moscow. 329 p.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## ภาพผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันและตู้รมควันแบบควบคุมอุณหภูมิ

ภาพผนวกที่ ก1 ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

ภาพผนวกที่ ก2 ตู้รมควันแบบควบคุมอุณหภูมิ

ภาพผนวกที่ ก3 ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุแบบบรรยากาศปกติในถุงพลาสติก PA/LDPE

ภาพผนวกที่ ก4 ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควันบรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก PA/LDPE

# ภาคผนวก ข

## แบบสอบถาม

# แบบสอบถาม

เรื่อง: การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

โครงการวิทยานิพนธ์: การพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

คำชี้แจง: แบบสอบถามนี้เป็นงานวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมา จะไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

คำอธิบาย: ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน เป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน มีวิธีการทำโดยนำหอยแครงมาผสมเครื่องปรุง นำไปรมควัน ผสมเครื่องเทศ คลุกกับน้ำมันพืช วิธีการรับประทาน นำไปอุ่นในไมโครเวฟ 1-2 นาที นำมารับประทานเล่นหรือรับประทานกับข้าว

คำแนะนำ: กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมกับความคิดของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 10-20 ปี ( ) 21-30 ปี

( ) 31-40 ปี ( ) 41-50 ปี

( ) มากกว่า 50 ปี

3. การศึกษา

( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมต้น

( ) มัธยมปลาย/ปวช. ( ) อนุปริญญา/ปวส.

( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

( ) นักเรียน ( ) นิสิต/นักศึกษา

( ) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ของท่านต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,000 – 10,000 บาท

( ) 10,001 – 15,000 บาท ( ) 15,001 – 20,000 บาท

( ) มากกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2: ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์

6. ท่านเคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครงหรือไม่

( ) เคย (กรุณาตอบข้อ 7 – 12)

( ) ไม่เคย (กรุณาตอบข้อ 13)

เฉพาะผู้ที่เคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง

7. รูปแบบของอาหารจากหอยแครงที่ท่านเคยรับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) หอยแครงสด ( ) หอยแครงลวก

( ) หอยแครงเผา ( ) ยำหอยแครง

( ) หอยแครงทอดปรุงรส ( ) อื่นๆ โปรดระบุ……..

8. ท่านเคยบริโภคอาหารที่ทำจากหอยแครงจากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ปรุงรับประทานเองที่บ้าน ( ) ซื้อเป็นอาหารปรุงสำเร็จ

( ) รับประทานที่ร้านอาหาร/ภัตตาคาร ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

9. ความถี่ในการรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง

( ) ประจำ ระบุ

( ) 2 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) มากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) ครั้งคราว ระบุ

( ) 1 ครั้งต่อเดือน

( ) 2 -3 ครั้งต่อเดือน

( ) 4 ครั้งต่อเดือน

( ) นาน ๆ ครั้ง

10. ท่านชอบรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครงหรือไม่

( ) ชอบ (กรุณาตอบข้อ 11 ต่อไป)

( ) เฉย ๆ

( ) ไม่ชอบ (กรุณาตอบข้อ 12 ต่อไป)

11. เหตุผลที่ท่านชอบรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสชาติอร่อย ( ) มีคุณค่าทางโภชนาการ

( ) สะดวกต่อการรับประทาน ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ……..

12. เหตุผลที่ท่านไม่ชอบรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสชาติไม่อร่อย ( ) มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อหอยแครง

( ) แพ้อาหารทะเล ( ) ราคาแพง

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ……..

<u>เฉพาะผู้ที่ไม่เคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง</u>

13. เหตุใดท่านไม่เคยรับประทานอาหารที่ทำจากหอยแครง

( ) ไม่รู้จักหอยแครง

( ) ไม่อยากลอง

( ) คิดว่ารสชาติไม่อร่อย

( ) ราคาแพง

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ……...

<u>ตอนที่ 3</u>: ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

14. หากมีอาหารสำเร็จรูปที่ทำจากหอยแครง จำหน่ายในท้องตลาดแล้ว ท่านคิดว่าท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) หอยแครงรมควัน ( ) หอยแครงอบกรอบ

( ) หอยแครงทอดปรุงรส ( ) หอยแครงลวกบรรจุกระป๋อง

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ……..

15. ถ้ามีการผลิตหอยแครงรมควันสำเร็จรูปพร้อมบริโภค ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏแบบใด

( ) แห้งกรอบ ( ) เป็นมันวาว

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

16. ถ้ามีการผลิตหอยแครงรมควันสำเร็จรูปพร้อมบริโภค ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีแบบใด

( ) สีน้ำตาลเข้ม ( ) สีน้ำตาลอ่อน

( ) สีส้มอมเหลือง ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ…….....

17. ถ้ามีการผลิตหอยแครงรมควันสำเร็จรูปพร้อมบริโภค ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีระดับความเข้มด้านกลิ่นและรสชาติเท่าใด

| คุณลักษณะ | ระดับความเข้ม | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| รสหวาน | | | | | |
| รสเค็ม | | | | | |
| ความเผ็ด | | | | | |
| กลิ่นควัน | | | | | |
| กลิ่นเครื่องเทศ | | | | | |

ข้อเสนอแนะ……

18. ถ้าหากมีการปรุงกลิ่นรสหอยแครงรมควันด้วยเครื่องเทศ ท่านต้องการให้ใช้เครื่องเทศใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) พริกไทย ( ) ตะไคร้

( ) กระเทียม ( ) รากผักชี

( ) ข่า ( ) ใบมะกรูด

( ) ใบโหระพา ( ) ขิง

( ) ใบกระเพรา ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

19. ในอนาคตหากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ หอยแครงรมควันสำเร็จรูปพร้อมบริโภค ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวหรือไม่

( ) ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) อยากทดลองบริโภค ( ) มีความแปลกใหม่

( ) สะดวกต่อการบริโภค ( ) มีคุณค่าทางโภชนาการ

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ…….

( ) ไม่แน่ใจ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ไม่แน่ใจว่ารสชาติอร่อยหรือไม่

( ) ไม่แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์จะเก็บรักษาไว้ได้นานหรือไม่

( ) ไม่แน่ใจในรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ…….

( ) ไม่ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ไม่ชอบรับประทานหอยแครง

( ) ไม่ชอบรับประทานของรมควัน

( ) ไม่มั่นใจด้านกลิ่นและรสชาติ

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ…….

ข้อเสนอแนะ….. ……

ขอบพระคุณมากครับ

**********

**แบบสอบถาม**

**(การยอมรับของผู้บริโภค)**

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นงานสำรวจพฤติกรรมและการยอมรับของผู้บริโภคในการบริโภคผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของ นายอรรถพร สัมปชัญญสถิตย์ นิสิตปริญญาโทภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลที่ท่านกรุณาตอบมาจะไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน เป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน มีวิธีการทำโดยนำหอยแครงมาผสมเครื่องปรุง นำไปรมควัน ผสมเครื่องเทศ คลุกกับน้ำมันพืช วิธีการรับประทาน นำไปอุ่นในไมโครเวฟ 1-2 นาที นำมารับประทานเล่นหรือรับประทานกับข้าว

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

ผู้ทำวิจัย

**แบบสอบถาม**

**<u>คำแนะนำ</u>** : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ (  ) ข้างหน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดของท่านมากที่สุด

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

(  ) ชาย (  ) หญิง

2. อายุ

(  ) 10-20 ปี (  ) 21-30 ปี

(  ) 31-40 ปี (  ) 41-50 ปี

(  ) มากกว่า 50 ปี

3. การศึกษา

(  ) ประถมศึกษา (  ) มัธยมต้น

(  ) มัธยมปลาย/ปวช. (  ) อนุปริญญา/ปวส.

(  ) ปริญญาตรี (  ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

(  ) นักเรียน (  ) นิสิต/นักศึกษา

(  ) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (  ) พนักงานบริษัทเอกชน

(  ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว (  ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ของท่านต่อเดือน

(  ) น้อยกว่า 5,000 บาท (  ) 5,000 – 10,000 บาท

(  ) 10,001 – 15,000 บาท (  ) 15,001 – 20,000 บาท

(  ) มากกว่า 20,000 บาท

<u>ตอนที่ 2</u> ข้อมูลการทดสอบของผลิตภัณฑ์

6. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

| ปัจจัยคุณภาพ | ไม่ชอบมากที่สุด | ไม่ชอบมาก | ไม่ชอบปานกลาง | ไม่ชอบเล็กน้อย | เฉย ๆ | ชอบเล็กน้อย | ชอบปานกลาง | ชอบมาก | ชอบมากที่สุด |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | | | | | | | | | |
| สี | | | | | | | | | |
| กลิ่น | | | | | | | | | |
| รสชาติ | | | | | | | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | | | | | | | |
| ความชอบรวม | | | | | | | | | |

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้มากน้อยเพียงใด โปรดระบุการยอมรับ

| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
|---|---|---|---|---|---|
| บรรจุภัณฑ์ | | | | | |
| ตัวผลิตภัณฑ์ | | | | | |

8. ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ ถ้าจำหน่ายในราคา 30 บาทต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (100 กรัม/1 ถุง)

( ) ซื้อเพราะ.....

( ) ไม่ซื้อเพราะ.....

9. สำหรับท่านที่ตอบไม่ซื้อในราคา 30 บาท ท่านเต็มใจซื้อในราคา.....บาท

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

.....

..... ขอบคุณมากครับ

# ภาคผนวก ค
# แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

**แบบทดสอบผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน**

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ทดสอบ.....

**คำแนะนำ** : กรุณาชิมตัวอย่างพร้อมให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ดังคำแนะนำต่อไปนี้

| | | |
|---|---|---|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 7 = ชอบปานกลาง |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 5 = เฉย ๆ | 8 = ชอบมาก |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 6 = ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |

"กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง"

| รหัสตัวอย่าง / ลักษณะ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | | | | | |
| กลิ่น | | | | | |
| รสชาติ | | | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | | | |
| ความชอบรวม | | | | | |

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

**แบบทดสอบผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน**

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ทดสอบ.....

**คำแนะนำ** : กรุณาชิมตัวอย่างพร้อมให้ข้อคิดเห็นในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์โดยขีดเครื่องหมาย X ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

"กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง"

| รหัสตัวอย่าง | รสชาติ | ลดลงมาก | ลดลงปานกลาง | ลดลงเล็กน้อย | ไม่ต้องปรับปรุง | เพิ่มขึ้นเล็กน้อย | เพิ่มขึ้นปานกลาง | เพิ่มขึ้นมาก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | รสเค็ม | | | | | | | |
| | รสหวาน | | | | | | | |
| | รสเค็ม | | | | | | | |
| | รสหวาน | | | | | | | |
| | รสเค็ม | | | | | | | |
| | รสหวาน | | | | | | | |

**แบบทดสอบผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน**

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ทดสอบ.....

**คำแนะนำ** : กรุณาชิมตัวอย่างพร้อมให้ข้อคิดเห็นในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์โดยขีดเครื่องหมาย X ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

"กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง"

| รหัสตัวอย่าง | เครื่องเทศ | ลดลงมาก | ลดลงปานกลาง | ลดลงเล็กน้อย | ไม่ต้องปรับปรุง | เพิ่มขึ้นเล็กน้อย | เพิ่มขึ้นปานกลาง | เพิ่มขึ้นมาก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

**แบบทดสอบผลิตภัณฑ์หอยแครงรมควัน**

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ทดสอบ.....

**คำแนะนำ** : กรุณาชิมตัวอย่างพร้อมให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ดังคำแนะนำต่อไปนี้

| | | |
|---|---|---|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 7 = ชอบปานกลาง |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 5 = เฉย ๆ | 8 = ชอบมาก |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 6 = ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |

"กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง"

| รหัสตัวอย่าง / ลักษณะ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | | | | | |
| สี | | | | | |
| กลิ่นรสควัน | | | | | |
| กลิ่นรสเครื่องเทศ | | | | | |
| รสชาติ | | | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | | | |
| ความชอบรวม | | | | | |

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

**การให้คะแนนการยอมรับ (Scoring test)**

**ระดับคะแนนคุณภาพของหอยแครงรมควัน**

**คำแนะนำ:** กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ด้วยการดูลักษณะภายนอก ดมกลิ่น สัมผัสด้วยมือ และชิม แล้วให้คะแนนคุณภาพ ตามคำอธิบายดังนี้

1. ลักษณะภายนอกภาชนะบรรจุ

(สำหรับภาชนะบรรจุแบบสุญญากาศ)

ระดับคะแนน 1 = เกิดความผิดปกติของภาชนะบรรจุ เช่น มีอากาศภายในมาก หรือมีจุดรา / แบคทีเรียบนผลิตภัณฑ์

2 = มีอากาศภายในภาชนะบรรจุ

3 = มีอากาศภายในภาชนะบรรจุเล็กน้อย

4 = ภาชนะบรรจุปกติ / ผลิตภัณฑ์ภายในมีสีเข้มขึ้นหรือซีดจางลง

5 = ภาชนะบรรจุปกติ (ภาชนะแนบติดกับผลิตภัณฑ์ ไม่มีอากาศในภาชนะบรรจุ) / ผลิตภัณฑ์ยังคงสภาพเดิม

(สำหรับภาชนะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ)

ระดับคะแนน 1 = เกิดความผิดปกติของภาชนะบรรจุ เช่น มีอากาศภายในมาก หรือมีจุดรา / แบคทีเรียบนผลิตภัณฑ์

2 = มีอากาศภายในภาชนะบรรจุมาก ถุงโป่งพองจนกดไม่ลง

3 = มีอากาศภายในภาชนะบรรจุมาก ถุงโป่งพองกดแล้วยุบตัว

4 = ภาชนะบรรจุปกติ / ผลิตภัณฑ์ภายในมีสีเข้มขึ้นหรือซีดจางลง

5 = ภาชนะบรรจุปกติ (มีอากาศภายในภาชนะเล็กน้อย) / ผลิตภัณฑ์ยังคงสภาพเดิม

2. การทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.1 ลักษณะที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าและการสัมผัสด้วยมือ

ระดับคะแนน 1 = พบจุดรา / แบคทีเรีย หรือ เป็นเมือกเมื่อสัมผัส

2 = สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้นหรือซีดลงมาก

3 = สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้นหรือลดลง

4 = สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อย

5 = ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปกติคงเดิม

2.2 กลิ่น

ระดับคะแนน 1 = กลิ่นเหม็นเน่า / กลิ่นเปรี้ยวที่แสดงการเสื่อมเสีย / หืนมาก

2 = กลิ่นหืน

3 = กลิ่นหืนเล็กน้อย

4 = กลิ่นปกติไม่มีการเสื่อมเสีย

5 = กลิ่นหอมชวนรับประทาน

2.3 รสชาติ

ระดับคะแนน 1 = มีรสชาติผิดปกติ เช่น เปรี้ยว

2 = รสชาติจืดชืด

3 = เกิดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติ เช่น ความเข้มของรสชาติลดลงหรือมีรสผิดธรรมชาติ

4 = รสชาติดี

5 = รสชาติอร่อยชวนรับประทาน

2.4 เนื้อสัมผัส

ระดับคะแนน 1 = เนื้อหอยเป็นเมือก

2 = เนื้อหอยยุ่ยหรือเหนียวมาก

3 = เนื้อหอยยุ่ยหรือเหนียว

4 = เนื้อหอยยุ่ยหรือเหนียวเล็กน้อย

5 = เนื้อหอยเหนียวนุ่มพอเหมาะ

2.5 การยอมรับ

ระดับคะแนน 1 = เมื่อไม่ยอมรับทุกลักษณะ

2 = เมื่อไม่ยอมรับ 3 ใน 5 ลักษณะ

3 = เมื่อไม่ยอมรับ 2 ใน 5 ลักษณะ

4 = เมื่อไม่ยอมรับ 1 ใน 5 ลักษณะ

5 = เมื่อยอมรับทุกลักษณะ

(โปรดระบุลักษณะที่ไม่ยอมรับ……..)

**ระดับคะแนนคุณภาพของหอยแครงรมควัน**

**คำแนะนำ** : กรุณาดูคุณลักษณะต่าง ๆ และให้คะแนนตามใบระดับคะแนนคุณภาพของหอยแครงรมควันที่แนบมา

| ลักษณะ / รหัสตัวอย่าง | | | |
|---|---|---|---|
| 1. ลักษณะภายนอกภาชนะบรรจุ | | | |
| 2.1 ลักษณะที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าและการสัมผัสด้วยมือ | | | |
| 2.2 กลิ่น | | | |
| 2.3 รสชาติ | | | |
| 2.4 เนื้อสัมผัส | | | |
| 2.5 การยอมรับ | | | |
| (โปรดระบุคุณลักษณะที่**ไม่**ยอมรับ) | | | |

# ภาคผนวก ง

## วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา

## วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

### 1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ลงในถาดอลูมิเนียม เกลี่ยตัวอย่างให้สม่ำเสมอ นำไปหาความชื้นด้วยเครื่อง Infrared Moisture Determination Balance (AD-4712) โดยใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที หรือรอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าความชื้นได้คงที่ จดบันทึกค่าความชื้นที่อ่านได้จากเครื่อง

### 2. การวิเคราะห์ค่า TBA (AOCS. 1997)

**<u>สารเคมี</u>**

1. 1-butanol บริสุทธิ์ มีน้ำไม่เกิน 0.5 %
2. 2-Thiobarbituric acid (AR grade)
3. สารละลาย TBA เตรียมโดยละลาย 2-Thiobarbituric acid ปริมาณ 200 มิลลิกรัม ใน 1-butanol ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ค้างคืนหรือใช้เครื่องอัลตราโซนิก ช่วยในการละลาย จากนั้นนำมากรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยง ปรับปริมาตรโดยใช้ 1-butanol

**<u>วิธีการ</u>**

ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 50-200 มิลลิกรัมก ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติม 1-butanol ลงไปเล็กน้อยเพื่อละลายตัวอย่าง จากนั้นปรับปริมาตรโดย 1-butanol ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่แห้งและมีจุกแก้วสำหรับปิด จากนั้นปิเปตสารละลาย TBA ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ลงไป ปิดจุกแก้ว แล้วผสมให้เข้ากันดี จากนั้นนำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำหลอดตัวอย่างขึ้นมาทำให้อุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิห้อง โดยการให้น้ำไหลผ่านเพื่อลดความร้อน นำสารละลายที่ได้ใส่ใน cuvette ขนาด 10 มิลลิเมตร วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น reference cell และเตรียม blank พร้อมกับตัวอย่างด้วย โดยค่าของ blank ไม่ควรเกิน 0.1

การคำนวณ TBA value (mg.malonaldehyde/kg.) = $\frac{[50 \times (A-B)]}{m}$

A = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ blank

m = น้ำหนักเป็น มก. ของตัวอย่าง

50 = ค่าตัวแปรเมื่อใช้ volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร และใช้ cuvette ขนาด 10 มิลลิเมตร

## วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

### 1. การวิเคราะห์ค่า water activity ($a_w$) (Thermoconstanter Novasina)

เตรียมตัวอย่างใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่า $a_w$ (Thermoconstanter Novasina Model TH 200) ใช้เวลาประมาณ 50 นาที หรือรอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่า $a_w$ ของตัวอย่างคงที่ จดบันทึกค่า $a_w$ ที่อ่านได้จากเครื่อง

### 2. การวัดค่าสี L*, a*, b* (Spectrophotometer Minolta CM-3500d)

เตรียมตัวอย่างทั้งตัววางลงบนพลาสติกใส นำไปวางในตำแหน่งที่วัดสีของเครื่องวัดสี (Spectrophotometer Minolta CM-350d) ทำการวัดสีแล้วอ่านค่าที่ได้จากเครื่อง โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 6 ซ้ำ

## วิธีวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

### 1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995)

1.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ เทสารละลายฟอสเฟต-บัฟเฟอร์ (pH 7.2) 225 มิลลิลิตรลงไป เพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1 : 10

1.2 นำไปตีป่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที

1.3 ปิเปตตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH 7.2) 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ

1.4 ปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อโดยทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

1.5 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar ที่หลอมเหลว และมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส 15-20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากับตัวอย่างอาหารอย่างทั่วถึง

1.6 ปล่อยทิ้งให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อ

1.7 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

1.8 นับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี

**2. วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Coliform, Faecal coliform และ *Escherichia coli* (AOAC, 1995)**

2.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

2.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มีอาหาร Lauryl sulfate tryptose broth 10 มิลลิลิตร ทำระดับความเจือจางละ 5 หลอด

2.3 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.4 ตรวจดูหลอดที่ให้ผลบวก โดยจะเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ (Presumptive test)

2.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซ ลงใน Brilliant green lactose bile (BGLB) broth และ EC. broth

2.5.1 BGLB broth นำไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมดในขั้นนี้ (Confirm test) นำไปหาค่า MPN ของ Faecal coliform จากตาราง MPN

2.5.2 EC. broth นำไปบ่มในหม้ออังไอน้ำ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 44.5±0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมด นำไปหาค่า MPN ของ Faecal coliform จากตาราง MPN

2.6 การตรวจหา *E. coli*

2.6.1 ใช้ลูปแตะเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในข้อ 2.5.2 streak ลงบน Eosin methylene blue (EMB) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.6.2 เลือกโคโลนีซึ่งมีสีเข้มคล้ำ อาจมีเงาโลหะหรือไม่มีก็ได้ ถ่ายเชื้อลงใน NA slant บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.6.3 ทดสอบปฏิกิริยา IMViC ได้แก่

Indole production ถ่ายเชื้อลงใน Tryptophane broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบการสร้างอินโดล โดยเติม Kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดถ้าเกิดสีชมพูหรือสีแดงที่ผิวหน้า แสดงว่าปฏิกิริยาให้ผลบวก Voges-Proskauer-reactive compounds ถ่ายเชื้อลงใน MR-VP medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ปิเปตเชื้อ 0.7 มิลลิลิตร ลงในจานกระเบื้องหลุมสีขาว เติมสารละลาย α-napthol 0.1 มิลลิลิตร 40 % KOH 0.1 มิลลิลิตรและเกล็ด creatine 2-3 เกล็ด ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นแสดงว่าให้ผลบวก Methyl red reactive compounds โดยบ่มเชื้อในหลอด MR-WP medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากทำการทดสอบปฏิกิริยา Voges-Proskauer แล้ว จากนั้นตรวจสอบปฏิกิริยาโดยเติมสารละลายเมธิลเรด 5 หยดลงในหลอด เมื่อมีสีแดงเกิดขึ้น แสดงว่าให้ผลบวก ถ้าเกิดสีเหลืองแสดงว่าให้ผลลบ Citrate utilization ถ่ายเชื้อลงใน Koser's citrate broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะขุ่นแสดงว่าให้ผลบวก

2.6.4 ย้อมสีแบบแกรม

2.6.5 คำนวณค่า MPN ของ *E. coli* ต่อกรัมของอาหาร จากหลอดที่ทดสอบแล้วว่ามีแบคทีเรียรูปท่อน ติดสีแกรมลบ และให้ผลการทดสอบ IMViC เป็น ++-- หรือ --++

**3. วิธีวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* (AOAC, 1995)**

3.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

3.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงใน 10 % NaCl TSB 10 มิลลิลิตร บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.3 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Mannitol salted egg yolk (MSEY) agar และ Baird parker (BP) agar เกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

3.4 สังเกตโคโลนีของ *Staphylococcus* spp. ซึ่งอยู่บน MSEY agar โคโลนีสีนวลหรือสีเหลืองรอบ ๆ มีโซนใส และบน BP agar โคโลนีมีสีดำเป็นมัน มีขอบ ตกตะกอนรอบ ๆ

3.5 ทดสอบเอนไซม์ Coagulase โดยตรวจการแข็งตัวของน้ำเลือด เชื้อที่ให้ผลทดสอบเอนไซม์ coagulase เป็นผลบวก จัดเป็น *S. aureus*

**4. วิธีวิเคราะห์ *Salmonella* spp. (AOAC., 1995)**

4.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ เติม Trypticase soy broth 225 มิลลิลิตร ตีป่น 25 นาที แล้วนำไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงใน Selenite cystine broth 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.3 Streak ลงบน Xylose lysine decarboxylase (XLD) agar และ Salmonella shigella (SS) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.4 ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะของ Salmonella บน SS agar โคโลนีจะไม่มีสีขุ่นหรือทึบอาจมี หรือ ไม่มีจุดสีดำตรงกลาง ส่วนบน XLD agar โคโลนีใส อาจมีหรือไม่มีจุดสีดำตรงกลางเช่นเดียวกัน อาหารเลี้ยงเชื้อรอบ ๆ จะมีสีบานเย็น

4.5 ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีบางประการ โดยเขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่สงสัย ลงในอาหารเพาะเชื้อต่อไปนี้ บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.5.1 Triple sugar iron agar เชื้อ Salmonella จะให้ผลบวกดังนี้ เกิดด่างที่ slant (สีแดง) เกิดกรดที่ Butt (สีเหลือง) อาจจะสร้างหรือไม่สร้างก๊าซและ $H_2S$ ก็ได้

4.5.2 Lysine indole motility medium เชื้อ Salmonella จะให้ผลการทดสอบเป็น lysine + indole - และ motility +

4.5.3 Urea agar เชื้อ Salmonella จะไม่สร้าง Urease อาหารจะไม่เปลี่ยนสี

4.6 ทดสอบการตกตะกอนด้วย Salmonella antiserum

4.7 เชื้อที่ให้ผลการทดสอบทางชีวเคมีที่แสดงว่าเป็น Salmonella และตกตะกอนกับ antiserum จัดว่าเป็น *Salmonella* spp.

**5. วิธีวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* (A.P.H.A, 1992)**

5.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

5.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Tryptose sulfite cyclocerine (TSC) agar หรือ Shahidi Ferguson perfringens (SFP) agar เกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร

5.3 บ่มในโถบ่มไร้อากาศที่อุณหภูมิ 35-34 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.4 นับจำนวนโคโลนีสีดำ และมีโซนขุ่นล้อมรอบ (เป็นจำนวนในขั้น Presumptive) นำมาทดสอบยืนยัน

5.5 ถ่ายเชื้อลง Thioglycollate broth บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.5.1 Stab ลง Motility nitrate medium บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *C. perfringens* ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการเจริญจะเกิดเฉพาะตามรอยแทงของลูปเท่านั้น ทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นไนไตร์ทจะทำให้ปฏิกิริยากับน้ำยาทดสอบให้สีแดง ในกรณีที่การทดสอบครั้งแรกได้ผลลบ ให้บ่มหลอดเชื้ออีกหนึ่งหลอดต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบซ้ำ

5.5.2 Stab ลง Lactose gelatin medium บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *C. perfringens* สามารถเฟอร์เมนต์แลคโตส เกิดฟองก๊าซและมีกรดเกิดขึ้น ทำให้อาหารเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง และมีเอนไซม์ย่อยเจลาตินได้ โดยแช่หลอดในน้ำแข็งประมาณ 30 นาที เจลาตินที่ถูกย่อยสลายแล้วจะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง

# ภาคผนวก จ

## ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติและตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ จ1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 41.706 | 2.195 | 1.783* |
| | อุณหภูมิ (A) | 1 | 0.352 | 0.352 | 0.286$^{ns}$ |
| | เวลา (B) | 2 | 13.279 | 6.640 | 5.392** |
| | A x B | 2 | 1.429 | 0.715 | 0.580$^{ns}$ |
| | Error | 95 | 116.981 | 1.231 | |
| กลิ่น | ผู้ทดสอบ | 19 | 42.623 | 2.243 | 1.733* |
| | อุณหภูมิ (A) | 1 | 1.519 | 1.519 | 1.173$^{ns}$ |
| | เวลา (B) | 2 | 2.138 | 1.069 | 0.826$^{ns}$ |
| | A x B | 2 | 8.750 | 4.375 | 0.34$^{ns}$ |
| | Error | 95 | 122.965 | 1.294 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 40.783 | 2.146 | 1.643$^{ns}$ |
| | อุณหภูมิ (A) | 1 | 0.833 | 0.833 | 0.638$^{ns}$ |
| | เวลา (B) | 2 | 47.288 | 23.644 | 18.101** |
| | A x B | 2 | 4.204 | 2.102 | 1.609$^{ns}$ |
| | Error | 95 | 124.092 | 1.306 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 46.967 | 2.472 | 2.196** |
| | อุณหภูมิ (A) | 1 | 0.533 | 0.533 | 0.474$^{ns}$ |
| | เวลา (B) | 2 | 13.067 | 6.533 | 5.804** |
| | A x B | 2 | 0.467 | 0.233 | 0.207$^{ns}$ |
| | Error | 95 | 106.933 | 1.126 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 31.990 | 1.684 | 2.206** |
| | อุณหภูมิ (A) | 1 | 0.252 | 0.252 | 0.330$^{ns}$ |
| | เวลา (B) | 2 | 18.763 | 9.381 | 12.293** |
| | A x B | 2 | 1.029 | 0.515 | 0.674$^{ns}$ |
| | Error | 95 | 72.498 | 0.763 | |

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ2 ค่าความชื้น ค่า $a_w$ และค่าสีเฉลี่ยของตัวอย่างหอยแครงรมควันที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

| อุณหภูมิและเวลา | ความชื้น | $a_w$ | ค่าสี | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (ns) | L* | a* | b* |
| 55 องศา 5 นาที | $66.69^{a}$ | 0.976 | $24.78^{d}$ | $6.71^{b}$ | $14.47^{ab}$ |
| 55 องศา 10 นาที | $65.19^{b}$ | 0.975 | $28.89^{a}$ | $6.62^{b}$ | $16.18^{ab}$ |
| 55 องศา 15 นาที | $63.70^{c}$ | 0.975 | $26.97^{bc}$ | $6.87^{b}$ | $15.63^{ab}$ |
| 60 องศา 5 นาที | $64.49^{bc}$ | 0.976 | $26.47^{c}$ | $6.30^{b}$ | $13.51^{b}$ |
| 60 องศา 10 นาที | $63.46^{c}$ | 0.976 | $28.28^{ab}$ | $8.09^{a}$ | $18.09^{a}$ |
| 60 องศา 15 นาที | $61.72^{d}$ | 0.975 | $28.06^{ab}$ | $6.60^{b}$ | $15.38^{ab}$ |
| ตัวอย่างควบคุม | $67.31^{a}$ | 0.977 | $27.16^{bc}$ | $7.02^{b}$ | $16.12^{ab}$ |

หมายเหตุ a,…, d ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ:น้ำตาล เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.00:0.00, 0.00:1.00, 0.25:0.75, 0.50:0.50, 0.75:0.25 และ 1.00:0.00 (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 18.200 | 0.958 | $0.89^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 5 | 13.867 | 2.773 | 2.588* |
| | Error | 95 | 101.800 | 1.072 | |
| กลิ่น | ผู้ทดสอบ | 19 | 19.092 | 1.005 | $1.011^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 5 | 7.042 | 1.408 | $1.416^{ns}$ |
| | Error | 95 | 94.458 | 0.994 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 12.092 | 0.636 | $0.650^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 5 | 9.542 | 1.908 | $1.950^{ns}$ |
| | Error | 95 | 92.958 | 0.979 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 27.706 | 1.458 | $1.618^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 5 | 9.910 | 1.982 | $2.199^{ns}$ |
| | Error | 95 | 85.631 | 0.901 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 11.523 | 0.606 | $0.775^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 5 | 12.060 | 2.412 | 3.083* |
| | Error | 95 | 74.315 | 0.782 | |

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ4 ค่าความชื้น ค่า$a_w$ และค่าสีเฉลี่ยของตัวอย่างหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ:น้ำตาล

| สูตรเครื่องปรุง | | ความชื้น | $a_w$ | ค่าสี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เกลือ | น้ำตาล | | (ns) | L* | a* | b* |
| 0.00% | 0.00% | 66.85$^{a}$ | 0.977 | 26.58$^{b}$ | 6.25$^{b}$ | 15.75$^{ab}$ |
| 0.00% | 1.00% | 66.64$^{a}$ | 0.976 | 28.72$^{a}$ | 7.67$^{a}$ | 18.47$^{a}$ |
| 0.25% | 0.75% | 65.15$^{b}$ | 0.977 | 27.44$^{b}$ | 6.52$^{b}$ | 15.83$^{ab}$ |
| 0.50% | 0.50% | 64.71$^{bc}$ | 0.977 | 24.60$^{c}$ | 6.28$^{b}$ | 13.4$^{b}$ |
| 0.75% | 0.25% | 64.50$^{bc}$ | 0.978 | 24.58$^{c}$ | 6.38$^{b}$ | 13.76$^{b}$ |
| 1.00% | 0.00% | 64.13$^{c}$ | 0.978 | 23.06$^{d}$ | 6.21$^{b}$ | 13.34$^{b}$ |

หมายเหตุ a,…, d ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณเกลือ:น้ำตาล เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.50:0.50, 0.75:0.75 และ 1.00:1.00 (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 7.517 | 0.396 | $0.664^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 2 | 2.033 | 1.017 | $1.707^{ns}$ |
| | Error | 38 | 22.633 | 0.596 | |
| กลิ่น | ผู้ทดสอบ | 19 | 14.858 | 0.782 | $1.147^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 2 | 1.000 | 5.000 | $0.073^{ns}$ |
| | Error | 38 | 25.900 | 0.682 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 13.517 | 0.711 | $1.051^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 2 | 4.933 | 2.467 | 3.642* |
| | Error | 38 | 25.733 | 0.677 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 16.267 | 0.856 | $1.518^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 2 | 1.233 | 0.617 | $1.093^{ns}$ |
| | Error | 38 | 21.433 | 0.564 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 11.579 | 0.609 | $0.911^{ns}$ |
| | เกลือ:น้ำตาล | 2 | 4.758 | 2.379 | 3.558* |
| | Error | 38 | 25.408 | 0.669 | |

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 20.700 | 1.089 | $1.590^{ns}$ |
| | เครื่องเทศ | 5 | 7.567 | 1.513 | $2.208^{ns}$ |
| | Error | 95 | 65.100 | 0.685 | |
| กลิ่น | ผู้ทดสอบ | 19 | 30.833 | 1.623 | 1.566ns |
| | เครื่องเทศ | 5 | 33.867 | 6.773 | 6.535** |
| | Error | 95 | 98.467 | 1.036 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 16.758 | 0.882 | $1.016^{ns}$ |
| | เครื่องเทศ | 5 | 25.700 | 5.140 | 5.921** |
| | Error | 95 | 82.467 | 0.868 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 14.375 | 0.757 | $1.011^{ns}$ |
| | เครื่องเทศ | 5 | 5.650 | 1.130 | $1.510^{ns}$ |
| | Error | 95 | 71.100 | 0.748 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 18.368 | 0.967 | $1.429^{ns}$ |
| | เครื่องเทศ | 5 | 22.420 | 4.484 | 6.627** |
| | Error | 95 | 64.280 | 0.677 | |

หมายเหตุ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ7 ค่าความชื้น ค่า$a_w$ และค่าสีเฉลี่ยของตัวอย่างหอยแครงรมควันที่แปรชนิดเครื่องเทศ

| เครื่องเทศ | ความชื้น | $a_w$ | ค่าสี | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (ns) | L* | a* | b* |
| กระเทียม (5%) | 65.78$^{ab}$ | 0.976 | 26.50$^{a}$ | 5.72$^{ab}$ | 9.68$^{bcd}$ |
| ตะไคร้ (5%) | 65.08$^{b}$ | 0.976 | 23.40$^{b}$ | 3.68$^{b}$ | 6.76$^{d}$ |
| พริกไทย (1%) | 65.50$^{ab}$ | 0.977 | 22.40$^{b}$ | 5.93$^{ab}$ | 13.04$^{ab}$ |
| ใบโหระพา (5%) | 65.89$^{a}$ | 0.976 | 22.43$^{b}$ | 4.75$^{b}$ | 8.96$^{cd}$ |
| ใบมะกรูด (5%) | 65.83$^{ab}$ | 0.976 | 24.51$^{ab}$ | 7.38$^{a}$ | 13.68$^{a}$ |
| ใบกระเพรา (5%) | 65.83$^{ab}$ | 0.977 | 23.50$^{b}$ | 7.97$^{a}$ | 11.66$^{abc}$ |

หมายเหตุ a,…, d ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันที่แปรปริมาณพริกไทยและใบโหระพา

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 13.758 | 0.724 | 1.156$^{ns}$ |
| | เครื่องเทศ | 5 | 15.342 | 3.068 | 4.900** |
| | Error | 95 | 59.492 | 0.626 | |
| กลิ่น | ผู้ทดสอบ | 19 | 15.825 | 0.833 | 0.944$^{ns}$ |
| | เครื่องเทศ | 5 | 13.675 | 2.735 | 3.100* |
| | Error | 95 | 83.825 | 0.882 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 25.000 | 1.316 | 1.603$^{ns}$ |
| | เครื่องเทศ | 5 | 11.667 | 2.333 | 2.842* |
| | Error | 95 | 78.000 | 0.821 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 25.273 | 1.330 | 2.031** |
| | เครื่องเทศ | 5 | 10.660 | 2.132 | 3.256* |
| | Error | 95 | 62.215 | 0.655 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 21.106 | 1.111 | 1.834* |
| | เครื่องเทศ | 5 | 7.985 | 1.597 | 2.636* |
| | Error | 95 | 57.556 | 0.606 | |

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 11.784 | 0.620 | 1.947* |
| | แช่น้ำมันร้อน 80 °ซ | 3 | 6.034 | 2.011 | 6.316** |
| | Error | 57 | 18.153 | 0.318 | |
| สี | ผู้ทดสอบ | 19 | 11.284 | 0.594 | 2.089* |
| | แช่น้ำมันร้อน 80 °ซ | 3 | 2.734 | 0.911 | 3.206* |
| | Error | 57 | 16.203 | 0.284 | |
| กลิ่นควัน | ผู้ทดสอบ | 19 | 25.738 | 1.355 | 3.839** |
| | แช่น้ำมันร้อน 80 °ซ | 3 | 4.137 | 1.379 | 3.909* |
| | Error | 57 | 20.113 | 0.353 | |
| กลิ่นเครื่องเทศ | ผู้ทดสอบ | 19 | 42.684 | 2.247 | 4.690** |
| | แช่น้ำมันร้อน 80 °ซ | 3 | 4.384 | 1.461 | 3.051* |
| | Error | 57 | 27.303 | 0.479 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 12.637 | 0.665 | $1.564^{ns}$ |
| | แช่น้ำมันร้อน 80 °ซ | 3 | 15.013 | 5.004 | 11.768** |
| | Error | 57 | 24.238 | 0.425 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 25.762 | 1.356 | 2.675** |
| | แช่น้ำมันร้อน 80 °ซ | 3 | 16.237 | 5.412 | 10.680** |
| | Error | 57 | 28.888 | 0.507 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 13.484 | 0.710 | 2.576** |
| | แช่น้ำมันร้อน 80 °ซ | 3 | 19.609 | 6.536 | 23.726** |
| | Error | 57 | 15.703 | 0.275 | |

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือด ที่เวลาต่าง ๆ (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 18.737 | 0.986 | 2.221* |
| | ต้มในน้ำเดือด | 3 | 5.938 | 1.979 | 4.457** |
| | Error | 57 | 25.312 | 0.444 | |
| สี | ผู้ทดสอบ | 19 | 33.300 | 1.753 | 3.469** |
| | ต้มในน้ำเดือด | 3 | 2.700 | 0.900 | $1.781^{ns}$ |
| | Error | 57 | 28.800 | 0.505 | |
| กลิ่นควัน | ผู้ทดสอบ | 19 | 10.312 | 0.543 | $0.927^{ns}$ |
| | ต้มในน้ำเดือด | 3 | 5.013 | 1.671 | 2.855* |
| | Error | 57 | 33.363 | 0.585 | |
| กลิ่นเครื่องเทศ | ผู้ทดสอบ | 19 | 23.659 | 1.245 | $1.767^{ns}$ |
| | ต้มในน้ำเดือด | 3 | 17.759 | 5.920 | 8.398** |
| | Error | 57 | 40.178 | 0.705 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 9.409 | 0.495 | $0.629^{ns}$ |
| | ต้มในน้ำเดือด | 3 | 19.834 | 6.611 | 8.402** |
| | Error | 57 | 44.853 | 0.787 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 7.075 | 0.372 | $0.606^{ns}$ |
| | ต้มในน้ำเดือด | 3 | 22.375 | 7.458 | 12.146** |
| | Error | 57 | 35.000 | 0.614 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 5.262 | 0.277 | $0.344^{ns}$ |
| | ต้มในน้ำเดือด | 3 | 31.263 | 10.421 | 12.951** |
| | Error | 57 | 45.863 | 0.805 | |

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหอยแครงรมควันเปรียบเทียบแบบบรรจุในถุงพลาสติกต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 15 นาที กับแช่ในน้ำมันร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (ผู้ทดสอบ 20 คน)

| ลักษณะทดสอบ | SOV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|---|
| ลักษณะปรากฏ | ผู้ทดสอบ | 19 | 16.100 | 0.847 | 2.477* |
| | ตัวอย่าง | 1 | 2.500 | 2.500 | 7.308* |
| | Error | 19 | 6.500 | 0.342 | |
| สี | ผู้ทดสอบ | 19 | 20.600 | 1.084 | 2.543* |
| | ตัวอย่าง | 1 | 0.900 | 0.900 | $2.111^{ns}$ |
| | Error | 19 | 8.100 | 0.426 | |
| กลิ่นควัน | ผู้ทดสอบ | 19 | 11.119 | 0.585 | $1.226^{ns}$ |
| | ตัวอย่าง | 1 | 5.625 | 5.625 | $0.118^{ns}$ |
| | Error | 19 | 9.069 | 0.477 | |
| กลิ่นเครื่องเทศ | ผู้ทดสอบ | 19 | 26.869 | 1.414 | 3.269* |
| | ตัวอย่าง | 1 | 1.406 | 1.406 | $3.251^{ns}$ |
| | Error | 19 | 8.219 | 0.433 | |
| รสชาติ | ผู้ทดสอบ | 19 | 14.469 | 0.762 | $2.004^{ns}$ |
| | ตัวอย่าง | 1 | 3.906 | 3.906 | 10.281** |
| | Error | 19 | 7.219 | 0.380 | |
| เนื้อสัมผัส | ผู้ทดสอบ | 19 | 13.369 | 0.704 | 2.746* |
| | ตัวอย่าง | 1 | 2.756 | 2.756 | 10.756** |
| | Error | 19 | 4.869 | 0.256 | |
| ความชอบรวม | ผู้ทดสอบ | 19 | 14.319 | 0.754 | 2.180* |
| | ตัวอย่าง | 1 | 3.306 | 3.306 | 9.563** |
| | Error | 19 | 6.569 | 0.346 | |

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ12 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติ

| อายุเก็บ (วัน) | ภายนอกภาชนะบรรจุ | ลักษณะปรากฏ | กลิ่น |
|---|---|---|---|
| 0 | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] |
| 3 | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] |
| 6 | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] | 4.80±0.41[ab] |
| 9 | 5.00±0.00[a] | 4.90±0.31[a] | 4.70±0.47[ab] |
| 12 | 5.00±0.00[a] | 4.80±0.41[ab] | 4.65±0.49[abc] |
| 15 | 4.80±0.41[ab] | 4.75±0.44[ab] | 4.60±0.50[bc] |
| 18 | 4.65±0.49[bc] | 4.50±0.51[bc] | 4.30±0.66[cd] |
| 21 | 4.60±0.50[bc] | 4.40±0.50[cd] | 4.30±0.66[cd] |
| 24 | 4.45±0.51[cd] | 4.20±0.70[cd] | 4.10±0.72[de] |
| 27 | 4.30±0.47[de] | 4.20±0.41[cd] | 4.05±0.82[de] |
| 30 | 4.30±0.57[de] | 4.10±0.79[d] | 3.95±0.51[de] |
| 33 | 4.10±0.55[e] | 4.10±0.64[d] | 3.90±0.64[e] |

ตารางผนวกที่ จ12 (ต่อ)

| อายุเก็บ (วัน) | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | การยอมรับ |
|---|---|---|---|
| 0 | 5.00±0.00 [a] | 5.00±0.00 [a] | 5.00±0.00 [a] |
| 3 | 4.90±0.31 [a] | 5.00±0.00 [a] | 5.00±0.00 [a] |
| 6 | 4.65±0.49 [ab] | 4.80±0.41 [ab] | 5.00±0.00 [a] |
| 9 | 4.70±0.47 [a] | 4.70±0.47 [abc] | 5.00±0.00 [a] |
| 12 | 4.65±0.49 [ab] | 4.60±0.50 [bcd] | 4.90±0.31 [ab] |
| 15 | 4.60±0.50 [abc] | 4.55±0.51 [bcd] | 4.80±0.41 [ab] |
| 18 | 4.30±0.57 [bcd] | 4.35±0.49 [cde] | 4.60±0.50 [b] |
| 21 | 4.25±0.72 [cd] | 4.30±0.47 [de] | 4.55±0.69 [b] |
| 24 | 4.00±0.65 [de] | 4.00±0.56 [e] | 4.20±0.77 [c] |
| 27 | 4.15±0.67 [de] | 4.10±0.79 [e] | 4.20±0.83 [c] |
| 30 | 4.10±0.64 [de] | 4.15±0.74 [e] | 4.15±0.74 [c] |
| 33 | 3.85±0.81 [e] | 4.05±0.76 [e] | 4.10±0.72 [c] |

หมายเหตุ a,…, e ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ13 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุสุญญากาศ

| อายุเก็บ (วัน) | ภายนอกภาชนะบรรจุ | ลักษณะปรากฏ | กลิ่น |
|---|---|---|---|
| 0 | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] |
| 3 | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] | 5.00±0.00[a] |
| 6 | 5.00±0.00[a] | 4.90±0.31[a] | 4.85±0.37[a] |
| 9 | 5.00±0.00[a] | 4.85±0.37[ab] | 4.90±0.31[a] |
| 12 | 5.00±0.00[a] | 4.75±0.44[abc] | 4.85±0.37[a] |
| 15 | 4.90±0.31[ab] | 4.70±0.47[abcd] | 4.80±0.41[a] |
| 18 | 4.90±0.31[ab] | 4.65±0.49[abcde] | 4.80±0.41[a] |
| 21 | 4.70±0.47[abc] | 4.70±0.47[abcd] | 4.75±0.44[ab] |
| 24 | 4.65±0.49[bc] | 4.50±0.51[bcdef] | 4.45±0.51[c] |
| 27 | 4.60±0.50[c] | 4.45±0.51[cdef] | 4.50±0.51[bc] |
| 30 | 4.30±0.66[d] | 4.30±0.73[ef] | 4.35±0.67[cde] |
| 33 | 4.30±0.66[d] | 4.30±0.80[ef] | 4.40±0.68[cd] |
| 36 | 4.25±0.55[de] | 4.15±0.49[f] | 4.30±0.47[cdef] |
| 39 | 4.15±0.59[def] | 4.35±0.67[def] | 4.10±0.45[def] |
| 42 | 4.10±0.45[def] | 4.20±0.41[f] | 4.15±0.37[def] |
| 45 | 4.05±0.39[def] | 4.30±0.66[ef] | 4.10±0.55[def] |
| 48 | 4.00±0.46[def] | 4.25±0.64[f] | 4.10±0.31[def] |
| 51 | 3.95±0.51[ef] | 4.30±0.57[ef] | 4.05±0.39[ef] |
| 54 | 4.10±0.55[def] | 4.20±0.61[f] | 4.05±0.39[ef] |
| 57 | 4.05±0.60[def] | 4.25±0.72[f] | 4.00±0.32[f] |
| 60 | 3.90±0.31[f] | 4.15±0.59[f] | 4.00±0.46[f] |

ตารางผนวกที่ จ13 (ต่อ)

| อายุเก็บ (วัน) | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | การยอมรับ |
|---|---|---|---|
| 0 | 5.00±0.00 [a] | 5.00±0.00 [a] | 5.00±0.00 [a] |
| 3 | 5.00±0.00 [a] | 5.00±0.00 [a] | 5.00±0.00 [a] |
| 6 | 4.80±0.41 [abc] | 4.90±0.31 [ab] | 5.00±0.00 [a] |
| 9 | 4.80±0.41 [abc] | 4.90±0.31 [ab] | 5.00±0.00 [a] |
| 12 | 4.85±0.37 [abc] | 4.70±0.47 [abcd] | 5.00±0.00 [a] |
| 15 | 4.75±0.44 [abc] | 4.75±0.44 [abc] | 5.00±0.00 [a] |
| 18 | 4.75±0.44 [abc] | 4.75±0.44 [abc] | 5.00±0.00 [a] |
| 21 | 4.65±0.49 [bcd] | 4.60±0.50 [bcde] | 4.95±0.22 [ab] |
| 24 | 4.50±0.51 [cde] | 4.55±0.51 [cde] | 4.90±0.31 [abc] |
| 27 | 4.50±0.51 [cde] | 4.60±0.50 [bcde] | 4.80±0.41 [abcd] |
| 30 | 4.40±0.50 [def] | 4.40±0.50 [def] | 4.80±0.41 [abcd] |
| 33 | 4.35±0.59 [efg] | 4.45±0.60 [cdef] | 4.70±0.57 [bcdef] |
| 36 | 4.20±0.61 [efgh] | 4.35±0.59 [ef] | 4.70±0.47 [bcdef] |
| 39 | 4.30±0.47 [efg] | 4.30±0.57 [ef] | 4.70±0.57 [bcdef] |
| 42 | 4.30±0.47 [efg] | 4.35±0.49 [ef] | 4.75±0.44 [bcde] |
| 45 | 4.20±0.41 [efgh] | 4.20±0.41 [f] | 4.65±0.49 [cdef] |
| 48 | 4.15±0.37 [fgh] | 4.20±0.52 [f] | 4.50±0.61 [efg] |
| 51 | 4.05±0.22 [ghi] | 4.30±0.66 [ef] | 4.45±0.51 [fg] |
| 54 | 3.95±0.39 [hi] | 4.20±0.61 [f] | 4.55±0.51 [def] |
| 57 | 3.95±0.51 [hi] | 4.15±0.67 [f] | 4.45±0.51 [fg] |
| 60 | 3.80±0.41 [i] | 4.15±0.59 [f] | 4.30±0.66 [g] |

หมายเหตุ a,…, i ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ14 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติ

| อายุเก็บ (วัน) | ลักษณะปรากฏ | สี | กลิ่นควัน |
|---|---|---|---|
| 0 | 7.55±0.60[a] | 7.45±0.76[a] | 7.55±0.69[a] |
| 3 | 7.40±0.68[ab] | 7.50±0.76[a] | 7.40±0.82[ab] |
| 6 | 7.35±0.59[abc] | 7.30±0.66[ab] | 7.35±0.74[abc] |
| 9 | 7.35±0.67[abc] | 7.15±0.67[abc] | 7.27±0.68[abc] |
| 12 | 7.32±0.69[abc] | 7.22±0.77[ab] | 7.07±0.57[bcd] |
| 15 | 7.27±0.59[abc] | 7.17±0.75[abc] | 6.97±0.57[bcd] |
| 18 | 7.15±0.59[abc] | 6.95±0.82[bc] | 6.72±0.55[de] |
| 21 | 7.10±0.64[bc] | 6.92±0.86[bc] | 6.95±0.60[cd] |
| 24 | 7.30±0.57[abc] | 7.07±0.89[abc] | 6.70±0.57[de] |
| 27 | 7.00±0.72[bc] | 6.90±0.57[bc] | 6.75±0.85[de] |
| 30 | 6.97±0.73[bc] | 7.10±0.57[abc] | 6.50±0.83[e] |
| 33 | 6.95±0.67[c] | 6.72±0.57[c] | 6.10±0.55[f] |

ตารางผนวกที่ จ14 (ต่อ)

| อายุเก็บ (วัน) | กลิ่นเครื่องเทศ | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 7.45±0.89 [a] | 7.72±0.55 [a] | 7.87±0.62 [a] | 7.72±0.64 [a] |
| 3 | 7.45±0.82 [a] | 7.47±0.68 [ab] | 7.80±0.68 [ab] | 7.57±0.57 [ab] |
| 6 | 7.20±0.83 [ab] | 7.20±0.52 [bc] | 7.62±0.67 [abc] | 7.42±0.44 [ab] |
| 9 | 7.25±0.85 [ab] | 7.00±0.56 [cd] | 7.47±0.66 [abc] | 7.37±0.58 [abc] |
| 12 | 7.35±0.74 [a] | 7.02±0.62 [cd] | 7.37±0.56 [bcd] | 7.32±0.49 [bc] |
| 15 | 7.20±0.77 [ab] | 7.00±0.63 [cd] | 7.27±0.62 [cde] | 7.25±0.57 [bc] |
| 18 | 7.07±0.65 [abc] | 6.80±0.68 [cde] | 6.97±0.70 [def] | 7.05±0.53 [cd] |
| 21 | 6.85±0.87 [bcd] | 6.75±0.83 [de] | 6.87±0.76 [ef] | 6.85±0.67 [de] |
| 24 | 6.87±0.65 [bcd] | 6.45±0.81 [e] | 6.67±0.85 [fg] | 6.65±0.80 [e] |
| 27 | 6.65±0.67 [cd] | 6.55±0.60 [e] | 6.67±1.00 [fg] | 6.57±0.73 [e] |
| 30 | 6.50±0.61 [d] | 6.50±0.63 [e] | 6.65±0.99 [fg] | 6.52±0.73 [e] |
| 33 | 6.42±0.63 [d] | 5.80±0.89 [f] | 6.27±0.89 [g] | 6.07±0.71 [f] |

หมายเหตุ a,…, g ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ15 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 ของหอยแครงรมควัน ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุสุญญากาศ

| อายุเก็บ (วัน) | ลักษณะปรากฏ | สี | กลิ่นควัน |
|---|---|---|---|
| 0 | 7.57±0.59[a] | 7.35±0.74[a] | 7.65±0.49[a] |
| 3 | 7.62±0.58[a] | 7.55±0.82[a] | 7.55±0.60[a] |
| 6 | 7.47±0.59[ab] | 7.47±0.68[a] | 7.65±0.59[a] |
| 9 | 7.60±0.57[a] | 7.42±0.59[a] | 7.60±0.62[a] |
| 12 | 7.45±0.48[ab] | 7.32±0.57[a] | 7.55±0.63[a] |
| 15 | 7.47±0.59[ab] | 7.32±0.65[a] | 7.45±0.60[ab] |
| 18 | 7.27±0.55[abc] | 7.15±0.74[ab] | 7.27±0.78[abc] |
| 21 | 7.07±0.61[bcde] | 6.80±0.77[bc] | 7.05±0.76[bcd] |
| 24 | 7.22±0.70[abcd] | 6.75±0.72[bcd] | 7.27±0.50[abc] |
| 27 | 7.27±0.66[abc] | 6.80±0.61[bc] | 7.10±0.84[bc] |
| 30 | 7.22±0.71[abcd] | 7.15±0.61[ab] | 6.95±0.81[cd] |
| 33 | 7.05±0.76[bcdef] | 6.65±0.80[cde] | 6.97±0.82[cd] |
| 36 | 6.90±0.64[cdefg] | 6.50±0.81[cdef] | 6.95±0.79[cd] |
| 39 | 6.85±0.74[cdefgh] | 6.40±0.66[cdef] | 6.90±0.75[cd] |
| 42 | 6.45±0.67[defgh] | 6.40±0.57[cdef] | 6.90±0.68[cd] |
| 45 | 6.77±0.70[efgh] | 6.32±0.65[cdef] | 6.82±0.69[cd] |
| 48 | 6.62±0.58[fghi] | 6.20±0.55[ef] | 6.62±0.60[de] |
| 51 | 6.65±0.65[efghi] | 6.35±0.67[cdef] | 6.40±0.60[ef] |
| 54 | 6.45±0.60[hi] | 6.15±0.67[f] | 6.20±0.69[f] |
| 57 | 6.47±0.68[ghi] | 6.30±0.66[def] | 6.00±0.72[f] |
| 60 | 6.27±0.64[i] | 6.10±0.64[f] | 6.10±0.64[f] |

ตารางผนวกที่ จ15 (ต่อ)

| อายุเก็บ (วัน) | กลิ่นเครื่องเทศ | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 7.57±0.59$^{a}$ | 7.75±0.64$^{a}$ | 7.82±0.69$^{ab}$ | 7.80±0.66$^{a}$ |
| 3 | 7.52±0.75$^{ab}$ | 7.55±0.69$^{ab}$ | 7.90±0.62$^{a}$ | 7.77±0.64$^{ab}$ |
| 6 | 7.30±0.73$^{abcde}$ | 7.55±0.60$^{ab}$ | 7.75±0.55$^{abc}$ | 7.70±0.55$^{ab}$ |
| 9 | 7.35±0.74$^{abcd}$ | 7.50±0.69$^{abc}$ | 7.75±0.64$^{abc}$ | 7.72±0.55$^{ab}$ |
| 12 | 7.40±0.75$^{abc}$ | 7.60±0.68$^{ab}$ | 7.65±0.49$^{abc}$ | 7.65±0.51$^{ab}$ |
| 15 | 7.35±0.67$^{abcd}$ | 7.55±0.69$^{ab}$ | 7.47±0.50$^{bcd}$ | 7.62±0.51$^{ab}$ |
| 18 | 7.25±0.64$^{abcde}$ | 7.55±0.60$^{ab}$ | 7.50±0.51$^{bcd}$ | 7.50±0.61$^{ab}$ |
| 21 | 7.15±0.74$^{abcdef}$ | 7.35±0.67$^{abc}$ | 7.40±0.50$^{cd}$ | 7.47±0.66$^{ab}$ |
| 24 | 6.95±0.76$^{cdefgh}$ | 7.52±0.59$^{ab}$ | 7.42±0.54$^{cd}$ | 7.45±0.58$^{ab}$ |
| 27 | 7.00±0.74$^{cdefg}$ | 7.20±0.68$^{bc}$ | 7.35±0.59$^{cd}$ | 7.40±0.64$^{abc}$ |
| 30 | 7.05±0.70$^{bcdefg}$ | 7.10±0.72$^{cde}$ | 7.20±0.61$^{de}$ | 7.35±0.67$^{bc}$ |
| 33 | 6.97±0.89$^{cdefg}$ | 6.82±0.69$^{def}$ | 6.95±0.79$^{ef}$ | 7.02±0.82$^{cd}$ |
| 36 | 6.87±0.89$^{defgh}$ | 6.80±0.57$^{def}$ | 6.85±0.78$^{efg}$ | 6.92±0.93$^{de}$ |
| 39 | 6.85±0.84$^{efgh}$ | 6.72±0.50$^{ef}$ | 6.82±0.76$^{fg}$ | 6.85±0.67$^{de}$ |
| 42 | 6.82±0.73$^{efgh}$ | 6.67±0.52$^{fg}$ | 6.72±0.59$^{fgh}$ | 6.92±0.57$^{de}$ |
| 45 | 6.70±0.64$^{fghi}$ | 6.62±0.53$^{fg}$ | 6.55±0.51$^{ghi}$ | 6.77±0.52$^{def}$ |
| 48 | 6.65±0.63$^{ghi}$ | 6.45±0.60$^{fgh}$ | 6.45±0.48$^{hi}$ | 6.65±0.61$^{defg}$ |
| 51 | 6.72±0.55$^{fgh}$ | 6.30±0.66$^{ghi}$ | 6.37±0.60$^{hij}$ | 6.57±0.52$^{efg}$ |
| 54 | 6.57±0.52$^{ghi}$ | 6.17±0.59$^{hij}$ | 6.40±0.66$^{hij}$ | 6.40±0.57$^{fgh}$ |
| 57 | 6.47±0.50$^{hi}$ | 6.02±0.47$^{ij}$ | 6.30±0.64$^{ij}$ | 6.30±0.55$^{gh}$ |
| 60 | 6.25±0.64$^{i}$ | 5.82±0.63$^{j}$ | 6.05±0.74$^{j}$ | 6.10±0.75$^{h}$ |

หมายเหตุ a,…, j ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ16 ค่าความชื้นเฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ความชื้น (ร้อยละ) | |
|---|---|---|
| | บรรจุแบบบรรยากาศปกติ | บรรจุแบบสุญญากาศ |
| 0 | 68.78±0.31$^{a}$ | 68.34±0.27$^{bc}$ |
| 3 | 68.17±0.07$^{bcd}$ | 68.01±0.37$^{bcd}$ |
| 6 | 67.40±0.57$^{de}$ | 67.15±0.32$^{fgh}$ |
| 9 | 67.76±0.09$^{de}$ | 67.40±0.03$^{defgh}$ |
| 12 | 66.19±0.23$^{g}$ | 66.20±0.34$^{i}$ |
| 15 | 68.27±0.05$^{bc}$ | 67.18±0.16$^{fgh}$ |
| 18 | 66.84±0.27$^{f}$ | 67.08±0.19$^{gh}$ |
| 21 | 67.53±0.21$^{e}$ | 66.87±0.11$^{h}$ |
| 24 | 67.70±0.11$^{de}$ | 67.35±0.16$^{efgh}$ |
| 27 | 68.58±0.35$^{ab}$ | 67.30±0.08$^{efgh}$ |
| 30 | 67.81±0.18$^{cde}$ | 67.61±0.23$^{defg}$ |
| 33 | 67.69±0.16$^{de}$ | 67.68±0.28$^{defg}$ |
| 36 | | 68.32±0.68$^{bc}$ |
| 39 | | 67.85±0.14$^{bcde}$ |
| 42 | | 68.43±0.11$^{b}$ |
| 45 | | 69.01±0.30$^{a}$ |
| 48 | | 67.98±0.10$^{bcd}$ |
| 51 | | 67.85±0.11$^{bcde}$ |
| 54 | | 67.76±0.04$^{cdef}$ |
| 57 | | 67.74±0.09$^{cdef}$ |
| 60 | | 67.32±0.15$^{efgh}$ |

หมายเหตุ a,…, i ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ17 ค่า $a_w$ เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ค่า $a_w$ | |
|---|---|---|
| | บรรจุแบบบรรยากาศปกติ | บรรจุแบบสุญญากาศ |
| 0 | $0.9770^{a}$ | $0.9773^{a}$ |
| 3 | $0.9737^{bc}$ | $0.9757^{abcd}$ |
| 6 | $0.9737^{bc}$ | $0.9733^{fgh}$ |
| 9 | $0.9753^{ab}$ | $0.9743^{defg}$ |
| 12 | $0.9753^{ab}$ | $0.9737^{efgh}$ |
| 15 | $0.9743^{bc}$ | $0.9737^{efgh}$ |
| 18 | $0.9730^{c}$ | $0.9740^{defgh}$ |
| 21 | $0.9743^{bc}$ | $0.9733^{fgh}$ |
| 24 | $0.9743^{bc}$ | $0.9737^{efgh}$ |
| 27 | $0.9737^{bc}$ | $0.9747^{cdef}$ |
| 30 | $0.9750^{abc}$ | $0.9770^{ab}$ |
| 33 | $0.9767^{a}$ | $0.9747^{cdef}$ |
| 36 | | $0.9740^{defgh}$ |
| 39 | | $0.9733^{fgh}$ |
| 42 | | $0.9763^{abc}$ |
| 45 | | $0.9750^{cdef}$ |
| 48 | | $0.9723^{h}$ |
| 51 | | $0.9743^{defg}$ |
| 54 | | $0.9753^{bcde}$ |
| 57 | | $0.9733^{fgh}$ |
| 60 | | $0.9727^{gh}$ |

หมายเหตุ a,…, h ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ18 ค่า pH เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ค่า pH | |
|---|---|---|
| | บรรจุแบบบรรยากาศปกติ | บรรจุแบบสุญญากาศ |
| 0 | 6.68[a] | 6.71[abc] |
| 3 | 6.67[a] | 6.70[abc] |
| 6 | 6.65[b] | 6.71[abc] |
| 9 | 6.63[c] | 6.69[abcd] |
| 12 | 6.62[c] | 6.70[abc] |
| 15 | 6.63[c] | 6.69[abcd] |
| 18 | 6.62[c] | 6.67[d] |
| 21 | 6.55[e] | 6.69[abcd] |
| 24 | 6.6[d] | 6.71[abc] |
| 27 | 6.54[e] | 6.70[abc] |
| 30 | 6.52[f] | 6.70[abc] |
| 33 | 6.50[g] | 6.69[abcd] |
| 36 | | 6.69[abcd] |
| 39 | | 6.69[abcd] |
| 42 | | 6.69[abcd] |
| 45 | | 6.68[cd] |
| 48 | | 6.71[a] |
| 51 | | 6.69[abcd] |
| 54 | | 6.71[ab] |
| 57 | | 6.68[bcd] |
| 60 | | 6.70[abc] |

หมายเหตุ a,…, g ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ19 ค่าเฉลี่ยของค่าสี (L*) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ค่าสี (L*) | |
|---|---|---|
| | บรรยากาศปกติ | สุญญากาศ |
| 0 | $22.14 \pm 2.19^{e}$ | $26.58 \pm 0.47^{cdef}$ |
| 3 | $23.17 \pm 0.87^{de}$ | $28.07 \pm 3.25^{abcd}$ |
| 6 | $24.55 \pm 1.07^{bcde}$ | $27.44 \pm 0.93^{bcde}$ |
| 9 | $26.81 \pm 2.17^{ab}$ | $24.59 \pm 1.04^{f}$ |
| 12 | $24.51 \pm 2.00^{bcde}$ | $30.22 \pm 3.60^{a}$ |
| 15 | $23.50 \pm 1.07^{de}$ | $26.16 \pm 2.05^{def}$ |
| 18 | $25.49 \pm 2.94^{bcd}$ | $28.72 \pm 1.33^{abc}$ |
| 21 | $22.40 \pm 2.31^{e}$ | $24.68 \pm 2.37^{f}$ |
| 24 | $28.22 \pm 1.92^{a}$ | $29.23 \pm 1.93^{ab}$ |
| 27 | $23.82 \pm 1.86^{de}$ | $26.80 \pm 1.80^{bcdef}$ |
| 30 | $23.98 \pm 1.23^{cde}$ | $26.39 \pm 2.31^{cdef}$ |
| 33 | $26.39 \pm 2.68^{abc}$ | $27.77 \pm 1.21^{bcde}$ |
| 36 | $23.47 \pm 0.89^{de}$ | $25.53 \pm 1.42^{ef}$ |
| 39 | | $27.78 \pm 0.55^{bcde}$ |
| 42 | | $25.54 \pm 1.45^{ef}$ |
| 45 | | $27.32 \pm 2.00^{bcde}$ |
| 48 | | $26.76 \pm 1.04^{bcdef}$ |
| 51 | | $28.79 \pm 0.88^{abc}$ |
| 54 | | $27.72 \pm 1.34^{bcde}$ |
| 57 | | $27.77 \pm 1.21^{bcde}$ |
| 60 | | $24.54 \pm 2.38^{f}$ |

หมายเหตุ a,…, f ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ20 ค่าเฉลี่ยของค่าสี (a*) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ค่าสี (a*) | |
|---|---|---|
| | บรรยากาศปกติ | สุญญากาศ |
| 0 | $6.37 \pm 0.41^{abc}$ | $6.25 \pm 0.41^{de}$ |
| 3 | $5.54 \pm 1.41^{bcd}$ | $7.67 \pm 1.18^{ab}$ |
| 6 | $5.93 \pm 0.74^{abc}$ | $6.52 \pm 0.91^{cde}$ |
| 9 | $4.75 \pm 2.14^{cd}$ | $6.28 \pm 0.44^{de}$ |
| 12 | $7.38 \pm 1.96^{ab}$ | $6.38 \pm 0.16^{de}$ |
| 15 | $7.97 \pm 2.05^{a}$ | $6.15 \pm 0.41^{de}$ |
| 18 | $3.68 \pm 1.13^{d}$ | $6.94 \pm 1.73^{abcde}$ |
| 21 | $4.90 \pm 0.57^{cd}$ | $5.97 \pm 0.04^{e}$ |
| 24 | $5.24 \pm 1.98^{bcd}$ | $6.12 \pm 0.36^{de}$ |
| 27 | $5.90 \pm 0.72^{abc}$ | $7.23 \pm 1.59^{abcd}$ |
| 30 | $6.87 \pm 1.41^{abc}$ | $7.87 \pm 1.13^{a}$ |
| 33 | $7.28 \pm 2.02^{ab}$ | $6.47 \pm 0.63^{cde}$ |
| 36 | $5.98 \pm 2.56^{abc}$ | $7.18 \pm 1.60^{abcd}$ |
| 39 | | $7.55 \pm 1.31^{abc}$ |
| 42 | | $6.65 \pm 0.34^{bcde}$ |
| 45 | | $6.43 \pm 0.25^{cde}$ |
| 48 | | $6.47 \pm 0.24^{cde}$ |
| 51 | | $6.57 \pm 0.26^{bcde}$ |
| 54 | | $6.12 \pm 0.45^{de}$ |
| 57 | | $6.28 \pm 0.37^{de}$ |
| 60 | | $6.14 \pm 0.34^{de}$ |

หมายเหตุ a,…, e ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ21 ค่าเฉลี่ยของค่าสี (b*) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ค่าสี (b*) | |
|---|---|---|
| | บรรยากาศปกติ | สุญญากาศ |
| 0 | $12.67 \pm 1.54^{ab}$ | $18.04 \pm 1.76^{abc}$ |
| 3 | $12.13 \pm 3.11^{ab}$ | $20.55 \pm 2.09^{a}$ |
| 6 | $9.47 \pm 3.32^{b}$ | $15.83 \pm 3.12^{bcde}$ |
| 9 | $11.13 \pm 2.31^{ab}$ | $13.04 \pm 1.50^{de}$ |
| 12 | $13.67 \pm 1.69^{a}$ | $13.76 \pm 0.80^{de}$ |
| 15 | $11.50 \pm 3.88^{ab}$ | $13.34 \pm 1.60^{de}$ |
| 18 | $13.15 \pm 1.40^{ab}$ | $13.43 \pm 1.73^{de}$ |
| 21 | $12.12 \pm 4.13^{ab}$ | $15.75 \pm 2.12^{bcde}$ |
| 24 | $10.06 \pm 2.80^{ab}$ | $15.50 \pm 0.40^{bcde}$ |
| 27 | $11.57 \pm 2.79^{ab}$ | $16.81 \pm 3.35^{bcd}$ |
| 30 | $13.04 \pm 1.50^{ab}$ | $13.47 \pm 0.78^{de}$ |
| 33 | $13.31 \pm 1.94^{ab}$ | $14.85 \pm 2.48^{bcde}$ |
| 36 | $12.47 \pm 4.29^{ab}$ | $16.58 \pm 2.62^{bcd}$ |
| 39 | | $15.75 \pm 2.72^{bcde}$ |
| 42 | | $18.39 \pm 4.99^{ab}$ |
| 45 | | $17.98 \pm 5.36^{abc}$ |
| 48 | | $15.18 \pm 1.84^{bcde}$ |
| 51 | | $18.47 \pm 4.75^{ab}$ |
| 54 | | $14.69 \pm 4.01^{bcde}$ |
| 57 | | $14.51 \pm 0.43^{cde}$ |
| 60 | | $12.39 \pm 0.84^{e}$ |

หมายเหตุ a,…, e ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ22 ค่า TVB เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ค่า TVB (มก./100 กรัม) | |
|---|---|---|
| | บรรจุแบบบรรยากาศปกติ | บรรจุแบบสุญญากาศ |
| 0 | 0.68[c] | 0.66[i] |
| 3 | 0.69[c] | 0.64[i] |
| 6 | 2.02[b] | 1.78[h] |
| 9 | 1.80[bc] | 2.03[fgh] |
| 12 | 2.03[b] | 1.97[gh] |
| 15 | 2.74[b] | 2.24[fgh] |
| 18 | 2.96[b] | 2.68[efgh] |
| 21 | 4.70[a] | 2.21[fgh] |
| 24 | 5.03[a] | 2.93[defg] |
| 27 | 4.59[a] | 2.99[cdefg] |
| 30 | 5.44[a] | 3.02[cdefg] |
| 33 | 5.49[a] | 3.09[cdefgh] |
| 36 | | 3.32[bcde] |
| 39 | | 3.34[bcde] |
| 42 | | 3.53[bcde] |
| 45 | | 3.82[bcd] |
| 48 | | 3.76[bcde] |
| 51 | | 3.95[bcd] |
| 54 | | 4.05[bc] |
| 57 | | 4.40[ab] |
| 60 | | 5.32[a] |

หมายเหตุ a,…, i ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ จ23 ค่า TBA เฉลี่ยของหอยแครงรมควันในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติและสุญญากาศ

| อายุการเก็บ (วัน) | ค่า TBA (มก.มาลอนอัลดีไฮด์/กก.) | |
|---|---|---|
| | บรรจุแบบบรรยากาศปกติ | บรรจุแบบสุญญากาศ$^{ns}$ |
| 0 | 0.051$^{d}$ | 0.051 |
| 3 | 0.054$^{d}$ | 0.055 |
| 6 | 0.053$^{d}$ | 0.054 |
| 9 | 0.054$^{d}$ | 0.054 |
| 12 | 0.058$^{cd}$ | 0.059 |
| 15 | 0.058$^{cd}$ | 0.059 |
| 18 | 0.060$^{cd}$ | 0.058 |
| 21 | 0.064$^{bc}$ | 0.058 |
| 24 | 0.064$^{bc}$ | 0.061 |
| 27 | 0.060$^{cd}$ | 0.056 |
| 30 | 0.070$^{ab}$ | 0.055 |
| 33 | 0.075$^{a}$ | 0.054 |
| 36 | | 0.059 |
| 39 | | 0.057 |
| 42 | | 0.057 |
| 45 | | 0.055 |
| 48 | | 0.053 |
| 51 | | 0.058 |
| 54 | | 0.058 |
| 57 | | 0.060 |
| 60 | | 0.056 |

หมายเหตุ a,…, h ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นายอรรถพร สัมปชัญญสถิตย์

เกิดวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523

สถานที่เกิด เขตคลองเตย จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2545)

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท-เอก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2548)