การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

Product Development of Blood Clam (*Anadara granosa*) Sauce

คำนำ

ปัจจุบันซอสหอยนางรมหรือน้ำมันหอยเป็นเครื่องปรุงรสที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างแพร่หลาย การผลิตซอสหอยในประเทศไทยผลิตโดยการสั่งซื้อหัวเชื้อน้ำมันหอยจากต่างประเทศเข้ามาและนำมาเจือจาง หรือการผลิตจากน้ำหอยสกัดโดยการใช้กรดหรือเอนไซม์ย่อยโปรตีนเนื้อหอยให้อยู่ในรูปของโปรตีนละลายได้ แล้วนำมาปรุงแต่ง สี กลิ่น รสชาติ ก่อนบรรจุขวดออกจำหน่าย สำหรับประเทศที่รับซื้อซอสหอยจากประเทศไทยมากที่สุด คือ กัมพูชา รองลงมา คือ สหรัฐอเมริกา และลาว เป็นต้น

ผลจากการศึกษาเรื่องเศรษฐกิจการผลิตและการเพาะเลี้ยงหอยทะเล พบว่า ในปี พ.ศ. 2544 หอยนางรมที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซอสหอยนั้น มีปริมาณผลผลิตเพียงร้อยละ 8.39 ของปริมาณผลผลิตหอยทั้งหมด ซึ่งมีปริมาณผลผลิตน้อยกว่าหอยแครงที่มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 30.97 ของปริมาณผลผลิตหอยทั้งหมด แต่ราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัมของหอยนางรมสูงกว่าหอยแครง และจากการที่หอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่นิยมบริโภคสดและมีราคาสูง จึงทำให้ราคาซอสหอยนางรมที่จำหน่ายในท้องตลาดมีราคาสูงตามไปด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะหาวัตถุดิบชนิดอื่นมาทดแทนหอยนางรมโดยเลือกวัตถุดิบหอยแครงมาทดลอง เนื่องจากหอยแครงเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของประเทศอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันโดยทั่วไป เพราะมีรสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีราคาถูก นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2541-2544 พบว่า จำนวนเกษตรกรที่เพาะเลี้ยงหอยแครงเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้เนื้อที่เลี้ยงหอยและปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่มูลค่าผลผลิตกลับลดลงอย่างมากในปี พ.ศ. 2544 เนื่องจากหอยมีขนาดเล็กลงมาก และไม่เหมาะสมในการบริโภคสด จึงเป็นผลให้ราคาหอยแครงตกต่ำ ดังนั้น การนำหอยแครงมาเป็นวัตถุดิบทดแทนในการผลิตซอสหอย จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตหอยแครง และลดการนำเข้าหัวเชื้อหอยนางรมจากต่างประเทศที่นิยมนำมาผลิตซอสหอยได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิธีการเตรียมน้ำหอยสกัด และเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำหอยสกัดที่เตรียมโดยวิธีการต้มหรือการใช้เอนไซม์บรอมิเลน

2. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

3. ศึกษาผลการเติมวัตถุกันเสียและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

การตรวจเอกสาร

ซอสหอยนางรม

ซอสหอยนางรม หมายถึง เครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรสอาหารชนิดหนึ่ง ลักษณะข้น ประกอบด้วยเนื้อหอยนางรมบด หรือน้ำสกัดหอยนางรม หรือส่วนที่ได้จากการย่อยสลายหอยนางรมด้วยกรดหรือเอนไซม์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันเป็นส่วนประกอบสำคัญ และมีส่วนประกอบอื่นรวมทั้งเครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรสผสมอยู่ด้วย บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดได้สนิท (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์, 2538)

1. อุตสาหกรรมซอสหอย

ซอสหอยเป็นเครื่องปรุงรสชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมาก และมีราคาค่อนข้างแพง บริษัทผู้ผลิตในประเทศไทยบางบริษัทสั่งหัวเชื้อน้ำมันหอยจากต่างประเทศเข้ามาแล้วนำมาทำให้เจือจางก่อนการบรรจุออกจำหน่าย ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของซอสหอยซึ่งส่วนใหญ่จะนำเข้าจากฮ่องกงและมาเลเซีย มีปริมาณการนำเข้าในปี พ.ศ. 2547 เท่ากับ 263,056 และ 83,574 ตัน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 15,850,324 และ 4,933,272 บาท ตามลำดับ ปัจจุบันสามารถผลิตซอสหอยได้ในประเทศ และส่วนหนึ่งยังสามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศสำหรับ ปริมาณโดยรวมการส่งออกซอสหอยนางรมในปี พ.ศ. 2547 ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคมเท่ากับ 3,322,619 ตัน คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 155,332,284 บาท โดยประเทศที่รับซื้อซอสหอยจากประเทศไทยมากที่สุดคือ กัมพูชา ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเท่ากับ 626,806 ตัน รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกา ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเท่ากับ 397,090 ตัน และลาว ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเท่ากับ 214,338 ตัน เป็นต้น (กรมศุลกากร, 2547)

Chen (1992) รายงานว่า การผลิตซอสหอยของประเทศไทยได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการนำเครื่องมือแบบอัตโนมัติ และทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อให้การผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะเป็นหอยนางรมสด ทำการสกัดด้วยความร้อนโดยการต้มด้วยไอน้ำแล้วนำน้ำสกัดมาผสมปรุงแต่ง ผลิตภัณฑ์ซอสผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส บรรจุขวดขณะร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในช่วงที่มีวัตถุดิบหอยนางรมมาก ทางโรงงานจะนำมาแปรรูปเป็นหอยนางรมผง เพื่อเป็นวัตถุดิบในช่วงที่ขาดแคลนหอยนางรมสด

2. <u>วิธีการผลิตซอสหอยนางรมในประเทศไทย</u>

2.1 <u>การต้ม</u> กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2519) ได้ทดลองผลิตซอสหอยโดยมีส่วนผสมดังนี้

หอยนางรมสกัด	13.00 %
ซีอิ้วขาว	67.00 %
น้ำตาลทราย	9.00 %
แป้งมันหรือแป้งข้าวโพด	3.60 %
เกลือ	3.00 %
โซเดียมซักซิเนต	1.03 %
กรดซักซินิก	0.31 %
ผงชูรส (โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.70 %
พริกไทย	0.06 %

นำเนื้อหอยนางรมมาบดให้ละเอียดแล้วผสมน้ำในอัตราส่วน 1:10 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส นาน 2-5 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง ส่วนที่กรองได้นี้เรียกว่า น้ำหอยนางรมสกัด นำน้ำหอยนางรมสกัดใส่ภาชนะที่เหมาะสมตั้งไฟให้ร้อน เติมน้ำตาลทรายแล้วคนจนน้ำตาลทรายละลาย ค่อย ๆ เติมแป้งที่ละลายในน้ำเล็กน้อยและคนตลอดเวลา เพิ่มความร้อนจนแป้งสุกจึงเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป ตั้งไฟต่อไปจนเดือด เคี่ยวอีกประมาณ 15 นาที ทำให้เย็นลงเล็กน้อยก่อนเติมวัตถุกันเสีย (ใช้กรดเบนโซอิกหรือเกลือโซเดียมเบนโซเอต) ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.1 ของซอสหอยที่ผลิตได้ นำมาบรรจุในขวดที่สะอาดปิดฝาให้สนิท ถ้าต้องการให้มีสีเข้มขึ้น ควรเติมสีจากน้ำตาลเคี่ยวไหม้ (caramel) เล็กน้อย หรืออาจเพิ่มปริมาณของแป้งเพื่อให้ข้นตามต้องการ

ในทางอุตสาหกรรม ผู้ผลิตอาจจะทำการผลิตตามวิธีการของ ปราณิศา (2533) อ้างถึง สมาน (2532) โดยต้มหอยนางรมที่บดละเอียดผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 จนเดือดใช้เวลา 30 นาที แล้วลดอุณหภูมิให้เหลือ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำมาบดซ้ำอีกครั้งแล้วกรองได้หอยนางรมสกัด นำหอยนางรมสกัดมาปรับความเป็นกรดด่างด้วยน้ำส้มสายชูก่อนผสมส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ซอสปรุงรส น้ำตาลทราย เกลือ ผงชูรส และแป้ง (Modified corn starch)

2.2 <u>การใช้กรด</u> สิติมา และ จิราพรรณ (2528) ทดลองผลิตซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ โดยมีส่วนผสมดังนี้

หอยนางรมสกัด (หรือหอยแมลงภู่สกัด)	40.00 %
ซีอิ้วขาว	40.00 %
น้ำตาลทราย	9.00 %
แป้งข้าวโพด	3.60 %
เกลือ	3.00 %
โซเดียมซักซิเนต	1.03 %
กรดซักซินิก	0.31 %
ผงชูรส(โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.70 %
พริกไทย	0.06 %

วิธีการเตรียมน้ำหอยนางรมสกัด (หรือหอยแมลงภู่สกัด) มีวิธีการดังนี้ นำเนื้อหอย 100 กรัมล้างน้ำให้สะอาดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เติมกรดเกลือความเข้มข้น 6 N ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปวางในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 โดยใช้แรงดูด ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้เท่ากับ 7 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 N จากนั้นนำน้ำหอยนางรมสกัด (หรือหอยแมลงภู่สกัด) ใส่ภาชนะที่เหมาะสม เติมซีอิ้วขาว ตั้งไฟให้ร้อน แล้วเติมน้ำตาลทราย คนจนละลายหมด ค่อย ๆ เติมแป้งที่ละลายในน้ำเล็กน้อยและคนตลอดเวลา เพิ่มความร้อนจนแป้งสุก แล้วเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป ตั้งไฟจนกระทั่งเดือด เคี่ยวต่อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที จากนั้นเติมโซเดียมเบนโซเอตร้อยละ 0.1 ของผลิตภัณฑ์ที่ได้

ปราณิศา (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดเกลือและเอนไซม์บรอมิเลนในการผลิตซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ กรดที่ใช้ คือ กรดเกลือ และใช้เอนไซม์บรอมิเลนรวมทั้งศึกษาคุณภาพของซอสที่ผลิตได้ พบว่าซอสที่ผลิตจากหอยนางรม ที่สกัดด้วยกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 20 นาน 2 ชั่วโมง และซอสที่ผลิตจากหอยแมลงภู่ที่สกัดด้วยกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 3 ชั่วโมง ได้รับคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ไม่แตกต่างกัน และได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่า รวมทั้งมีประมาณโปรตีนสูงกว่าซอสหอยนางรมที่จำหน่ายในท้องตลาด สำหรับซอสหอยนางรมและหอยแมลงภู่ที่ผลิตได้จากการใช้เอนไซม์ร้อยละ 0.3 หมัก 20 วัน ได้รับ

คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น และรสชาติ รวมทั้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าซอสหอยนางรมที่ผลิตได้จากการใช้กรด เมื่อนำมาทดลองปรุงอาหาร และทดสอบการยอมรับจากผู้ทดสอบ พบว่าได้รับคะแนนไม่แตกต่างกัน แต่การยอมรับของซอสทั้งสองสูงกว่าซอสหอยนางรมที่จำหน่ายในท้องตลาด และได้สรุปว่าสามารถใช้หอยแมลงภู่เป็นวัตถุดิบแทนหอยนางรมเพราะราคาถูกกว่าส่วน การศึกษาอายุการเก็บของซอสหอยที่ผลิตได้จากการทดลอง ปรากฏว่าสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องในขวดแก้วฝาเกลียวได้นาน 12 สัปดาห์ โดยไม่มีการเจริญของเชื้อรา อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการใช้หอยแมลงภู่เป็นวัตถุดิบในการผลิตซอสหอยแทนหอยนางรมนั้นยังไม่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

เนื่องจากหอยแครงเป็นหอยอีกชนิดหนึ่งที่มีการเลี้ยงมากในประเทศไทย คิดเป็นผลผลิตถึงร้อยละ 31 ของปริมาณผลผลิตหอยทั้งหมด จึงน่าจะนำมาทดลองใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันหอยหรือซอสปรุงรส

หอยแครง

หอยแครงเป็นสัตว์น้ำประเภทหอย 2 ฝา อาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นหาดโคลนหรือเลนละเอียด โดยฝาทั้ง 2 ข้างมีขนาดเท่ากันและมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ ได้มีการจำแนกหมวดหมู่ตามหลักอนุกรมวิธานดังต่อไปนี้ (ชวนพิศ และคณะ, 2537)

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

ในช่วงปี พ.ศ. 2535-2539 จำนวนฟาร์มเลี้ยงหอยและเนื้อที่เลี้ยงหอยได้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากความต้องการบริโภคมากขึ้น แต่ในปี พ.ศ. 2540 พบว่าจำนวนฟาร์ม เนื้อที่เลี้ยง และผลผลิตลดลงเนื่องจากน้ำเสีย แต่อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2546 จำนวนเกษตรกรที่เพาะเลี้ยงหอยเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้เนื้อที่เลี้ยงหอยเพิ่มขึ้น โดยมีเนื้อที่การเพาะเลี้ยงหอยแครงมากที่สุด ดังแสดง

ในตารางที่ 1 สำหรับจำนวนฟาร์มเลี้ยงหอย (ตารางที่ 2) พบว่า มีจำนวนฟาร์มที่เลี้ยงหอยแมลงภู่มากที่สุด รองลงมาคือ ฟาร์มเพาะเลี้ยงหอยแครง และหอยนางรม ตามลำดับ

ตารางที่ 1 เนื้อที่เลี้ยงหอย (เฉพาะที่มีผลผลิต) ปี พ.ศ. 2546

รายการ	รวม	หอยแครง	หอยแมลงภู่	หอยนางรม
เนื้อที่ (ไร่)	75,887.81	56,009.66	13,512.47	6,365.68
ร้อยละ	100	73.81	17.80	8.39

ที่มา: กรมประมง (2546)

ตารางที่ 2 จำนวนฟาร์มเลี้ยงหอย (เฉพาะที่มีผลผลิต) ปี พ.ศ. 2546

รายการ	รวม	หอยแครง	หอยแมลงภู่	หอยนางรม
จำนวนฟาร์ม	5,932	2,128	2,194	1,610
ร้อยละ	100	35.87	36.99	27.14

ที่มา: กรมประมง (2546)

ในปี พ.ศ. 2546 ปริมาณผลผลิตหอยทั้งหมดประมาณ 357,944.39 ตัน โดยแยกเป็นผลผลิตหอยแครง 67,358.69 ตัน หรือร้อยละ 18.82 ของผลผลิตหอยทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณผลผลิตของหอยชนิดต่าง ๆ ปี พ.ศ. 2546

รายการ	รวม	หอยแครง	หอยแมลงภู่	หอยนางรม
ปริมาณ (ตัน)	357,944.39	67,358.69	263,946.14	26,639.56
ร้อยละ	100	18.82	73.74	7.44

ที่มา: กรมประมง (2546)

1. การแปรรูปหอยแครง

หอยแครงส่วนใหญ่นิยมบริโภคสด แต่ก็มีการแปรรูปบ้าง เพื่อให้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น โดยการแปรรูปในลักษณะเนื้อหอยแกะสด เนื้อหอยต้ม เนื้อหอยตากแห้ง และหอยแครงดองทั้งเปลือก ส่วนการแปรรูปหอยแครงเพื่อการส่งออกส่วนใหญ่อยู่ในรูปการแช่แข็งทั้งเปลือก เนื้อหอยแกะแช่เย็น เนื้อหอยแกะแช่เยือกแข็ง และเนื้อหอยตากแห้ง (กรมศุลกากร, 2547)

2. การตลาดหอยแครง

2.1 ตลาดภายในประเทศ ผลผลิตหอยแครงส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมดบริโภคภายในประเทศ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 10 แปรรูปเพื่อการส่งออก โดยระดับราคาหอยแครงค่อนข้างสม่ำเสมอในแต่ละปี และไม่มีปัญหาเรื่องราคาตกต่ำตามฤดูกาล ซึ่งราคาที่เกษตรกรขายได้ในช่วงปี พ.ศ. 2546 มีราคากิโลกรัมละ 14.82 บาท (กรมประมง, 2546) ลดลงจากปี พ.ศ. 2545 กิโลกรัมละ 1.52 บาท ส่วนปัญหาที่พบคือ ตลาดในประเทศค่อนข้างแคบ เนื่องจากหอยแครงเป็นสินค้าที่นิยมบริโภคสด และมีชีวิตอยู่ได้เพียง 2-3 วันหลังจากเก็บเกี่ยว ดังนั้น ตลาดส่วนใหญ่จึงจำกัดอยู่ในเขตกรุงเทพ ฯ และปริมณฑล นอกจากนี้ยังพบได้ในจังหวัดที่ทำการเพาะเลี้ยงหอยแครง ได้แก่ เพชรบุรี สมุทรสงคราม จันทบุรี และสตูล เป็นต้น สำหรับจังหวัดอื่น ๆ มีการส่งไปจำหน่ายบ้าง แต่ไม่มากนัก เนื่องจากจะต้องใช้ระยะเวลานานในการขนส่ง ทำให้หอยตายและด้อยคุณภาพลง ปัจจุบันผลผลิตหอยแครงที่ผลิตได้ไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ จึงต้องมีการนำเข้าลูกพันธุ์หอยแครงจากต่างประเทศปีละประมาณ 16,000-19,000 กิโลกรัม และจากข้อมูลการนำเข้าหอยแครงที่มีชีวิตในปี พ.ศ. 2547 ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม

ซึ่งมีปริมาณรวมของการนำเข้าหอยแครงเท่ากับ 17,391,661 กิโลกรัม โดยนำเข้าจากประเทศมาเลเซียมากที่สุด รองลงมาคือ อินโดนีเซีย และญี่ปุ่น ตามลำดับ (กรมศุลกากร, 2547) ส่วนปัญหาที่พบจากการนำเข้าหอยแครงจากต่างประเทศ คือ การปนเปื้อนของเชื้อโรค และความไม่สะอาดในตัวหอย

2.2 ตลาดต่างประเทศ พบว่าในปี พ.ศ. 2547 ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม มีปริมาณการส่งออกหอยแครงในรูปหอยแครงที่มีชีวิตและแบบแช่แข็งไปยังประเทศต่าง ๆ ได้แก่ ฮ่องกง ซึ่งมีปริมาณการส่งออกมากที่สุดเท่ากับ 5,105,681 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 115,394,937 บาท รองลงมาคือ กัมพูชา ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเท่ากับ 229,364 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 3,461,558 บาท เป็นต้น (กรมศุลกากร, 2547) ซึ่งมีปริมาณการส่งออกไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการนำเข้า เนื่องจากตลาดต่างประเทศค่อนข้างจำกัด และยังผลิตได้ไม่เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศ

อย่างไรก็ตาม หอยแครงขนาดเล็ก ไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค จึงมีราคาถูก ในขณะที่ซอสหอยนางรมมีราคาแพง ดังนั้นจึงเป็นเหตุจูงใจให้ต้องการนำหอยแครงมาใช้แทนหอยนางรมในการผลิตซอสหอยหรือน้ำมันหอย โดยจะใช้วิธีการย่อยสลายโปรตีน

การไฮโดรไลซ์โปรตีน

ชนิดของการไฮโดรไลซ์โปรตีน แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. การไฮโดรไลซ์ด้วยสารเคมี แบ่งย่อยออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 การไฮโดรไลซ์ด้วยกรด ในการทำซอสปรุงรสจัดเป็นการไฮโดรไลซ์โปรตีนบางส่วน (partial hydrolysis) เท่านั้น ของเหลวที่ได้หลังการย่อยวัตถุดิบด้วยกรดจะมีรสเปรี้ยว ไม่สามารถบริโภคได้ในทันที จะต้องนำมาปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 5.0-6.2 กรดจะถูกกำจัดออกไปในรูปของเกลือและน้ำ ปัญหาของการใช้กรดในการไฮโดรไลซ์ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ในระหว่างกระบวนการ โดยเกิดจากการรวมกันของสารประกอบคาร์บอนิลกับสารประกอบกลุ่มเอมีน เช่น โปรตีน กรดอะมิโน เป็นต้น สารประกอบดังกล่าวจะรวมตัวกับน้ำตาลหรืออนุพันธ์ของน้ำตาล เช่น การรวมกันของกรดอะมิโนทริปโตเฟน (Tryptophan) กับคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในวัตถุดิบ ทำให้เกิดตะกอนสีดำ (black humin) ในระหว่างการไฮโดรไลซ์

นอกจากนี้การไฮโดรไลซ์ด้วยกรดอาจทำลายกรดอะมิโนบางชนิด ได้แก่ ทริปโตเฟน และซีสเตอีน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโปรตีน อุณหภูมิ ระยะเวลา และความเข้มข้นของโปรตีนในการย่อย (Roxas and Konrad, 1959)

1.2 การไฮโดรไลซ์ด้วยด่าง การไฮโดรไลซ์โปรตีนโดยใช้ด่าง มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 แต่เนื่องจากการไฮโดรไลซ์ด้วยด่างจะทำลายกรดอะมิโนบางชนิด คือ อาร์จินีน ซีรีน ทรีโอนีน ซีสตีน และซีสเตอีน จึงมีการใช้อยู่ในวงจำกัด และมีกฎเกณฑ์เฉพาะ ปัจจุบันด่างที่ใช้ไฮโดรไลซ์โปรตีน คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือแบเรียมไฮดรอกไซด์ ($Ba(OH)_2$) พบว่า การไฮโดรไลซ์โปรตีนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 โมลาร์ ให้อัตราการย่อยสลายได้ดีและเร็วกว่าแบเรียมไฮดรอกไซด์ 0.2 โมลาร์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.2 โมลาร์ แม้จะพบว่า ทริปโตเฟนสลายตัวน้อย แต่มีโอกาสที่กรดอะมิโนบางชนิดจะเปลี่ยนโครงรูปจาก L-form ไปเป็น D-form ซึ่งร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Peterson, 1994)

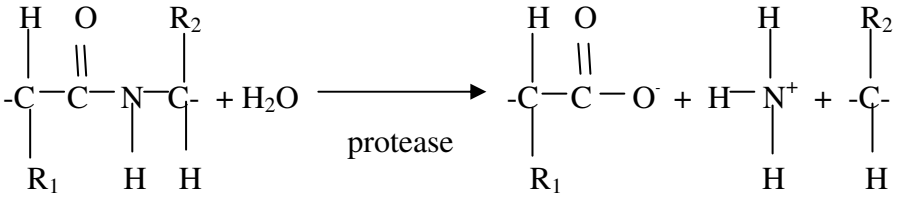
2 <u>การไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์</u>

การไฮโดรไลซ์โปรตีนด้วยเอนไซม์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จะให้ปริมาณเปปไทด์สูงสุด เนื่องจากเอนไซม์มีความจำเพาะต่อสารตั้งต้น ความเป็นกรด-ด่าง ความคงทนต่อความร้อน และมีความจำเพาะต่อตัวกระตุ้นและตัวยับยั้ง จึงสามารถเลือกใช้ชนิดของเอนไซม์ได้ตามความเหมาะสม การไฮโดรไลซ์ด้วยวิธีนี้จะมีผลดีกว่าการใช้กรดหรือด่าง เนื่องจากเอนไซม์จะเข้าทำปฏิกิริยาบริเวณพันธะเปปไทด์ที่มีกรดอะมิโนแต่ละชนิดจับกัน โดยไม่ทำลายกรดอะมิโน และไม่พบเกลือปริมาณมากที่เกิดจากการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เป็นกลาง หลังจากการทำปฏิกิริยา แต่อาจจะมีข้อเสีย คือ โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ได้อาจมีรสขม ไม่เป็นที่ยอมรับ (Light and Smith, 1963 ; Brody, 1965) Hall and Ahmad (1992) รายงานว่า รสขมที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์โปรตีนไฮโดรไลเสทนั้น เกิดจากกรดอะมิโนที่ไม่ชอบน้ำ เช่น ไอโซลิวซีน ลิวซีน ฟีนิลอะลานีน ทริปโตเฟนและวาลีน เป็นต้น กรดอะมิโนเมื่ออยู่รวมกันเป็นเปปไทด์จะให้รสขมมากกว่าเมื่อกรดอะมิโนอยู่อิสระ ความยาวของเปปไทด์มีความสำคัญต่อการเกิดรสขม และรสขมจะลดลงเมื่อมีจำนวนหมู่ที่ไม่ชอบน้ำน้อยกว่า 3 หมู่ในสายเปปไทด์ นอกจากนี้รสขมที่เกิดขึ้นยังมีความสัมพันธ์กับค่าความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ของสายเปปไทด์ ถ้าสายเปปไทด์ใดมีค่าความไม่ชอบน้ำมากกว่า 5.85 กิโลจูลต่อโมล จะให้รสขม แต่ถ้าสายเปปไทด์ใดมีค่าความไม่ชอบน้ำน้อยกว่า 5.43 กิโลจูลต่อโมล จะไม่ก่อให้เกิดรสขม ความเข้มข้นของรสขมที่จะเกิดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนในสายเปปไทด์และชนิดของเอนไซม์โปรตีเอสที่ใช้ (Damodaran,

1996) อย่างไรก็ตาม รสขมที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์โปรตีนไฮโดรไลเสทอาจแก้ปัญหาได้โดยการบดบังรสขมในผลิตภัณฑ์ เช่น การเติมน้ำตาลซูโครส (Mahesh *et al*., 1993) หรือโดยการกำจัดรสขมที่เกิดขึ้น เช่น การใช้เอนไซม์โปรตีเอสชนิดอื่นร่วมกับเอนไซม์เอนโดเพปทิเดสในการย่อยสลายโปรตีน (Kristinsson and Rasco, 2000)

เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายพันธะเปปไทด์ของสารประกอบโปรตีน เรียกว่า โปรติโอไลติกเอนไซม์ (Proteolytic enzyme) หรือโปรติเนส (Proteinase) ทำให้ได้เปปไทด์สายสั้น ๆ การย่อยสลายพันธะเปปไทด์จากปลายสายโปรตีนจะได้กรดอะมิโน (Bailey, 1967) เอนไซม์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่ ได้แก่ เปปซิน (Pepsin) ทริปซิน (Trypsin) บรอมิเลน (Bromelain) ปาเปน (Papain) แอลคาเลส (Alcalase) นิวเทรส (Neutrase) เป็นต้น แหล่งของเอนไซม์โปรติเอสที่สำคัญในอดีต คือ พืชและสัตว์ เช่น เอนไซม์เรนนิน ซึ่งสกัดได้จากกระเพาะของลูกวัว ปาเปน บรอมิเลน และฟิซิน เป็นเอนไซม์ที่สกัดจากพืช ไคโมทริปซิน-เอ ได้จากตับอ่อนของหมู

ปัจจุบันมีการสกัดเอนไซม์โปรติเอสจากจุลินทรีย์มาใช้ทดแทนจากแหล่งอื่น เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำ (Loffler, 1986) เอนไซม์แต่ละชนิดส่วนใหญ่มีความคงตัวที่อุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส (Bailley, 1967) การไฮโดรไลซ์โปรตีนด้วยเอนไซม์โปรติเอส โปรตีนจะถูกไฮโดรไลซ์เป็นเปปไทด์ และกรดอะมิโนอิสระ สำหรับกระบวนการในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทโดยใช้เอนไซม์ แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะปฏิกิริยาการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์โปรติเอส
ที่มา: Adler-Nissen (1976)

ภายหลังจากการไฮโดรไลซ์โปรตีนด้วยเอนไซม์ หรือการย่อยสลายโปรตีน ณ ระดับการย่อยสลายที่ต้องการแล้ว จำเป็นที่จะต้องยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เพื่อไม่ให้เกิดการย่อยสลายของโปรตีนต่อไปอีก ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และการให้ความร้อน (Kristinsson and Rasco, 2000) สำหรับการควบคุมกรด-ด่างนั้นทำได้โดยการควบคุมให้อยู่ในช่วงที่

ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ (Shahidi *et al.*, 1995) ส่วนการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยการให้ความร้อนนั้น ส่วนใหญ่จะกระทำที่อุณหภูมิ 75-100 องศาเซลเซียส นาน 5-30 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการต้านทานความร้อนของเอนไซม์แต่ละชนิด แต่การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ด้วยความร้อนนี้อาจมีผลทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติและตกตะกอน (Kristinsson and Rasco, 2000) หรืออาจยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยการให้ความร้อนร่วมกับการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง (Onodenalore and Shahidi, 1996)

ปัจจุบันมีการนำเอนไซม์โปรติเอสสู่อุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ อุตสาหกรรมเนยแข็ง เบียร์ ธัญพืช สารปรุงแต่งกลิ่นรส และได้ใช้ประโยชน์เอนไซม์โปรติเอสในเชิงอุตสาหกรรมอาหารที่เกี่ยวกับการไฮโดรไลเสทโปรตีน เช่น การผลิตน้ำซอสปรุงรส น้ำปลา และน้ำซุป เป็นต้น (ปราณี, 2535)

เนื่องจากเอนไซม์โปรติเอสสามารถผลิตได้ในประเทศไทย และจากรายงานของ Gildberg (1993) พบว่า โปรตีนสกัดโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลนนั้น มีแนวโน้มให้กลิ่นรสที่ดีกว่าเอนไซม์ชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงนำเอนไซม์ชนิดนี้มาใช้ในการทดลอง

เอนไซม์บรอมิเลน

1. โครงสร้างของเอนไซม์บรอมิเลน

เอนไซม์บรอมิเลน (EC 3.4.4.24) เป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยโมเลกุลของสารประเภทโปรตีน และจะถูกยับยั้งโดยสารที่เรียกว่า ซัลไฟดริลรีเอเจนท์ หรือ กลุ่มซัลไฟดริล (-SH) หรือกลุ่มไธออล ทำให้หมู่อนุมูลซัลไฟดริลที่บริเวณเร่งได้รับความกระทบกระเทือนอาจสูญเสียแอคติวิตีไปในที่สุด จึงจัดเอนไซม์นี้อยู่ในกลุ่ม ซัลไฟดริลโปรติเอส (ปราณี, 2535) เอนไซม์บรอมิเลนเป็นเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์ พบได้ในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของพืชวงศ์ Bromeliacea คือ สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เอนไซม์นี้มีลักษณะเป็นไกลโคโปรตีน (glycoprotein) นอกจากเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยโปรตีนและเปปไทด์แล้ว ยังสามารถเร่งการย่อยสารพวกอะหมีด (amide) และเอสเทอร์ (ester) ของกรดอะมิโนและเปปไทด์ได้ด้วย (โชคชัย, 2538)

เอนไซม์บรอมิเลนจากลำต้นสับปะรดจัดเป็นโปรตีนพวกที่มีคุณสมบัติเป็นเบส สามารถละลายน้ำได้ ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ และอะซิโตน มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 33,000 ดาลตัน และพบว่าสามารถทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานคือ 50-60 องศาเซลเซียส และช่วงกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์คือ 5.0 - 8.0 โดยมีความคงตัวในช่วงกรด-ด่างเท่ากับ 3.0-5.5 เมื่อกรด-ด่างต่ำกว่า 2.5 เอนไซม์จะไม่คงตัว

2. <u>การเตรียมบรอมิเลน</u>

กระบวนการเตรียมเอนไซม์บรอมิเลนในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้ นำต้นสับปะรดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวขั้นสุดท้ายมาคั้นเอาน้ำออกแล้วกรอง เติมอะซีโตน 2 เท่าของน้ำที่ได้จากการคั้น ทิ้งส่วนที่ตกตะกอนไป เอาแต่ของเหลวมาเติมอะซีโตนอีก 1 เท่า ตะกอนที่ได้ตอนนี้คือ เอนไซม์บรอมิเลนซึ่งจะนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง เพื่อทำให้แห้ง (ทนงค์, 2522) ส่วนประเสริฐ (2508) ทดลองผลิตเอนไซม์บรอมิเลนโดยนำผลสับปะรดมาปั่นด้วยเครื่องปั่นแล้วแยกส่วนที่เป็นของเหลวออกโดยการกรอง นำของเหลวที่กรองได้มาเติมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้ตกตะกอน กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ตะกอนที่ได้ทำให้แห้งด้วยการตากแดดกลางแจ้งเป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะได้ผลึกของแข็งสีน้ำตาลปนเทาของเอนไซม์บรอมิเลน นำไปบดก่อนใช้

3. <u>การนำเอนไซม์บรอมิเลนมาใช้ประโยชน์</u>

บรอมิเลนเป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีนที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง อุตสาหกรรมสี เร่งการย่อยในกระบวนการหมักน้ำปลา ใช้ในการผลิตเบียร์เพื่อป้องกันความขุ่นจากตะกอนโปรตีน ใช้เพิ่มความยืดหยุ่นและปริมาตรของขนมปัง ใช้ในการทำให้เนื้อนุ่ม ใช้เป็นส่วนประกอบในยาช่วยในการย่อยอาหาร เป็นต้น (Feinstein and Whitaker, 1964; Beuk, 1973; Godfrey, 1985)

Poosaran (1986) ได้ทดลองทำน้ำปลาโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลน 2 มิลลิลิตร เติมในอัตราส่วนปลา 100 กรัมต่อเกลือ 66 กรัม ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 35 วัน ผลปรากฏว่าเอนไซม์ย่อยปลาได้สูงสุดร้อยละ 21.76 ส่วนตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเอนไซม์จะมีการย่อยสูงสุดเพียงร้อยละ 13.42

Beddows and Ardeshir (1979) ได้ทดลองสกัดโปรตีนจากปลาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมน้ำปลาโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลนร้อยละ 0.8 เปรียบเทียบกับปาเปนร้อยละ 2.75 และฟิซินร้อยละ 2.5 บ่มที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 วัน ผลการทดลอง พบว่า บรอมิเลนสามารถย่อยโปรตีนได้ถึงร้อยละ 65 ส่วนปาเปนและฟิซินย่อยโปรตีนได้ปริมาณต่ำ

ปราณิศา และ นงนุช (2534) ได้ทดลองใช้เอนไซม์ปาเปนและบรอมิเลนในการทำซอสหอยนางรม จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า เนื้อหอยนางรมที่ย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลนร้อยละ 0.3 และเอนไซม์ปาเปนร้อยละ 0.7 จะให้ปริมาณไนโตรเจนที่ละลายได้ในน้ำหอยสกัดสูงสุด เมื่อนำน้ำหอยสกัดมาผลิตซอสหอยนางรม พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของซอสหอยที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน แต่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าตัวอย่างซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เนื่องจากในการผลิตซอสหอยมีการทำให้ซอสข้นหนืดขึ้น โดยใช้แป้งดัดแปร ซึ่งแป้งดัดแปรจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากแป้งสตาร์ชที่ยังไม่ได้ถูกดัดแปรหรือแปรรูป นิยมเรียกว่าแป้งดิบ (native starch)

<u>แป้งดัดแปร</u>

จุดประสงค์ในการดัดแปรแป้ง เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งบางครั้งไม่เป็นที่ต้องการต่อการใช้ในระดับอุตสาหกรรม หรือยังไม่เหมาะสมกับสภาวะบางอย่าง จึงมีการนำแป้งมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติ (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2546)

แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์, 2535)

Light (1990) รายงานว่า แป้งดิบโดยทั่วไปมีสมบัติบางประการไม่เหมาะสมกับการผลิตในอุตสาหกรรม ได้แก่ มีช่วงความหนืดที่แคบ มีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ดี มีความคงทนต่อแรงเฉือนในกระบวนการผลิตหรือความคงทนต่อสภาวะต่าง ๆ ต่ำ ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ ดังนั้นจึง

มีการดัดแปรคุณสมบัติบางประการของแป้งดิบเพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ เช่น ทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น คงทนต่อสภาวะในการผลิตได้ดี นอกจากนี้ BeMiller (1997) พบว่า แป้งที่ผ่านการดัดแปรทางเคมีจะมีคุณสมบัติ การเกิดเจลาทิไนซ์ (gelatinization) การคืนตัว (retrogradation) และการสูญเสียน้ำของเจลลดลง มีความคงตัวในการคืนรูปจากเยือกแข็ง (freeze-thaw) เพิ่มขึ้น ลักษณะของเนื้อเจลดีขึ้น มีคุณสมบัติความเป็นกาวเพิ่มขึ้น มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) หรือความสามารถในการผสมกับตัวทำละลายอื่น ๆ เพิ่มขึ้น

BeMiller (1997) แบ่งกลุ่มแป้งดัดแปรไว้ดังนี้

1. <u>การดัดแปรทางเคมี</u>

แป้งดัดแปรทางเคมี (chemically modified starch) เป็นแป้งที่เปลี่ยนคุณสมบัติโดยให้แป้งทำปฏิกิริยากับสารเคมี เนื่องจากสารเคมีมีหลายประเภท ทำให้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีความหลากหลายมาก ซึ่งแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติ กระบวนการผลิตและการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกันซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

1.1 การเกิดอนุพันธ์ (derivertization)

1.1.1 การแทนที่สารในโมกุลเดี่ยวของแป้ง

ก. ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน เป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลของแป้งกับหมู่เอสเทอร์ของสารเคมี แป้งเอสเทอร์ที่นิยมใช้ในทางการค้า ได้แก่ แป้งแอซีเทต (starch acetate) และสตาร์ชฟอสเฟตโมโนเอสเทอร์ (Rutenberg and Solarek, 1984) แป้งดัดแปรทั้ง 2 ชนิดนี้มีคุณสมบัติความหนืดสูงกว่าแป้งดิบ และรักษาความหนืดไว้ได้ดี เมื่อเกิดเป็นเจลจะมีความใส มีความอ่อนตัวและยึดเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน มีความคงตัวต่อสภาวะการแช่แข็งและการละลาย (freeze thaw stability) เหมาะสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง (Mitrevej, 1996)

ข. ปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชัน เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่อีเทอร์ (etherifying agent) ได้แป้งดัดแปรที่เรียกว่าแป้งอีเทอร์ ซึ่งทำให้แป้งมีคุณสมบัติการเกิดการคืนตัวน้อยลง แต่ละหมู่ที่เข้ามาแทนที่จะทำให้แป้งมีประสิทธิภาพในการคืนตัวของแป้งได้แตกต่างกัน หมู่แทนที่สายยาว (long side-chain) จะมีประสิทธิภาพมากกว่าหมู่แทนที่ที่มีความยาวเท่ากัน หมู่ที่มีประจุจะมีประสิทธิภาพมากกว่าหมู่ที่ไม่มีประจุ อุณหภูมิในการเกิดเจลาทิไนซ์ต่ำลง ทำให้

แป้งสามารถพองตัวได้ในน้ำเย็น หรืออาจกล่าวได้ว่า มีลักษณะเป็นสารเพิ่มความคงตัว มีความหนืดสูงกว่าแป้งปกติ เช่น แป้งไฮดรอกซีเอทิล (hydroxyethyl starch) เป็นต้น

1.1.2 การแทนที่โมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ เช่น แป้งครอสลิง (crossbonded starch หรือ inhibit starch) เป็นแป้งที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ ทำให้เกิดพันธะเชื่อมข้ามระหว่างโมเลกุลแป้งในสภาพแขวนลอย พันธะโควาเลนต์จะช่วยเสริมให้พันธะไฮโดรเจนที่ยึดโครงสร้างของเม็ดแป้งไว้มีความแข็งแรงมากขึ้น ช่วยลดการพองตัวของเม็ดแป้ง เพิ่มความต้านทานต่อสภาวะความเป็นกรด ความร้อน และสภาพที่มีแรงเฉือน ดังนั้นแป้งดัดแปรที่ได้จะเหมาะสำหรับใช้ผลิตอาหารที่มีสภาพเป็นกรด ใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน รวมทั้งชะลอการเกิดเจลาทิไนเซชันทำให้ผลิตภัณฑ์มีความข้นหนืดตามที่ต้องการเมื่อเย็นตัวลง (Wurzburg, 1986)

1.2 การลดขนาดโมเลกุลแป้งโดยกรด (acid thinning) เช่น แป้งย่อยด้วยกรด (acid modified starch) หรือ thin-boiling starch ซึ่งแป้งที่ผ่านการดัดแปรชนิดนี้เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับกรดเกลือหรือกรดกำมะถันเจือจาง กรดจะตัดโมเลกุลของแป้งทำให้ขนาดโมเลกุลเล็กลง จนได้ความหนืดที่ต้องการ (Wurzburg, 1986; Hoseney and Lineback, 1996) ผลิตภัณฑ์แป้งที่ได้ส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในรูปของเม็ดแป้ง ให้ความหนืดขณะร้อนต่ำกว่าแป้งดิบ ทำให้สามารถใช้แป้งได้ในปริมาณมากขึ้น เมื่อเกิดการคืนตัวจะได้เจลที่แข็ง สามารถยึดเกาะกันได้ดี ใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ท็อฟฟี่ และช็อคโกแลต เนื่องจากมีความหนืดต่ำในขณะร้อน สะดวกในการเทลงพิมพ์ และได้เจลที่แข็งและใส (Imeson, 1992)

1.3 เดกซ์ทริไนเซชัน (dextrinization) เป็นการลดขนาดหรือเปลี่ยนการจับเกาะ (depolymerization/transglycosylation) โดยใช้ความร้อนหรือความร้อนกับกรด เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสที่พันธะ α-1,4 และ repolymerization ในเม็ดแป้ง เช่น เดกซ์ทริน (dextrin) โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ สามารถละลายในน้ำเย็นได้เพิ่มขึ้น มีความหนืดในขณะร้อนลดลง ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารพวกครีมเทียม ลูกกวาด ท็อฟฟี่ และซุปกึ่งสำเร็จรูป เนื่องจากมีความสามารถในการละลายได้สูงกว่าและมีความหนืดน้อยกว่า จึงทำให้ใช้งานได้สะดวกและระเหยน้ำได้อย่างรวดเร็ว

1.4 ออกซิเดชัน (oxidation) ทำให้เกิดการฟอกสีและลดขนาดของโมเลกุล โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (bleaching และ depolymerization) ในการทำปฏิกิริยาจะทำให้โครงสร้าง คุณสมบัติเคมี และขนาดโมเลกุลเม็ดแป้งเปลี่ยนแปลงไป โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงหมู่ไฮดรอกซิลให้เป็นหมู่แอลดีไฮน์ หมู่คีโตน หรือหมู่คาร์บอกซิล ได้แป้งดัดแปรที่เรียกว่า แป้งออกซิไดซ์ (oxidized starch) คุณสมบัติของแป้งชนิดนี้ คือ แป้งมีลักษณะเป็นประจุลบ ทำให้อัตรา

การคืนตัวของแป้งเปียกลดลง โดยแป้งที่ร้อนจะมีความหนืดต่ำ ทำให้สามารถใช้แป้งเมื่อมีความเข้มข้นสูงในน้ำร้อนได้ และพบว่า แป้งเปียก สารละลาย และฟิล์มมีความใสมากขึ้น เจลที่ได้มีความคงตัวสูง เม็ดแป้งขาวขึ้น กลิ่นดีขึ้น (Sanders, 1996) ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ลูกกวาด ลูกอม ซุปกึ่งสำเร็จรูป หรืออาหารประเภทของเหลวที่ต้องการความร้อน เช่น น้ำสลัด มายองเนส เป็นต้น (Knight, 1969; Voragen, 1996)

1.5 การย่อยสลาย (hydrolysis) เป็นการย่อยสลายโดยใช้เอนไซม์ โดยการนำสารละลายแป้งผสมกับเอนไซม์ และนำไปเจลาทิไนซ์ เมื่อเอนไซม์ย่อยถึงระดับที่ต้องการจึงหยุดปฏิกิริยาโดยเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น เอนไซม์ที่ใช้ในการดัดแปรขึ้นอยู่กับลักษณะของแป้งดัดแปรที่ต้องการ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้ง ได้แก่ น้ำเชื่อมกลูโคส น้ำเชื่อมฟรักโทส ไซโคลเดกซ์ทริน

2. <u>การดัดแปรทางกายภาพ</u> (Physical Modification)

2.1 เจลาทิไนเซชัน (gelatinization) เป็นการให้ความร้อนแป้งจนผ่านขั้นตอนของเจลาทิไนเซชันแล้วทำแห้งทันที เช่น แป้งพรีเจลาทิไนซ์ (pregelatinized starch) หรือแป้งพรีเจล ซึ่งสามารถละลายกระจายตัวได้ในน้ำเย็น ให้ความหนืดได้ทันที และไม่เกิดเจล เหมาะสำหรับใช้กับอาหารที่ไม่ต้องให้ความร้อน เช่น ขนมพุดดิ้ง น้ำเกรวี ซอส ส่วนผสมของซุป (Powell, 1967)

2.2 แป้งละลายน้ำเย็น (granular-cold-water-soluble-starch : GCWSS) เป็นการแปรรูปจนได้แป้งที่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการเกิดเจลาทิไนเซชัน ซึ่งผลิตได้จากการปรับสภาพแป้งด้วยแอลกอฮอล์และเบส ทำให้แป้งที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสเรียบ มีความยืดหยุ่น ความมันเงาและความแข็งแรงสูงกว่าแป้งพรีเจล นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกึ่งสำเร็จรูป (Chen and Jane, 1994)

2.3 การลดขนาดเม็ดแป้งโดยทางกล การทำให้เม็ดแป้งแตกโดยทางกลจะได้เม็ดแป้งขนาดเล็กกว่าปกติ ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติของเม็ดแป้ง เช่น การพองตัว การละลาย เป็นต้น และทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างไปจากเดิม โดยเฉพาะหมู่ไฮดรอกซิลที่สามารถทำปฏิกิริยาจะมีมากขึ้น ในปัจจุบันได้มีการนำไปใช้แทนส่วนของไขมันในอาหารจำพวกไอศกรีม น้ำสลัด เป็นต้น

2.4 annealing เป็นการให้ความร้อน ในขณะที่เม็ดแป้งอยู่ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเจลาทิไนเซชัน เม็ดแป้งจะมีการเปลี่ยนแปลงภายในระดับของผลึก (crystal) และแรงจับตัวระหว่างผลึกกับอสัณฐานจะเปลี่ยนไปเช่นกัน

2.5 การแปรรูปด้วยความร้อนชื้น (heat moisture treatment) เป็นการให้ความร้อนสูงกว่าจุดเจลาทิไนเซชันแก่แป้งในขณะที่แป้งมีความชื้นต่ำ ผลที่เกิดขึ้นโดยการแปรรูปโดยความร้อนชื้น

คือ การเปลี่ยนแปลงในด้านโครงสร้างของผลึกในเม็ดแป้ง ปัจจุบันยังไม่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

3. <u>การดัดแปรทางเทคโนโลยีชีวภาพ</u> (Biotechnological Modification)

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของแป้งโดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

3.1 waxy starch คือ แป้งที่มีอะมิโลสต่ำหรือไม่มีเลย

3.2 high-amylose starch คือ แป้งที่มีอะมิโลสสูง ใช้ในอุตสาหกรรมที่ผลิตภัณฑ์ต้องการเนื้อสัมผัสที่คงทน ไม่แตกง่าย เป็นต้น

ในวิทยานิพนธ์นี้ แป้งดัดแปรที่นำไปใช้ในการทดลองคือ แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการดัดแปรทางเคมีโดยวิธีครอสลิง เนื่องจากแป้งดัดแปรแบบครอสลิงร่วมกับแอซิทิเลชัน จะทำให้แป้งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ยิ่งขึ้น ได้แก่ ความหนืดคงตัวขึ้น เหมาะสำหรับผลิตอาหารที่มีสภาพเป็นกรด ต้องผ่านความร้อนสูงเป็นเวลานาน และต้องเก็บรักษาในสภาพแช่เย็นเป็นเวลานาน โดยสามารถรักษาความข้นหนืดไว้ได้ ซึ่งส่วนมากถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ เช่น ซุป ซอส น้ำสลัด ไส้พาย อาหารเด็กอ่อน เป็นต้น (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2546)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 หอยแครง (*Anadara granosa*) ขนาด 55-60 ตัว/ กิโลกรัม จากตลาดอมรพันธุ์ กรุงเทพ ฯ

1.2 เอนไซม์บรอมิเลน มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ เท่ากับ 864 CDU จากบริษัท เกรตฟูดส์ (ไบโอเคม) จำกัด

1.3 แป้งดัดแปร ได้แก่ แป้งมันสำปะหลังดัดแปร จากบริษัท สยามโมดิฟายสตาร์ช จำกัด

1.4 ซอสหอยนางรม สุ่มตัวอย่างจากท้องตลาด จำนวน 5 ยี่ห้อ

2. สารปรุงแต่งกลิ่นรส

2.1 ซอสปรุงรส ตรา ภูเขาทอง

2.2 น้ำตาลกลูโคส ตรา กลูโคลิน ของบริษัท บุ๊ทส์ แมนูเฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

2.3 น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล

2.4 กรดซิตริก บริษัท วิทยาศรม จำกัด

2.5 คาราเมล จากบริษัท วิคกี้ คอนโซลิเดท จำกัด

2.6 เกลือป่น ตรา ปรุงทิพย์

2.7 ซีอิ้วหวาน ตรา ง่วนเชียง

2.8 ซีอิ้วขาว ตรา เด็กสมบรูณ์

2.9 ผงชูรส ตรา อายิโนะโมะโต๊ะ

2.10 พริกไทย ตรา มือ

3. <u>สารเคมี</u>

3.1 วัตถุกันเสียที่ใช้ในการทดลอง คือ เกลือเบนโซเอต (Food grade) บริษัท วิทยาศรม จำกัด

3.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและโปรตีน ได้แก่ selenium mixture. Conc.H_2SO_4 , NaOH 32 % , boric acid 2 % , mixed indicator และ H_2SO_4 0.1 N

3.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ได้แก่ petroleum ether ที่มีจุดเดือด 35-60 องศาเซลเซียส

3.4 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเกลือแกง ได้แก่ สารละลาย silver nitrate ($AgNO_3$) เข้มข้น 0.1N, สารละลาย ammonium thiocyanate ($NH_4(SO_4)_2.H_2O$) เข้มข้น 0.1 N, nitric acid เข้มข้น 65 % และ ferric alum อิ่มตัว

3.5 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน ได้แก่ สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 N, สารละลาย formaldehyde 37%, magnesium oxide light, boric acid 4 %, สารละลาย sulfuric acid เข้มข้น 0.1 N และสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (methyl red และ bromocresol green)

3.6 สารเคมีสำหรับปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของซอสหอย คือ กรดแลกติก

4. <u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

4.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder model F240

4.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Precisa model 240 A

4.3 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) ยี่ห้อ Vulcan A-130

4.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Metrohm model 744

4.5 เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Minolta model UV/VIS-7800

4.6 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer model DV-2+)

4.7 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ยี่ห้อ Buchi 323

4.8 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (Tecator Soxtec System model HT 1043)

4.9 ชุดเครื่องปั๊มดูดอากาศ (Buchner suction pump)

4.10 เครื่องปั่น (Blender)

4.11 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)

4.12 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ยี่ห้อ Memmert

4.13 เครื่องแก้วและขวดสำหรับหมักตัวอย่าง

4.14 ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

4.14 ขวดชั่ง (Weighing bottle)

5. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์</u>

5.1 จานเลี้ยงเชื้อ (Petridish)

5.2 หลอดทดลอง ตะเกียงแอลกอฮอล์ และปิเปต

5.3 ตู้บ่มเชื้อ ยี่ห้อ Memmert Model 600

5.4 อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ Plate Count Agar (PCA) ของบริษัท DIFCO

5.6 อาหารเลี้ยงเชื้อยีสต์และรา ได้แก่ Potato Dextrose Agar (PDA) ของบริษัท Merck

5.7 อาหารเลี้ยงเชื้อ ซาลโมเนลลา (*Salmonella spp*.) ได้แก่ Lactose Broth (LB) บริษัท Merck, Selenite Cystine Broth (SE) บริษัท DIFCO และ Xylose lysine desoxycholate agar (XLD agar) บริษัท Merck

5.8 อาหารเลี้ยงเชื้อ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ได้แก่ Cook Meat Medium บริษัท DIFCO และ Tryptose sulfite cycloserine agar (TSC agar) บริษัท Merck

5.9 อาหารเลี้ยงเชื้อ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ได้แก่ Mannitol salt phenol-red (MS agar) บริษัท Merck และ 10% NaCl Tryptic Soy Broth (TSB) บริษัท Merck

5.10 อาหารเลี้ยงเชื้อโคลิฟอร์ม (Coliform) ได้แก่ Luaryl tryptose broth (LST broth) ของบริษัท Merck

วิธีการ

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

นำหอยแครงทั้งเปลือกที่ทำความสะอาดแล้ว มาลวกเป็นเวลา 2 นาทีและแกะเปลือกออก จากนั้นนำมาวางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำและบดให้ละเอียด เนื้อหอยที่บดละเอียดแล้วจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต อีกส่วนหนึ่งนำไปทดลองทำน้ำหอยสกัดเพื่อเตรียมทำซอสหอยต่อไป

2. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

2.1 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

สุ่มผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ มาประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ โดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale เพื่อประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม โดยระดับการให้คะแนน คือ คะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด ถึงคะแนน 9 ชอบมากที่สุด ตามวิธีของ ไพโรจน์ (2535) ดำเนินการโดยนำซอสหอยมาปรุงอาหารประเภทผักกวางตุ้งราดน้ำมันหอย โดยเวลาที่ใช้ในการลวกผักกวางตุ้งนาน 1 นาที และไม่ใส่เครื่องปรุงใด ๆ นอกจากน้ำมันหอย โดย 1 เสิร์ฟประกอบด้วย ผักกวางตุ้งปริมาณ 10 กรัม และน้ำมันหอยปริมาณ 2 กรัม จากนั้นทดสอบชิม โดยเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบทั่วไป (นิสิตปริญญาตรีและปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง) จำนวน 20 คน ทำการประเมิน ซึ่งได้กำหนดว่าต้องได้รับคะแนนไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ในทุก ๆ คุณลักษณะ จึงจะผ่านเกณฑ์การยอมรับ นำคะแนนของแต่ละคุณลักษณะมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด เพื่อนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงต่อไป

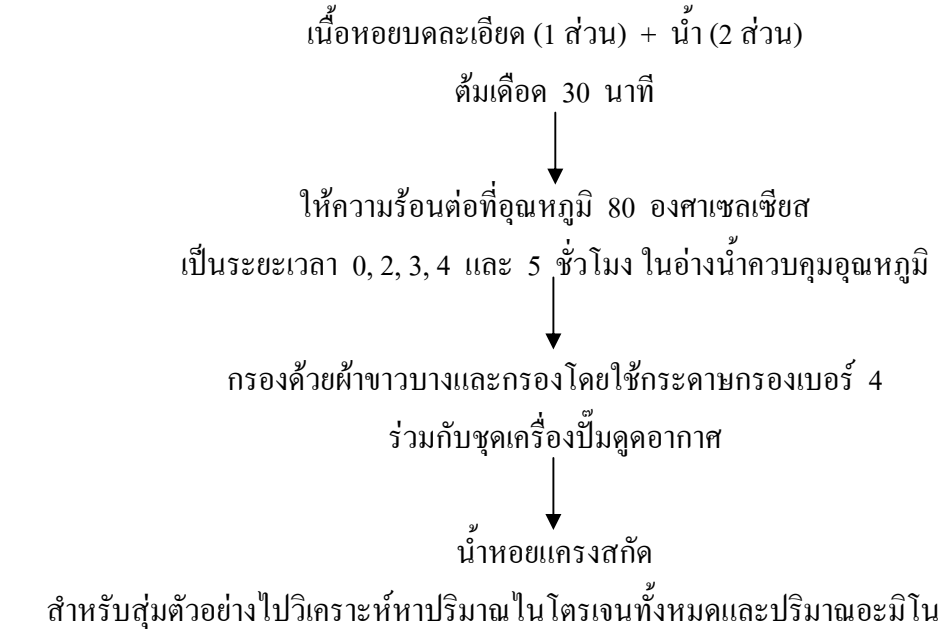
2.2 การศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

นำผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด จากผลการทดลองในหัวข้อ 2.1 มาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีของ AOAC (1995) และปริมาณอะมิโนไนโตรเจนตามวิธีของ สมอ.(2526) ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้น นำมาใช้กำหนดสัดส่วนของปริมาณไนโตรเจนในน้ำหอยแครงสกัดเพื่อพัฒนาสูตรต่อไป

3. <u>การศึกษาวิธีการเตรียมน้ำหอยสกัด</u>

3.1 การเตรียมน้ำหอยสกัดโดยวิธีต้มสกัด

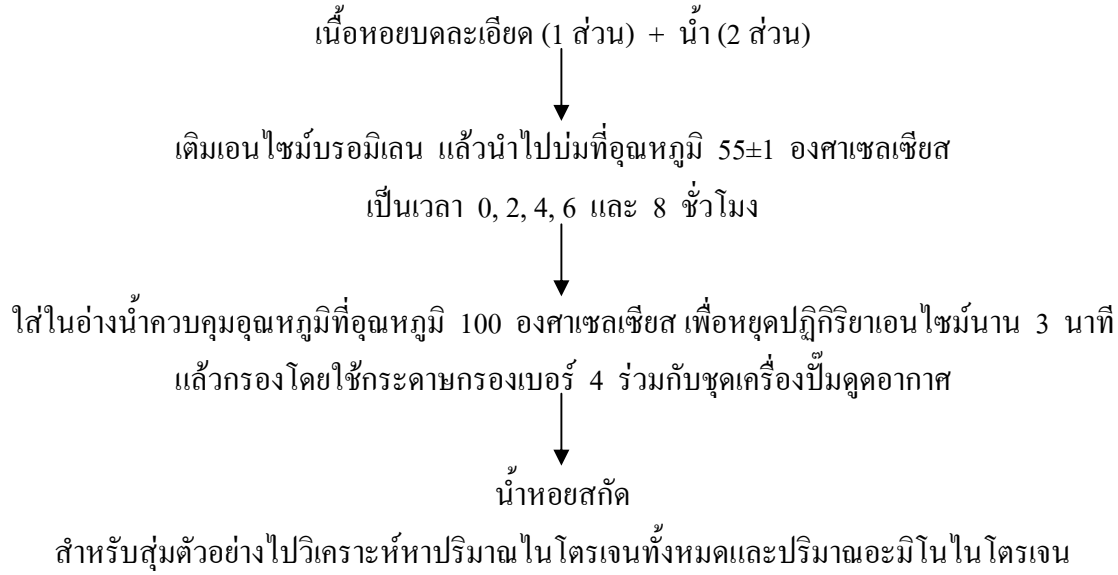
ผลิตน้ำหอยสกัดด้วยวิธีการต้มสกัดตามวิธีของ ปราณิศา (2533) อ้างถึง สมาน (2532) โดยนำหอยแครงที่ผ่านการบดละเอียดปริมาณ 100 กรัม มาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:2 ปิดฝาภาชนะที่ใส่ ต้มให้เดือดนาน 30 นาที แล้วให้ความร้อนต่อที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบางและกรองอีกครั้งโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 4 (Whatman) ร่วมกับชุดเครื่องปั๊มดูดอากาศ (Buchner suction pump) สุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหอยสกัด วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ขั้นตอนการเตรียมน้ำหอยสกัดด้วยวิธีการต้มสกัด แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเตรียมน้ำหอยสกัดด้วยวิธีการต้มสกัด

3.2 การเตรียมน้ำหอยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์

ศึกษาปริมาณเอนไซม์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีน โดยนำตัวอย่างเนื้อหอยแครงที่บดแล้วเติมน้ำในอัตราส่วน (1:2) จากนั้นผสมกับเอนไซม์บรอมิเลน โดยใช้ปริมาณเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 โดยน้ำหนักของเนื้อหอย และคนให้เข้ากัน ปิดฝาภาชนะที่ใส่ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาใส่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดปฏิกิริยาเอนไซม์ นาน 3 นาที และนำมากรอง แล้วสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจน เพื่อหาระยะเวลาในการย่อยสลายโปรตีนและปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์ที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำหอยสกัด โดยจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment) 4×5 วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าความต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ขั้นตอนการเตรียมน้ำหอยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเตรียมน้ำหอยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์

นำผลจากการวิเคราะห์ในขั้นการทดลองหัวข้อ 3.1 และ 3.2 มาเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แล้วคัดเลือกวิธีการสกัดกับสภาวะการสกัดน้ำหอยสกัดที่เหมาะสม และใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด เพื่อนำมาพัฒนาสูตรการผลิตซอสหอยแครงในขั้นตอนต่อไป

4. การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

4.1 การเตรียมซอสหอยแครงจากสูตรต้นแบบ

เตรียมซอสหอยแครงจากสูตรต้นแบบ 3 สูตร (ดังแสดงในตารางที่ 4) จากน้ำหอยสกัดที่เตรียมด้วยวิธีการสกัดและสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ตามที่คัดเลือกได้จากผลการทดลองเบื้องต้นในข้อ 3 ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ นำตัวอย่างเนื้อหอยแครงที่บดละเอียดแล้ว ปริมาณ 100 กรัม มาผลิตตามกรรมวิธีและสภาวะการสกัดที่เหมาะสม หลังจากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดแลกติกให้ได้ไม่น้อยกว่า 4.4 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) แล้วนำน้ำหอยที่สกัดได้ไปปรุงแต่งกลิ่นรสตามสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร โดยซอสหอยแครงที่ผลิตได้จะนำมาบรรจุขณะร้อน (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส) ใส่ในขวดแก้วและปิดฝาภาชนะให้สนิท ขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ซอสหอย แสดงในภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

ตารางที่ 4 สูตรต้นแบบการผลิตซอสหอยแครงสูตรที่ 1-3

ส่วนประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก		
	สูตรที่ 1[1]	สูตรที่ 2[2]	สูตรที่ 3[3]
น้ำหอยสกัด	46.05	13.00	40.00
ซอสปรุงรส	15.35	-	-
น้ำตาลกลูโคส	7.68	-	-
น้ำตาลทรายขาว	5.37	9.00	9.00
เกลือป่น	6.91	3.00	3.00
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	3.07	3.60	3.60
ผงชูรส (โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.07	2.70	2.70
ซีอิ้วหวาน	0.38	-	-
ซีอิ้วขาว	-	67.00	40.00
พริกไทย	-	0.06	0.06
โซเดียมซักซิเนต	-	1.03	1.03
กรดซักซินิก	-	0.31	0.31
กรดซิตริก	0.012	-	-
คาราเมล	0.050	-	-
น้ำ (ใช้ผสมแป้ง)	13.05	-	-

ที่มา: [1] มยุรี และคณะ (2541)

[2] กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2519)

[3] สิติมา และ จิราพรรณ (2528)

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสหอยแครง

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม สำหรับการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale โดยระดับ

การให้คะแนน คือ คะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด ถึงคะแนน 9 ชอบมากที่สุด ตามวิธีของ ไพโรจน์ (2535) นำตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างมาตัวอย่างละ 10 กรัม ใส่หลอดแก้วฝาเกลียว ปิดฝาหลอดและนำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที นำมาทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความหนืด สำหรับการประเมินด้านรสชาติ ดำเนินการโดยนำซอสหอยมาปรุงอาหารประเภทผักกวางตุ้งราดน้ำมันหอย โดยเวลาที่ใช้ในการลวกผักกวางตุ้งนาน 1 นาที และไม่ใส่เครื่องปรุงใด ๆ นอกจากน้ำมันหอย โดย 1 เสิร์ฟประกอบ ด้วย ผักกวางตุ้งปริมาณ 10 กรัม และน้ำมันหอยปริมาณ 2 กรัม จากนั้นทดสอบชิม โดยเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบทั่วไป (นิสิตปริญญาตรีและปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง) จำนวน 20 คน ทำการประเมิน ซึ่งได้กำหนดว่าต้องได้รับคะแนนไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ในทุก ๆ คุณลักษณะ จึงจะผ่านเกณฑ์การยอมรับ

ส่วนวิธีการทดสอบแบบ Just-About Right Scale ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน รสเค็ม และความหนืด โดยทำการประเมินตามวิธีของ ไพโรจน์ (2535) เช่นเดียวกัน

นำคะแนนของแต่ละคุณลักษณะวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT นำผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอสหอย 3 ตัวอย่าง จากสูตรต้นแบบ 3 สูตร คัดเลือกสูตรต้นแบบที่ได้รับคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด เพื่อนำมาพัฒนาสูตรให้เป็นสูตรพื้นฐานการผลิตซอสหอยแครงในขั้นตอนต่อไป

5. <u>การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง</u>

นำผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงและวิธีการสกัดที่เหมาะสมที่สุด จากผลการทดลองในข้อ 4.2 มาพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ โดยการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Just-About Right Scale เพื่อปรับปรุงรสชาติ และวิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale เพื่อประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม ตามวิธีการในข้อ 4.2 จากนั้นนำคะแนนของแต่ละคุณลักษณะวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

6. <u>การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง</u>

นำผลิตภัณฑ์ซอสหอยที่ผลิตได้จากผลการทดสอบในหัวข้อ 5 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพ โดยทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของซอสหอยแครง

6.1.1 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน โดยวิธี AOAC (1995) ไขมัน โดยวิธีของ AOAC (1995) เถ้า โดยวิธีของ AOAC (1995) ความชื้น และของแข็งทั้งหมด โดยวิธีของ AOAC (1990) คาร์โบไฮเดรต คำนวณโดยคิดจากองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ร้อยละของความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า รวมกันแล้วหักออกจาก 100 กรัม จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

6.1.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ตามวิธีของ AOAC (1990) ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (744 pH meter Methrohm)

6.1.3 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer model DV-2+) ใช้จานหมุนเบอร์ 4 ความเร็วรอบ 10 รอบ/ นาที เป็นเวลา 3 นาที วิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง และวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer Minolta UV/VIS-7800)

6.1.4 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี AOAC (1995) และปริมาณยีสต์และราทั้งหมด โดยวิธี AOAC (1995) โคลิฟอร์มโดยวิธี AOAC (1995) ซาลโมเนลลา (*Salmonalla* spp.) โดยวิธี AOAC (1995) คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) โดยวิธี AOAC (1995) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) โดยวิธี AOAC (1995)

นำข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพมาวิเคราะห์ความแปรปรวน

6.2 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ผลิตได้จากผลการทดสอบในหัวข้อ 5 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธีการทดสอบแบบ Central Location Test เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายอายุระหว่าง 20-50 ปี เตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเช่นเดียวกับในหัวข้อที่ 2.1 และเสนอตัวอย่างในผู้ทดสอบจำนวน 100 คน สถานที่ทดสอบคือ โรงอาหารกลางมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนของแต่ละคุณลักษณะมาวิเคราะห์ผลทางสถิติวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

7. <u>การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ซอสหอย</u>

ตัวอย่างซอสหอยแครงที่มีการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุดจากผลการทดสอบในข้อ 5 นำมาเปรียบเทียบคุณภาพของซอสหอยแครงที่เติมวัตถุกันเสีย (เกลือเบนโซเอต) ปริมาณร้อยละ 0.1 ของซอสที่ผลิตได้ และไม่เติมวัตถุกันเสีย บรรจุในขวดแก้วฝาล็อกขนาด 300 มิลลิลิตร ขณะร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และปิดฝาให้สนิท จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยวิเคราะห์คุณภาพของซอสหอย ดังนี้

7.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

สุ่มตัวอย่างซอสหอยเพื่อตรวจสอบการเจริญของเชื้อรา โดยการตรวจพินิจทุก ๆ 2 วัน และหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี AOAC (1995) ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด ตามวิธีการของ AOAC (1995) ตรวจสอบทุก ๆ 1 สัปดาห์ โดยจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment in Completely Randomized Design) 2×2×13 วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าความต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

7.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและทางกายภาพ

สุ่มตัวอย่างซอสหอยทุก ๆ 1 สัปดาห์ เพื่อทดสอบการยอมรับ ดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกับในหัวข้อที่ 2.1 ซึ่งจะใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale ซึ่งได้กำหนดว่าต้องได้รับคะแนนไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ในทุก ๆ คุณลักษณะ จึงจะผ่านเกณฑ์การยอมรับ และวิธีการให้คะแนน (Scoring test) จากนั้นนำคะแนนของแต่ละคุณลักษณะมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment in Randomized Complete Block Design) 2×2×13 วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าความต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ นำมาวัดค่าความหนืด (viscosity) โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer model DV2+) ใช้จานหมุนเบอร์ 4 ใช้ความเร็วรอบ 10 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 นาที วิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง และวัดค่า L* a* b* โดยจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment in Completely Randomized Design) 2×2×13 วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าความต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

8. <u>คำนวณต้นทุนการผลิต</u>

การคำนวณต้นทุนการผลิตซอสหอยแครง ได้แก่ คำนวณต้นทุนหอยแครงสด โดยคิดเป็นเนื้อหอยแครงสดหลังลวกและแกะเปลือกออก และต้นทุนราคาวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตซอสหอยแครง

9. <u>สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย</u>

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการที่ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2547 จนถึงเดือน มกราคม 2549

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหอยแครงสด (ตารางที่ 5) พบว่า มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนของหอยแครงจากรายงานของ กรมอนามัย (2544) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 12.9 และค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับโปรตีนที่มีอยู่ในหอยนางรม ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 5.0-14.3 (อำนวย, 2524) และหอยแครงสดมีความชื้นร้อยละ 80.76 ไขมันร้อยละ 0.38 เถ้าร้อยละ 1.55 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.1 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0.65 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.03

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของหอยแครงสด

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ร้อยละ)
โปรตีน	12.21 ± 0.27
ความชื้น	80.76 ± 1.96
ไขมัน	0.38 ± 0.05
เถ้า	1.55 ± 0.04
คาร์โบไฮเดรต*	5.1 ± 1.68
เกลือโซเดียมคลอไรด์	0.65 ± 0.00

* ได้จากการหักลบ

2. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

2.1 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส จากการสุ่มผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ เพื่อคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ โดยวิธีการ

ทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale เพื่อประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม แสดงดังตารางที่ 6 (ตารางผนวกที่ ค 1) ซึ่งใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ผลการทดสอบพบว่า ทุกคุณลักษณะได้รับคะแนนผ่านเกณฑ์ยอมรับที่กำหนดไว้ คือ ต้องไม่น้อยกว่า 5 คะแนนในทุกคุณลักษณะ ผลการทดสอบความชอบทางด้านสี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) และพบว่าตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด ส่วนผลการประเมินคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่า จากการวิเคราะห์ทางสถิติทุกตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม หลักในเลือกผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบนั้น จะพิจารณาจากคะแนนยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยรวมสูงสุด ดังนั้นซอสหอยต้นแบบที่ได้รับการคัดเลือก คือ ซอสหอยตัวอย่างที่ 1 เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสซอสหอยนางรมจากท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ

ซอสหอยนางรม	คุณลักษณะ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)				
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
ตัวอย่างที่ 1	7.33 ± 1.05	7.45^{a} ± 1.05	5.78 ± 2.06	6.53 ± 1.73	6.85 ± 1.34
ตัวอย่างที่ 2	6.73 ± 1.71	5.95^{c} ± 2.46	6.60 ± 1.50	5.70 ± 1.92	5.90 ± 1.52
ตัวอย่างที่ 3	6.68 ± 1.36	6.13^{c} ± 1.76	6.63 ± 1.68	6.28 ± 1.73	6.13 ± 1.72
ตัวอย่างที่ 4	6.50 ± 1.57	7.15^{ab} ± 1.04	6.58 ± 1.50	6.03 ± 1.56	6.13 ± 1.45
ตัวอย่างที่ 5	6.85 ± 1.27	6.40^{bc} ± 1.43	6.05 ± 1.73	6.60 ± 1.82	6.53 ± 1.33

a, b, c ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

2.2 การศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

นำผลจากการทดลองในหัวข้อ 2.1 คือ ผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบที่ได้รับคะแนน

การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด มาศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและวิเคราะห์ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน จากผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 5.60 กรัม/ลิตร และมีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเท่ากับ 4.90 กรัม/ลิตร

3. <u>การศึกษาวิธีการเตรียมน้ำหอยสกัด</u>

3.1 การเตรียมน้ำหอยสกัดโดยวิธีต้มสกัด

นำน้ำหอยที่สกัดได้ โดยวิธีต้มสกัดและบ่มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มคือ 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมงจากการเตรียมในขั้นการทดลองหัวข้อ 3.1 มาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และวิเคราะห์ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณพันธะเปปไทด์ที่ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ ทำให้ได้เปปไทด์สายสั้น ๆ และกรดอะมิโน แสดงดังตารางที่ 7 (ตารางผนวกที่ ค 2)

<u>ตารางที่ 7</u> ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจน ในน้ำหอยสกัดด้วยการต้มสกัด ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)	อะมิโนไนโตรเจน (กรัม/ลิตร)
1	$16.9^{c} \pm 0.08$	$1.24^{b} \pm 0.02$
2	$17.1^{c} \pm 0.04$	$1.34^{ab} \pm 0.14$
3	$17.4^{c} \pm 0.01$	$1.46^{a} \pm 0.05$
4	$22.2^{a} \pm 0.16$	$1.35^{ab} \pm 0.04$
5	$20.6^{b} \pm 0.01$	$1.33^{ab} \pm 0.10$

a, b, c ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

จากผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหอยสกัดด้วยวิธีต้มสกัด พบว่า ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาในการต้มมากขึ้น ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหอยสกัดจะเพิ่มสูงขึ้น โดยพบว่าที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ 22.2 กรัม/ลิตร และมีปริมาณไนโตรเจนลดลงเท่ากับ 20.6 กรัม/ลิตร ที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน คือ สารที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบในโมเลกุล และเกิดจากการสลายตัวของโปรตีน ได้แก่ เอมีน แอมโมเนีย, TMA-N, DMA-N เป็นต้น ซึ่งเป็นสารที่ระเหยได้ และอาจสลายตัวได้ง่ายในระหว่างการวิเคราะห์ (พัชรี, 2536) ดังนั้น เมื่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดประกอบด้วยส่วนที่เป็นสารที่ระเหยได้ เมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้น อาจมีผลทำให้สูญเสียสารที่ระเหยได้ ซึ่งอาจส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลงเช่นกัน

และจากผลการศึกษาปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในน้ำหอยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยวิธีต้มสกัด พบว่า ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอะมิโนไนโตรเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) และที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 1.46 กรัม/ลิตร รองลงมาคือ ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเท่ากับ 1.35 กรัม/ลิตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อระยะเวลาการย่อยสลายมากขึ้น ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนลดลง อาจเนื่องจาก อะมิโนไนโตรเจนเปลี่ยนไปเป็นสารฟอร์มัลดีไฮด์ หรือ แอมโมเนียคัลไนโตรเจน ซึ่งมีจุดเดือดต่ำและสามารถระเหยได้ จึงเกิดการสูญเสียสารดังกล่าว ทำให้ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนลดลงเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น โดย Shahidi (1989) ได้ระบุว่า สารประกอบที่ระเหยได้ในสัตว์จำพวกหอย ได้แก่ กลุ่มแอลกอฮอล์ แอมโมเนีย อัลดีไฮด์ และคีโตน เป็นต้น มีจุดเดือดต่ำ และสามารถระเหยได้

3.1 การเตรียมน้ำหอยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์

3.2.2 การศึกษาปริมาณเอนไซม์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีน

นำน้ำหอยที่สกัดได้จากการเตรียมในขั้นการทดลองหัวข้อ 3.2 มาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และวิเคราะห์ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน แสดงดังตารางที่ 8 (ตารางผนวกที่ ค 3)

จากผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหอยสกัดด้วยเอนไซม์บรอมิเลน ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.50 และ 0.75 โดยน้ำหนักเนื้อหอยบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์กับระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายโปรตีน ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม ในแต่ละปัจจัยศึกษาต่างก็มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหอยสกัด กล่าวคือ เมื่อกำหนดระดับความเข้มข้นของเอนไซม์จากร้อยละ 0 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.75 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลง โดยที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.25 ระยะเวลา 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 26.5 กรัม/ลิตร และเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของเอนไซม์เป็นร้อยละ 0.50 และร้อยละ 0.75 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดกลับมีปริมาณน้อยลง อาจเนื่องจากเกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แบบแข่งขัน (competition inhibition) กล่าวคือ ในช่วงต้นของการย่อยสลาย เอนไซม์จะเข้าจับกับโปรตีนอย่างรวดเร็ว เกิดการย่อยสลายจนทำให้เกิดเปปไทด์ขึ้น จากนั้นเมื่อเวลาการย่อยสลายมากขึ้นจะเกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แบบแข่งขัน ระหว่างเปปไทด์ที่เกิดขึ้นจะแข่งขันกับโปรตีนในการจับกับเอนไซม์ จึงทำให้ความเร็วการเกิดปฏิกิริยาที่เปลี่ยนโปรตีนกลายเป็นเปปไทด์เริ่มคงที่ (Adler-Nissen, 1986) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหอยสกัดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาในการย่อยสลายเพิ่มมากขึ้น และเมื่อระดับความเข้มข้นของเอนไซม์สูงขึ้น ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหอยสกัดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน จากนั้นค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะเริ่มลดลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ปฏิกิริยาที่ถูกเร่งด้วยเอนไซม์มักพบว่า ในระยะแรก ๆ จะได้กราฟที่เป็นเส้นตรง แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่ในระยะหลังการเพิ่มปริมาณของผลผลิตจะค่อย ๆ ช้าลง และคงที่ในที่สุด (ชิษณุสรร, 2530) โดยเมื่อกำหนดปริมาณสับสเตรทเริ่มต้นเท่ากันทุกการทดลอง แต่แปรค่าความเข้มข้นของเอนไซม์ แล้ววัดความเร็วเริ่มต้นของปฏิกิริยา พบว่าความเร็วในช่วงต้นปฏิกิริยานี้จะเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ แต่ในระยะหลังกราฟจะเป็นเส้นโค้ง เพราะความเร็วในการเกิดผลิตภัณฑ์จะค่อย ๆ ลดต่ำลง (ปราณี, 2547) และจากการทดลองสังเกตได้ว่า ที่ระดับความเข้มข้นเอนไซม์เป็นร้อยละ 0.50 ที่ระยะเวลา 0 ชั่วโมง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 16.1 กรัม/ลิตร แต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นพบว่าปริมาณไนโตรเจนกลับลดลงคือ ที่ระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง เท่ากับ 15.1, 15.5, 15.4 และ 16.9 กรัม/ลิตร ตามลำดับ อาจเนื่องจากเกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แบบแข่งขันระหว่างเปปไทด์กับโปรตีนดังที่ได้กล่าวข้างต้น ทำให้มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนที่เกิดขึ้นมีค่าลดลงในช่วงแรก แต่ที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมงพบว่า ปริมาณไนโตรเจนเริ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นิธิยา (2545) ซึ่งกล่าวว่า เอนไซม์ทำหน้าที่เร่ง

ปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อเปลี่ยนสับสเตรทให้เป็นโปรดักต์ โดยเอนไซม์จะรวมตัวกับสับสเตรทเป็นสารประกอบเชิงซ้อนก่อน แล้วจึงเปลี่ยนสับสเตรทให้เป็นโปรดักต์ โดยที่โมเลกุลของเอนไซม์ไม่ได้เปลี่ยนแปลง ดังนั้นเมื่อปฏิกิริยาเกิดการยับยั้งแบบแข่งขันจะเห็นได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนลดลงในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นในช่วงท้าย เนื่องจากปฏิกิริยาประเภทนี้สามารถผันกลับได้

ส่วนผลการศึกษาปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในน้ำหอยสกัดซึ่งผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน ที่สภาวะการทดลองเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 9 (ตารางผนวกที่ ค 3) พบว่า ระดับความเข้มข้นกับระยะเวลาที่ใช้การย่อยสลายมีอิทธิพลร่วมกัน และมีผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณอะมิโนไนโตรเจน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ เมื่อระดับความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า เอนไซม์สามารถย่อยสลายโปรตีนไปเป็นเปปไทด์ และสารประกอบเอมีน ทำให้ฟอร์มาลีนสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับหมู่เอมีนนั้นได้มากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนได้สูงขึ้น โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.50 มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนมากที่สุด คือ ที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง เท่ากับ 4.74 กรัม/ลิตร

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ ปรากฏว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำหอยสกัดเพื่อให้ได้สัดส่วนใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุดนั้น คือ วิธีการสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 ระยะเวลา 8 ชั่วโมง เนื่องจากมีสัดส่วนของปริมาณอะมิโนไนโตรเจนใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากกว่าที่สภาวะการสกัดอื่น ๆ

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ในน้ำหอยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน โดยบ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 ตามลำดับ และระยะเวลาย่อย 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

คุณสมบัติ	ความเข้มข้นเอนไซม์ (%)	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระยะเวลาในการย่อย (ชั่วโมง)					ค่าเฉลี่ย
		0	2	4	6	8	
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด^{ns} (%)	0	1.67 ± 0.02	1.76 ± 0.11	1.98 ± 0.22	1.83 ± 0.07	2.13 ± 0.03	1.87^{A} ± 0.19
	0.25	1.67 ± 0.03	1.74 ± 0.05	1.69 ± 0.02	1.73 ± 0.02	2.65 ± 1.10	1.89^{A} ± 0.57
	0.50	1.61 ± 0.04	1.51 ± 0.02	1.55 ± 0.03	1.54 ± 0.01	1.69 ± 0.00	1.58^{B} ± 0.07
	0.75	1.64 ± 0.04	1.67 ± 0.12	1.70 ± 0.20	1.68 ± 0.12	2.10 ± 0.63	1.71^{AB} ± 0.21
ค่าเฉลี่ย		$^{B}1.64$ ± 0.04	$^{B}1.67$ ± 0.11	$^{B}1.70$ ± 0.19	$^{B}1.68$ ± 0.12	$^{A}2.14$ ± 0.63	

A, B ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

A, B ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 9 ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน ในน้ำหอยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน โดยบ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 ตามลำดับ และระยะเวลาย่อย 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

คุณสมบัติ	ความเข้มข้นเอนไซม์ (%)	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
		ระยะเวลาในการย่อย (ชั่วโมง)				
		0	2	4	6	8
อะมิโนไนโตรเจน (กรัม/ลิตร)	0	$1.79^{g} \pm 0.28$	$1.54^{g} \pm 0.14$	$1.77^{g} \pm 0.22$	$1.75^{g} \pm 0.08$	$1.84^{g} \pm 0.08$
	0.25	$2.41^{f} \pm 0.10$	$3.09^{d} \pm 0.08$	$3.45^{c} \pm 0.08$	$3.80^{b} \pm 0.13$	$4.09^{b} \pm 0.24$
	0.50	$2.46^{f} \pm 0.08$	$3.85^{b} \pm 0.29$	$4.05^{b} \pm 0.08$	$3.95^{b} \pm 0.20$	$4.74^{a} \pm 0.38$
	0.75	$2.78^{e} \pm 0.13$	$3.75^{bc} \pm 0.16$	$3.90^{b} \pm 0.08$	$4.53^{a} \pm 0.21$	$3.93^{b} \pm 0.21$

a, b, c… ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$)

4. <u>การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน</u>

4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสหอยแครง

ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส โดยทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบในการผลิตซอสหอยแครงที่เหมาะสมจากสูตรต้นแบบ 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 10 (ตารางผนวกที่ ค 4) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ผลการทดสอบพบว่าได้รับคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดในทุกคุณลักษณะ จึงคัดเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรต้นแบบในการผลิตซอสหอยแครง แต่จากผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Just-About Right Scale เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรต้นแบบที่ได้รับคัดเลือก จากผลการทดสอบความเข้มในแต่ละคุณลักษณะ แสดงดังตารางที่ 11 พบว่า คุณลักษณะด้านกลิ่น รสหวาน และความหนืด มีผู้ทดสอบจำนวนสูงสุดให้คะแนนความเข้มอยู่ในช่วงพอดี ส่วนคุณลักษณะรสเค็ม พบว่า ต้องปรับปรุง เนื่องจากผู้ทดสอบจำนวนสูงสุดให้คะแนนความเข้มของรสเค็มอยู่ในช่วงมากปานกลาง ดังนั้นจึงมี

แนวทางพัฒนาสูตรคือ กำหนดระดับปริมาณเกลือเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ร้อยละ 3, ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 7 ของปริมาณซอสหอย โดยให้ส่วนประกอบอื่น ๆ คงที่ตามสูตรต้นแบบที่ 1

ตารางที่ 10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบซอสหอยแครง

สูตรต้นแบบ	คุณลักษณะ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความหนืด	ความชอบรวม
สูตรที่ 1	$8.05^{a} \pm 0.69$	$7.70^{a} \pm 0.86$	$7.58^{a} \pm 0.82$	$7.43^{a} \pm 0.96$	$7.50^{a} \pm 0.61$	$7.68^{a} \pm 0.54$
สูตรที่ 2	$6.55^{b} \pm 1.19$	$6.70^{b} \pm 1.13$	$6.80^{b} \pm 0.95$	$5.55^{b} \pm 1.19$	$5.95^{b} \pm 1.47$	$5.85^{b} \pm 1.31$
สูตรที่ 3	$6.25^{b} \pm 1.45$	$6.53^{b} \pm 1.27$	$6.63^{b} \pm 0.99$	$5.70^{b} \pm 1.26$	$5.95^{b} \pm 1.47$	$5.80^{b} \pm 1.40$

a, b ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just-About Right Scale เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบซอสหอยแครง

คุณลักษณะ	สูตรต้นแบบ	จำนวนผู้ให้คะแนนความเข้ม (ร้อยละ)				
		น้อยเกินไป	น้อยปานกลาง	พอดี	มากปานกลาง	มากเกินไป
สี	สูตรที่ 1	-	5	70	25	-
	สูตรที่ 2	10	40	40	10	-
	สูตรที่ 3	15	45	15	25	-
กลิ่น	สูตรที่ 1	-	10	70	20	-
	สูตรที่ 2	5	40	40	15	-
	สูตรที่ 3	-	5	35	35	25
รสหวาน	สูตรที่ 1	5	30	60	5	-
	สูตรที่ 2	25	50	25	-	-
	สูตรที่ 3	30	30	40	-	-
รสเค็ม	สูตรที่ 1	-	-	30	60	10
	สูตรที่ 2	-	5	20	25	50
	สูตรที่ 3	-	-	20	40	40
ความหนืด	สูตรที่ 1	-	20	75	5	-
	สูตรที่ 2	-	5	15	35	45
	สูตรที่ 3	-	5	10	50	35

5. <u>การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง</u>

ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale เพื่อประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม ของสูตรต้นแบบที่ได้รับการคัดเลือก สามารถคัดเลือกสูตรซอสหอยแครงได้ คือ สูตรที่มีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 5 ของปริมาณซอสหอย เนื่องจากผลการทดสอบ (ดังตารางที่ 12) พบว่า ทุกตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบในทุก ๆ คุณลักษณะ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) โดยที่สูตรที่มีเกลือร้อยละ 5 ของปริมาณซอสที่ผลิต มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด และผลจากการทดสอบแบบ Just-About Right Scale แสดงดังตารางที่ 13 (ตารางผนวกที่ ค 5) แสดงให้เห็นว่า สูตรที่มีเกลือร้อยละ 5 มีจำนวนผู้ให้คะแนนของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงความเข้มที่พอดีสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่มีเกลือร้อยละ 5 ของปริมาณซอสที่ผลิต เป็นสูตรพื้นฐานในการผลิตซอสหอยแครงเพื่อใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป

<u>ตารางที่ 12</u> การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	คุณลักษณะ (ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความหนืด^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
3	7.43± 0.67	7.55 ± 0.71	7.03 ± 0.99	6.95 ± 0.74	7.15 ± 0.59	7.25 ± 0.55
5	7.33 ± 0.73	7.70 ± 0.78	7.25 ± 0.84	7.45 ± 0.74	7.30 ± 0.80	7.58 ± 0.77
7	7.48 ± 0.75	7.50 ± 0.71	7.25 ± 0.66	7.20 ± 0.85	7.23 ± 0.75	7.10 ± 0.72

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตารางที่ 13 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just-About Right Scale เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานซอสหอยแครง

คุณลักษณะ	ปริมาณเกลือ	จำนวนผู้ให้คะแนนความเข้ม (ร้อยละ)				
		น้อยเกินไป	น้อยปานกลาง	พอดี	มากปานกลาง	มากเกินไป
สี	ร้อยละ 3	25	70	5	-	-
	ร้อยละ 5	-	10	80	10	-
	ร้อยละ 7	-	10	70	15	5
กลิ่น	ร้อยละ 3	10	60	30	-	-
	ร้อยละ 5	-	15	65	20	-
	ร้อยละ 7	-	20	65	5	10
รสหวาน	ร้อยละ 3	25	70	5	-	-
	ร้อยละ 5	-	40	60	-	-
	ร้อยละ 7	-	35	60	5	-
รสเค็ม	ร้อยละ 3	10	15	60	15	-
	ร้อยละ 5	-	-	75	15	10
	ร้อยละ 7	-	40	30	25	-
ความหนืด	ร้อยละ 3	35	60	5	-	-
	ร้อยละ 5	-	25	70	-	5
	ร้อยละ 7	-	20	65	10	5

6. <u>การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง</u>

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่พัฒนาสูตรแล้ว แสดงดังตารางที่ 14 โดยวิเคราะห์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ความชื้น ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต พบว่ามีปริมาณ เท่ากับ ร้อยละ 7.73, 69.34, 1.21, 8.91 และ 12.80 ตามลำดับ และปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 30.66 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.40 ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน เท่ากับ 4.82 กรัม/ลิตร และความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 5.05 สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด มีค่าเท่ากับ 1553.33 centipoises เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับค่ากำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) แสดงให้เห็นว่า คุณภาพด้านต่าง ๆ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ไม่เกินร้อยละ 13 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่น้อยกว่า 4.4 และค่าความหนืด ไม่เกิน 18,000 centipoise ส่วนผลการวัดค่าสีโดยพิจารณาค่า L* ซึ่งหมายถึงความสว่าง (ค่า L* เท่ากับ 100) ไปเป็นสีดำ (ค่า L* เท่ากับ 0) ค่า a* เป็นค่าของสีแดง (ค่า a* เป็น +) และสีเขียว (ค่า a* เป็น -) ส่วนค่า b* เป็นค่าของสีเหลือง (ค่า b* เป็น +) และสีน้ำเงิน (ค่า b* เป็น -) จากผลการวิเคราะห์พบว่า ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงมีค่าสี L* เท่ากับ 0.4 ค่าสี a* เท่ากับ 1.78 และค่า b* เท่ากับ 0.54

<u>ตารางที่ 14</u> องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
องค์ประกอบทางเคมี	
โปรตีน (ร้อยละ)	7.73 ± 0.05
ความชื้น (ร้อยละ)	69.34 ± 0.05
ไขมัน (ร้อยละ)	1.21 ± 0.16
เถ้า (ร้อยละ)	8.91 ± 0.02
คาร์โบไฮเดรต* (ร้อยละ)	12.80 ± 0.14
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	30.66 ± 0.05

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ทางเคมีและกายภาพ	
เกลือโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	7.40 ± 0.03
ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน (กรัม/ลิตร)	4.82 ± 0.01
ความเป็นกรด-ด่าง	5.05 ± 0.01
ความหนืด (centipoises)	1,553.33 ± 21.39
ค่าสี L*	0.40 ± 0.01
a*	1.78 ± 0.02
b*	0.54 ± 0.02

* ได้จากการหักลบ

ตารางที่ 15 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

ปัจจัยคุณภาพทางจุลชีววิทยา	ค่าเฉลี่ย
แบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	< 30
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	< 10
โคลิฟอร์ม (MPN/กรัม)	< 3
Salmonalla spp. / ตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ
Staphylococcus aureus / ตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ
Clostridium perfringens / ตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาในผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง แสดงดังตารางที่ 15 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนี/กรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/กรัม ตรวจไม่พบ *Salmonalla spp.*, *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่าง 25 กรัม ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า คุณภาพผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) ที่กำหนดคือ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/กรัม จำนวน

ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม *Salmonalla spp.*, *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง โดยการนำเสนอให้ทดสอบชิม ผู้ทดสอบเป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน สถานที่ทดสอบคือ โรงอาหารกลางมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการทดสอบการยอมรับตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 16 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 34 เป็นเพศหญิงร้อยละ 66 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 63 รองลงมาอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 12 อายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 11 อายุมากกว่า 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 9 และอายุระหว่าง 10-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 5 ตามลำดับ อาชีพส่วนใหญ่คือ นักเรียนหรือนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 51 รองลงมาคือ รับราชการหรือรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 17 พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 12 ค้าขายหรือธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 11 อาชีพอื่น ๆ ได้แก่ แม่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 8 และเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 1 ตามลำดับ การศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68 รองลง มาคือ สูงกว่าปริญญาตรี ประถมศึกษา-มัธยมต้น และมัธยมปลายหรือปวช.หรือปวส. คิดเป็นร้อยละ 17, 10 และร้อยละ 5 ตามลำดับ รายได้ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมาคือ รายได้น้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 23 รายได้ระหว่าง 10,001-15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 19 รายได้มากกว่า 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 16 และรายได้ระหว่าง 15,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 12 ตามลำดับ

ตารางที่ 16 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบซอสหอยแครง

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	34.00
หญิง	66.00
รวม	100.00
อายุ	
10-20 ปี	5.00
21-30 ปี	63.00
31-40 ปี	12.00
41-50 ปี	11.00
มากกว่า 50 ปี	9.00
รวม	100.00
อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา	51.00
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	17.00
พนักงานบริษัทเอกชน	12.00
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	11.00
เกษตรกร	1.00
อื่น ๆ	8.00
รวม	100.00

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
การศึกษา	
ประถมศึกษา-มัธยมต้น	10.00
มัธยมปลาย/ปวช./ปวส.	5.00
ปริญญาตรี	68.00
สูงกว่าปริญญาตรี	17.00
รวม	100.00
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	23.00
5,000-10,000 บาท	30.00
10,001-15,000 บาท	19.00
15,001-20,000 บาท	12.00
มากกว่า 20,000 บาท	16.00
รวม	100.00

ผลการสอบถามเกี่ยวกับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง แสดงดังตารางที่ 17 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม มีค่าเฉลี่ย 7.23, 7.24, 7.18 , 7.24 และ 7.25 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงชอบปานกลาง

ตารางที่ 17 คะแนนเฉลี่ยระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลักษณะปรากฏ	7.23 ± 0.97
สี	7.24 ± 0.93
รสชาติ	7.18 ± 0.98
ความหนืด	7.24 ± 0.85
ความชอบรวม	7.25 ± 1.23

ผลการสอบถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ ลักษณะบรรจุภัณฑ์ และด้านราคา พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีการยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง คิดเป็นร้อยละ 96 ส่วนผู้บริโภคที่ไม่ยอมรับ ระบุว่า ผลิตภัณฑ์ยังมีรสชาติไม่กลมกล่อมและกลิ่นของหอยแครงชัดเจนเกินไป แต่โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อ คิดเป็นร้อยละ 95 เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่ อยากทดลองบริโภค คิดเป็นร้อยละ 45 และ 44 ตามลำดับ ส่วนผู้บริโภคไม่ซื้อ คิดเป็นร้อยละ 5 เนื่องจาก ไม่ชอบรับประทานซอสหอย ร้อยละ 3 และไม่ชอบหอยแครง ร้อยละ 1 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกลักษณะบรรจุภัณฑ์แบบขวดแก้วใส คิดเป็นร้อยละ 91 รองลงมาคือ ขวดพลาสติก ร้อยละ 7 สำหรับราคาต่อหน่วยบรรจุที่เหมาะสมนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่พอใจที่ราคา 35 บาทต่อ 300 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 69 รองลงมาคือ ที่ราคา 20 บาท ต่อ 150 มิลลิลิตร และ ราคา 75 บาท ต่อ 600 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 22 และร้อยละ 9 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ทัศนคติด้านการยอมรับตัวผลิตภัณฑ์ ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ และราคาของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

ทัศนคติ	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง	
ยอมรับ	96.00
ไม่ยอมรับ	4.00
รวม	100.00
ลักษณะของบรรจุภัณฑ์	
ขวดแก้วใส	91.00
ขวดพลาสติก	7.00
ซองอลูมิเนียมฟอยล์	1.00
อื่น ๆ	1.00
รวม	100.00
ราคาต่อหน่วยบรรจุที่เหมาะสม	
ราคา 20 บาท ต่อ 150 มิลลิลิตร	22.00
ราคา 35 บาท ต่อ 300 มิลลิลิตร	69.00
ราคา 75 บาท ต่อ 600 มิลลิลิตร	9.00
รวม	100.00
การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง	
ซื้อ	
อยากทดลองบริโภค	44.00
มีความแปลกใหม่	45.00
อื่น ๆ	6.00
ไม่ซื้อ	
ไม่ชอบหอยแครง	1.00
ไม่ชอบรับประทานซอสหอย	3.00
อื่น ๆ	1.00
รวม	100.00

7. <u>การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ซอสหอย</u>

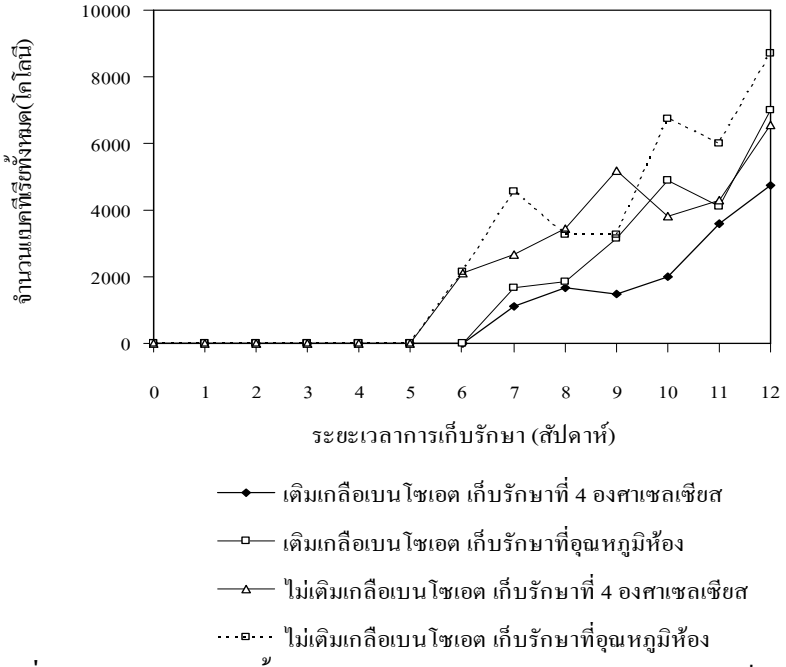
การศึกษาอายุการเก็บรักษาตัวอย่างซอสหอยแครงที่เติมวัตถุกันเสีย (เกลือเบนโซเอต) ปริมาณร้อยละ 0.1 ของซอสที่ผลิตได้ และไม่เติมวัตถุกันเสีย บรรจุในขวดแก้วฝาล็อกขนาด 300 มิลลิลิตร ขณะร้อนและปิดฝาสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ทางประสาทสัมผัส ทางกายภาพทุก 7 วัน และตรวจพินิจทุก 2 วัน ผลการศึกษามีดังนี้

7.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (ดังภาพที่ 5) (ตารางผนวกที่ ค 9) ในทุกสภาวะการทดลองคือ ตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4-6 องศาเซลเซียส และตัวอย่างซอสหอยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4-6 องศาเซลเซียส ผลวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมต่อกัน และมีผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) แต่สภาวะการทดลองและอุณหภูมิ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กล่าวคือ ทุกสภาวะการทดลองที่สัปดาห์เริ่มต้นมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด น้อยกว่า 30 โคโลนี/กรัม และเริ่มมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนสิ้นสุดอายุการเก็บในสัปดาห์ที่ 12 โดยตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเมื่อสัปดาห์ที่ 7 ทั้งสองสภาวะการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43×10^3 และ 1.13×10^3 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บในสัปดาห์ที่ 12 พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเท่ากับ 7×10^3 และ 4.75×10^3 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4-6 องศาเซลเซียส โดยทั้งสองสภาวะการทดลองมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเช่นเดียวกัน แต่พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเริ่มเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.16×10^3 และ 2.1×10^3 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ และสิ้นสุดอายุการเก็บที่ 12 สัปดาห์ มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นเท่ากับ 8.7×10^3 และ 6.55×10^3 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด พบว่า ตรวจไม่พบในทุกสภาวะการทดลอง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างซอสหอยแครงที่มีการเติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นในปริมาณน้อยที่สุด รองลงมาคือ ตัวอย่างที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ส่วนตัวอย่างที่ไม่ได้เติม

เกลือเบนโซเอต เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่ 4-6 องศาเซลเซียส ทั้งสองสภาวะมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่า เนื่องมาจาก เกลือเบนโซเอตที่นำมาใช้เป็นวัตถุกันเสีย มีคุณสมบัติ ดังนี้ มีน้ำหนักโมเลกุล 141.11 เป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ 63 กรัม/100 กรัม มีผลต่อจุลินทรีย์ ยีสต์และรา โดยมีกลไกการทำงานคือ จะเข้าไปรบกวนโครงสร้างของเอนไซม์ในเซลล์ของจุลชีพ และมีผลต่อผนังเซลล์ อาจทำให้ความสามารถในการให้อาหารแทรกซึมผ่านผนังเซลล์เสียไป หรือมีการเกิดการฉีกขาดที่ผนังเซลล์เกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ตายได้ ปฏิกิริยาของกรดเบนโซอิกขึ้นกับ pH โดยทำลายจุลชีพได้ดีที่ pH เป็นกรด (2.5-4.0) ซึ่งต่ำกว่า pH ที่เหมาะสมของซอร์เบต และเกลือโปรปิโอเนต ถ้า pH มากกว่า 4.5 ประสิทธิภาพจะลดลง (นงนุช, ม.ป.ป.; ศิวาพร, 2535)

อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ในทุกสภาวะการทดลองอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317- 2538) ที่กำหนดคือ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/กรัม จำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ปราณิศา (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดเกลือและเอนไซม์บรอมิเลนในการผลิตซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ โดยได้ศึกษาคุณภาพของซอสที่ผลิตได้จากการทดลอง ปรากฏว่าสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องในขวดแก้วฝาเกลียวได้นาน 12 สัปดาห์ โดยไม่มีการเจริญของเชื้อรา



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) ของซอสหอยแครง เก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ

7.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและทางกายภาพ

สุ่มตัวอย่างซอสหอยทุก ๆ 1 สัปดาห์ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบการยอมรับ ดำเนินการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale โดยกำหนดว่าต้องได้รับคะแนนไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ในทุก ๆ คุณลักษณะ จึงจะผ่านเกณฑ์การยอมรับ ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม แสดงดังภาพที่ 6 และ 7 (ตารางผนวกที่ ค 6)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ทุกสภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน แต่ในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 8.18 ± 0.47 และลดลงเป็น 7.40 ± 0.50 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.00 ± 0.56 และลดลงเป็น 7.15 ± 0.37 ตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.00 ± 0.32 และลดลงเป็น 7.10 ± 0.85 สำหรับตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะปรากฏน้อยที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.93 ± 0.57 และลดลงเป็น 6.65 ± 0.59 ตามลำดับ

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี พบว่า ทุกสภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน แต่ในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านสี ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษาเช่นเดียวกับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ โดยตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านสีสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.90 ± 0.26 และลดลงเป็น 7.30 ± 0.66 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.93 ± 0.59 และลดลงเป็น 7.15 ± 0.37 ตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ $7.80 \pm$

0.47 และลดลงเป็น 6.95 ± 0.58 สำหรับตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีน้อยที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.93 ± 0.73 และลดลงเป็น 6.55 ± 0.64 ตามลำดับ

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่า ทุกสภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน แต่สภาวะการทดลองและระยะเวลาการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน และในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านกลิ่น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น สภาวะการทดลองที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียสและอุณหภมิห้อง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นสูงกว่าสภาวะการทดลองที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิเดียวกัน เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา โดยตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.80 ± 0.57 และลดลงเป็น 7.20 ± 0.77 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.73 ± 0.75 และลดลงเป็น 7.20 ± 0.70 ตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.63 ± 0.58 และลดลงเป็น 6.75 ± 0.64 สำหรับตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นน้อยที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.65 ± 0.71 และลดลงเป็น 5.90 ± 0.97 ตามลำดับ

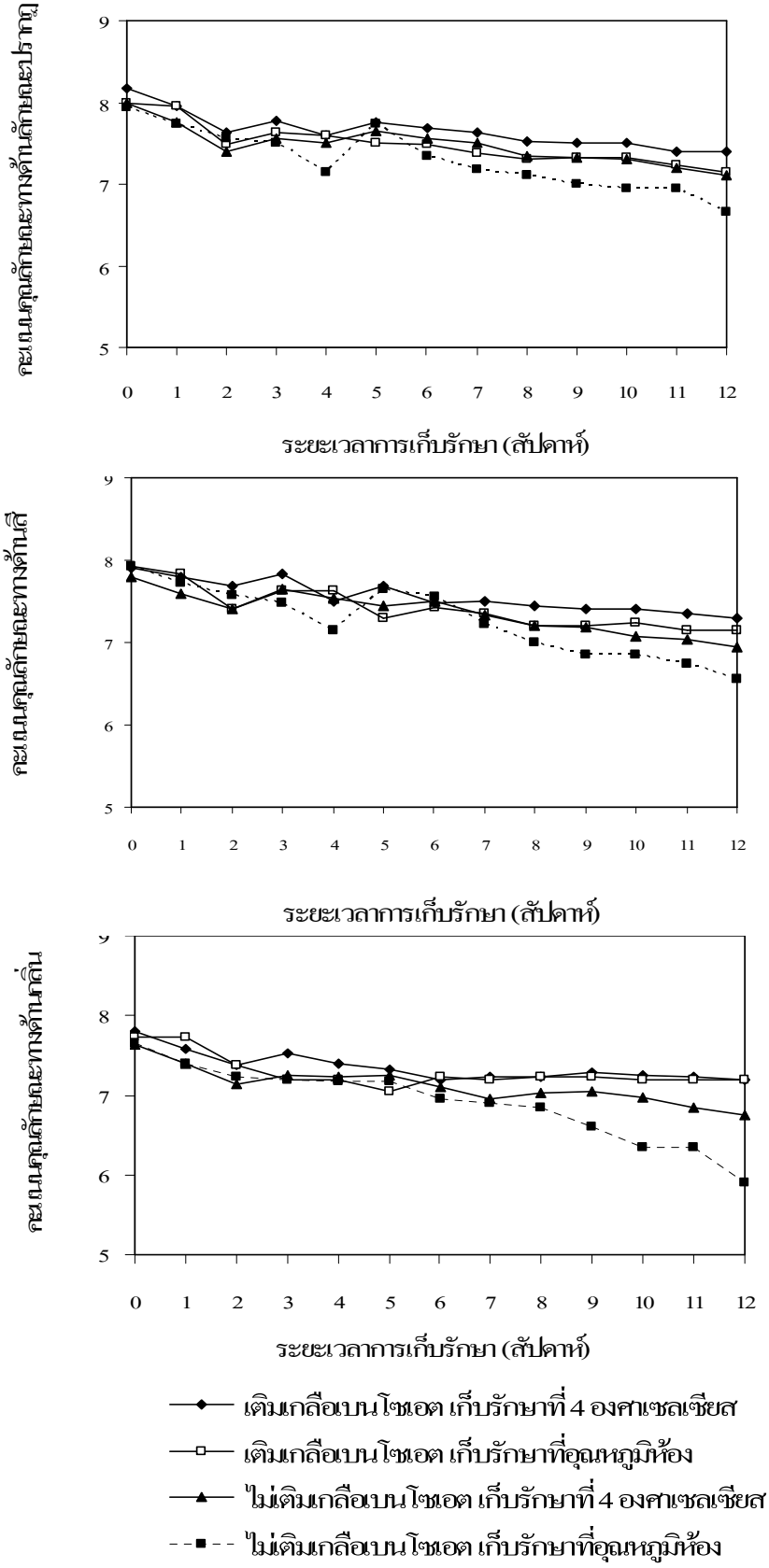
ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ พบว่า ทุกสภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน แต่สภาวะการทดลองและอุณหภูมิ มีอิทธิพลร่วมกัน($P \leq 0.05$) และในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านรสชาติ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านรสชาติสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.83 ± 0.37 และลดลงเป็น 7.05 ± 0.69 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.85 ± 0.63 และลดลงเป็น 7.05 ± 0.22 ตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.75 ± 0.55 และลดลงเป็น 6.85 ± 0.59 สำหรับตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติน้อยที่สุดเมื่อ

สิ้นสุดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 0.67 และลดลงเป็น 6.30 ± 0.98 ตามลำดับ

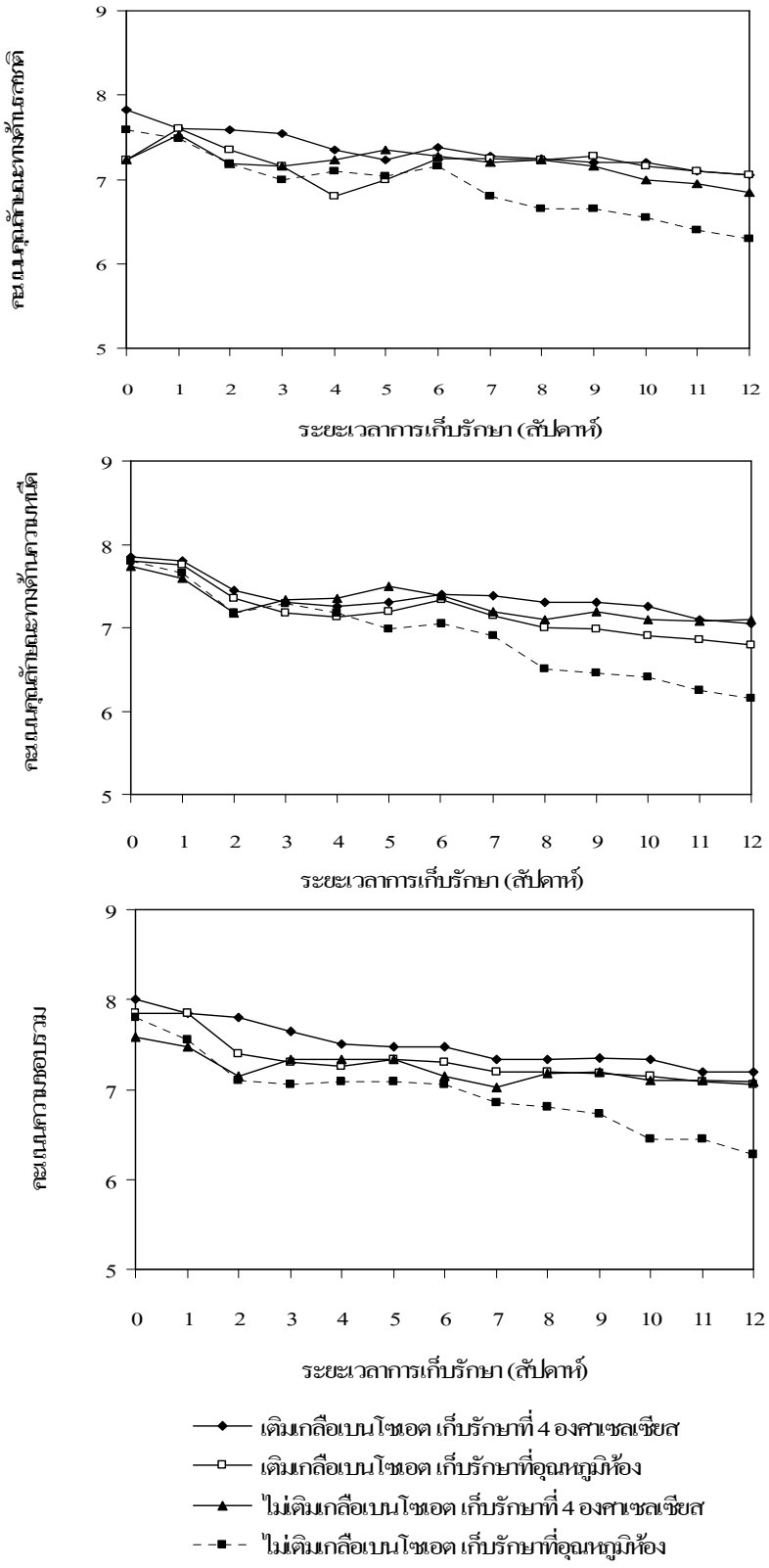
ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม พบว่า ทุกสภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน แต่ในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความชอบรวม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านความชอบรวมสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 8.00 ± 0.23 และลดลงเป็น 7.20 ± 0.50 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.85 ± 0.40 และลดลงเป็น 7.05 ± 0.22 ตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 0.50 และลดลงเป็น 7.08 ± 0.41 สำหรับตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านการยอมรับรวมน้อยที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.80 ± 0.52 และลดลงเป็น 6.23 ± 0.85 ตามลำดับ

สำหรับผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความหนืด จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษา ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) แต่พบว่า สภาวะการทดลองกับอุณหภูมิ ระยะเวลาการเก็บรักษากับอุณหภูมิ มีอิทธิพลร่วมกัน และในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ย ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) คือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าคะแนนเฉลี่ยความหนืดในทุกสภาวะการทดลองมีแนวโน้มลดลง และตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส ที่เติมและไม่เติมเกลือเบนโซเอต มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาโดยตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านความหนืดสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.85 ± 0.37 และลดลงเป็น 7.05 ± 0.22 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสหอยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.80 ± 0.41 และลดลงเป็น 6.8 ± 0.41 ตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.73 ± 0.44 และลดลงเป็น 7.10 ± 0.53 สำหรับตัวอย่างซอสหอยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความหนืดน้อยที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

7.80 ± 0.38 และลดลงเป็น 6.15 ± 0.93 ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยในทุกสภาวะการทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วงปานกลาง และสามารถยอมรับได้ เนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 5 คะแนน ในทุกคุณลักษณะที่กล่าวมา และพบว่า สภาวะการทดลองที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4-6 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงกว่าสภาวะการทดลองที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4-6 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องจาก เกลือเบนโซเอตสามารถรักษาคุณภาพของซอสหอยแครง ให้ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสและไม่ให้เกิดการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษา ศิวาพร (2535) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทซอส เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้วัตถุกันเสียมาก เนื่องจากส่วนใหญ่จะใช้ความร้อนไม่สูงนักในการช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนการบรรจุ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้วัตถุกันเสียร่วมด้วยเพื่อยืดอายุการเก็บและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น วัตถุกันเสียที่นิยมและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอสหอยนางรมให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ เกลือเบนโซเอต และเกลือซอร์เบต ใช้ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.1 ของปริมาณซอสหอย (มอก. 1317-2538)



ภาพที่ 6 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 7 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ ความหนืด และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

สุ่มตัวอย่างซอสหอยแครงทุก ๆ 1 สัปดาห์ เพื่อทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (Scoring test) ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 8 และ 9 (ตารางผนวกที่ ค 7)

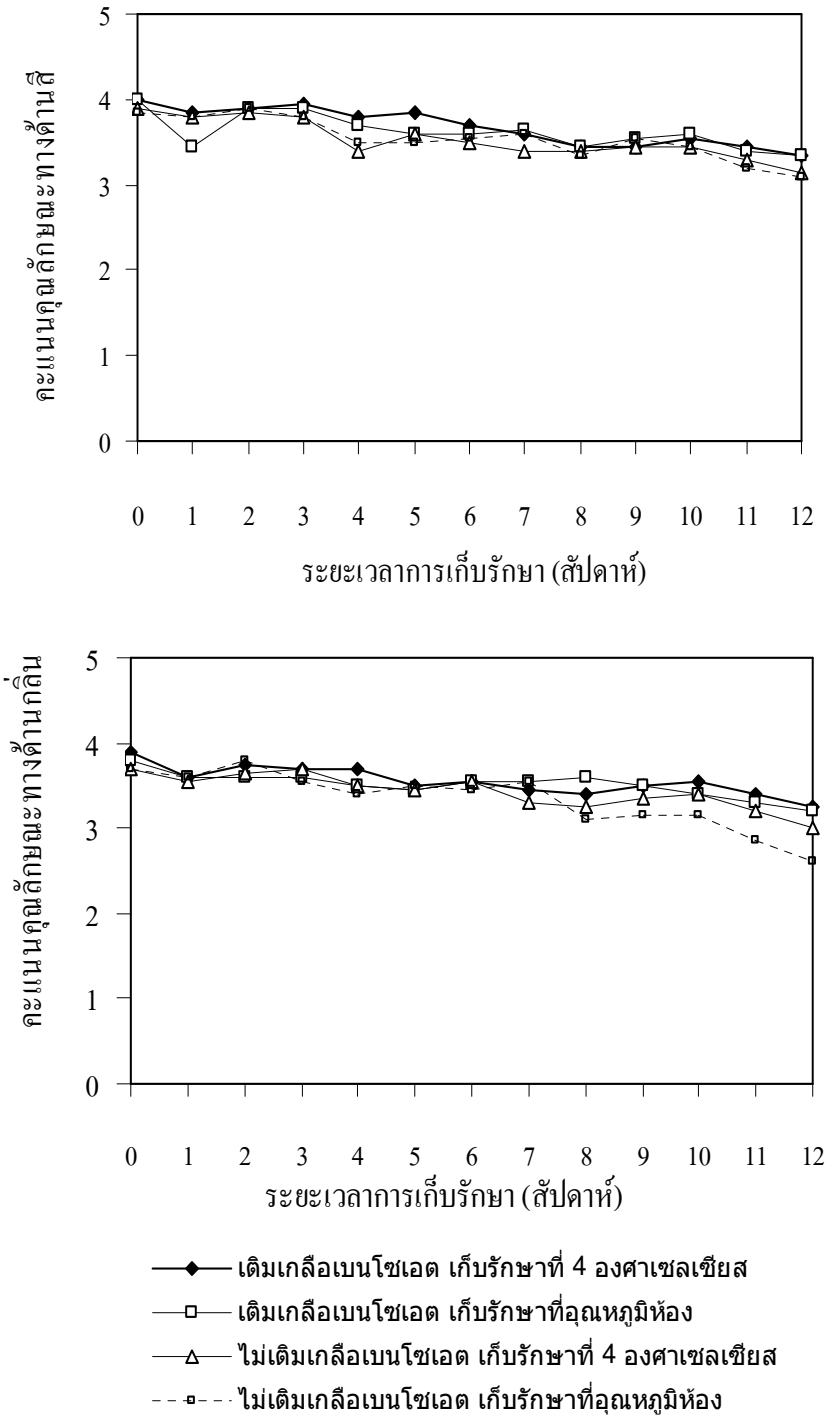
ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) แต่สภาวะการทดลอง และระยะเวลาการเก็บรักษาต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.35 ± 0.49 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 ± 0.49 และผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 ± 0.75 สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 ± 0.64 โดยพบว่าในทุกสภาวะการทดลอง สีของผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสีน้ำตาล ค่อนข้างสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านกลิ่น พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) แต่ในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่น ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.25 ± 0.44 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 ± 0.41 และผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 ± 0.73 สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.60 ± 0.68 ซึ่งพบว่าทุกสภาวะการทดลองมีกลิ่นเฉพาะของซอสหอยแครง ปานกลาง

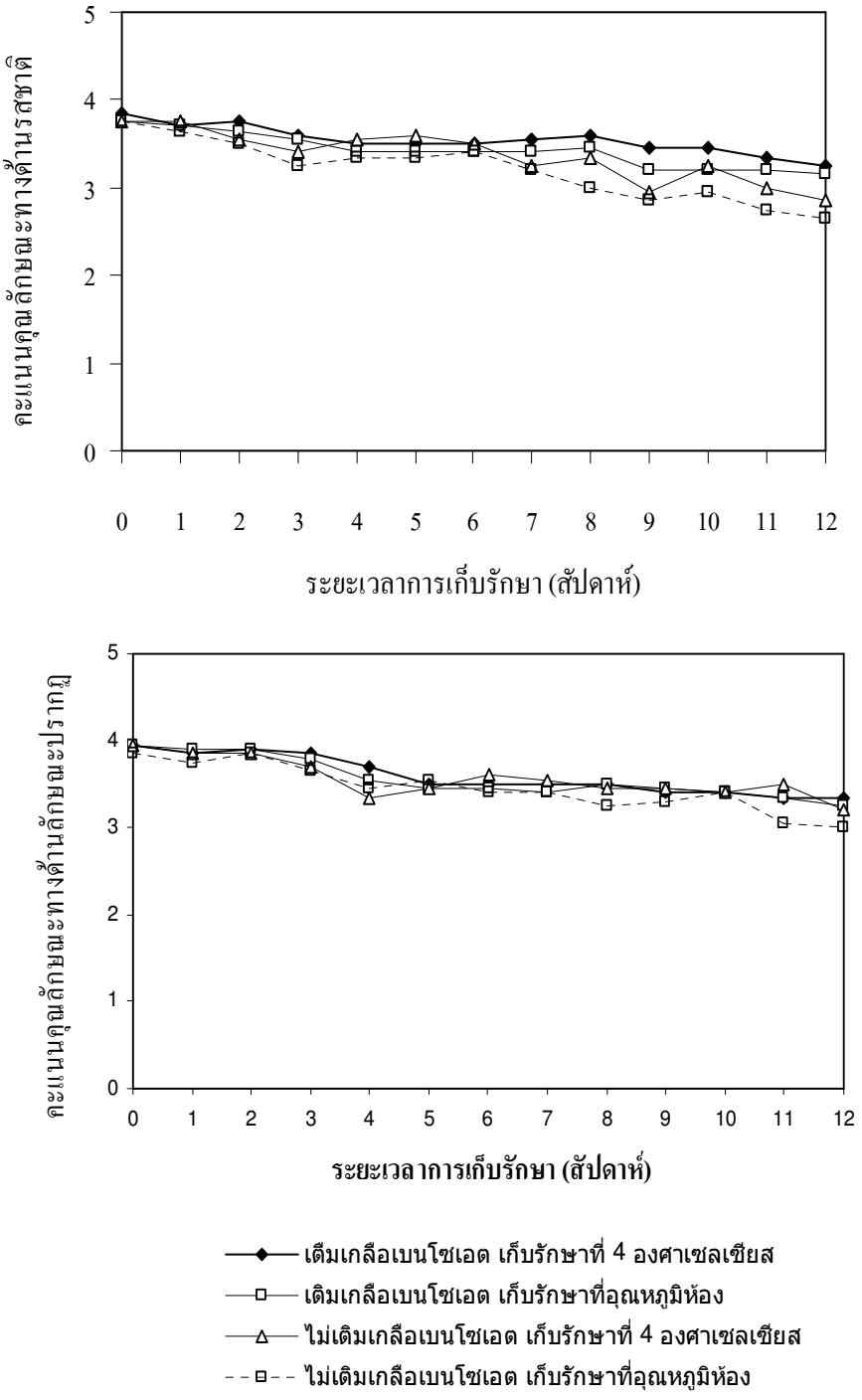
ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านรสชาติ พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) แต่สภาวะการทดลองกับระยะเวลาการเก็บรักษา มีอิทธิพลร่วมกัน และในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านรสชาติ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านรสชาติมีแนว

โน้มลดลง โดยสภาวะการทดลองที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ได้รับคะแนนสูงกว่าสภาวะที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.25 ± 0.44 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 ± 0.37 และผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.85 ± 0.49 สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 ± 0.75 และในทุกสภาวะการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงมีรสชาติกลมกล่อมดี

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) แต่ในแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่น ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.35 ± 0.41 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 ± 0.44 และผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 ± 0.73 ซึ่งพบว่าทุกสภาวะการทดลอง ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงมีลักษณะเนื้อเนียน และเป็นเนื้อเดียวกันค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และลักษณะปรากฏ มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ แต่มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงปานกลาง และสามารถยอมรับได้ เนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3 คะแนน ในทุกคุณลักษณะที่กล่าวมา ยกเว้นในตัวอย่างซอสหอยแครงที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีคะแนนค่าเฉลี่ยในคุณลักษณะกลิ่นและรสชาติ น้อยกว่า 3 แต่สามารถยอมรับได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธี 9-point Hedonic scale อยู่ในช่วงที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ และจากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยานั้นอยู่ในเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) ที่กำหนดคือ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/กรัม จำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม



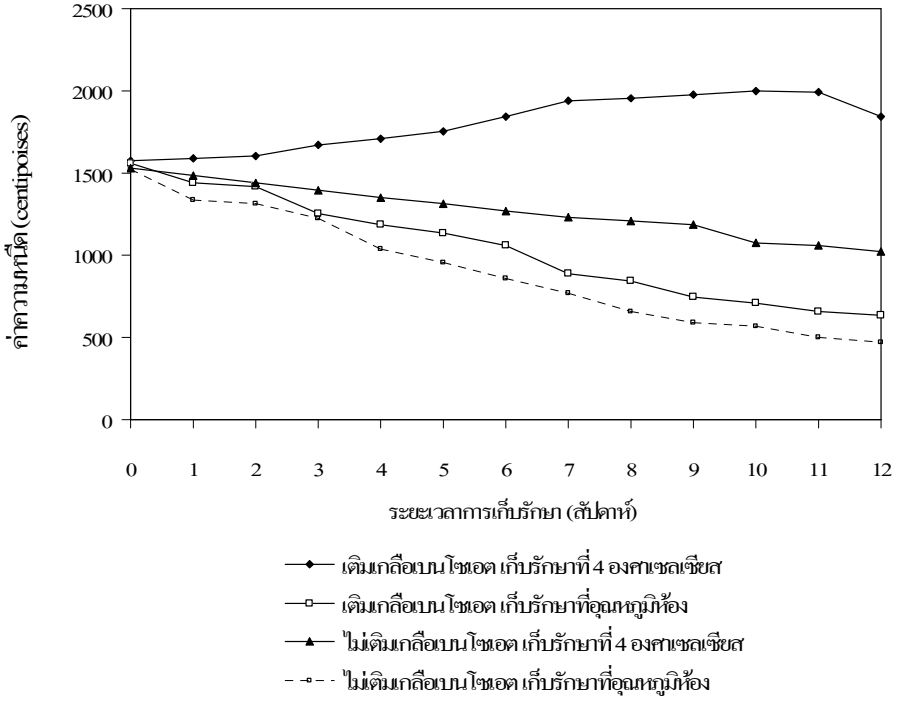
ภาพที่ 8 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านสี และกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง



<u>ภาพที่ 9</u> คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านรสชาติ และลักษณะปรากฏ ของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความข้นหนืดและความคงตัวของเนื้อซอสหอยแครง ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 10 (ตารางผนวกที่ ค 8) พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษา มีอิทธิพลร่วมต่อกัน และมีผลต่อค่าความหนืดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) กล่าวคือ ทุกสภาวะการทดลอง ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ตัวอย่างซอสหอยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส ที่สภาวะเติมและไม่เติมเกลือเบนโซเอต มีค่าความหนืดสูงกว่าตัวอย่างซอสหอยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่สภาวะดังกล่าว โดยตัวอย่างที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มค่าความหนืดเพิ่มขึ้นและเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 11 คือ สัปดาห์เริ่มต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,571.67 centipoises และเพิ่มสูงสุดในสัปดาห์ที่ 10 มีค่าเท่ากับ 2,001.35 centipoises หลังจากนั้นเริ่มลดลงจนสัปดาห์ที่ 12 มีค่าความหนืดเท่ากับ 1,845.73 centipoises ส่วนตัวอย่างที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บที่อุณหภูมิห้อง และตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาและที่อุณหภูมิห้อง ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกันจนตลอดอายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์โดยมีค่าเฉลี่ยความหนืดดังนี้ ตัวอย่างที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 1,558.69 centipoises ลดลงเป็น 635.20 centipoises ตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 1,530.66 centipoises ลดลงเป็น 1,019.25 centipoises และตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 1,524.67 centipoises ลดลงเป็น 469.67 centipoises จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าความหนืดที่ลดลง สามารถอธิบายได้ว่า โดยปรกติเมื่อแป้งได้รับความร้อนจนเกิดเจลาทิไนเซชัน ให้ความร้อนต่อไปจะทำให้เม็ดแป้งพองตัวเพิ่มขึ้น จนถึงจุดที่พองตัวเต็มที่และแตกออก โมเลกุลของอะมิโลสขนาดเล็กจะกระจัดกระจายออกมาทำให้ความหนืดลดลง เมื่ออุณหภูมิลดลง โมเลกุลอะมิโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ระหว่างโมเลกุลด้วยพันธะไฮโดรเจน เกิดเป็นร่างแหสามมิติ ซึ่งสามารถอุ้มน้ำได้ดีและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก ทำให้มีความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดเป็นลักษณะเจลเหนียว เรียกปรากฏการนี้ว่า การเกิดรีโทรเกรเดชัน หรือการคืนตัวของแป้ง ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยานี้จึงมีความสัมพันธ์กับความหนืด ซึ่งคุณสมบัติของแป้งในการเกิดรีโทรเกรเดชัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดของแป้ง ความเข้มข้นของแป้ง กระบวนการให้ความร้อน อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณและขนาดของอะมิโลส อะมิโลเพกทิน และองค์ประกอบเคมีอื่น ๆ ในแป้ง และในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำและความเข้มข้นของแป้งสูง แป้งสามารถคืนตัวได้ดี และในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 5-7 แป้งสามารถคืนตัวได้เร็วที่สุด นอกจากนี้ อาจเกิดจากการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้งซึ่งสัมพันธ์กับคุณสมบัติความคงตัวต่อการแช่เยือกแข็ง โดยจะเกิดรีโทรเกรเดชันได้ดีเมื่อมีค่าความคงตัวต่อการแช่เยือกแข็งต่ำ ในขณะที่แป้งที่เกิดรีโทรเกรเดชันต่ำจะ

มีค่าความคงตัวต่อการแช่เยือกแข็งสูง (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2546) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีคุณสมบัติ freeze – thaw ได้ดี ดังนั้นคุณสมบัติความคงตัวต่อการแช่เยือกแข็งของแป้ง อาจมีผลต่อความหนืดของซอสหอยแครงระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา



ภาพที่ 10 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

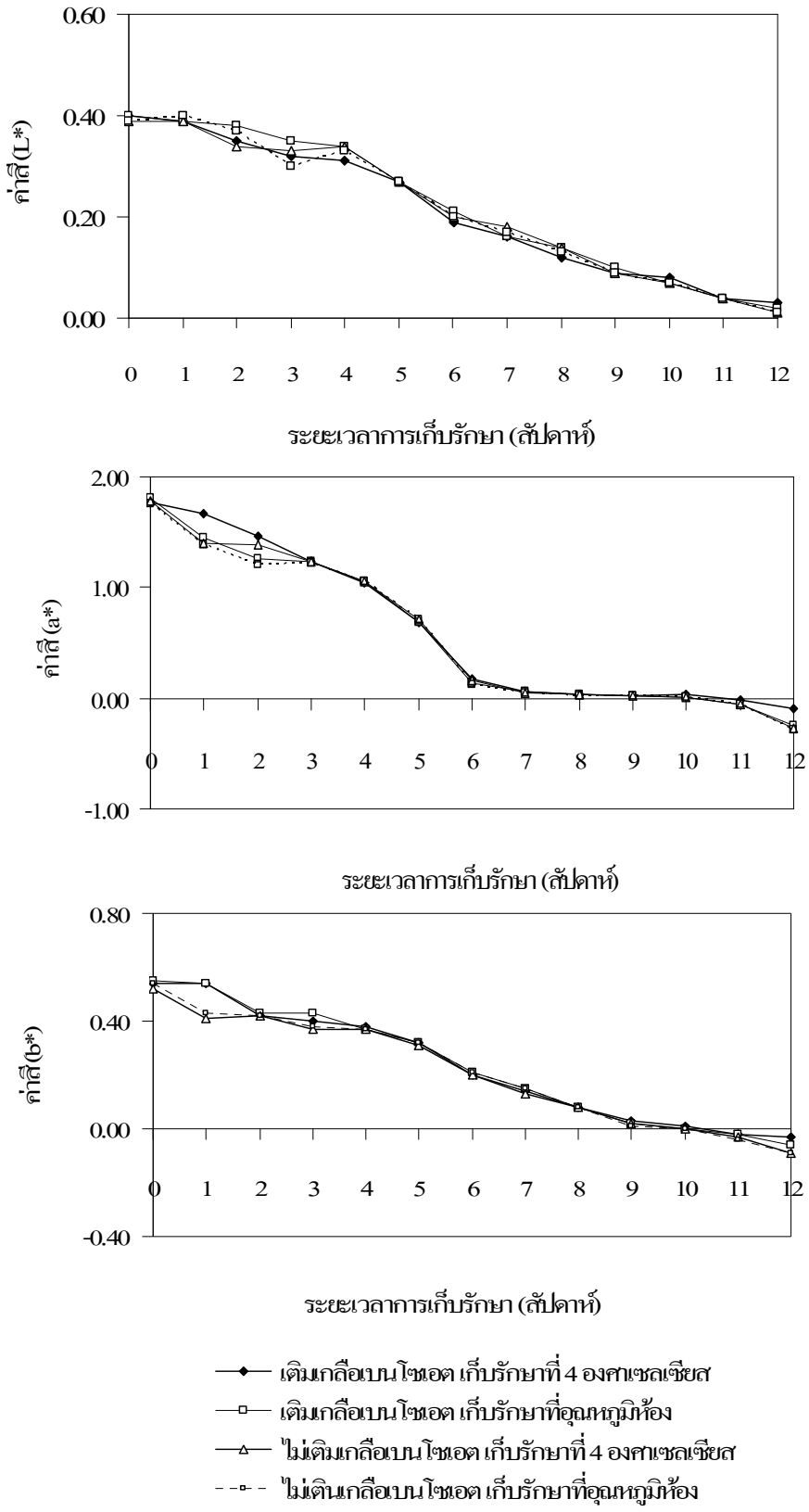
ผลการวัดค่าสี L* คือค่าความสว่าง แสดงดังภาพที่ 11 (ตารางผนวกที่ ค 8) พบว่า ค่าสี L* มีแนวโน้มลดลง ตัวอย่างซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.4-0.03 และ 0.4-0.02 ตามลำดับ ตัวอย่างซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.4-0.01 และ 0.4-0.01 ตามลำดับ

ผลการวัดค่าสี a* คือค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว แสดงดังภาพที่ 11 (ตารางผนวกที่ ค 8) พบว่า ค่าสี a* มีแนวโน้มลดลง ตัวอย่างซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.77 ถึง -0.08 และ 1.81 ถึง -0.02 ตาม

ลำดับ ตัวอย่างซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสี a* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.77 ถึง -0.27 และ 1.76 ถึง -0.27 ตามลำดับ

ผลการวัดค่าสี b* คือค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน แสดงดังภาพที่ 11 (ตารางผนวกที่ ค 8) พบว่า ค่าสี b* มีแนวโน้มลดลง ตัวอย่างซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.53 ถึง -0.03 และ 0.55 ถึง -0.06ตามลำดับ ตัวอย่างซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสี b* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.52 ถึง -0.08 และ 0.54 ถึง -0.08 ตามลำดับ

ผลการทดลองวัดค่าสี L* a* b* พบว่า มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ในทุกสภาวะการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจพินิจทุก 2 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง มีสีเข้มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยจะเห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจนตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 เป็นต้นไป ทั้งนี้สาเหตุการเปลี่ยนแปลงสีของซอสหอยแครง อาจเนื่องมาจาก การเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซิง กับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโน หรือโปรตีน เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล และน้ำตาลแดง (นิธิยา, 2545)



ภาพที่ 11 ค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

8. <u>คำนวณต้นทุนการผลิต</u>

8.1 การคำนวณต้นทุนหอยแครง

การคำนวณต้นทุนเนื้อหอยแครง โดยคำนวณจากราคาหอยแครงสด 1 กิโลกรัม เท่ากับ 15 บาท เมื่อผ่านการลวกเป็นเวลา 2 นาที และแกะเปลือกออก จะเหลือน้ำหนักเนื้อหอย เท่ากับ 0.19 กิโลกรัม ดังนั้น เนื้อหอย 1 กิโลกรัม มีราคาเท่ากับ 78.95 บาท (ดังตารางที่ 19)

<u>ตารางที่ 19</u> ต้นทุนราคาหอยแครง

วัตถุดิบ	ราคาหอยแครงสด (บาท/กิโลกรัม)	น้ำหนักหอยแครงหลังลวกและแกะเปลือก (กิโลกรัม)	ราคาหอยแครงหลังลวกและแกะเปลือก (บาท/กิโลกรัม)
หอยแครง	15	0.19	78.95

8.2 การคำนวณต้นทุนราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซอสหอยแครง

จากการคำนวณราคาต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตซอสหอยแครง แสดงดังตารางที่ 20 พบว่า การผลิตซอสหอยแครงต่อ 1 หน่วยบรรจุ 300 มิลลิลิตร มีราคาต้นทุนวัตถุดิบดังนี้ น้ำหอยแครงสกัด เท่ากับ 10.91 บาท ซอสปรุงรส เท่ากับ 3 บาท น้ำตาลกลูโคส เท่ากับ 2.7 บาท น้ำตาลทรายขาว เท่ากับ 0.34 บาท เกลือป่น เท่ากับ 0.11 บาท แป้งมันสำปะหลังดัดแปร เท่ากับ 0.36 บาท ผงชูรส เท่ากับ 0.06 บาท ซีอิ้วหวาน เท่ากับ 0.05 บาท กรดซิตริก เท่ากับ 0.02 บาท คาราเมล เท่ากับ 0.07 บาท น้ำ (ใช้ผสมแป้ง) เท่ากับ 0.22 บาท และเอนไซม์บรอมิเลน เท่ากับ 2.25 บาท ดังนั้น ราคาต้นทุนวัตถุดิบรวมทั้งหมด คือ 21.40 บาท ต่อปริมาตร 300 มิลลิลิตร และคิดเป็นราคาต้นทุนเท่ากับ 71.33 ต่อปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ตารางที่ 20 ราคาต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ในการผลิตซอสหอยแครง

วัตถุดิบ	ปริมาณการใช้ (ร้อยละ)	ปริมาณการใช้/ 300 มิลลิลิตร (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)	ราคา (บาท)
น้ำหอยสกัด	46.05	138.15	78.95	10.91
ซอสปรุงรส	15.35	46.05	36.50	1.68
น้ำตาลกลูโคส	7.68	2.30	45	0.10
น้ำตาลทรายขาว	5.37	16.11	16	0.26
เกลือป่น	5.00	15.00	7	0.11
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	3.07	9.21	30	0.27
ผงชูรส (โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.07	6.21	7	0.04
ซีอิ้วหวาน	0.38	1.14	35	0.04
กรดซิตริก	0.012	0.036	268	0.01
คาราเมล	0.050	0.15	400	0.06
น้ำ (ใช้ผสมแป้ง)	13.05	39.15	4.25	0.17
เอนไซม์บรอมิเลน	0.50	1.5	1500	2.25
ขวดแก้วใส (300 มิลลิลิตร)	-	-	-	5.5
		รวมเป็นราคาต้นทุน		21.40 บาท/300 มิลลิลิตร 71.33 บาท/1000 มิลลิลิตร

สรุปผลการทดลอง

1. หอยแครงมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ร้อยละของโปรตีน ความชื้น ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 12.21, 80.76, 0.38, 1.55, 5.1 และ 0.65 ตามลำดับ

2. จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส โดยสุ่มผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ และได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบคือ ซอสหอยตัวอย่างที่ 1 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเท่ากับ 5.60 กรัม/ลิตร และ 4.90 กรัม/ลิตร ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาวิธีการผลิตน้ำหอยแครงสกัดด้วยวิธีต้มสกัด พบว่า ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ 22.2 กรัม/ลิตร และ ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 1.46 กรัม/ลิตร รองลงมาคือ ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเท่ากับ 1.35 กรัม/ลิตร ส่วนผลจากการศึกษาวิธีการผลิตน้ำหอยแครงสกัดด้วยเอนไซม์บรอมิเลน พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.25 ระยะเวลา 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 26.5 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.50 มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนมากที่สุดที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง เท่ากับ 4.74 กรัม/ลิตร จากผลการทดลองสามารถเลือกสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำหอยสกัด เพื่อให้ได้สัดส่วนใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุดนั้น คือ วิธีการสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 ระยะเวลา 8 ชั่วโมง

4. จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสามารถคัดเลือกสูตรต้นแบบซอสหอยแครงได้ คือ สูตรที่ 1 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับสูงสุดในทุกคุณลักษณะ และจากการประเมินผลการทดสอบด้วยวิธี Just-About Right Scale พบว่า ต้องปรับปรุงคุณลักษณะรสเค็ม จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส สามารถเลือกสูตรซอสหอยแครงที่มีคะแนนการยอมรับสูงสุด คือ สูตรที่มีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 5 ของปริมาณซอสหอย และจากการประเมินผลการทดสอบด้วยวิธี Just-About Right Scale พบว่า ผู้ทดสอบจำนวนสูงสุดให้คะแนนความเข้มของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงความเข้มที่พอดี ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่มีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 5 เป็นสูตรต้นแบบในการผลิตซอสหอยแครงเพื่อใช้ทดลองในขั้นตอนต่อไป

5. องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง มีดังนี้ องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ความชื้น ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 7.73, 69.34, 1.21, 8.91 และ 12.80 ตามลำดับ คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 30.66 และปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับร้อยละ 7.40 ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน เท่ากับ 4.82 กรัม/ลิตร และความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 5.05 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด มีค่าเท่ากับ 1553.33 centipoises ค่าสี L* เท่ากับ 0.4 ค่าสี a* เท่ากับ 1.78 และค่า b* เท่ากับ 0.54 และคุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนี/กรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/กรัม ตรวจไม่พบปริมาณ *Salmonalla spp*., *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง

6. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง พบว่า ทุกสภาวะการทดลองสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 12 สัปดาห์ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ที่สัปดาห์ที่ 12 คะแนนการยอมรับยังสูงกว่า 5 คะแนน และสภาวะการเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ ซอสหอยแครงที่เติมเกลือเบนโซเอตร้อยละ 0.1 เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส เนื่องจากได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ ในสภาวะที่เติมเกลือเบนโซเอตร้อยละ 0.1 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และในสภาวะที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่ 4-6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในสภาวะที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด ซึ่งทุกสภาวะการทดลองมีคุณภาพด้านจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) ที่กำหนดคือ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/กรัม จำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง และมีผู้บริโภคระบุว่า ซอสหอยแครงมีกลิ่นของหอยแครงแรงเกินไป จึงน่ามีการพัฒนาสูตร เพื่อให้ได้คะแนนการยอมรับมากขึ้น โดยการทดลองใช้เครื่องเทศช่วยในการกลบกลิ่นหอยแครง หรือลดปริมาณน้ำหอยสกัดให้มีหลายระดับมากกว่านี้ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตอีกด้วย

2. จากผลการทดลองวัดค่าสีที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการเก็บรักษา พบว่า ซอสหอยแครงมีสีเข้มมากขึ้น ดังนั้น น่าจะปรับปรุงสีของซอสไม่ให้เข้มจนเกินไปก่อนจะนำมาเก็บรักษา โดยอาจจะลดปริมาณคาราเมลในสูตรซอสหอย

3. งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการเติมวัตถุกันเสีย คือ เกลือเบนโซเอต เติมในปริมาณถึงร้อยละ 0.1 ของปริมาณซอสหอย ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการลดปริมาณวัตถุกันเสียที่จะนำมาใช้ให้น้อยลงกว่านี้ หรืออาจศึกษาสภาวะการบรรจุอื่น ๆ เพื่อที่จะช่วยลดปริมาณการเติมวัตถุกันเสียให้น้อยลง หรืออาจเลือกวัตถุกันเสียชนิดอื่น ๆ มาใช้แทนเกลือเบนโซเอต เช่น กรดซอร์บิก หรือเกลือซอร์เบต

4. การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงในงานวิจัยนี้ ใช้เวลาศึกษาเพียง 12 สัปดาห์เท่านั้น แต่โดยทั่วไปแล้วอายุการเก็บซอสหอยที่มีจำหน่ายในท้องตลาด สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 6 เดือน ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระยะเวลาการเก็บรักษาตามระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2546. **สถิติการเพาะเลี้ยงหอยทะเลประจำปี 2546**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 36 น.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2519. **ซอสหอยนางรม**. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี, กรุงเทพฯ. 4 น.

กรมศุลกากร. 2547. **สถิติการนำเข้า-ส่งออก**. แหล่งที่มา:http//www.customs.go.th/statistic/ StatisticIndex.jsp, 29 มกราคม 2548.

กรมอนามัย. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพ ฯ. หน้า 47.

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 303 น.

ชิษณุสรร สวัสดิวัฒน์. 2530. **เอนไซม์และปฏิกิริยาในชีวเคมี**, น. 52-54. *ใน* มนตรี จุฬาวัฒนทล. ชีวเคมี. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศ.ล. กรุงเทพฯ.

ชวนพิศ สิทธิมังค์, ณาตยา ศรีจันทึก, และ ชมัยพร ชูงาน. 2537. **เศรษฐกิจการผลิตและการตลาดหอยแครง**. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพ ฯ.

โชคชัย ธีระกุลเกียรติ. 2528. **การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตเอนไซม์บรอมมิเลนจากลำต้นสับปะรด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทนงค์ ภัครัชพันธุ์. 2522. **เอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 238 น.

นงนุช รักสกุลไทย. ม.ป.ป. **สารเจือปนอาหารที่ใช้ในอุตสาหกรรมประมง.**เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสารเจือปนอาหารที่ใช้ในอุตสาหกรรมประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ. 126 หน้า.

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

ประเสริฐ กองทิพย์. 2508. **การทดลองใช้เอนไซม์บรอมมิเลนช่วยในการทำน้ำปลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ .

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก. 2533. **การศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดและเอนไซม์ในการทำซอสหอยนางรมและหอยแมลงภู่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก. 2533. **การศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดและเอนไซม์ในการทำซอสหอยนางรมและหอยแมลงภู่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง สมาน ศรีชัยธำรง. 2532. ผู้จัดการบริษัทไทยเทพรสผลิตภัณฑ์อาหารจำกัด. สัมภาษณ์, 15 พฤษภาคม 2532.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย. 2534. การใช้เอนไซม์ปาเปนและบรอมมิเลนในการทำซอสหอยนางรม. **วารสารเกษตรศาสตร์** 25: (1) 65-74

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2535. **เอนไซม์ทางอาหาร ตอนที่** 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ. 304 น.

พัชรี ธีรสุนทรวัฒน์. 2536. **การผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารจากหัวกุ้ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. **การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มยุรี จัยวัฒน์ , นงนุช รักสกุลไทย, และปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก. 2541. **การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหอยแมลงภู่และหอยลาย**. (รายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. **วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร**. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรศาสตร์แห่งชาติ. วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สิติมา จิตตินันท์ และ จิราพรรณ แซ่ลิ้ม. 2528. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำมันหอย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ ฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2526. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์-อุตสาหกรรมน้ำปลาพื้นบ้าน**. มอก. 3-2526.

_____.2535. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์-อุตสาหกรรมแป้งดัดแปร**. มอก. 1073-2535

_____. 2538. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์-อุตสาหกรรมซอสหอยนางรม**. มอก. 1317-2538

อำนวย โชติญาณวงษ์. 2524. **การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง**. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 210 น.

Adler-Nissen, J. 1976. Enzyme hydrolysis of protein for increased solubility. **J. Agric. Food Chem**.24 (6): 1090-1093.

_____. 1986. **Enzymic Hydrolysis of Food Protein**. Vanderbrilt, New York. 421 p.

A.O.A.C. 1990. **Official Methods of Analysis**. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washihgton D.C. 975 p.

_____. 1995. **Official Methods of Analysis**. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1588 p.

Bailey, J. 1967. **Techniques in Protein Chemistry**, 2nd ed., Elsevier Publishing Company, New York. 406 p.

Beddows, C.G. and A.G. Ardeshir. 1979. The production of soluble fish protein solution for uses in fish sauce manufacture I. The use of add enzyme. **J. Food. Technol**. 14: 603-612

BeMiller, J.N. 1997. Starch modification : challenges and prospects. **Starch/Starke**. 49 : 127-131.

Beuk, F.J. 1973. Proteolytic enzyme formulation. **U.S. Patent**. 3, 709,790. 6 p.

Brody, J. 1965. **Fishery By-product Technology**. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut. 232 p.

Chen, J., and J. Jane. 1994. Preparation of granular cold-water-soluble starches by alcoholic-alkaline treatment. **Cereal Chem**. 71(6): 618-622.

Chen, S.P. 1992. Traditional oyster product. **INFOFISH International**. 5: 27-32

Damodaran, S. 1996. **Amino acids, peptides and protein**, pp. 321-430. *In* O.R. Fennema (ed). Food Chemistry. 3rd ed. Marcel Dekker, New York.

Feinstein, C. and J.R. Whitaker. 1964. On the molecular weights of the proteolytic enzymes of stem bromelain. **J. Biochem**. 3: 1050-1054.

Gildberg, A. 1993. Enzymic processing of marine raw materials. **Process Biochemistry**. 28:1-15.

Godfrey, T. 1985. Fresh opportunities and enzymes news. **J. Food**. April: 37-41.

Hall, G.M. and N.H. Ahmad. 1992. **Functional properties of fish protein hydrolysates**, pp. 249-274. *In* G.M. Hall (ed). Fish Processing Technology. Van Nostrand Reinhold, New York.

Hoseney, R.C., and D.R. Lineback. 1996. **Methods of synthesis and characterization**. *In* Hoseney, R.C. (ed). AACC short course on 'Structure, Properties, and Food Uses'. August 27-29, 1996. Bangkok, Thailand.

Imeson, A.1992. **Thickening and Gelling Agents for Food**. Blackie Academic & Professional, Bishopbriggs., Glasgow. 258p.

Kristinsson, H.G. and B.A. Rasco 2000. Fish protein hydrolysates : production, biochemical, and functional properties. **Cri. Rev. Food Sci. Nutri**. 40: 43-81.

Knight, J.W. 1969. **The Starch Industry**. Pergamon Press Ltd., Oxford.189p.

Light, A. and E.L. Smith. 1963. **Method of protein hydrolysis**, pp. 32-39. *In* The Protein (Composition, Structure and Function). Academic Press, London.

Light, J.M. 1990. Modified food starch: why, what, where, and how. **Cereal Foods World**. 35(11) : 1081-1092

Loffler, A. 1986. Proteolytic enzyme: Sources and applications. **Food Technol**. 4(12): 63-70.

Mahesh, T., T.M.R. Setty, T.S. Shetty and C.N. Ravishankar. 1993. Studies on the preparation of functional fish protein concentrate from *Nemipterus japonicus* by enzymatic method. **Fishery Technol**. 30: 57-61.

Mitrevej, A. 1996. **Pharmaceuticals and high value from starch**. *In* Advanced Post-Academic Course on Tapioca Starch Technology (I). January 22-26 & February 19-23, 1996. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Onodenalore, A.C. and F. Shahidi. 1996. Protein dispersions and hydrolysates from shark (*Isurus oxyrinc*hus). **J. Aquat. Food Prod.Tech.** 5: 43-59.

Peterson, J. 1974. **Encyclopaedia of Food Technology**. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 993p.

Poosaran, N. 1986. Fish Sauces II : Enzyme hydrolysis. **Songklanakarin J. Sci. Technol**. 8: 205-207.

Powell, E.L. 1967. **Production and use of pregelatinized starch**. pp. 523-536. *In* R.L. Whistier, and E.F. Paschall (eds). Starch: Chemistry and Technology Vol. II. Academic Press Inc., New York.

Roxas, B. and G. Konrad. 1959. Maillard reaction in acid medium. **Advance in Carbohydrate Chem**. 14: 110-111.

Rutenberg, M.W., and D. Solarek. 1984. **Starch derivatives: technology and uses**. pp. 311-388. *In* R.L. Whistler, J.N. BeMiller, and E.F. Paschall (eds). Starch: Chemistry and Technology. 2nd ed. Academic Press Inc., Florida.

Sander, J.P.M. 1996. **Starch crop selection and breeding**. *In* Advanced Post-Academic Course on Tapioca Starch Technology (I). January 22-26 & February 19-23, 1996. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Shahidi, F. 1998. **Flavor of meat product and seafood**. 2nd ed., Blackie Academic and Profssional, London. 429 p.

Shahidi, F., X.Q. Han and J. Synowiecki. 1995. Production and characteristic of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). **Food Chem**. 58: 285-293.

Voragen, A.G.J. 1996. **Modified Starches in Food Industry**. *In* Advanced Post-Academic Course on Tapioca Starch Technology (I). January 22-26 & February 19-23, 1996. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Wurzburg, O.B. 1986. **Modified Starches: Properties and Uses**. CRC Press Inc., Florida. 277p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบ

ภาคผนวก ก 1 แบบทดสอบความชอบ โดยวิธี Hedonic scale (การคัดเลือกสูตร การพัฒนาสูตร และศึกษาอายุการเก็บรักษาซอสหอยแครง)

ผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....
ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบน้อยที่สุด	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ปัจจัย	คะแนนความชอบของตัวอย่าง
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	
ความหนืด	
ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ก 2 แบบทดสอบความชอบ โดยวิธี Just about right (การคัดเลือกสูตร และการพัฒนาสูตรซอสหอยแครง)

ผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....
ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความรู้สึกต่อตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

5 = มากเกินไป 2 = น้อยปานกลาง
4 = มากปานกลาง 1 = น้อยเกินไป
3 = พอดี

ปัจจัย	คะแนนความชอบของตัวอย่าง
สี	
กลิ่น	
รสหวาน	
รสเค็ม	
ความหนืด	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ก 3 แบบทดสอบการยอมรับ (การศึกษาอายุการเก็บรักษาซอสหอยแครง)

ผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....
ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนในแต่ละคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ตามใบหลักเกณฑ์การให้คะแนนการยอมรับ

คุณลักษณะ	คะแนน
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ก 4 คำอธิบายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง (มอก. 1317-2536) สำหรับการศึกษาอายุการเก็บรักษาซอสหอยแครง

คุณลักษณะ	ระดับการตัดสิน	คะแนน
ลักษณะปรากฏ	มีเนื้อเนียนและเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอดี ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรณีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วย ส่วนนั้นมีการกระจายตัวสม่ำเสมอดี	4
	มีเนื้อเนียนและเป็นเนื้อเดียวกันค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรณีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วยส่วนนั้นมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ	3
	เนื้อไม่เนียนหรือไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรณีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วย ส่วนนั้นมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ	2
	เนื้อไม่เนียนหรือไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีการแยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วย ส่วนนั้นมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ	1
สี	สีน้ำตาล สม่ำเสมอดี	4
	สีน้ำตาล ค่อนข้างสม่ำเสมอ	3
	สีไม่สม่ำเสมอ	2
	สีผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับ หรือมีสิ่งผิดปกติเห็นเป็นก้อนหรือเม็ดปนอยู่	1
กลิ่น	มีกลิ่นเฉพาะของซอสหอยแครง ชัดเจน	4
	มีกลิ่นเฉพาะของซอสหอยแครง ปานกลาง	3
	มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย แต่ยังเป็นที่ยอมรับ	2
	กลิ่นผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับ เช่น กลิ่นหืน เหม็นเปรี้ยว หรือบูดเน่า	1
รสชาติ	รสกลมกล่อมดีมาก	4
	รสกลมกล่อมดี	3
	รสไม่กลมกล่อม	2
	รสผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับ เช่น รสเปรี้ยว	1

ภาคผนวก ก 5 แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

แบบทดสอบ

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นงานสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคในการบริโภคผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาววรรณบดี เอกปิยะกุล นิสิตปริญญาโทภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลที่ท่านกรุณาตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อแนวทางในการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น

คำอธิบาย ซอสหอยแครง คือ เครื่องปรุงรสแต่งกลิ่นและรสอาหารชนิดหนึ่ง ลักษณะข้น ประกอบด้วยเนื้อหอยแครงบด หรือน้ำสกัดหอยแครง หรือส่วนที่ได้จากการย่อยสลายหอยแครงด้วยกรดหรือเอนไซม์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน เป็นส่วนประกอบสำคัญ และมีส่วนประกอบอื่นรวมทั้งเครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรสผสมอยู่ด้วย บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดได้สนิท

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

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 20-30 ปี

( ) 31-40 ปี ( ) 41-50 ปี

( ) 51 ปีขึ้นไป

3. การศึกษา

( ) ประถม-มัธยมศึกษา ( ) อนุปริญญาตรี/ปวส. ปวช.

( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

( ) รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัท

( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ( ) เกษตรกร

( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

( ) 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. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง แล้วให้คะแนนความชอบ ให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยมีคะแนนตั้งแต่ 1-9 ดังนี้

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

ซอสหอยแครง

สี	คะแนนความชอบเท่ากับ .....
ลักษณะปรากฏ	คะแนนความชอบเท่ากับ .....
รสชาติ	คะแนนความชอบเท่ากับ .....
ความหนืด	คะแนนความชอบเท่ากับ .....
ความชอบรวมทั้งหมดที่มีต่อซอสหอยแครง	คะแนนความชอบเท่ากับ .....

ข้อคิดเห็นที่ท่านมีต่อซอสหอยแครง .....

.....

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงหรือไม่

( ) ยอมรับ เพราะ .....

( ) ไม่ยอมรับ เพราะ .....

8. ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ท่านคิดว่าเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง

( ) ใส่ขวดแก้วใส	( ) ใส่ขวดพลาสติก
( ) ใส่ซองอลูมิเนียมฟอยล์	( ) อื่นๆโปรดระบุ .....

9. ท่านคิดว่าราคาต่อขวดของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมคือ

( ) ราคา 20 บาท/150 มิลลิลิตร	( ) ราคา 35 บาท/300 มิลลิลิตร
( ) ราคา 75 บาท/600 มิลลิลิตร	

10. หากมีผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ

( ) อยากทดลองบริโภค ( ) มีความแปลกใหม่

( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

( ) ไม่ซื้อ

( ) ไม่ชอบหอยแครง ( ) ไม่ชอบรับประทานซอสหอย

( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

ข้อเสนอแนะ…..……

…….. ขอบพระคุณมากค่ะ

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยา

ภาคผนวก ข 1 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1995)

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม และ Selenium reagent mixture ประมาณ 1 กรัมใส่ในขวดย่อย (Kjeldahl flask)

2. เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำไปย่อยโดยให้ความร้อนอ่อนๆ ในระยะแรก แล้วค่อยเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้น ย่อยจนได้สารละลายใสย่อยต่อไปอีก 30 นาทีจึงยุติ

3. ปล่อยให้เย็นลงหรือพออุ่นๆ เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 30 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4. นำไปกลั่นโดยใช้เครื่อง Buchi 323 และใช้สารละลายกรดบอริคร้อยละ 2 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เติมอินดิเคเตอร์ผสม 2-3 หยด เป็นสารที่ใช้จับแอมโมเนียที่กลั่นได้ จนกระทั่งมีปริมาตรประมาณ 200 มิลลิลิตร

5. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริคเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึงจุดยุติจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู

6. ทำ Blank โดยใช้ภาวะเดียวกันกับตัวอย่าง

7. นำปริมาณกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทไปใช้ในการคำนวณปริมาณไนโตรเจน

$$\text{ร้อยละไนโตรเจน} = \frac{(B-C) \times A \times 0.014 \times 100 \times 6.25}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข 2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน (ตัวอย่างสด 5-10 กรัม ตัวอย่างแห้งประมาณ 2 กรัม) ใส่กระดาษกรอง นำไปอบให้แห้งแล้วพับใส่ใน Thimble

2. อบและชั่งน้ำหนักของถ้วยสกัด (Cup) ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

3. เติมตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในถ้วยสกัด 50 มิลลิลิตร แล้วต่อเข้ากับเครื่องสกัด จากนั้นทำการสกัดไขมัน ประมาณ 15 นาที

4. นำถ้วยสกัดที่มีไขมันและตัวทำละลายที่ติดมาเล็กน้อยไประเหยตัวทำละลายออกให้หมด โดยใช้อุณหภูมิต่ำ ๆ จากนั้นปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วนำไปชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณปริมาณไขมัน

$$\text{ร้อยละของไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมัน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ข 3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)

1. อบ Aluminium dish ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนัก นำไปอบต่ออีก 30 นาที ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักเพื่อให้น้ำหนักคงที่ ถ้าไม่คงที่ให้อบซ้ำอีกครั้ง

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2-10 กรัม ลงใน Aluminium dish แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

3. นำไปอบอีกครั้งที่สภาวะเดิม ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

การคำนวณปริมาณความชื้น

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

การคำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมด

$$\text{ปริมาณของแข็ง (\%) (ตัวอย่างของเหลว)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข 4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)

1. เผา Crucible ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาทิ้งไว้สักครู่ นำเข้าโถดูดความชื้น (Desiccator) ปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (ตัวอย่างแห้งประมาณ 2 กรัม ตัวอย่างสด 8-12 กรัม) ใส่ใน Crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

3. เผา Crucible จนกระทั่งหมดควัน จึงนำเข้าเตาเผา เผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียสประมาณ 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาทิ้งไว้สักครู่ นำเข้าโถดูความชื้น ปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณปริมาณเถ้า

$$\text{ร้อยละของเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาคผนวก ข 5 การวัดค่าความเป็นกรดเบส (AOAC, 1995)

ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสับละเอียด จำนวน 5 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มไล่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 20 มิลลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นละเอียด วัดค่าความเป็นกรดเบสด้วยเครื่องวัดที่ผ่านการปรับมาตรฐานด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ความเป็นกรดเบส 4 และ 7 แล้ว ตามวิธีการใช้เครื่องมือ

ภาคผนวก ข 6 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2526)

6.1 การเตรียมสารเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

6.1.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 N ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ เอ.อาร์. เกรด ปริมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บสารละลายด่างไว้ในขวด

6.1.2 สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม เตรียมโดยละลายโบรโมคลีซอลกรีน 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ และละลายเมทธิลเรด 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาผสมกันในอัตรา 1:2 โดยปริมาตร

6.1.3 สารละลายกรดซัลฟุริก เข้มข้น 0.1 N เตรียมโดยเจือจางกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2.7 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร นำไปเทียบหาค่ามาตรฐานโดยไตเตรตกับโซเดียมคาร์บอเนต

6.1.4 สารละลายกรดบอริก เข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยชั่งกรดบอริก เอ.อาร์.เกรด ปริมาณ 40 กรัม ละลายลงในน้ำกลั่นจำนวนหนึ่ง และปรับปริมาตรให้ได้ ปริมาตร 1 ลิตร

ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน คือ ผลต่างคิดเป็นกรัมระหว่างฟอร์มัลดีไฮด์ไนโตรเจน (Formaldehyde nitrogen) กับแอมโมเนียคัลไนโตรเจน (Ammoniacal nitrogen) ในตัวอย่าง 1 กรัม กรณีอะมิโนไนโตรเจนในรูปร้อยละของไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ

$$\frac{\text{อะมิโนไนโตรเจน (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) x 100}}{\text{ไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ)}}$$

6.2 ปริมาณฟอร์มัลดีไอด์ไนโตรเจน

นำตัวอย่างที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:9 มาปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 7 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N เติมสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ที่มี pH ไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N จะได้ค่า pH เท่ากับ 9 คำนวณหาปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ไนโตรเจน

X = 14 yN

X คือ ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ไนโตรเจนในตัวอย่าง 1 ลิตร (กรัม)
Y คือ ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)
N คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (N)

6.3 ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน

นำตัวอย่างที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:9 มา 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดกลั่น เติมแมกนีเซียมออกไซด์ 1.5 กรัม และน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั่นแอมโมเนียที่เกิดขึ้นลงในขวดแก้วที่มีกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และมีเมทิลเรดโบรโมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ 6-10 หยด จนกระทั้งปริมาตรของสารละลายในขวดกลั่นเหลือเพียง 1 ใน 4 ของปริมาตรเดิมไตเตรตแอมโมเนียที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดซัลฟุริก 0.1 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู่ คำนวณหาปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน

X = 5.6 yN

X คือ ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจนในตัวอย่าง 1 ลิตร (กรัม)
Y คือ ปริมาณสารละลายกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)
N คือ ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟุริก (N)

ภาคผนวก ข 7 การวัดค่าความหนืด (มอก.1317-2538)

เทตัวอย่างลงในบีกเกอร์ ประมาณ 400 เซนติเมตร และนำไปวัดความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer model DV2+) ใช้จานหมุนเบอร์ 4 ใช้ความเร็วรอบ 10 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 นาที วิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง

ภาคผนวก ข 8 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (AOAC ,1995)

1. การเตรียมตัวอย่าง ทำโดย ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (Aseptic

Technique) แล้วเติมสารละลายเจือจาง โซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.85 ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ลงไป 225 มิลลิลิตร ปั่นตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง (Stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10 จากนั้นทำการเจือจางลงครั้งละ 10 เ ท่า จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

2. ใช้วิธี Pour plate technique โดยปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเลี้ยงที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ค่อยๆ รินอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ลงไป ให้มีปริมาตรประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อยๆ เขย่าให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-28 ชั่วโมง

3 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี (Colony counter)

4 หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้แต่ละระดับความเจือจาง คูณด้วยค่า Dilution factor คำนวณเป็นโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติและตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ ค 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสซอสหอยนางรมจากท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	19	85.028	4.475	3.254**
	การทดลอง	4	7.765	1.941	1.411ns
	Error	76	104.535	1.375	
สี	ผู้ทดสอบ	19	111.428	5.865	3.122**
	การทดลอง	4	34.240	8.560	4.557**
	Error	76	142.760	1.878	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	19	121.888	6.415	3.162**
	การทดลอง	4	12.125	3.031	1.494ns
	Error	76	154.175	2.029	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	19	150.188	7.905	4.215**
	การทดลอง	4	10.975	2.744	1.463ns
	Error	76	142.525	1.875	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	19	11.485	2.871	3.872**
	การทดลอง	4	102.048	5.371	2.070ns
	Error	76	105.415	1.387	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณอะมิโนไนโตรเจน ในน้ำหอยสกัดด้วยการต้ม ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)	การทดลอง	4	102.048	5.371	3.872**
	Error	76	105.415	1.387	
ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน	การทดลอง	4	0.042	0.010	3.846**
	Error	10	0.027	0.003	

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณอะมิโนไนโตรเจน ในน้ำหอยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน โดยบ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 ตามลำดับ และระยะเวลาย่อย 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)	ระดับเอนไซม์ (A)	3	0.990	0.330	4.865**
	ระยะเวลาย่อย (B)	4	2.092	0.523	7.710**
	A x B	12	1.028	0.008	1.263ns
	Error	40	2.714	0.006	
ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)	ระดับเอนไซม์ (A)	3	42.881	14.294	383.943**
	ระยะเวลาย่อย (B)	4	13.085	3.271	87.872**
	A x B	12	6.036	0.503	13.511**
	Error	40	1.489	3.723E-02	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบซอสหอยแครง

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	การทดลอง	2	37.200	18.600	38.978**
	ผู้ทดสอบ	19	57.517	3.027	6.344**
	Error	38	18.133	0.477	
สี	การทดลอง	2	16.075	8.038	17.870**
	ผู้ทดสอบ	19	52.046	2.739	6.090**
	Error	38	17.092	0.450	
กลิ่น	การทดลอง	2	10.225	5.113	7.789**
	ผู้ทดสอบ	19	23.333	1.228	1.871*
	Error	38	24.942	0.656	
รสชาติ	การทดลอง	2	43.425	21.713	30.474**
	ผู้ทดสอบ	19	47.712	2.511	3.524**
	Error	38	27.075	0.712	
ความหนืด	การทดลอง	2	32.033	16.017	19.040**
	ผู้ทดสอบ	19	56.933	2.996	3.562**
	Error	38	31.967	0.841	
ความชอบรวม	การทดลอง	2	45.658	22.829	48.623**
	ผู้ทดสอบ	19	57.546	3.029	6.451**
	Error	38	17.842	.470	

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง โดยกำหนดระดับปริมาณเกลือเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ร้อยละ 3, ร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ของปริมาณซอสหอยที่ผลิต

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	การทดลอง	2	0.233	0.117	0.506^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	20.746	1.092	4.733^{**}
	Error	38	8.767	0.231	
สี	การทดลอง	2	0.433	0.217	0.664^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	18.250	0.961	2.944^{**}
	Error	38	12.400	0.326	
กลิ่น	การทดลอง	2	0.675	0.337	0.493^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	14.246	0.750	1.096^{ns}
	Error	38	25.992	0.684	
รสชาติ	การทดลอง	2	2.500	1.250	2.664^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	16.767	0.882	1.880^{*}
	Error	38	17.833	0.469	
ความหนืด	การทดลอง	2	0.225	0.112	0.263^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	13.213	0.695	1.624^{ns}
	Error	38	16.275	0.428	
ความชอบรวม	การทดลอง	2	2.358	1.179	2.927^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	11.379	0.599	1.487^{ns}
	Error	38	15.308	0.403	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของซอสหอยแครง ในช่วงเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	19	12.120	0.638	1.811^{ns}
	สภาวะการทดลอง (A)	1	9.235	9.235	26.210**
	อุณหภูมิ (B)	1	8.138	8.138	23.099**
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	67.005	5.684	15.848**
	A x B	1	2.404E-02	2.404E-02	0.068^{ns}
	A x C	12	3.072	0.256	0.727^{ns}
	B x C	12	2.705	0.225	0.640^{ns}
	A x B x C	12	2.195	0.183	0.519^{ns}
	Error	969	341.405	0.352	
สี	ผู้ทดสอบ	19	13.374	0.704	1.944**
	สภาวะการทดลอง (A)	1	8.587	8.587	23.716**
	อุณหภูมิ (B)	1	4.000	4.000	11.048**
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	71.229	5.936	16.394**
	A x B	1	6.947E-02	6.947E-02	0.192^{ns}
	A x C	12	6.579	0.548	1.514^{ns}
	B x C	12	3.490	0.291	0.803^{ns}
	A x B x C	12	4.471	0.373	1.029^{ns}
	Error	969	350.839	0.362	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 6 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	19	9.789	0.515	0.956^{ns}
	สภาวะการทดลอง (A)	1	24.924	24.924	46.224**
	อุณหภูมิ (B)	1	5.265	5.265	9.765**
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	61.241	5.103	9.465**
	A x B	1	1.538	1.538	2.853^{ns}
	A x C	12	14.795	1.233	2.287**
	B x C	12	5.316	0.443	0.822^{ns}
	A x B x C	12	6.868	0.572	1.061^{ns}
	Error	969	522.486	0.539	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	19	7.862	0.414	0.895^{ns}
	สภาวะการทดลอง (A)	1	12.716	12.716	27.505**
	อุณหภูมิ (B)	1	12.496	12.496	27.029**
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	57.959	4.831	10.450**
	A x B	1	1.947	1.947	4.121*
	A x C	12	8.009	0.667	1.444^{ns}
	B x C	12	1.879	0.157	0.339^{ns}
	A x B x C	12	7.278	0.606	1.312^{ns}
	Error	969	447.988	0.462	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 6 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ความหนืด	ผู้ทดสอบ	19	9.619	0.506	1.347 ^{ns}
	สภาวะการทดลอง (A)	1	7.962	7.962	21.188 **
	อุณหภูมิ (B)	1	21.062	21.062	56.044 **
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	90.543	7.545	20.077 **
	A x B	1	2.909	2.909	7.740 **
	A x C	12	5.394	0.449	1.196 ^{ns}
	B x C	12	12.045	1.004	2.671 **
	A x B x C	12	4.623	0.385	1.025 ^{ns}
	Error	969	364.156	0.376	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	19	5.616	.296	0.848 ^{ns}
	สภาวะการทดลอง (A)	1	26.816	26.816	76.888 **
	อุณหภูมิ (B)	1	14.078	14.078	40.364 **
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	67.498	5.625	16.128 **
	A x B	1	0.701	0.701	2.010 ^{ns}
	A x C	12	2.202	0.184	0.526 ^{ns}
	B x C	12	5.703	0.475	1.363 ^{ns}
	A x B x C	12	5.918	0.493	1.414 ^{ns}
	Error	969	337.959	0.349	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของซอสหอยแครง ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	19	13.735	0.723	3.039**
	สภาวะการทดลอง (A)	1	1.388	1.388	5.838*
	อุณหภูมิ (B)	1	1.246	1.246	5.239*
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	49.990	4.166	17.516**
	A x B	1	0.385	0.385	1.617ns
	A x C	12	1.737	0.145	0.608ns
	B x C	12	1.229	0.102	0.431ns
	A x B x C	12	1.790	0.149	0.627ns
	Error	969	230.465	0.238	
สี	ผู้ทดสอบ	19	12.388	0.652	2.765**
	สภาวะการทดลอง (A)	1	4.446	4.446	18.854**
	อุณหภูมิ (B)	1	3.846E-03	3.846E-03	0.016ns
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	46.629	3.886	16.477**
	A x B	1	6.154E-02	6.154E-02	0.261ns
	A x C	12	1.479	0.123	0.523ns
	B x C	12	1.371	0.114	0.485ns
	A x B x C	12	0.613	5.112E-02	0.217ns
	Error	969	228.512	0.236	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค 7 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	19	15.903	0.837	2.827**
	สภาวะการทดลอง (A)	1	6.001	6.001	20.272**
	อุณหภูมิ (B)	1	1.178	1.178	3.979*
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	41.521	3.460	11.689**
	A x B	1	0.162	0.162	0.549ns
	A x C	12	5.187	0.432	1.460ns
	B x C	12	3.210	0.267	0.904ns
	A x B x C	12	2.375	0.198	0.669ns
	Error	969	286.847	0.296	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	19	17.381	0.915	3.257**
	สภาวะการทดลอง (A)	1	10.004	1.004	35.623**
	อุณหภูมิ (B)	1	5.265	5.265	18.750**
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (C)	12	55.388	4.616	16.436**
	A x B	1	9615E-02	9615E-02	0.342ns
	A x C	12	7.496	0.625	2.224**
	B x C	12	1.235	0.103	0.366ns
	A x B x C	12	0.704	5.865E-02	0.209ns
	Error	969	272.119	0.281	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค 8 ค่าความหนืด และค่าสีเฉลี่ยของซอสหอยแครง ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ค่าความหนืด	สภาวะการทดลอง (A)	1	4274222.966	4274222.966	12265328**
	อุณหภูมิ (B)	1	12457369.758	12457369.758	35747719**
	ระยะเวลาเก็บรักษา(C)	12	4224171.034	352014.253	1010141.5**
	A x B	1	1540091.923	1540091.923	4419454.1**
	A x C	12	1139999.188	94999.932	272612.19**
	B x C	12	4005380.823	333781.735	957821.43**
	A x B x C	12	733795.188	61149.593	175475.12**
	Error	104	36.242	0.348	
ค่า L *	สภาวะการทดลอง (A)	1	2.308E-05	2.308E-05	0.486ns
	อุณหภูมิ (B)	1	9.231E-05	9.231E-05	1.946ns
	ระยะเวลาเก็บรักษา(C)	12	2.744	0.229	4820.466**
	A x B	1	1.603E-03	1.603E-03	33.784**
	A x C	12	3.627E-03	3.022E-04	6.372**
	B x C	12	1.591E-03	1.326E-04	2.795**
	A x B x C	12	4.947E-03	4.123E-04	8.691**
	Error	104	4.933E-03	4.744E-05	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค 8 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
a*	สภาวะการทดลอง (A)	1	3.216E-02	3.216E-02	271.222**
	อุณหภูมิ (B)	1	4.536E-02	4.536E-02	382.465**
	ระยะเวลาเก็บรักษา(C)	12	70.761	5.897	49723.601**
	A x B	1	8.626E-03	8.626E-03	72.735**
	A x C	12	9.625E-02	8.021E-03	67.637**
	B x C	12	0.134	1.121E-02	94.509**
	A x B x C	12	4.866E-02	4.055E-03	34.192**
	Error	104	1.233E-02	1.186E-04	
b*	สภาวะการทดลอง (A)	1	1.481E-02	1.481E-02	427.852**
	อุณหภูมิ (B)	1	6.564E-04	6.564E-04	18.963**
	ระยะเวลาเก็บรักษา(C)	12	6.340	0.528	15262.898**
	A x B	1	6.410E-05	6.410E-05	1.852ns
	A x C	12	4.117E-02	3.431E-03	99.120**
	B x C	12	3.527E-03	2.939E-04	8.491**
	A x B x C	12	2.019E-03	1.683E-04	4.861**
	Error	104	3.600E-03	3.462E-05	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค 9 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	สภาวะการทดลอง (A)	1	25373816.346	2537816.346	109.682**
	อุณหภูมิ (B)	1	8025308.654	8025308.654	34.691**
	ระยะเวลาเก็บรักษา (C)	12	490312996.154	40859416.346	176.621**
	A x B	1	60577.885	60577.885	0.262ns
	A x C	12	23133846.154	1927820.513	8.333**
	B x C	12	23620953.846	1968412.821	8.509**
	A x B x C	12	8606334.615	717194.551	3.100**
	Error	52	12029650.000	231339.423	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)