การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารทะเลมูลค่าเพิ่ม : ต้มยำกุ้งแช่แยือกแข็ง

Development of the Processing of a Value Added Seafood Product : Frozen Tom Yam Kung

จักรี ทองเรือง

Chakree Thongraung

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology

Prince of Songkla University

2537

ง

เลขหมู่ TX628 จ58 2539 ฉ.2

Bib Key 16762

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารทะเลมูลค่าเพิ่ม : ต้มยำกุ้งแช่แยือกแข็ง

ผู้เขียน นาย จักรี ทองเรือง

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ รสภโณดร)

.....กรรมการ
(ดร. ไพศาล วุฒิจำนงค์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ รสภโณดร)

.....กรรมการ
(ดร. ไพศาล วุฒิจำนงค์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ สุทธวัฒน์ เบญจกุล)

.....กรรมการ
(ดร. ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

.....
(ดร.ไพรัตน์ สงวนไทร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารทะเลมูลค่าเพิ่ม
: ต้มยำกุ้งแช่แยือกแข็ง

ผู้เขียน นายจักรี ทองเรือง

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา 2536

บทคัดย่อ

การพัฒนากระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่แยือกแข็งประกอบด้วยการศึกษาการเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง การเตรียมวัตถุดิบ (กุ้งกุลาดำและเห็ดฟาง) กระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่แยือกแข็ง (แบบพัฒนาและแบบดั้งเดิม) และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของต้มยำกุ้งแช่แยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°ซ พบว่าการเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งด้วยน้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำที่เตรียมโดยการต้มหัวกุ้งกุลาดำกับน้ำในอัตราส่วนหัวกุ้งต่อน้ำเท่ากับ 2.5:1 และปรุงรสด้วยเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสตามที่ได้พัฒนาขึ้น ได้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับคุณลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ ซึ่งประกอบด้วยน้ำพริกเผา ร้อยละ 4.97 เกลือร้อยละ 0.69 ผงชูรสร้อยละ 0.38 น้ำมะนาวร้อยละ 2.68 นมสดร้อยละ 1.53 ตะไคร้ร้อยละ 6.12 ใบมะกรูดร้อยละ 0.63 พริกขี้หนูร้อยละ 1.37 หอมแดงร้อยละ 3.06 ข่าร้อยละ 1.55 และใบโหระพาร้อยละ 0.54

การศึกษาผลของการเตรียมที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของกุ้งกุลาดำและเห็ดฟางเพื่อใช้สำหรับการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง พบว่าการเตรียมกุ้งกุลาดำด้วยการแช่กุ้งในสารละลายฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 1.5 ที่มีเกลือร้อยละ 5 เป็นเวลา 10 นาที และทำการลวกด้วยไอน้ำ ให้ผลผลิตและคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่าชุดควบคุม และการเตรียมเห็ดฟางด้วยการแช่เห็ดฟางในน้ำภายใต้ความดัน 3 นิ้วปรอทเป็นเวลา 10 นาที และแช่ต่อภายใต้ความดันบรรยากาศที่ 29.92 นิ้วปรอท อีก 7 นาที และลวกด้วยไอน้ำ ให้ผลผลิตดีกว่าชุดควบคุมแต่คุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน

กระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งแบบพัฒนามีผลให้ต้มยำกุ้งแช่แยือกแข็งมีปริมาณไขมัน จุลินทรีย์ทั้งหมด และคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทาง

เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ - 20°ซ พบว่าค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์จากทั้งสองกระบวนการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ตามอายุการเก็บรักษา ขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งจากกระบวนการทั้งสองเมื่ออายุการเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลานาน 3 เดือน ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมและปลอดภัยในการใช้บริโภค

Thesis Title	Development of the Processing of a Value Added Seafood Product:Frozen Tom Yam Kung
Author	Mr.Chakree Thongraung
Major Program	Food Technology
Academic Year	1993

Abstract

Development of the process for Frozen Tom Yam Kung production including the preparation of soup and raw materials (shrimp and mushroom),the production (developed and conventional process) process of Frozen Tom Yam Kung as well as the quality of product changes during storage at -20°C were investigated. Tom Yam Kung soup was prepared by boiling shrimp head in water with ratio of 2.5:1 and flavoured with spices and seasonings. The result of sensory evaluation showed that the most acceptable soup which comparable to the consumer's product profile consist of the following ingredients : 4.97 % chilli paste, 0.69 % salt, 0.38 % monosodium glutamate, 2.68 % lemon juice, 1.53 % lemon grass, 1.53 % sterilized milk, 6.12 % kaffir lime leaves, 1.37 % fresh chilli, 3.06 % shallot, 1.53 % galanga and 0.54 % sweet basil leaves .

Effects of the preparation process on the quality of shrimp and mushroom were studied. The result showed that treating fresh shrimp by soaking in mixed solution of 1.5 % mixed phosphate and 5 % sodium chloride for 10 min. and followed by steam blanching gave better yield and better sensory quality than control.

Mushroom treated by dipping in water under 3 inch Hg pressure for 10 min. and followed by 29.92 inch Hg atmosphere for 7 min. and steam blanching showed better yield but not significantly different in sensory quality when compared to the control.

Quality evaluation of the Frozen Tom Yam Kung including chemical, microbiological and sensory quality showed that the product prepared by the developed process contained significantly higher ($p<0.01$) amount of fat and total viable count as well as sensory quality than the product prepared by the conventional process.Changes in chemical, microbiological and sensory quality of the products during storage at $-20^{\circ}c$ for 3 months were also studied. The results showed that the TBA value of the products prepared by both processes were significantly increased ($p<0.01$) but not total viable count which was significantly decreased ($p<0.01$) during storage. The quality of products produced form both processes after 3 months storage were still acceptable and safe for consumption.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ไพรัตน์ ไสภโณดร ประธานกรรมการที่ปรึกษา ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์ กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำในการค้นคว้าวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ กรรมการผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย อาจารย์ สุทธวัฒน์ เบญจกุล กรรมการผู้แทนภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาวซึ่งมีส่วนสำคัญในการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ครูพรชัย ศรีไพบูลย์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการวิจัยในครั้งนี้

จักรี ทองเรือง

15 มิ.ย. 2537

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(3)
Abstract.....(5)
กิตติกรรมประกาศ.....(7)
สารบาญ.....(8)
รายการตาราง.....(9)
รายการภาพประกอบ.....(11)
บทที่
1 บทนำ.....1
บทนำต้นเรื่อง.....1
ตรวจเอกสาร.....2
วัตถุประสงค์.....19
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.....20
3 ผลและวิจารณ์.....32
5 สรุป.....54
เอกสารอ้างอิง.....56
ภาคผนวก.....62
ประวัติผู้เขียน.....92

รายการตาราง

ตาราง หน้า

1. องค์ประกอบทางเคมีของส่วนที่บริโภคได้ของกุ้งกุลาดำ.....5
2. องค์ประกอบทางเคมีของเห็ดฟาง.....9
3. ปริมาณเกลือแร่และวิตามินในเห็ดฟาง 100 กรัม.....10
4. การปฏิบัติต่อเห็ดก่อนการลวกต่อคุณภาพเห็ดแช่เยือกแข็ง.....12
5. คุณสมบัติของสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอาหาร.....17
6. ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งซึ่ง ประเมินโดยวิธี Ratio Profile Test.....33
7. ผลผลิตของกุ้งกุลาดำที่ผ่านการปฏิบัติก่อนการลวกและ การลวกด้วยวิธีการต่างกัน.....40
8. ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ กุ้งกุลาดำหลังการปฏิบัติก่อนการลวก และการลวกด้วย วิธีการต่างกัน.....41
9. ผลผลิตของเห็ดฟางที่ผ่านการปฏิบัติก่อนการลวก และการลวกด้วยวิธีการต่างกัน.....43
10. ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ เห็ดฟางที่ผ่านการปฏิบัติก่อนการลวกและการลวกด้วย วิธีการต่างกัน.....43
11. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณจุลินทรีย์ของต้มยำกุ้ง แช่เยือกแข็ง.....46
12. ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง.....48
13. องค์ประกอบทางเคมีของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง ระหว่างการเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน.....50
14. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง ระหว่างการเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน.....51

รายการตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

15. ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่ -20°ซ
เป็นเวลา 3 เดือน.....53

ตารางผนวก

1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมิน
คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง.....80
2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตกุ้งกุลาดำ
และเห็ดฟางหลังลวก.....82
3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมิน
คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งกุลาดำหลังลวก.....83
4. ผลการวิเคาะห์ความแปรปรวนของผลการประเมิน
คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางหลังลวก.....85
5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมิน
คุณภาพทางเคมีของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่าง
การเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน.....87
6. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมิน
คุณภาพทางจุลินทรีย์ของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่าง
การเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน.....89
7. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมิน
คุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง
ระหว่างการเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน.....90

รายการภาพ

ภาพ หน้า

1. กระบวนการผลิตกุ้งแกะเปลือกไม่ไว้หางแช่เยือกแข็งแบบก้อน.....8
2. ผลของความเป็นกรดด่างต่อแอคติวิตีของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส..13
3. ความคงตัวต่อความร้อนของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ในสารละลายที่มีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.5 และได้รับความร้อนที่ระดับต่างๆเป็นเวลา 10 นาที.....14
4. ขั้นตอนการศึกษาการเตรียมกุ้งกุลาดำ.....25
5. ขั้นตอนการศึกษาการเตรียมเห็ดฟาง.....27
6. ขั้นตอนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งตามกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม.....29
7. ขั้นตอนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งตามกระบวนการผลิตแบบพัฒนา.....30
8. เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง.....34
9. เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งสูตรพัฒนา 37
10. วิธีการเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง.....38
11. การจัดเรียงกุ้งกุลาดำในถาดก่อนทำการลวกด้วยไอน้ำ.....44

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลเป็นผลิตภัณฑ์อาหารส่งออกซึ่งสามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศสูงที่สุดในบรรดาผลิตภัณฑ์อาหารส่งออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2535 สามารถทำรายได้สูงถึง 76,343.73 ล้านบาท ทั้งนี้ส่วนใหญ่ได้จากการส่งออกกุ้งแช่เยือกแข็งทั้งในรูปกุ้งสดและกุ้งต้มสุกแช่เยือกแข็งซึ่งมีมูลค่า 31,709 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2531 ที่ผลิตภัณฑ์ทั้งสองทำรายได้ 10,631.02 ล้านบาท (กันตา จิตตั้งสมบูรณ์, 2536) จึงนับได้ว่ากุ้งแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์ในหมวดอาหารที่นับวันจะทวีความสำคัญมากขึ้น จากศักยภาพการส่งออกดังกล่าวทำให้ผู้ส่งออกไทยเผชิญกับการแข่งขันจากผู้ส่งออกจากแหล่งต่างๆ ที่ต้องการเพิ่มมูลค่าการส่งออกเช่นกัน ทั้งนี้การแข่งขันดังกล่าวเกิดขึ้นในหลายรูปแบบ อาทิ การแข่งขันระหว่างผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันที่ใช้วัตถุดิบต่างแหล่งกัน หรือระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบต่างชนิดกันเช่น ระหว่างปลาแช่เยือกแข็งกับกุ้งแช่เยือกแข็ง และรวมถึงการแข่งขันระหว่างรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัตถุดิบชนิดเดียวกัน (Suwanrangsri, 1991) เมื่อพิจารณารูปแบบผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งพบว่า จากที่เคยส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งเป็นก้อนโดยอาจเป็นเพียงกุ้งสดทั้งตัวหรือกุ้งเด็ดหัว ปัจจุบันมีการผลิตในรูปแช่เยือกแข็งแยกเป็นตัว โดยใช้กุ้งลวกและ/หรือกุ้งแกะเปลือกหรือมีการผ่าหลังในลักษณะต่างๆซึ่งนับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่ผู้ส่งออกของไทยได้มีการพัฒนาเพื่อเผชิญกับสภาวะดังกล่าว

ในปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคของประชากรในตลาดที่สำคัญของไทยทั้ง ญี่ปุ่น อเมริกาและยุโรป มีการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกันกล่าวคือ การออกทำงานนอกบ้านของแม่บ้านทำให้เวลาสำหรับเตรียมอาหารในแต่ละมื้อมีน้อยลง ประกอบกับครอบครัวมีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการอาหารสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปที่ลดเวลาในการเตรียมเพื่อบริโภคเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่สามารถอุ่นโดยใช้ตู้อบไมโครเวฟหรืออุ่นในน้ำเดือด (เสาวภาคย์ ชินะวะนิช, 2531; Best, 1987; Lambert, 1990)

กัลยา เรืองพงษ์ (2536) รายงานว่าอาหารไทยหลายชนิดเช่น ทอดมันปลา แกงเขียวหวาน แกงมัสหมั่นและต้มยำกุ้งได้รับความสนใจจากชาวญี่ปุ่นอย่างมากโดยเฉพาะต้มยำกุ้ง การที่ประเทศไทยมีการเพาะเลี้ยงกุ้งเพื่อการส่งออกในปริมาณมาก ประกอบกับการแข่งขันด้านตลาดเพื่อการส่งออกและการยอมรับที่ชาวต่างชาติมีต่อต้มยำกุ้งของไทย จึงเห็นสมควรที่จะได้มีการพัฒนาและแปรรูป ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นในรูปต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง นอกจากจะเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จากกุ้งแล้วยังสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อีกด้วย

ตรวจเอกสาร

1. ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม

Lambert (1990) ได้อธิบายคำว่า "มูลค่าเพิ่ม" ว่าหมายถึงมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์จากการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบตั้งแต่ขั้นแรกของกระบวนการผลิต จนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์ สำหรับผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแช่เยือกแข็งของไทยโดยเฉพาะกุ้งกุลาดำแช่เยือกแข็งจากเดิมที่เคยแปรรูปในลักษณะเป็นก้อน ต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบการส่งออกเพื่อเพิ่มมูลค่าและให้เป็นไปตามความต้องการของตลาด โดยเปลี่ยนจากการแช่เยือกแข็งแบบก้อนเป็นการแช่เยือกแข็งแบบเป็นตัว(individual quick frozen;IQF) และแช่เยือกแข็งแบบกึ่งแยกเป็นตัว(semi-individual quick frozen; semi-IQF)มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายและมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเช่น กุ้งลวก กุ้งต้มสุก กุ้งสดชุบแป้งทอด กุ้งต้มชุบแป้ง หรือลูกชิ้นกุ้ง เป็นต้น (Suwanrangsri,1991) จึงสามารถกล่าวได้ว่าแนวโน้มของการแปรรูปกุ้งกุลาดำแช่เยือกแข็งในอนาคตจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น ผ่องเพ็ญ รัตตกุล (2533) กล่าวถึงหลักเกณฑ์การผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มไว้ดังนี้

1. จะต้องเป็นอาหารที่มีรสชาติเป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ
2. จะต้องผลิตได้จากวัตถุดิบที่มีราคาถูกและมีปริมาณมาก
3. จะต้องมีคุณภาพและคุณสมบัติที่เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์นั้นเช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส สี ความเหนียว ความมัน เป็นต้น
4. คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหรือคุณสมบัติน้อยที่สุดและจะต้องมีคุณภาพตอบแทนมูลค่าของสินค้าแก่ผู้บริโภคอย่างยุติธรรม

5. ราคาสินค้าที่ผลิตออกมาแม้จะมีราคาเพิ่มขึ้น แต่ไม่ควรมีราคาสูงเกินกว่าราคาที่ผู้บริโภคสามารถผลิตได้เอง

6. ต้องมีอายุการเก็บรักษาเหมาะสมตามชนิดและความจำเป็น

อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่สุดในการพัฒนาอาหารมูลค่าเพิ่มชนิดใหม่ก็คือ การพัฒนาให้อาหารดังกล่าวสามารถตอบสนองความต้องการ หรือสอดคล้องกับพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภค Lambert(1990)กล่าวถึงการประสบความสำเร็จของผลิตภัณฑ์กุ้งมูลค่าเพิ่มในตลาดยุโรปว่าเป็นเพราะสามารถตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนไปของผู้บริโภคได้ กล่าวคือในปัจจุบันจำนวนแม่บ้านในยุโรปที่ออกทำงานนอกบ้านเพิ่มขึ้นทำให้มีเวลาว่างน้อยลง จึงต้องลดเวลาที่ใช้ในการเตรียมอาหาร เช่น อาหารเย็นจากเดิมที่เคยใช้เวลานานถึง 2 ชั่วโมง สำหรับการซื้อและการเตรียมก่อนบริโภค แต่เมื่อเตรียมจากผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มที่มีลักษณะเป็นอาหารกึ่งสำเร็จรูปจะใช้เวลาเพียง 15 นาที ด้วยเหตุนี้ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในยุโรปจึงมักจะพัฒนาให้มีความสะดวกสบายในการเตรียมหรือการบริโภคควบคู่กัน นอกจากนี้การมีรายได้เพิ่มขึ้น และระดับการศึกษาที่สูงขึ้นของประชากรในยุโรปก็เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มได้รับการยอมรับ

สำหรับตลาดญี่ปุ่นซึ่งเป็นตลาดอาหารทะเลแช่เยือกแข็งที่สำคัญของไทย เสาวภาคย์ ชินะวะนิช (2531) ได้รายงานพฤติกรรมการบริโภคของชาวญี่ปุ่นไว้ดังนี้ เนื่องจากผู้หญิงญี่ปุ่นออกทำงานนอกบ้านสูงถึงร้อยละ 60 ทำให้มีเวลาในการเตรียมอาหารน้อยลง ประกอบกับชาวญี่ปุ่นมีรายได้สูงและมีอาหารให้เลือกบริโภคหลายประเภท ดังนั้นการเลือกซื้ออาหารจึงขึ้นอยู่กับความชอบมากกว่าคำนึงถึงราคา นอกจากนี้การมีพื้นที่ห้องครัวจำกัดทำให้อาหารที่เลือกบริโภคในแต่ละมื้อต้องเตรียมง่ายที่สุด และจากขนาดครอบครัวเฉลี่ยที่เล็กลงโดยมีจำนวนสมาชิกต่อครอบครัวประมาณ 3.8 คน/ครอบครัว ปริมาณอาหารที่เตรียมและบริโภคในแต่ละมื้อจึงลดลง ประกอบกับสามารถซื้ออาหารกึ่งสำเร็จรูปจากซุปเปอร์มาร์เก็ตที่อยู่ใกล้บ้าน ทำให้พฤติกรรมการซื้ออาหารมีลักษณะของการของการซื้อในปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้ง

ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคดังกล่าวแสดงให้เห็นแนวทางของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในตลาดสำคัญของไทย Suwanrangsri (1991) กล่าวว่าในปัจจุบันประมาณร้อยละ 40 ของผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแช่เยือกแข็งของไทยที่ส่งออกมีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูป และบรรจุในขนาดที่พอเหมาะสำหรับการบริโภคในแต่ละครั้งของผู้ซื้อ หรืออยู่ในรูปที่สามารถนำไปปรุงเป็นอาหารได้สะดวกขึ้น

สุวรรณ สุทธิชจรกิจ (2533) ได้จำแนกอาหารแช่เยือกแข็งกึ่งสำเร็จรูปตามวิธีการปรุงไว้ดังนี้

1. อาหารประเภททอด (Deep fried) อาหารประเภทนี้มักเป็นอาหารกึ่งสำเร็จรูปแบบดิบหรือกึ่งสุก เช่น กุ้งชุบแป้งทอด

2. อาหารประเภทนึ่ง (Steamed) เป็นอาหารที่ต้องผ่านการให้ความร้อนเพื่อให้เกิดความคงตัวก่อนการแช่เยือกแข็ง เช่น ขนมจีบ ซาลาเปา เป็นต้น

3. อาหารประเภทย่างสัมผัสเปลวไฟ (Grilled) ส่วนมากมักเป็นของสุก เช่น Yakitori หรือไก่เสียบไม้แบบญี่ปุ่น

4. อาหารประเภทอบด้วยความร้อน(Roasted with infrared) มักเป็นของสุก เช่น สะโพกไก่ย่าง หรือเนื้ออกไก่สเต็ก

5. อาหารประเภทต้ม (Boiled cook)มักจะเป็นของสุกเพราะผ่านการต้มโดยตรง เช่น ผักห่อเนื้อซึ่งใช้ทำแกงจืดหรือต้มจืด

6. อาหารประเภทผัด เช่น ข้าวผัด

7. อาหารที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบเช่น แกงเผ็ด ต้มยำ

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

2.1 ต้มยำกุ้ง

ต้มยำเป็นอาหารไทยที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย (กัลยา เรืองพงษ์,2536) อาจใช้รับประทานเป็นกับข้าวหรือกับแกล้มประเภทน้ำ (ศรีสมร คงพันธุ์ และคณะ,2527) การเตรียมต้มยำสามารถเตรียมได้หลากหลาย ตั้งแต่ลักษณะของน้ำซุปที่เป็นชนิดน้ำข้นหรือน้ำใส ชนิดของเนื้อ ผักและเครื่องปรุงรสที่ใช้ การเรียกชื่อต้มยำจึงแตกต่างกันไป โดยทั่วไปนิยมเรียกตามชนิดของเนื้อที่ใช้เตรียมต้มยำเช่น ต้มยำกุ้ง ต้มยำปลา ต้มยำรวมมิตรหรือต้มยำทะเล สำหรับผักที่ใช้ในการเตรียมต้มยำมักจะเป็นเห็ดชนิดต่างๆเช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดฟาง เป็นต้น ส่วนเครื่องเทศที่ใช้ได้แก่ ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า หอมแดง และพริกขี้หนู มีจุดประสงค์เพื่อสร้างกลิ่นรสเฉพาะของต้มยำ และเนื่องจากไม่ใช่ส่วนที่ใช้รับประทานจึงใช้เครื่องเทศต่างๆเป็นชิ้นที่มีขนาดใหญ่ การปรุงรสต้มยำจะปรุงให้มีรสชาติที่ประกอบด้วยรสเปรี้ยว รสเค็ม รสหวานและรสเผ็ดด้วยเครื่องปรุงที่ใช้กันทั่วไป โดยมีเทคนิคที่สำคัญคือการใช้ไขมันจากส่วนหัวกุ้งในการเพิ่มสีสันและความกลอมกล่อมของน้ำซุป (จรรยา สุบรรณ์,2529) สำหรับต้มยำกุ้งในงานวิจัยนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ กุ้งกุลาดำ เห็ดฟาง และน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

2.2 กุ้งกุลาดำ

2.2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Penaeus monodon Fabricius สำหรับชื่อสามัญนั้นมีหลายชื่อคือ Black Tiger Shrimp, Giant Tiger Prawn หรือ Live Grass Prawn ลักษณะโดยทั่วไปของกุ้งกุลาดำคือมีหนวดสีดำ และมีลายจางไม่เด่นชัดแก้มอยู่ในแนวระนาบและเป็นสันอยู่สองข้าง มีเปลือกหัวเกลี้ยง โคนกรียาวเกือบถึงพันกรีอันสุดท้ายซึ่งมีสันแนวเฉียงชี้ไปทางนัยน์ตา ลำตัวมีสีแดงอมน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มมีลายพาดขวางด้านหลังประมาณ 9 ลาย กรีด้านบนมีฟัน 6-8 ซี่ ด้านหลังมี 3-4 ซี่ ขอบหางและขาว่ายมีขนเล็กๆสีแดง ปลายขาเดินคู่ที่ 1-2 จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ส่วนกุ้งกุลาดำจากการเพาะเลี้ยงมีสีดำอมเทา น้ำตาลปนดำถึงฟ้าปนน้ำเงิน (บรรจง เทียนส่งรัศมี,2530) ในประเทศไทยพบกระจายทั่วไปในอ่าวไทย แต่จะพบมากในบริเวณนอกฝั่งทะเลจังหวัดชุมพรถึงจังหวัดนครศรีธรรมราช และทางฝั่งมหาสมุทรอินเดียบริเวณนอกฝั่งของจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดระนอง สำหรับการเลี้ยงนั้นส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงแบบหนาแน่นหรือแบบพัฒนา (ประจวบ เหล่าอุบล และ สุนันท์ ภัทรจินดา,2531) สุวรรณา เบญจธรรมนนท์ (2534) และ พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงศ์ (2535) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งกุลาดำพบว่ามีองค์ประกอบดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 องค์ประกอบทางเคมีของส่วนที่บริโภคได้ของกุ้งกุลาดำ

องค์ประกอบ(ร้อยละ)	ก	ข
โปรตีน	20.70-21.56	20.80
คาร์โบไฮเดรต	0.92- 1.54	-
ไขมัน	0.14- 0.15	0.24
ความชื้น	76.07-76.25	77.46
เถ้า	1.13- 1.54	1.56

ที่มา: ก: พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงศ์ (2535)

ข: สุวรรณา เบญจธรรมนนท์ (2534)

2.1.2 กุ้งกุลาดำแช่เยือกแข็ง

กุ้งแช่เยือกแข็งเป็นสินค้าออกที่สำคัญของไทย โดยมีตลาดหลักที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น อเมริกาและประชาคมยุโรป ในอดีตที่ผ่านมาพบว่าปริมาณและมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี ล่าสุดในปี 2535 การส่งออกกุ้งแช่เยือกแข็งทั้งในรูปกุ้งสดและกุ้งต้มสุกแช่เยือกแข็งมีมูลค่าสูงถึง 31,709 ล้านบาท สำหรับในปี 2536 มีเป้าหมายการส่งออกคิดเป็นมูลค่า 33,250 ล้านบาท(กันตา จิตตั้งสมบูรณ์,2536) กุ้งแช่เยือกแข็งของไทยผลิตจากกุ้งที่สำคัญ 4 ชนิดคือ กุ้งกุลาดำ กุ้งก้ามกราม กุ้งขาวหรือกุ้งแชบ๊วย และกุ้งไอคัก ทั้งนี้กุ้งกุลาดำเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญที่สุดและเกือบทั้งหมดเป็นผลผลิตจากการเพาะเลี้ยง (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล,2534) มีการคาดการณ์ว่าในปี 2537 ผลผลิตกุ้งกุลาดำจะลดลงร้อยละ 5.9 เนื่องจากมีปัญหาจากการเลี้ยงเป็นสำคัญอันได้แก่ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเพิ่มพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งอย่างรวดเร็ว ซึ่งบางครั้งพบว่ามีการบุกรุกป่าชายเลนจนทำให้เกิดผลกระทบต่อการเลี้ยงกุ้ง ปัญหาจากคุณภาพลูกกุ้ง ปัญหาจากการใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกต้องซึ่งก่อให้เกิดการตกค้างในกุ้งและประการสุดท้ายคือปัญหาต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น สำหรับความต้องการบริโภคกุ้งแช่เยือกแข็งในตลาดที่สำคัญของไทยยังคงอยู่ในระดับสูง (กันตา จิตตั้งสมบูรณ์,2536 ; กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ,2536)

เนื่องจากกุ้งกุลาดำที่เพาะเลี้ยงส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในการผลิตกุ้งเพื่อการส่งออก ดังนั้นคุณภาพของกุ้งที่ได้จึงต้องตรงกับความต้องการของลูกค้า และคุณภาพที่ลูกค้าต่างประเทศต้องการมีลักษณะ 3 ประการคือ (บังอร สายสิทธิ์,2534)

1. คุณภาพทั่วไปได้แก่ความสดและความสะอาด

2. คุณภาพในด้านแบคทีเรีย เช่น สหรัฐอเมริกาจะเข้มงวดกับเชื้อซัลโมเนลลา(Sallmonella spp.) ส่วนญี่ปุ่นจะเข้มงวดกับเชื้อวิบริโอ(Vibrio spp.)

3. คุณภาพทางด้านสารตกค้าง ได้แก่สารปฏิชีวนะต่างๆซึ่งทั้งสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นให้ความสนใจมาก

ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งที่ส่งออกอาจมีลักษณะเป็นการแช่เยือกแข็งแบบก้อน แบบกึ่งแยกตัวหรือแบบแยกเป็นตัว และมีรูปแบบผลิตภัณฑ์ตามลักษณะการผลิตหลากหลายกันไป มยุรี จัยวัฒน์ (2527) ได้แบ่งรูปแบบของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งตามลักษณะการผลิตไว้คือ

กุ้งทั้งตัวชนิดไม่เด็ดหัวและไม่แกะเปลือก (Whole/Head on/Shell on) กุ้งเด็ดหัวแต่ไม่แกะเปลือก (Headless Shell-on) กุ้งเด็ดหัวแกะเปลือก ไม่ไว้หาง

และผ่าหลังเอาไส้ออก (Peeled and Deveined) กุ้งเด็ดหัว แกะเปลือกแต่ไม่ผ่าหลังและไม่ไว้หาง (Peeled Undeveined) กุ้งเด็ดหัวแกะเปลือก ผ่าหลังเอาไส้ออกและไว้หาง(Peeled Deveined Tail On) กุ้งเด็ดหัว แกะเปลือก ไว้หาง แต่ไม่ผ่าหลังเอาไส้ออก(Peeled Undeveined Tail On) กุ้งเด็ดหัวแกะเปลือกและมีการผ่าหลังลึก (Butterfly) กุ้งเด็ดหัว แกะเปลือกและลวกสุก (Peeled Cook) กุ้งที่ผ่านการลวกก่อนแกะเปลือกหรือมีการลวกอีกครั้งหลังแกะเปลือก(Cook Peeled) สำหรับตัวอย่างกระบวนการผลิตกุ้งแช่เยือกแข็งแสดงในภาพ 1

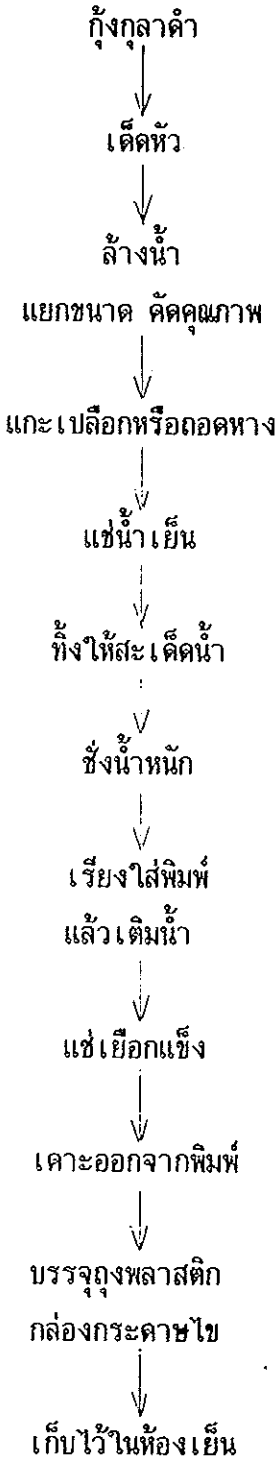
2.3 เห็ดฟาง

2.3.1 ลักษณะโดยทั่วไปของเห็ดฟาง

เห็ดฟาง (Volvariella esculenta) เป็นเห็ดที่นิยมปลูกในประเทศไทย เนื่องจากภูมิอากาศเหมาะสม สามารถเพาะปลูกได้ในทุกภาคของประเทศ กัลยาณี ตันติธรรม (2532) กล่าวว่าปริมาณเห็ดฟางที่ผลิตได้ในแต่ละปีมีปริมาณถึงร้อยละ 85 ของปริมาณผลผลิตเห็ดทั้งหมด โดยเป็นการผลิตเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศร้อยละ 90 ที่เหลือส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ แต่เนื่องจากเห็ดเป็นผักที่เน่าเสียได้ง่ายทำให้การส่งออกต้องผ่านการแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาได้นาน เช่น เห็ดกระป๋อง หรือเห็ดแห้ง

เห็ดฟางเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน เกลือแร่และวิตามิน (ตาราง 2 และ 3) ได้มีการกล่าวยกย่องให้เห็ดเป็น "Vegetable beef steak" (Chang and Hayes,1978) อย่างไรก็ตามจากการประเมินทางชีวเคมีของเห็ดฟางและเห็ดอื่นๆ โดย สุนันท์ พงษ์สามารถ (2530) พบว่าแม้เห็ดจะอุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นโดยเฉพาะทริฟโตแฟน ทรีโอนีนและเฟนนิลอะลานีน แต่เห็ดก็มีกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมทไทโอนีน และซีสทีนเพียงเล็กน้อย ทำให้เห็ดด้อยคุณค่าทางอาหารลงไปเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์แต่ไม่ด้อยกว่าธัญพืชและถั่ว

นอกจากเห็ดฟางจะมีคุณค่าทางอาหารดังที่กล่าวมาแล้ว อานนท์ เอื้อตระกูล (2530) กล่าวว่าในเห็ดฟางยังมีสารพวก cardiotoxic protein หรือที่เรียกกันว่า volvatoxins ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการเติบโตและการหายใจของเซลล์มะเร็งที่เรียกว่า Ehrlich Ascities Tumor Cell สารนี้ยังมีคุณสมบัติต้านไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ (Influenza virus) ทั้งในห้องทดลองและภายในเซลล์หนูอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการลดกรดไขมันในเส้นเลือด



ภาพ 1 กระบวนการผลิตกุ้งแกะเปลือกไม่ไว้หางแช่เยือกแข็งแบบก้อน

ที่มา: มยุรี จัยวัฒน์ (2527)

ตาราง 2 องค์ประกอบทางเคมีของเห็ดฟาง

องค์ประกอบ(ร้อยละ)	ก	ข
ความชื้น	90.00	88.40
โปรตีน	2.30[1]	33.12[2]
ไขมัน	0.94[1]	6.42[2]
คาร์โบไฮเดรต	-	60.02[2]
เยื่อใย	1.40[1]	11.92[2]
เถ้า	0.62[1]	12.62[2]
ค่าพลังงาน (กิโลแคลอรี่)	-	338

ที่มา: ก: กัลยาณี ตันติธรรม (2532), ข: Chang และ Hayes (1978)

[1]น้ำหนักเปียก

[2]น้ำหนักแห้ง

ตาราง 3 ปริมาณเกลือแร่และวิตามินในเห็ดฟาง 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ (มิลลิกรัม)
แคลเซี่ยม	71.0
ฟอสฟอรัส	677.0
เหล็ก	17.1
โซเดียม	374.0
โปตัสเซียม	3455.0
วิตามิน บี-1	1.2
วิตามิน บี-2	3.3
วิตามินซี	71.0
ไนอะซิน	20.2

ที่มา: องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ(2515)

2.3.2 เห็ดแช่เยือกแข็ง

Luh และ Woodroof (1988) กล่าวว่ากระบวนการผลิตเห็ดแช่เยือกแข็งคล้ายกับกระบวนการผลิตผักแช่เยือกแข็งชนิดอื่นๆ กล่าวคือประกอบด้วยขั้นตอนการทำความสะอาดวัตถุดิบ การคัดเลือกขนาดและคุณภาพ การลวก การทำเย็นและการแช่เยือกแข็งเป็นขั้นตอนสุดท้าย สำหรับการผลิตในอเมริกานั้นมีทั้งการผลิตที่ใช้เห็ดเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จ รูปแช่เยือกแข็ง และการผลิตเห็ดแช่เยือกแข็งเพื่อขายให้แก่โรงงานที่ต้องการใช้เห็ด ปัญหาสำคัญที่พบในการผลิตคือการหดตัวของเห็ด โดยเฉพาะในขั้นตอนการลวกซึ่งทำให้เห็ดสูญเสียน้ำหนักประมาณร้อยละ 20-30 (Gormly and Walshe ,1982) และการเปลี่ยนสีของเห็ดเนื่องจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในขั้นตอนการละลายเห็ดแช่เยือกแข็ง (Presstamo and Fuster, 1982) การพัฒนากระบวนการผลิตเห็ดแช่เยือกแข็งส่วนใหญ่จึงมุ่งไปสู่การแก้ปัญหาข้างต้น

เนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสมีบทบาทสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในเห็ด การป้องกันการเปลี่ยนสีในเห็ดแช่เยือกแข็งโดยการลวกเพื่อให้ความร้อนยับยั้งแอคติวิตีของเอนไซม์ จึงเป็นขั้นตอนการผลิตที่จำเป็นสำหรับการผลิตเห็ดแช่เยือกแข็งที่มีคุณภาพ (Luh and Woodroof,1988; Eskin,1990) จากรายงานของ Presstamo และ Fuster (1982)ได้แสดงให้เห็นว่าการลวกเห็ดในน้ำเดือดนาน 2 นาที จะลดแอคติวิตีของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจาก 15.462 optical density(OD)/นาที/กรัม ในเห็ดสดเหลือเพียง 0.133 OD/นาที/กรัม ในเห็ดหลังลวก แต่ถึงแม้ว่าการลวกจะช่วยควบคุมปฏิกิริยาสีน้ำตาลหรือเกิดผลดีอื่น ๆ เช่น ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ตั้งต้น บางครั้งกลับพบว่ามีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการเช่น ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักสูงถึงร้อยละ 20-30 (Adams,1986) เพื่อแก้ปัญหานี้นักวิจัยหลายคณะจึงได้ทำการวิจัยเพื่อหาวิธีการลดแอคติวิตีของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่ทำให้เห็ดสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เช่น การใช้กระบวนการ 3-เอส

กระบวนการ 3-เอส หมายถึง การปฏิบัติต่อเห็ด 3 ขั้นตอนก่อนการแปรรูปอันได้แก่ การล้างและแช่เห็ดในน้ำที่อุณหภูมิ 20°ซ แล้วนำมาเก็บในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 2°ซ และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ต่อจากนั้นทำการแช่น้ำซ้ำอีกครั้งก่อนทำการลวก Gormly และ Walshe (1982) นำกระบวนการ 3-เอส มาทดลองผลิตเห็ดกระดุมแช่เยือกแข็งได้รายงานว่ากระบวนการ 3-เอส สามารถลดการหดตัวของเห็ดได้ถึงร้อยละ 12 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งทำการล้างเห็ดด้วยน้ำก่อนทำการลวก (ตาราง 4)โดยไม่มีผล

ตาราง 4 การปฏิบัติต่อเห็ดก่อนการลวกต่อคุณภาพเห็ดแช่เยือกแข็ง

	ชุดที่ 1[1]	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(ร้อยละ)	-	25.2	30.1
การสูญเสียน้ำหนัก			
จากการลวก(ร้อยละ)	28.8	24.9	12.2
จากการแช่เยือกแข็ง(ร้อยละ)	2.2	2.8	2.3
การหดตัวสุทธิ(ร้อยละ)	14.1	14.9	16.5
ค่าสี (Hunter:L)	63	65	62
เนื้อสัมผัส (ก.ก.)[2]	152	148	163

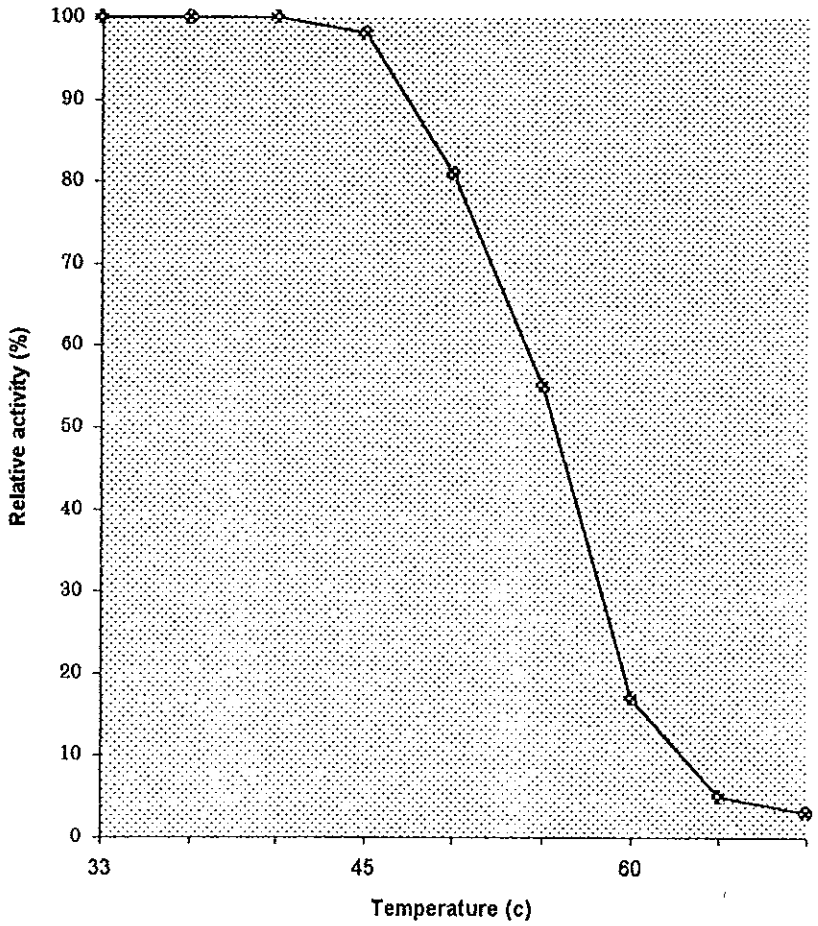
ที่มา: Gormly และ Washe (1982)

[1]ชุดที่ 1 ล้างน้ำ
ชุดที่ 2 แช่น้ำนาน 3 ชม.
ชุดที่ 3 เก็บในห้องเย็น นาน 72 ชม. แช่น้ำ 20 นาที

[2]ค่าแรงเฉือนต่อตัวอย่าง 100 กรัม

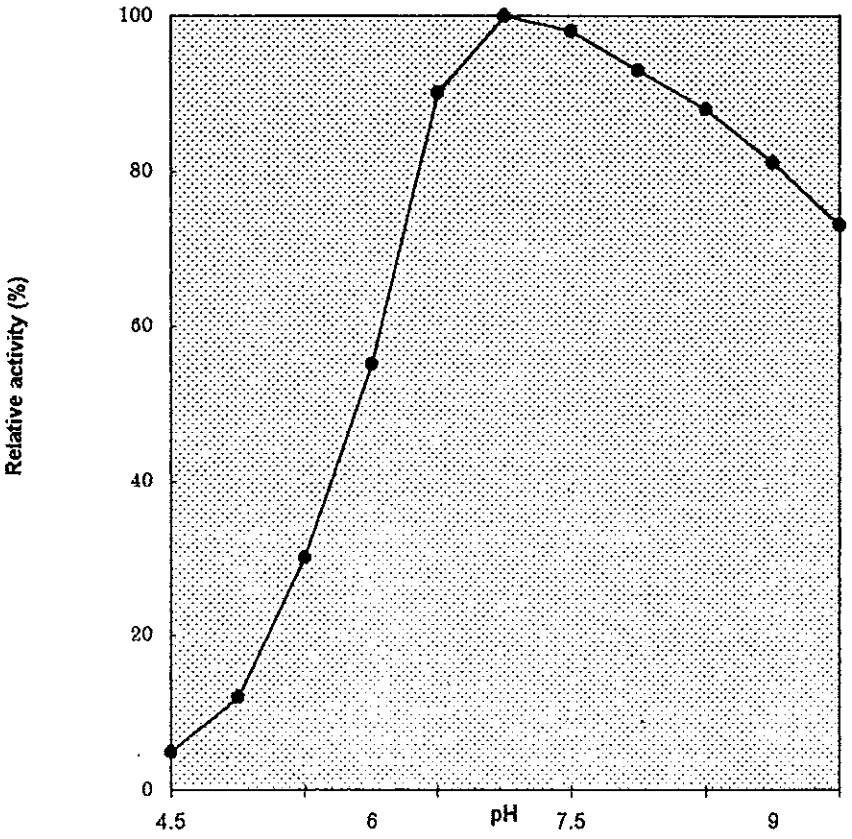
ต่อการเปลี่ยนสีของเห็ด อย่างไรก็ตามควรจะทำการพัฒนากระบวนการ 3-เอสต่อไปเพื่อปรับปรุงให้เห็ดที่ได้มีสีดีขึ้น (Gormly and Walshe, 1982)

McCord และ Kilara (1983) รายงานว่าความเป็นกรดด่างมีผลต่อแอคติวิตีของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสดังแสดงในภาพ 2 ดังนั้นการลดความเป็นกรดด่างของเห็ด จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการควบคุมปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่สามารถทำได้ทั้งในขั้นตอนการล้าง การแช่หรือการลวกแต่จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าการใช้สารละลายกรดที่มีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3.5 ในขั้นตอนของการแช่ในสารละลายภายใต้ความดันและการลวกเท่านั้นที่แสดงผลการปรับปรุงสีของเห็ดกระป๋อง McCord และ Kilara(1983) สรุปว่าการลดความเป็นกรดด่างในเนื้อเยื่อเห็ดเพียงอย่างเดียวไม่สามารถควบคุมปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ แต่ต้องทำให้เกิดการลดความเป็นกรดด่างของสารละลายภายในเซลล์ที่มี



ภาพ 2 ผลของความเป็นกรดด่างต่อแอคติวิตีของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส
ที่มา: McCord และ Kilara (1983)

เอนไซม์ สำหรับผลของความร้อนต่อความคงตัวของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสพบว่าในช่วงอุณหภูมิ 25-45°ซ เอนไซม์ยังคงมีแอคติวิตีอยู่ แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น(ช่วง 45-70°ซ) แอคติวิตีของเอนไซม์จะลดลงจนกระทั่งมีค่าเท่ากับศูนย์ดังแสดงในภาพ 3 (McCord and Kilara ,1983)



ภาพ 3 ความคงตัวต่อความร้อนของเอนไซม์ไพลีฟีนอลออกซิเดสในสารละลายที่มีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.5 และได้รับความร้อนที่ระดับต่างๆเป็นเวลา 10 นาที

ที่มา: McCord และ Kilara (1983)

เนื่องจากออกซิเจนเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟินอลลิกซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการเกิดสีน้ำตาลในเห็ด การลดปริมาณออกซิเจนอิสระในเนื้อเยื่อเห็ดหรือป้องกันการสัมผัสกับออกซิเจนจึงสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ Presstamo และ Fuster (1982) รายงานว่าการบรรจุเห็ดในสภาพสุญญากาศจะลดแอคติวิตีของเอนไซม์ไพลีฟีนอลออกซิเดสจาก 12.26 OD/นาที/กรัม เหลือ 9.33 OD/นาที/กรัม เมื่อเก็บเห็ดแช่เยือกแข็งไว้ที่อุณหภูมิ -20°ซ เป็นเวลา 8 เดือน อย่างไรก็ตามเห็ดที่ได้หลังการละลายยังคงมีการเปลี่ยนสีเนื่องจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล แสดงให้เห็นว่าการลดออกซิเจนเพียงอย่างเดียวไม่สามารถควบคุมปฏิกิริยาได้อย่างสมบูรณ์

2.4 เครื่องเทศ

เครื่องเทศเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืช มนุษย์ใช้ประโยชน์ทั้งการปรุงแต่งรสอาหาร การถนอมอาหารและใช้เป็นยารักษาโรค สำหรับการปรุงรสอาหารส่วนของเครื่องเทศที่นำมาใช้มีตั้งแต่เปลือก เมล็ด ลำต้นใต้ดิน รากและใบ เป็นต้น(บัญญัติ สุขศรีงาม,2527) การใช้เครื่งเทศในอาหารส่วนใหญ่เป็นการใช้ตามรูปแบบเดิมที่ได้มาซึ่งเป็นการใช้เครื่องเทศทุกส่วน อาจอยู่ในรูปแห้งหรือสด (Sandelin,1983) บทบาทของเครื่องเทศในอาหารคือเสริมให้อาหารมีกลิ่นและรสที่ดี ช่วยให้มนุษย์เจริญอาหารมากขึ้นเพราะเครื่องเทศกระตุ้นให้กระเพาะหลั่งน้ำย่อยได้มากกว่าปกติ (พยอม ตันติวัฒน์, 2521) นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการถนอมอาหารเนื่องจากการมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ จากรายงานของ บัญญัติ สุขศรีงาม (2527) กล่าวว่าเครื่องเทศบางชนิดเช่น ข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด และหอมแดง สามารถยั้บยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

เครื่องเทศแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณของสารเคมีเหล่านั้นยังขึ้นกับแต่ละส่วนของพืชที่นำมาใช้ อายุของพืช พื้นที่ปลูก และฤดูกาล (วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม,2531)เครื่องเทศที่ใช้ปรุงต้มยำกุ้งได้แก่

2.4.1 ข่า (Languas galanga Sw.) เป็นเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอมฉุนและรสเผ็ด ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือเหง้า มีน้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณร้อยละ 0.04 ประกอบด้วยเมททิลซินนาเมท (methylcinnamate) ร้อยละ 48 ซิเนออล(cineol) ร้อยละ 20-30 (พยอม ตันติวัฒน์,2521)

2.4.2 ตะไคร้ (Cymbopogon citratus (DC.ex nees)) เป็นพืชที่มีลำต้นใต้ดิน ส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินจะเป็นมัดกาบใบเรียงตัวกันอย่างหนาแน่น ซึ่งใช้ส่วนนี้ในการปรุงรส มีน้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณร้อยละ 0.2-0.4 ประกอบด้วย ซิทรัล(Citral) ร้อยละ 75-85 (พยอม ตันติวัฒน์,2521)

2.4.3 มะกรูด (Citrus hystrix DC.) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กมีหนามแหลม ใบมีสีเขียวเข้มและมีต่อมน้ำมัน ที่ผิวผลมะกรูดมีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 1.29 ที่ใบมีร้อยละ 6-7 โดยมีซิโตรเนลลา (1-citronella) เป็นองค์ประกอบหลัก (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

2.4.4 หอมแดง (Allium ascalonicum Linn.) เป็นเครื่องเทศที่มีน้ำมันหอมระเหยอยู่น้อยมากโดยมีสารประกอบกำมะถันเป็นองค์ประกอบหลักแต่ไม่ใช่สารที่ให้กลิ่น สำหรับสารที่ให้กลิ่นมีอยู่ 3 ชนิดคือเมททิลโพรพิลไดซัลไฟด์(methylpropyl disulfide)

เมททิลไพรพิลไตรซัล ไฟด์ (methylpropyl trisulfide) และไดเมททิลไพรพิลไตรซัลไฟด์ (dimethylpropyl trisulfide) (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

2.4.5 พริก (Capsicum frutescens Linn.) เป็นเครื่องเทศที่ประกอบด้วยสารที่มีรสเผ็ดร้อยละ 0.1-1.0 ซึ่งสารดังกล่าวได้แก่ แคบไซซิน (capsaicin) นอร์ไดไฮไดรแคบไซซิน(nordihydrocapsaicin) โฮโมแคบไซซิน(homocapsaicin) สารเหล่านี้อยู่ในบริเวณไส้ของผล นอกจากนี้ยังพบสารพวกแคโรทีน(carotene) แคโรติน (carothin) และเคบไซรูบิน (capsorubin) มีรายงานว่าน้ำคั้นจากพริกมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในหลอดทดลอง (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

2.4.6 โหระพา(Ocimum basilium Linn.) โหระพามีกลิ่นคล้ายกานพลู น้ำมันซึ่งสกัดได้จากการกลั่นใบด้วยไอน้ำเรียกว่าน้ำมันใบโหระพาซึ่งมีส่วนประกอบแตกต่างไปตามถิ่นที่ปลูก มีรายงานว่าน้ำมันโหระพามีคุณสมบัติฆ่าเชื้อ Salmonella typhosa ในหลอดทดลอง (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

2.5 เครื่องปรุงรส

เครื่องปรุงรสที่ใช้ในการปรุงต้มยำกุ้งเป็นเครื่องปรุงที่ใช้ในการปรุงอาหารทั่วๆ ไปได้แก่ น้ำมะนาวเพื่อให้รสเปรี้ยว และกลิ่นหอมของน้ำมะนาว เกลือเพื่อให้รสเค็ม น้ำตาลทรายเพื่อให้รสหวานและผงชูรส

3. การใช้สารประกอบฟอสเฟตในอาหารทะเลแช่เยือกแข็ง

ฟอสเฟตเป็นสารประกอบที่เตรียมได้จากการทำกรดฟอสฟอริกให้เป็นกลางเพียงบางส่วนหรือทั้งหมดด้วยด่างของโลหะที่สำคัญคือ โซเดียม โพแทสเซียมหรือแคลเซียม สามารถแบ่งสารประกอบฟอสเฟตออกเป็น 2 กลุ่มคือออโธฟอสเฟต (orthophosphate) ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของฟอสฟอรัสเพียงอะตอมเดียว และโพลีฟอสเฟต(polyphosphates) ซึ่งภายในโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของฟอสฟอรัสมากกว่า 1 อะตอม

คุณสมบัติทางเคมีของสารประกอบฟอสเฟต

ด้วยคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสารประกอบฟอสเฟตเมื่อนำไปใช้ในอาหารจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากมายขึ้นในอาหาร ตาราง 5 แสดงคุณสมบัติบางประการของสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอาหาร

ตาราง 5 คุณสมบัติของสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอาหาร

คุณสมบัติ	STP[1]	SHMP	SAPP	TSPP
ความเป็นกรดด่าง	9.8	6.9	4.4	10.2
การละลาย(กรัม/100 กรัม สารละลาย)	13	>60	13	6
ปริมาณ P_2O_5(ร้อยละ)	58	67	64	53
ปริมาณ Na_2O(ร้อยละ)	42	32	28	46

ที่มา: Henson และ Kowalewski (1992)

[1]STP: Sodium triphosphate

SHMP: Sodium hexametaphosphate

SAPP: Sodium acid pyrophosphate

TSPP: Trisodium polyphosphate

สำหรับคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญของสารประกอบเหล่านี้และที่มีการนำไปใช้ในอาหารมีดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความเป็นกรดด่าง(buffering) Van Wazer (1971) รายงานว่าออโธฟอสเฟตสามารถทำหน้าที่นี้ได้ดีที่ค่าความเป็นกรดด่างในช่วง 2-3,5.5-7.5 และ 10-12 และมีการนำคุณสมบัติดังกล่าวไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่ม เนยแข็ง และเค้ก

2. ความสามารถในการจับกับอิออนของโลหะที่มีบทบาทต่อการเสื่อมคุณภาพของอาหาร อิออนโลหะบางชนิดเช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดงและเหล็กซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนสีและการเกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์อาหาร ฟอสเฟตจะยับยั้งการทำงานของอิออนดังกล่าวโดยการจับกับอิออนเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ (Ellinger, 1977)

3. เมื่ออยู่ในสารละลายเกลือ ฟอสเฟตสามารถแตกตัวให้อนุมูลที่มีประจุลบมากกว่าหนึ่งประจุ จึงสามารถทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบในอาหารแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประจุบนผิวหน้าขององค์ประกอบนั้น ส่งผลให้คุณสมบัติบางประการขององค์ประกอบในอาหารเปลี่ยนไป (Van Wazer,1971)

ฟอสเฟตมีบทบาทในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลหลายประการเช่น ช่วยลดการสูญเสียความชื้นจากการให้ความร้อนในขั้นตอนการลวก ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสที่ดี การมีผลยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืนในอาหารทะเล โดยจับกับเหล็กอิออนและทองแดงอิออนมีผลให้อิออนเหล่านี้ไม่สามารถกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาได้ อายุการเก็บรักษาจึงเพิ่มขึ้น การช่วยปรับปรุงสี การลดการสูญเสียน้ำหลังการละลายของอาหารทะเลแช่เยือกแข็ง นอกจากนี้ยังป้องกันการสูญเสียน้ำที่บริเวณผิวหน้า(freezing burn)ของอาหารทะเลแช่เยือกแข็งในระหว่างการเก็บรักษา (IFT,1990; Henson and Kowalewski,1992)

Ho(1989)รายงานว่าการแช่กุ้ง Penaeus monodon ในสารละลายฟอสเฟตผสมซึ่งประกอบด้วยโซเดียมไพลีฟอสเฟต โพแทสเซียมไพลีฟอสเฟตและเมทตาฟอสเฟตร้อยละ 40,40 และ 20 ตามลำดับ หรือประกอบด้วยโซเดียมไพลีฟอสเฟต และโพแทสเซียมไพลีฟอสเฟตในอัตราส่วน 1:1 ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 5°ซเป็นเวลา 8 ชั่วโมง มีผลให้กุ้งเด็ดหัวแช่เยือกแข็งที่เก็บไว้ที่ -20°ซ มีการสูญเสียน้ำหลังการละลายน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม Henson และ Kowalewski (1992) รายงานว่าการแช่กุ้งในสารละลายฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 8-10 โดยน้ำหนัก ทำให้การแกะเปลือกกุ้งทำได้ง่ายขึ้น

Wekell และ Teeny (1988) กล่าวว่าการเสื่อมสภาพของโปรตีนในปลาแซลมอลกระป๋องที่ผลิตจากปลาที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยการแช่เยือกแข็งสามารถป้องกันได้โดยการแช่ปลาในสารละลายโซเดียมไพโรฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 5 ก่อนทำการผลิต นอกจากนี้ฟอสเฟตยังสามารถป้องกันการเกิดผลึกแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต (struvite crystal) ที่มีลักษณะผลึกโปร่งใสคล้ายเศษแก้วซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภคเกิดความเข้าใจผิดได้ แม้ว่าการบริโภคผลึกดังกล่าวจะไม่เกิดอันตรายขึ้นก็ตาม ทั้งนี้โซเดียมฟอสเฟตจะจับกับอิออนแมกนีเซียมที่เป็นสาเหตุของการเกิดผลึกดังกล่าว(Ellinger,1977)

การใช้สารประกอบไพลีฟอสเฟตในอาหารได้มีการพิจารณาให้อยู่ในรายการของ GRAS (Generally Recognized As Safe) (Henson and Kowalewski ,1992) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2529) กำหนดให้สามารถใช้สาร

ประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งในรูปของโซเดียมหรือโพแทสเซียมไตรโพลีฟอสเฟตอย่างใดอย่างหนึ่งหรือร่วมกันได้ โดยให้ผลวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตในรูปฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์สูงสุดไม่เกิน 5 กรัมต่อน้ำหนักกุ้ง 1 กิโลกรัม Henson และ Kowalewski (1992) กล่าวว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตในปริมาณที่มากเกินไปมีผลให้กุ้งที่ได้มีเนื้อใส เนื้อสัมผัสมีลักษณะเป็นเมือกและมีกลิ่นสบู่

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพัฒนาสูตรน้ำซุปปรุงรสและวิธีการเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง
2. ศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษา

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. กุ้งกุลาดำที่มีขนาด 60-80 ตัว/ก.ก. และตัวกุ้งมีสีฟ้าปนน้ำเงินจาก บริษัท ห้องเย็นไชติวัฒน์ จำกัด อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

2. เห็ดฟาง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-2.5 ซม. จากตลาดสดเทศบาลหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

3. เครื่องเทศ ได้แก่ ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า หอมแดง พริกขี้หนู และใบโหระพา

4. เครื่องปรุงรส ได้แก่ เกลือ ผงชูรส นมสดสเตอไรส์ตราดาร์เนชั่น น้ำพริกเผาตราแม่ประนอม และน้ำมะนาว

5. ถุงพลาสติกชนิดที่ทำจากแผ่นฟิล์มผสมระหว่างโพลีเอทิลีน(Polyethylene:PE) และโพลีโพรพิลีน (Polypropylene:PP)ในอัตราส่วน PE:PP เท่ากับ 6:4 และมีขนาด 13x16 ซม. จาก Hevel Vacuum B.V. ประเทศฮอลแลนด์

6. กล่องกระดาษเคลือบไขขนาด 28 x 16 x 3 ซม. (สามารถใช้บรรจุต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง 2 ถุง)

7. อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สำหรับการวิเคราะห์หา Total plate count, Coliform, Escherichia coli, Staphylococcus aureus และ Salmonella spp.

8. วัสดุและเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน ปริมาณกรด และค่าทีบีเอ (Thiobarbituric acid :TBA)

อุปกรณ์

1. เครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัส อุณหภูมิเครื่อง -40°ซ ยี่ห้อ SBS รุ่น CAJ 7-422 จาก Samifi Babcock Co., Ltd.ประเทศอิตาลี

2. เครื่อง Thermocouple Socket Type T ชนิด Microcomputer base ระบบ Multi - chanel temperature monitoring model :Presica Z001E ผลิตโดย Presica Industrial Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา

3. ห้องเย็นอุณหภูมิ -20°ซ จากบริษัทพัฒนกลการ จำกัด ประเทศไทย

4. ตู้อบสุญญากาศ(Duo vac oven) จากบริษัท Lab-Line Intruments ประเทศสหรัฐอเมริกา

5. พีเอชมิเตอร์รุ่น PHM 61a จากบริษัท Radiometer A/S Copenhagen ประเทศเดนมาร์ก

6. ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์ รุ่น V266 W1200 PH.1 Type 1B-HB จาก K.S.L. Engineering Co. Ltd. ประเทศไทย

7. ตู้อบไมโครเวฟ รุ่น 700 W (Automatic Turntable) ยี่ห้อ National จาก Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น

8. เครื่องลวกด้วยไอน้ำ

9. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์หา ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และค่า TBA

วิธีการ

ตอนที่ 1 ศึกษาการเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

- กุ้งกุลาดำ ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเย็น (อุณหภูมิ 10-15 °ซ) เด็ดหัว แกะเปลือก ผ่าหลังและชักไส้

- เห็ดฟาง ล้างทำความสะอาด อาจตัดแต่งถ้าจำเป็น ผ่าเป็น 2 ซีกตามแนวยาว

- น้ำต้มกระดูกไก่ ใช้โครงกระดูกไก่ขนาดกลาง 1 ตัว ต้มเดี่ยวกับน้ำ 4 ลิตร นาน 1 ชั่วโมง กรองแยกกระดูกไก่ ก่อนนำไปใช้

- น้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำ ต้มหัวกุ้งกุลาดำด้วยน้ำในอัตราส่วนน้ำต่อหัวกุ้งเท่ากับ 3:1 ต้มเดี่ยว 10 นาที ด้วยไฟอ่อน ๆ กรองก่อนนำไปใช้

- เครื่องเทศและเครื่องปรุงรส ข่า (หั่นบางๆ) พริกขี้หนู(ทุบพอแตก) มะนาว (คั้นน้ำ) ตะไคร้ (หั่นเฉียงๆ) ใบมะกรูด (ฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ) หอมแดง (ทุบพอแตก) และใบโหระพา (เด็ดใบจากก้าน)

1.2 ศึกษาเค้าโครงคุณลักษณะของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งที่ผู้บริโภคต้องการ (Ideal Product Profile)

ทำการเตรียมต้มยำกุ้ง 2 ชุด โดยนำน้ำต้มกระดูกไก่และน้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำมาใช้ในการปรุงรสตามสูตรและวิธีการปรุงดังนี้ (ดัดแปลงจาก ศรีสมร คงพันธุ์ และคณะ ,2527 ; นิรนาม,2530)

สูตร

น้ำต้มกระดูกไก่หรือน้ำต้มหัวกุ้ง	100	มล.
กุ้งกุลาดำ	20	กรัม
เห็ดฟาง	15-18	กรัม
น้ำพริกเผา	2.7	กรัม
เกลือ	0.77	กรัม
ผงชูรส	0.38	กรัม
น้ำมะนาว	2.70	มล.
นมสด	2.69	มล.
ตะไคร้	8.0	กรัม
ใบมะกรูด	0.8	กรัม
พริกขี้หนู	1.8	กรัม
หอมแดง	4.0	กรัม
ข่า	2.0	กรัม
ใบโหระพา	0.8	กรัม

วิธีการปรุง

1. ตวงน้ำซุปตามสูตร ใส่ตะไคร้ หัวหอม เกลือ และข่า ต้มให้เดือด

2. เติมกุ้งกุลาดำ เมื่อน้ำเดือดซ้ำใส่น้ำพริกเผา นมสด

3. ใส่เห็ดฟาง เติมมะนาวและผงชูรส ให้ความร้อนต่ออีก 3 นาที

4. ยกลงจากเตา ใส่ใบโหระพา ใบมะกรูด และพริกขี้หนู คนเพื่อให้เครื่องเทศกระจาย ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที

5. กรองแยกด้วยกระชอน เพื่อนำน้ำซุปไปใช้ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป(Consumer Test) เพื่อหาเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ และคัดเลือกวิธีการปรุงต้มยำกุ้งที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดด้วยวิธีประเมินคุณภาพแบบเรโชโพรไฟล์ (Ratio Profile Test:RPT)(ศิริลักษณ์ สินธวาลัย,2531) โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 60 คน ซึ่งเป็นข้าราชการ นักศึกษาและประชาชนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อประเมินการยอมรับตัวอย่างเปรียบเทียบกับลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการในคุณลักษณะทางด้าน สี กลิ่นกุ้ง กลิ่นเครื่องเทศ รสเปรี้ยว รสเผ็ด รสเค็มและคุณลักษณะรวม นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (Ratio Mean) ระหว่างคะแนนของตัวอย่างกับคะแนนแสดงระดับที่ผู้บริโภคต้องการของแต่ละคุณลักษณะ ค่าอัตราส่วนที่ได้ของแต่ละคุณลักษณะจะนำมาแสดงในแผนภาพใยแมงมุม (Mean Ratio Profile) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)และเปรียบเทียบความแตกต่างของต้มยำกุ้งจากคะแนนการยอมรับเฉลี่ยของตัวอย่าง และคะแนนเฉลี่ยของระดับที่ผู้บริโภคต้องการโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ,2535) คัดเลือกวิธีปรุงต้มยำกุ้งจากระดับคะแนนการยอมรับเฉลี่ย

1.3 ปรับปรุงคุณภาพการยอมรับของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

นำวิธีการปรุงน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งที่คัดเลือกได้ มาทำการพัฒนาต่อตามแนวทางจากแผนภาพใยแมงมุม (จากข้อ 1.2) โดยใช้วิธีเตรียมตัวอย่างและผู้ทดสอบชิมเช่นเดียวกับขั้นตอนแรกจนกว่าค่าอัตราส่วนระหว่างคะแนนการยอมรับตัวอย่างกับคะแนนแสดงระดับที่ผู้บริโภคต้องการของแต่ละคุณลักษณะที่ทดสอบมีค่าเข้าใกล้ 1 สูตรน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งที่ได้พัฒนาขึ้นจะกำหนดเป็นสูตรมาตรฐานที่ใช้ตลอดการทำวิจัยนี้

ตอนที่ 2 ศึกษาการเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

2.1 การเตรียมกุ้งกุลาดำ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completly Randomized Design: CRD) และจัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียลเพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 วิธีปฏิบัติต่อกุ้งก่อนการลวก

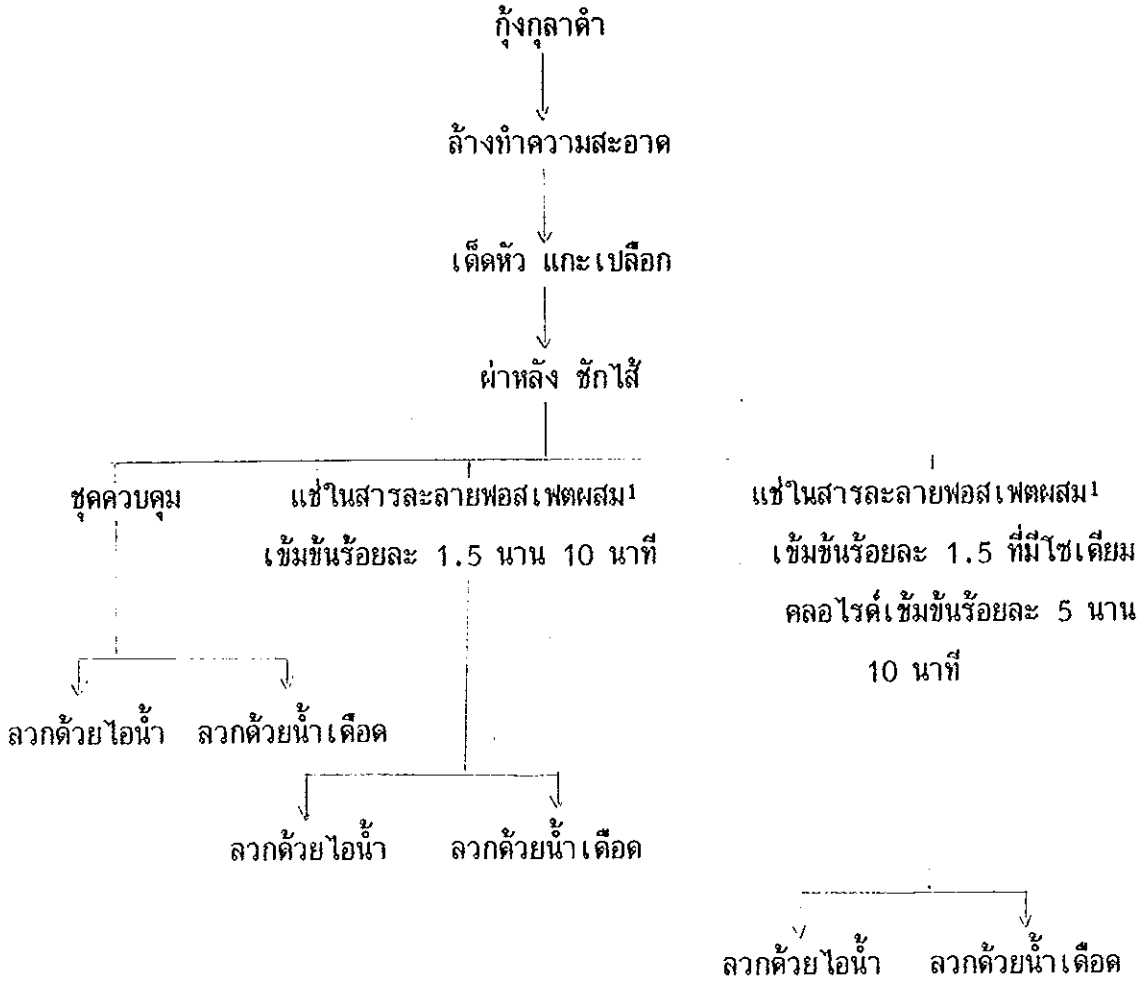
ชุดที่ 1 ชุดควบคุม เป็นกุ้งที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายใดๆก่อนการลวก

ชุดที่ 2 การแช่กุ้งในสารละลายฟอสเฟตผสมระหว่างโซเดียมไพลีฟอสเฟตกับโซเดียมไพโรฟอสเฟต(1:1)เข้มข้นร้อยละ 1.5 ในอัตราส่วน กุ้ง:สารละลาย เท่ากับ 1:2 เป็นเวลา 10 นาที (ดัดแปลงจาก Ho,1989)

ชุดที่ 3 การแช่กุ้งในสารละลายฟอสเฟตผสมเช่นเดียวกับชุดที่ 2 ที่มีโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 5 ในอัตราส่วน กุ้ง : สารละลายเท่ากับ 1:2 เป็นเวลา 10 นาที(ดัดแปลงจาก Furia,1972 ; Ho,1989)

2.1.2 วิธีการลวก เพื่อให้กุ้งได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิกึ่งกลางประมาณ 65°ซ แบ่งวิธีการลวกออกเป็น 2 แบบ คือการลวกด้วยน้ำเดือดและไอน้ำ

ทำการทดลองโดยใช้กุ้งกุลาดำที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบแล้วนำมาแช่ในสารละลายและลวกตามสภาวะในการทดลอง โดยมีกุ้งที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายเป็นชุดควบคุม [3x2 ชุดทดลอง] ลดอุณหภูมิกุ้งหลังลวกด้วยน้ำเย็น บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกุ้งหลังลวก และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบชิม 9 คน ทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคุณลักษณะรวม โดยการให้คะแนนแบบ hedonic scale ที่มีคะแนนการยอมรับ 9 ระดับ ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด (Larmond,1977) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างด้วย DMRT (เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1) คัดเลือกชุดทดลองซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักภายหลังลวกน้อยที่สุด และได้รับการยอมรับมากที่สุดเป็นสภาวะที่เหมาะสม ขั้นตอนการทดลองแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 ขั้นตอนการศึกษาการเตรียมกุ้งกุลาดำ

[1]สารละลายฟอสเฟตผสมประกอบด้วยโซเดียมไพลีฟอสเฟต
และโซเดียมไพโรฟอสเฟตในอัตราส่วน 1:1

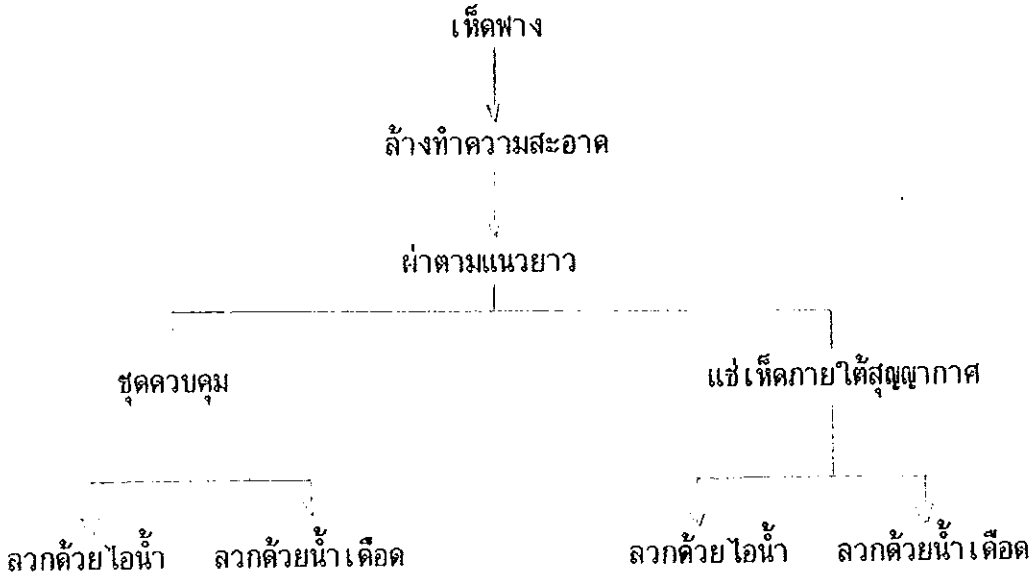
2.2 การเตรียมเห็ดฟาง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดและจัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียลเพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 วิธีปฏิบัติต่อเห็ดก่อนการลวก ประกอบด้วยชุดทดลองซึ่งทำการแช่เห็ดในน้ำภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ความดัน 3 นิ้วปรอท นาน 10 นาที และแช่ต่อภายใต้ความดันบรรยากาศที่มีค่าความดัน 29.92 นิ้วปรอท เป็นเวลา 7 นาที(ดัดแปลงจาก Gormly and Walshe,1982) และชุดควบคุมซึ่งผ่านการล้างน้ำเพื่อทำความสะอาดเพียงอย่างเดียว

2.2.2 วิธีการลวก เพื่อให้เห็ดฟางมีอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลาง 65-70°ซ ซึ่งสามารถยับยั้งแอคติวิตีของเอนไซม์ (McCord and Kilara, 1983) แบ่งวิธีการลวกออกเป็น 2 แบบคือการลวกในน้ำเดือดและการลวกด้วยไอน้ำ

ทำการทดลองโดยการนำเห็ดฟางที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบมาแช่ในน้ำภายใต้สภาวะของการทดลอง โดยมีเห็ดที่ไม่ผ่านการแช่น้ำเป็นชุดควบคุม ก่อนจะนำไปทำการลวกตามชุดการทดลอง [2x2 ชุดการทดลอง] บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเห็ดและประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 9 คน ทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคุณลักษณะรวม โดยการให้คะแนนแบบ hedonic scale (เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 2.1) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างด้วย DMRT (เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1) คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักและการยอมรับทางประสาทสัมผัส ขั้นตอนการทดลองแสดงในภาพ 5



ภาพ 5 ขั้นตอนการศึกษาการเตรียมเห็ดฟาง

ตอนที่ 3 ศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

ทำการทดลองโดยการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งจาก 2 กระบวนการดังนี้

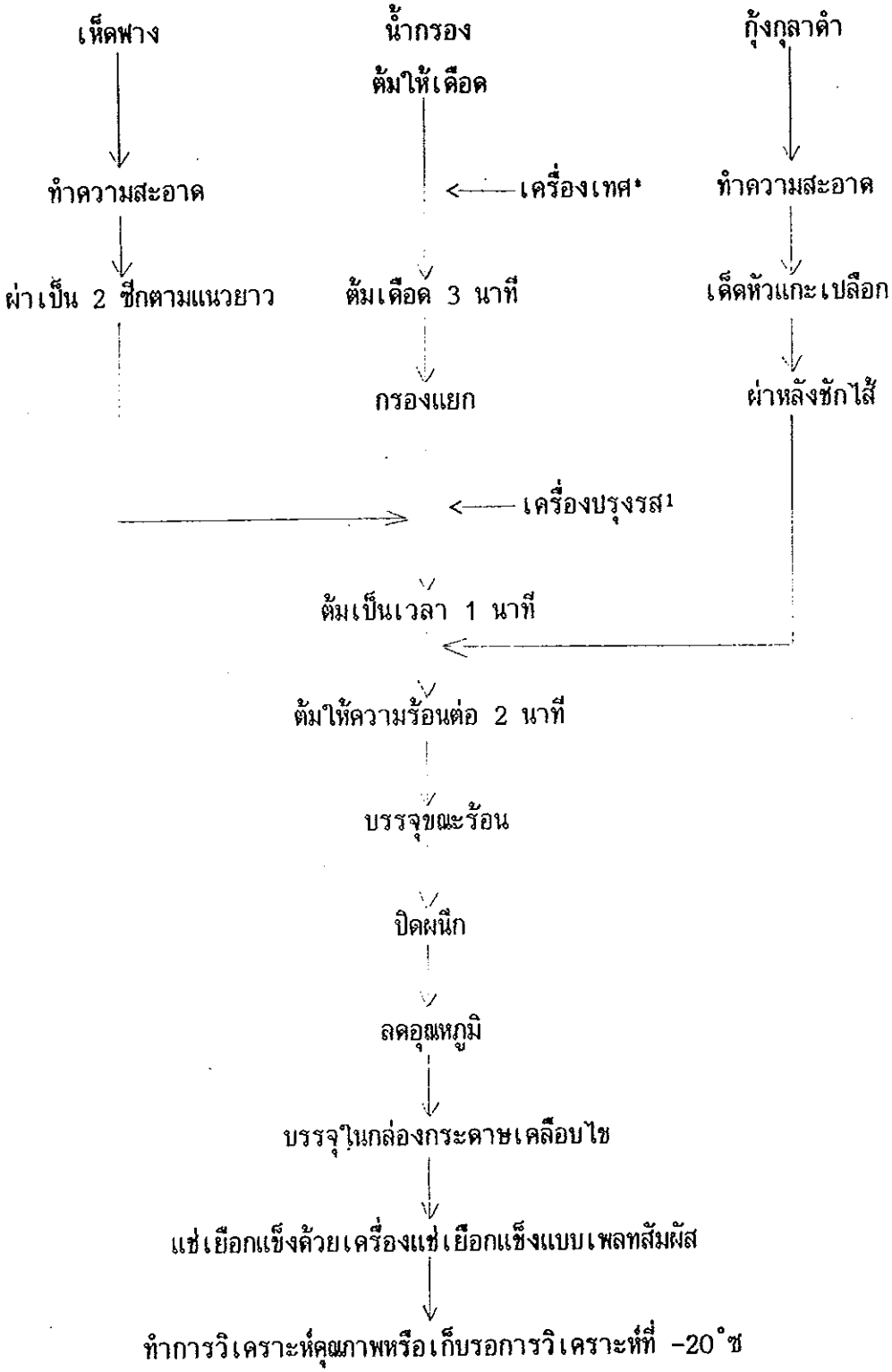
3.1 กระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม เป็นกระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ให้ความร้อนแก่เห็ดฟางและกุ้งกุลาดำในน้ำซุปปรุงรส โดยเริ่มจากการต้มน้ำกรองธรรมดาให้เดือด เติมเครื่องเทศ ให้ความร้อนต่อจนครบ 3 นาที จึงกรองแยกเครื่องเทศออก ต้มให้น้ำซุปเดือดอีกครั้ง เติมเห็ดฟางและให้ความร้อนเป็นเวลา 1 นาที เติมกุ้งกุลาดำแล้วให้ความร้อนต่ออีกเป็นเวลา 2 นาที ในระหว่างให้ความร้อนจะทำการปรุงรสน้ำซุปด้วยเครื่องปรุงรส ยกต้มยำกุ้งลงจากเตา บรรจุต้มยำในถุงพลาสติก ให้มีปริมาณกุ้งกุลาดำ 60 กรัม เห็ด 40 กรัม และน้ำซุป 340 กรัม ปิดผนึก ทำการลดอุณหภูมิต้มยำด้วยการแช่ในน้ำเย็นจนต้มยำกุ้งมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง นำมาเช็ดให้แห้งแล้วบรรจุในกล่องเคลือบไข จำนวน 1 ถุงต่อ 1 กล่อง ทำการแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัสจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางตัวกุ้งกลาดำเท่ากับ -20°ซ (ใช้เวลาประมาณ 2.5 ชม.) ขั้นตอนการผลิตดังแสดงในภาพ 6

3.2 กระบวนการผลิตแบบพัฒนา ทำการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งโดยการแยกเตรียมวัตถุดิบและส่วนประกอบคือน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง กุ้งกุลาดำ และเห็ดฟางตามวิธีที่พัฒนาขึ้นจากการทดลองตอนที่ 1 และ 2 แล้วนำส่วนประกอบทั้งสามมาบรรจุรวมกันในถุงพลาสติกให้มีปริมาณกุ้งกุลาดำ 60 กรัม เห็ด 40 กรัม และน้ำซุป 340 กรัมปิดผนึก บรรจุต้มยำในกล่องกระดาษเคลือบไขซึ่งได้บรรจุต้มยำกุ้งที่ได้จากกระบวนการแบบดั้งเดิมไว้แล้ว และทำการแช่เยือกแข็งพร้อมกันด้วยเครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัสขั้นตอนการผลิตดังแสดงในภาพ 7

ประเมินคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งดังนี้

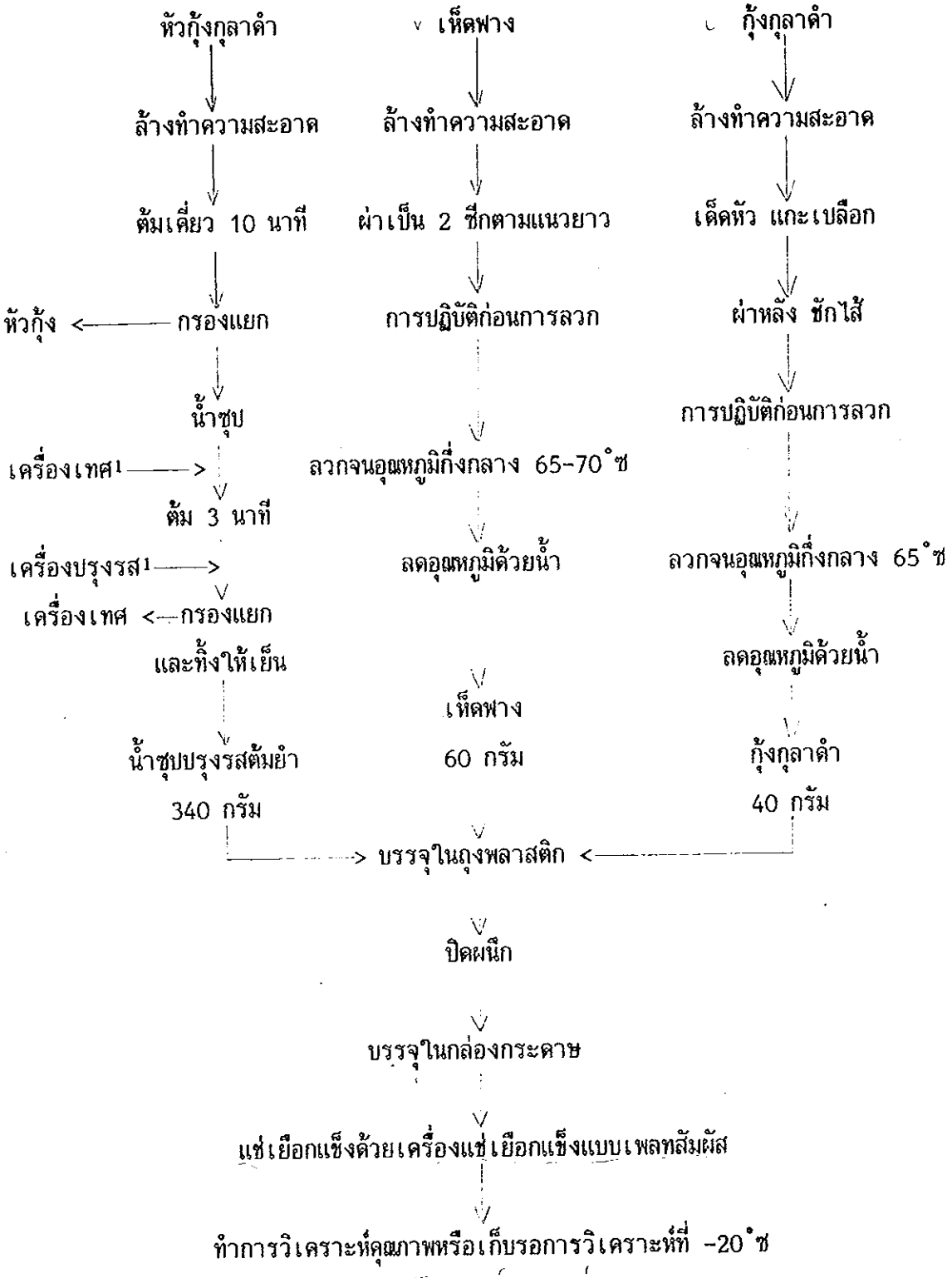
สุ่มตัวอย่างต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่บรรจุในกล่องกระดาษเคลือบไขซึ่งประกอบด้วยต้มยำที่มาจากทั้ง 2 กระบวนการ นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดที่ปราศจากเชื้อเพื่อใช้ตัวอย่างในการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ดังนี้

- องค์ประกอบทางเคมี
  1. โปรตีน (Kjeldahl Method; A.O.A.C.,1990)
  2. เถ้า (A.O.A.C., 1990)
  3. ความชื้น (A.O.A.C., 1990)



ภาพ 6 ขั้นตอนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งตามกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม

1ปริมาณเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสใช้ตามสูตรที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1



ภาพ 7 ขั้นตอนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งตามกระบวนการผลิตแบบพัฒนา

[1]ปริมาณเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสใช้ตามสูตรที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1

4. ไขมัน (Egan, et al., 1981)

5. ปริมาณกรด (Egan, et al., 1981)

6. ค่า Thiobarbituric acid (TBA)(Egan,et al.,1981)

- ปริมาณจุลินทรีย์

1. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Hasegawa, 1987)

2. Coliform (Hasegawa, 1987)

3. Escherichia coli (Hasegawa, 1987)

4. Staphylococcus aureus (Hasegawa, 1987)

5. Salmonella spp. (Hasegawa, 1987)

สุ่มและนำต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งมาละลายและอุ่นในตู้อบไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน "Low" (210 วัตต์) เป็นเวลา 16 นาที ทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสต้มยำกุ้งขณะร้อน โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 9 คน ทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะรวมของเห็ด ลักษณะรวมของกุ้ง และคุณลักษณะรวมของต้มยำ ด้วยการให้คะแนนแบบ hedonic scale (เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 2.1)ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างโดย DMRT (เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1)

ตอนที่ 4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษา

ทำการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งด้วยกระบวนการที่ 1 (แบบดั้งเดิม)และกระบวนการที่ 2 (แบบพัฒนา) ดังรายละเอียดตามการทดลองตอนที่ 3 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาเก็บรักษาในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน สุ่มผลิตภัณฑ์จากทั้งสองกระบวนการที่มีอายุการเก็บรักษา 0, 1, 2 และ 3 เดือน เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 3 ยกเว้นปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น ทำการวิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษา 0 และ 3 เดือน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างด้วย DMRT

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

ตอนที่ 1 ศึกษาการเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

1.1 เค้าโครงคุณลักษณะของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งที่ผู้บริโภคต้องการ (Ideal Product Profile)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งทั้ง 2 ชุด ที่เตรียมโดยใช้น้ำต้มกระดูกไก่และน้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำเปรียบเทียบกับน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งในอุดมคติของผู้ทดสอบชิม ปรากฏว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ย(Ratio mean:S/I)ของทุกคุณลักษณะของตัวอย่างมีค่าต่ำกว่า 1 ดังตาราง 6 ซึ่ง ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2531) ได้อธิบายความหมายของค่าอัตราส่วนเฉลี่ยว่า ถ้าคุณลักษณะใดมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 หมายความว่าไม่มีความจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะที่ทำการศึกษานั้น แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 1.0 หมายความว่าต้องทำการลดระดับความเข้มหรือความแรงของคุณลักษณะนั้น และถ้ามีค่าน้อยกว่า 1.0 จำเป็นต้องเพิ่มความเข้มหรือความแรงของคุณลักษณะนั้นเพื่อพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติของผู้บริโภค

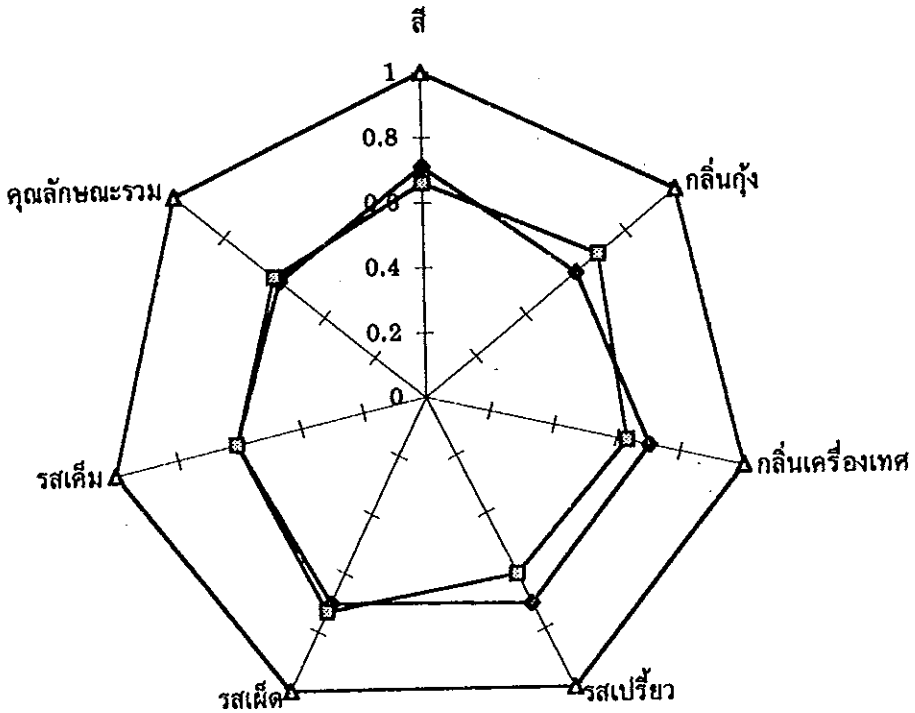
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างน้ำซุปปรุงรสทั้งสองชุดพบว่า การนำน้ำต้มกระดูกไก่และน้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำมาปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศในปริมาณที่เท่ากันมีผลให้ระดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อน้ำซุปปรุงรสทั้งสองแตกต่างกัน ในคุณลักษณะสี กลิ่นกุ้ง กลิ่นเครื่องเทศและรสเปรี้ยว โดยพบว่าการใช้น้ำต้มกระดูกไก่ทำให้น้ำซุปปรุงรสได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการใช้น้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำในคุณลักษณะสี กลิ่นเครื่องเทศและรสเปรี้ยวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ระดับการยอมรับที่แตกต่างกันต่อสีของน้ำซุปปรุงรสอาจเกิดจากหัวกุ้งที่ใช้มีคุณภาพไม่เหมาะสม เพราะบางส่วนได้เกิดจุดสีดำขึ้นและไม่สามารถคัดแยกออกได้หมด น้ำต้มหัวกุ้งที่ได้จึงมีสีแดงคล้ำ เมื่อปรุงรสทำให้ได้น้ำซุปปรุงรสที่มีสีเข้มกว่าปกติ สำหรับคุณลักษณะกลิ่นเครื่องเทศและรสเปรี้ยวของน้ำซุปปรุงรสนั้น เนื่องจากในการทดลองในครั้งนี้ไม่ได้ออกแบบให้มี

ตาราง 6 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งซึ่งประเมินโดยวิธี Ratio Profile Test(RPT)

คุณลักษณะของน้ำซุป	ชุดที่ 1[1]	ชุดที่ 2
สี	0.76±0.05b[2]	0.66±0.06a
กลิ่นกุ้ง	0.60±0.07a	0.69±0.04b
กลิ่นเครื่องเทศ	0.70±0.04b	0.63±0.04a
รสเปรี้ยว	0.71±0.03b	0.61±0.05a
รสเผ็ด	0.70±0.05a	0.73±0.05a
รสเค็ม	0.61±0.06a	0.61±0.07a
คุณลักษณะรวม	0.58±0.05a	0.60±0.06a

[1]ชุดที่ 1 ใช้น้ำต้มกระดูกไก่
ชุดที่ 2 ใช้น้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำ

[2]ค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิม 60 คน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวเลขในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพ 8 เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

—◇— สูตรที่ 1 ใช้น้ำต้มกระดูกไก่ในการเตรียม

—■— สูตรที่ 2 ใช้น้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำในการเตรียม

—△— น้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งในอุดมคติ

การศึกษาถึงผลร่วมของชนิดน้ำซุปที่ใช้กับปริมาณของเครื่องปรุงรสหรือเครื่องเทศต่อระดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งในแต่ละคุณลักษณะ จึงไม่สามารถอธิบายถึงความแตกต่างของระดับการยอมรับคุณลักษณะทั้งสองของน้ำซุปปรุงรสทั้งสองชุดได้ ส่วนคุณลักษณะกลิ่นกุ้งซึ่งน้ำซุปปรุงรสที่เตรียมจากน้ำต้มหัวกุ้งได้รับการยอมรับสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$)นั้นแสดงให้เห็นว่าน้ำต้มหัวกุ้งสามารถเพิ่มกลิ่นกุ้งให้แก่น้ำซุปปรุงรสได้ นอกจากนี้จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะว่าตัวอย่างมีลักษณะของกลิ่นผิดปกติที่อาจเกิดจากการใช้นมสดในการปรุงมากเกินไปหรืออาจใช้เครื่องเทศบางชนิดโดยเฉพาะใบโหระพาที่ไม่เหมาะสม

เมื่อนำค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของน้ำซุปปรุงรสทั้งสองชุดของทุกคุณลักษณะแสดงด้วยแผนภาพใยแมงมุมเพื่อดูเค้าโครงคุณลักษณะของน้ำซุปปรุงรสเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งในอุดมคติได้ผลดังภาพที่ 8 แสดงให้เห็นแนวทางในการพัฒนาน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งที่สำคัญคือ การเพิ่มความแรงของคุณลักษณะสี กลิ่นกุ้ง กลิ่นเครื่องเทศ รสเปรี้ยว รสเผ็ดและรสเค็ม โดยการเพิ่มปริมาณของเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ

เมื่อพิจารณาถึงความสามารถของน้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำในการเพิ่มความแรงของกลิ่นกุ้งให้แก่น้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งและยังเป็นการนำเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกุ้งแช่เยือกแข็งมาใช้ประโยชน์ จึงได้ทำการคัดเลือกวิธีเตรียมน้ำซุปปรุงรสซึ่งใช้น้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำไปพัฒนาต่อ เพื่อปรับปรุงคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสโดยการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำต้มหัวกุ้งและเพิ่มเครื่องปรุงรสตามแนวทางที่ได้กล่าวไว้แล้ว

1.2 ปรับปรุงคุณภาพการยอมรับของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

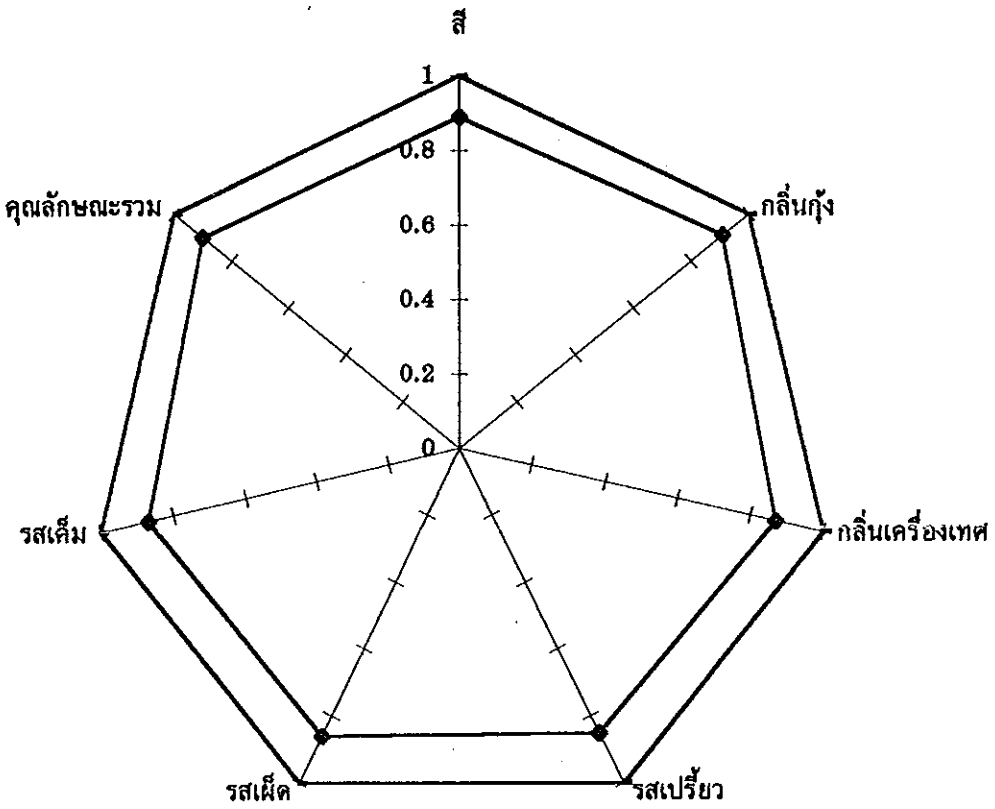
นำสูตรและวิธีการเตรียมน้ำซุปปรุงรสจากการทดลองข้อ 1.1 มาทำการพัฒนาต่อตามแนวทางที่ได้จากแผนภาพใยแมงมุม (ภาพ 8) โดยทดลองปรับปริมาณเครื่องปรุงดังนี้คือ เพิ่มปริมาณของน้ำพริกเผา น้ำมะนาว เกลือและผงชูรส ลดปริมาณของนมสดและใบโหระพา และปรับปรุงการเตรียมน้ำต้มหัวกุ้งโดยลดอัตราส่วนระหว่างน้ำกับหัวกุ้งโดยอาศัยคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และนักศึกษาในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจนได้สูตรที่เหมาะสม จึงนำไปประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการเดียวกับการทดลอง 1.1 นำคะแนนการยอมรับที่ได้มาสร้างแผนภาพใยแมงมุม (ภาพ 9) พบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ย(Ratio Mean:S/I) ของคุณลักษณะของน้ำซุปปรุงรส

ที่ประเมินคือ สี กลิ่นกุ้ง กลิ่นเครื่องเทศ รสเปรี้ยว รสเผ็ด รสเค็มและคุณลักษณะรวมมีค่าเท่ากับ 0.89±0.03 , 0.91±0.05 , 0.87±0.09 , 0.85±0.07 , 0.86±0.08, 0.87±0.07 และ 0.90±0.05 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเค้าโครงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับต้มยำกุ้งในอุดมคติของผู้บริโภคทั่วไป จึงสามารถยอมรับและกำหนดให้เป็นสูตรและวิธีการเตรียมมาตรฐานเพื่อใช้เตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป สูตรและวิธีการเตรียมที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่มีดังนี้

สูตร

น้ำต้มหัวกุ้งกุลาดำ	100	มล.
น้ำพริกเผา	6.5	กรัม
เกลือ	0.9	กรัม
ผงชูรส	0.5	กรัม
มะนาว	3.5	มล.
นมสด	2.0	มล.
ตะไคร้	8.0	กรัม
ใบมะกรูด	0.9	กรัม
พริกขี้หนู	1.8	กรัม
หอมแดง	4.0	กรัม
ข่า	2.2	กรัม
ใบโหระพา	0.7	กรัม

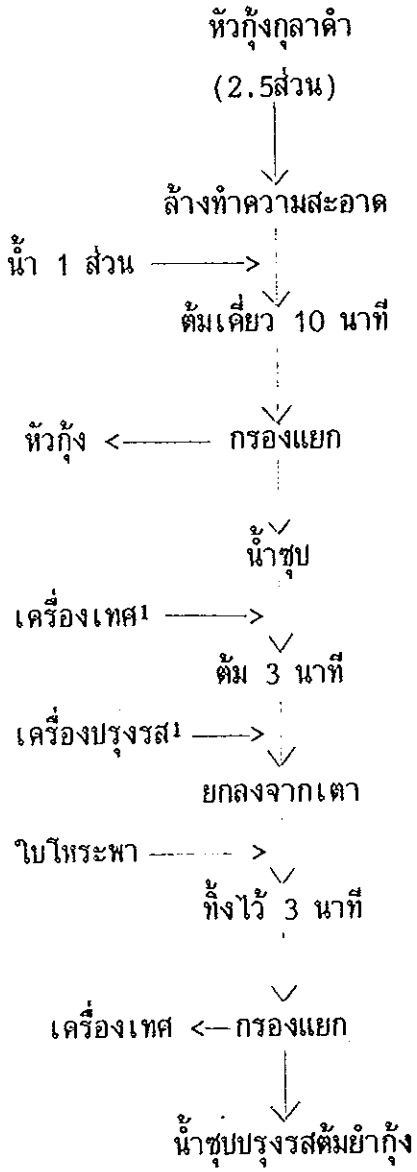
และวิธีการเตรียมต้มยำกุ้งดังแสดงในภาพ 10



ภาพ 9 เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งสูตรพัฒนา

——●—— น้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งตัวอย่าง

——— น้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งในอุดมคติ



ภาพ 10 วิธีการเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

[1]การเตรียมเครื่องเทศและเครื่องปรุงเช่นเดียวกับการทดลองข้อ 1.1

ตอนที่ 2 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

2.1 การเตรียมกุ้งกุลาดำ

การศึกษาผลของวิธีการลวกต่อคุณภาพของกุ้งกุลาดำ พบว่าวิธีที่ใช้ในการลวกคือการลวกด้วยไอน้ำและการลวกด้วยน้ำเดือด ไม่ทำให้ผลผลิต(ตาราง 7)และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งหลังลวก(ตาราง 8) แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งที่ผ่านการลวกด้วยวิธีการทั้งสองพบว่ากุ้งทั้งสองชุดยังได้รับคะแนนการยอมรับในระดับต่ำมาก

การแช่กุ้งกุลาดำในสารละลายฟอสเฟตก่อนทำการลวก พบว่ามีผลให้ผลผลิตของกุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 7) และทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งหลังลวกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) จากชุดควบคุม (ตาราง 8) Van Wazer(1971) ได้อธิบายความสามารถของสารประกอบฟอสเฟตในการเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่า เป็นเพราะความสามารถในการจับกับองค์ประกอบในอาหารแล้วทำให้ประจุไฟฟ้าบนผิวหน้าขององค์ประกอบดังกล่าวเกิดการเปลี่ยนแปลง มีผลให้คุณสมบัติของอาหารหลายประการเปลี่ยนไปเช่น กรณีอาหารโปรตีน ฟอสเฟตจะจับกับส่วนที่เป็นประจุบวกของโปรตีนแล้วมีผลให้ความสามารถอุ้มน้ำของโปรตีนเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาผลของวิธีการลวก พบว่าฟอสเฟตไม่มีผลให้ผลผลิต และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งหลังลวกด้วยวิธีการลวกทั้งสองแตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$)

เมื่อใช้โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับสารประกอบฟอสเฟตในสารละลายที่ใช้แช่กุ้งพบว่าผลผลิตของกุ้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.01$)เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองในชุดควบคุม (ตาราง 7) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Furia (1977) ซึ่งกล่าวว่าการแช่ชิ้นปลาแฮดดอกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 4 เป็นเวลานาน 2 นาที ตามด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมโพลีฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 12.5 เป็นเวลา 2 นาที ก่อนการแช่เยือกแข็ง จะลดการสูญเสียน้ำภายหลังการละลายจากร้อยละ 2.7 เมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมโพลีฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวเหลือร้อยละ 2.2 Shuts และคณะ(1972) ได้อธิบายปรากฏการณ์ซึ่งโซเดียมคลอไรด์สามารถเสริมการทำงานของสารประกอบฟอสเฟตในอาหารว่าเป็นเพราะอนุมูล Na^+ จากโซเดียมคลอไรด์ไปลดประจุบวกของโปรตีนโดยเข้าแทนที่อนุมูล Ca^{2+} ที่อยู่ในโปรตีนทำให้การเปลี่ยนแปลงประจุบน

ตาราง 7 ผลผลิตของกุ้งกุลาดำที่ผ่านการปฏิบัติก่อนการลวกและการลวกด้วยวิธีการต่างกัน

วิธีการลวก	ผลผลิต (ร้อยละ) วิธีปฏิบัติก่อนการลวก ชุดที่ 1[1]	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
ลวกด้วยน้ำเดือด	80.27±1.50 a[2]	82.05±1.24 ab	83.23±1.08 b
ลวกด้วยไอน้ำ	81.05±1.64 a	82.82±2.15 ab	84.20±1.39 b

[1]ชุดที่ 1 : ชุดควบคุม
ชุดที่ 2 : แช่ในสารละลายฟอสเฟตผสมเข้มข้นร้อยละ 1.5 ก่อนการลวก
ชุดที่ 3 : แช่ในสารละลายฟอสเฟตผสมเข้มข้นร้อยละ 1.5 ที่มีเกลือเข้มข้นร้อยละ 5 ก่อนการลวก

[2]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a,b ในแนวตั้งและแนวนอนที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

ผิวหน้าโปรตีนโดยสารประกอบฟอสเฟตเกิดได้ดีขึ้น โปรตีนจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มาก อาหารหลังการให้ความร้อนจึงมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี นอกจากนี้เกลือยังช่วยเพิ่มรสชาติให้แก่กุ้งอีกด้วย ดังจะเห็นว่าได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าทุกชุดทดลอง(ตาราง 8) เมื่อพิจารณาผลของวิธีการลวกพบว่า ผลผลิตของกุ้งจากการลวกด้วยวิธีต่างกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่ากุ้งที่ลวกด้วยไอน้ำมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการลวกด้วยน้ำเดือดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการลวกด้วยน้ำเดือดทำให้เกิดการชะล้างองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและเกลือออกจากตัวกุ้งมากกว่าการลวกด้วยไอน้ำ ดังนั้นการเตรียมกุ้งกุลาดำโดยการแช่กุ้งในสารละลายฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 1.5 ที่มีเกลือร้อยละ 5 เป็นเวลา10 นาที ก่อนทำการลวกด้วยไอน้ำจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกุ้งกุลาดำหลังการปฏิบัติก่อนการลวกและการลวกด้วยวิธีต่างกัน

คุณลักษณะ	คะแนนการยอมรับ					
	การลวกด้วยน้ำเดือด			การลวกด้วยไอน้ำ		
	ชุดที่ 1[1]	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
สี	4.5±0.4a[2]	6.3±0.5b	7.3±0.6c	4.5±0.5a	6.3±0.5b	7.5±0.4d
กลิ่น	5.8±0.4a	6.5±0.5b	7.2±0.5c	5.8±0.6a	6.5±0.6b	7.1±0.6c
รส	4.8±0.4a	5.9±0.5b	7.5±0.6d	4.9±0.5a	6.4±0.5c	8.1±0.4e
เนื้อสัมผัส	6.6±0.4a	6.9±0.5b	7.3±0.4c	6.4±0.6a	6.9±0.5b	7.3±0.5c
คุณลักษณะรวม	5.4±0.4a	6.3±0.5b	7.3±0.6c	5.5±0.5a	6.5±0.5b	7.9±0.4d

[1]ชุดที่ 1 2 และ 3 มีความหมายเหมือนตาราง 7

[2]ตัวอักษร a,b,c,d ในแนวนอนของคุณลักษณะเดียวกันที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

2.2 การเตรียมเห็ดฟาง

การลวกเป็นขั้นตอนที่จำเป็นในกระบวนการผลิตผักแช่เยือกแข็งเพื่อให้ความร้อนยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และลดจำนวนจุลินทรีย์ จากการทดลองลวกชิ้นเห็ดฟางด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 2 วิธีคือ การลวกด้วยน้ำเดือดและการลวกด้วยไอน้ำพบว่า การลวกด้วยไอน้ำทำให้ผลผลิตของเห็ดหลังลวกสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.01$)(ตาราง 9) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Adams(1981) และ Drake และ Carmichael (1986) ซึ่งกล่าวว่าการลวกผักด้วยน้ำก่อนทำการแช่เยือกแข็ง จะทำให้ผักสูญเสียความชื้นและองค์ประกอบที่เป็นของแข็งมากกว่าวิธีการลวกด้วยไอน้ำ อย่างไรก็ตามพบว่าวิธีการลวกที่ต่างกันไม่ทำให้เห็ดหลังลวกมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 10)

การแช่ชิ้นเห็ดฟางในน้ำเย็นภายใต้ความดัน 3 นิ้วปรอท เป็นเวลา 10 นาที แล้วปรับความดันให้เท่ากับ 29.92 นิ้วปรอท และแช่เห็ดต่ออีกเป็นเวลา 7 นาที จึงนำเห็ดไปทำการลวก พบว่าสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักลงประมาณร้อยละ 8 และ 5 (ตาราง 9) สำหรับการลวกน้ำเดือดและด้วยไอน้ำตามลำดับ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทของเห็ดที่ได้แต่อย่างใด(ตาราง 10)เช่นเดียวกับที่ McArdle และคณะ (1974)ได้รายงานว่าการแช่เห็ดกระดุม (Agaricus bisporus)ในน้ำภายใต้สุญญากาศก่อนทำการลวกสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ถึงร้อยละ 5-15 เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของเห็ดที่ลวกด้วยวิธีการต่างกันพบว่า วิธีการลวกไม่ทำให้ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามด้วยเหตุผลที่กล่าวในตอนต้นการลวกผักด้วยน้ำเดือดทำให้เกิดการสูญเสียองค์ประกอบของผักมากกว่าการลวกด้วยไอน้ำ การเตรียมเห็ดฟางโดยการแช่ชิ้นเห็ดในน้ำภายใต้สภาวะสุญญากาศ (ความดัน 3 นิ้วปรอท) เป็นเวลา 10 นาที และแช่ภายใต้ความดันบรรยากาศ(ความดัน 29.92 นิ้วปรอท) อีก 7 นาที ก่อนการลวกด้วยไอน้ำ จึงเป็นวิธีการเตรียมที่เหมาะสม

ตาราง 9 ผลผลิตของเห็ดฟางที่ผ่านการปฏิบัติก่อนการลวกและการลวกด้วยวิธีการต่างกัน

วิธีการลวก	ผลผลิต (ร้อยละ)	
	วิธีการปฏิบัติก่อนการลวก	
	ชุดที่ 1[1]	ชุดที่ 2
ลวกด้วยน้ำเดือด	82.53±2.37 a[2]	87.91±1.73 c
ลวกด้วยไอน้ำ	85.50±1.96 b	88.64±2.43 c

[1]ชุดที่ 1:ชุดควบคุม ชุดที่ 2:แช่เห็ดฟางในน้ำภายใต้สภาวะสุญญากาศก่อนการลวก

[2]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a,b,c ในแนวตั้งและแนวนอนที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางที่ผ่านการปฏิบัติก่อนการลวกและการลวกด้วยวิธีการต่างกัน

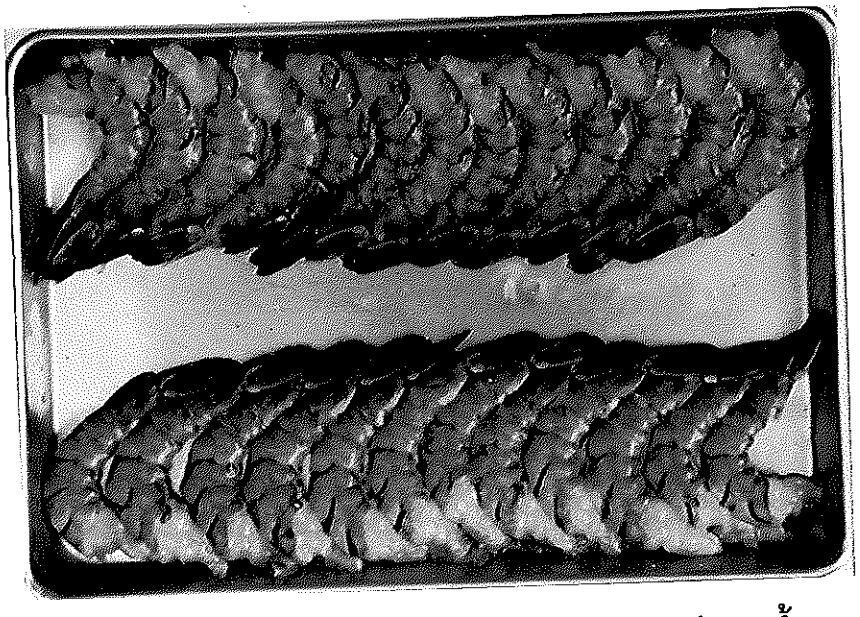
คุณลักษณะ	คะแนนการยอมรับ			
	การลวกด้วยน้ำเดือด		การลวกด้วยไอน้ำ	
	ชุดที่ 1[1]	ชุดที่ 2	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2
สี	6.5±0.6ns[2]	6.5±0.5	6.5±0.6	6.4±0.5
กลิ่น	6.6±0.6ns	6.5±0.6	6.5±0.5	6.4±0.5
เนื้อสัมผัส	7.1±0.5ns	7.0±0.4	6.9±0.7	7.0±0.5
คุณลักษณะรวม	6.6±0.5ns	6.5±0.5	6.5±0.6	6.7±0.6

[1]ชุดที่ 1 และ 2 มีความหมายเดียวกับตาราง 9

[2]ns:ตัวเลขในแนวนอนของคุณลักษณะเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)

ตอนที่ 3 พัฒนากระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

การเตรียมต้มยำกุ้งในครัวเรือนเป็นวิธีการเตรียมเพื่อใช้รับประทานทันที การต้มให้ความร้อนแก่กุ้งและชิ้นเห็ดจะกระทำพร้อมกับการปรุงรสน้ำซุปโดยกุ้งและเห็ดจะได้รับความร้อนในระยะสั้น การเตรียมด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้ได้ต้มยำกุ้งที่มีกลิ่นกุ้งและคุณลักษณะอื่นๆตามที่ต้องการ สำหรับต้มยำกุ้งที่ต้องเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็ง เพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพของชิ้นเห็ดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส จึงต้องให้ชิ้นเห็ดได้รับความร้อนในระดับที่จะทำให้เอนไซม์ดังกล่าวถูกยับยั้ง แต่การให้ความร้อนตามสภาวะดังกล่าวมีผลให้กุ้งกุลาดำซึ่งเติมลงไปก่อนได้รับความร้อนมากเกินไป เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้ดัดแปลงวิธีการเตรียมต้มยำกุ้งในครัวเรือน โดยเติมเห็ดฟางลงไปให้ความร้อนก่อนเป็นเวลา 1 นาที จึงเติมกุ้งลงไปลวกดัง รายละเอียดในแผนการทดลองตอนที่ 3 (ภาพ 6) ซึ่งเรียกว่ากระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม สำหรับกระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแบบพัฒนา จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการลวกกุ้งด้วยไอน้ำทำให้กุ้งเกิดการม้วนตัวอย่างไม่สม่ำเสมอ จึงทำการปรับปรุงขั้นตอนการลวกกุ้งโดยจัดให้กุ้งเรียงชิดกันและโค้งตามแนวที่ต้องการบนถาดก่อนทำการลวกดังแสดงในภาพ 11



ภาพ 11 การจัดเรียงกุ้งกุลาดำในถาดก่อนทำการลวกด้วยไอน้ำ

ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งทั้งสองชุดแสดงในตาราง 11 และ 12 ตามลำดับ จากตาราง 11 พบว่าคุณภาพทางเคมีโดยทั่วไปของต้มยำทั้งสองชุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เพราะต้มยำทั้งสองชุดเตรียมขึ้นโดยใช้สัดส่วนการบรรจุเห็ดฟาง กุ้งกุลาดำและน้ำซุปที่เท่ากันกรณีที่ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากกระบวนการผลิตแบบพัฒนามีปริมาณไขมันสูงกว่านั้น อาจเพราะเป็นไขมันที่ถูกสกัดออกมาจากหัวกุ้งในขั้นตอนการเตรียมน้ำซุปปรุงรส เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในต้มยำทั้งสองชุดกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2529) ซึ่งกำหนดให้ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุ้งได้ไม่เกิน 50,000 โคโลนี/กรัม ปริมาณจุลินทรีย์ที่วิเคราะห์พบในต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการทั้งสอง พบว่าต้มยำซึ่งผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าต้มยำซึ่งผลิตด้วยกระบวนการแบบพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ซึ่งอาจเป็นเพราะการผลิตแบบแรกทำการลวกกุ้งและเห็ดในน้ำซุปโดยตรงและทำการบรรจุขณะร้อนทำให้มีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้น้อยกว่ากระบวนการผลิตแบบพัฒนาซึ่งแยกเตรียมวัตถุดิบจึงมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนได้ในหลายขั้นตอน เช่น ระหว่างการลดอุณหภูมิหรือระหว่างรอการผลิต เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียไม่พบ Coliforms S. aureus และ Salmonella spp.ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพกุ้งแช่เยือกแข็ง Sugita และคณะ (1987)กล่าวว่าการตรวจพบแบคทีเรียในกลุ่ม Staphylococcus spp.ในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแช่เยือกแข็งนั้นมีสาเหตุจากการสัมผัสกับคนมากกว่าปนเปื้อนจากวัตถุดิบ ดังนั้นการไม่พบ Coliforms และ S. aureus ในต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งจึงแสดงถึงการปฏิบัติงานที่ถูกสุขลักษณะ Dore(1989) กล่าวว่า Salmonella spp. เป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการบริโภคอาหารแช่เยือกแข็งที่ผ่านการให้ความร้อนมาแล้วในขั้นตอนการผลิตหรืออาหารที่ต้องผ่านการให้ความร้อนอีกครั้งก่อนการบริโภค ทั้งนี้เพราะ Salmonella spp. สามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 61.67°ซ ในเวลา 60 วินาที ดังนั้นการใช้ความร้อนในการปรุงอาหารตามปกติจะสามารถทำลายได้ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ Salmonella spp. จะทำให้ทราบว่าอาหารดังกล่าวได้รับความร้อนมาอย่างเพียงพอหรือไม่ รวมถึงการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นจากอาหารดิบ

ตาราง 11 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณจุลินทรีย์ของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

องค์ประกอบ(ร้อยละ)[1]	ผลิตโดยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม	ผลิตโดยกระบวนการผลิตแบบพัฒนา
ความชื้น	88.31±0.76 x[2]	89.93±0.42 x
โปรตีน[3]	48.87±2.57 x	49.48±1.83 x
ไขมัน[3]	5.40±0.67 x	10.49±0.62 y
เถ้า[3]	9.38±0.91 x	10.45±1.37 x
ปริมาณกรด[3]	$0.79\pm0.05\times10^{-2}$ x	$0.92\pm0.06\times10^{-2}$ x
TBA[4]	$0.46\pm0.03\times10^{-2}$ x	$0.44\pm0.04\times10^{-2}$ y
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	$3.29\pm0.45\times10^{4}$ x	$4.38\pm0.51\times10^{4}$ y

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2]ตัวอักษร x,y ในแนวนอนของคุณลักษณะเดียวกันที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)

[3]ปริมาณร้อยละของต้มยำแห้ง

[4](มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก. ต้มยำแห้ง)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้ง(ตาราง 12) พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อคุณลักษณะสี กลิ่นรสและลักษณะรวมของเห็ดฟางของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งทั้งสองชุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีการยอมรับที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ในคุณลักษณะรสชาติ คุณลักษณะรวมของกุ้งและคุณลักษณะรวมของต้มยำกุ้ง ในกรณีที่การยอมรับคุณลักษณะสีและกลิ่นรสของต้มยำกุ้งไม่แตกต่างกันอาจเกิดจากน้ำซุปปรุงรสที่ใช้ในการผลิตถูกเตรียมขึ้นจากสูตรเดียวกัน และแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำต้มหัวกุ้งให้กลิ่นกุ้งแก่น้ำซุปได้เช่นเดียวกับการลวกกุ้งในน้ำซุป สำหรับลักษณะรวมของเห็ดฟางอาจอธิบายได้ด้วยผลการทดลองที่ 2.2 ซึ่งพบว่าการปฏิบัติก่อนการลวกและวิธีการลวกไม่ทำให้เห็ดหลังลวกมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$)แต่เนื่องจากการผลิตต้มยำกุ้งด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมซึ่งให้ความร้อนแก่ชิ้นเห็ดฟางพร้อมกับการปรุงน้ำซุป ทำให้ไม่สามารถลดอุณหภูมิชิ้นเห็ดได้ทันทีเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.2 หรือการเตรียมเห็ดฟางของกระบวนการผลิตแบบพัฒนา ดังนั้นเห็ดฟางในต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากกระบวนการนี้จึงได้รับความร้อนแตกต่างจากการทดลองที่ 2.2 อย่างไรก็ตามจากระดับการยอมรับที่ไม่แตกต่างกันอาจแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างของเห็ดฟางสามารถทนต่อความร้อนที่ใช้ในการลวกได้เป็นระยะเวลานาน สำหรับความแตกต่างของการยอมรับรสชาตินั้นอาจเป็นเพราะความแตกต่างของการเตรียมต้มยำกุ้งที่ทำให้เกิดการสกัดสารให้กลิ่นรสจากเครื่องเทศมากเกินไปในระหว่างการเตรียมน้ำซุป รวมทั้งอาจเป็นผลจากการเจือจางน้ำซุปจากความชื้นที่ออกจากตัวกุ้งและเห็ดในระหว่างการให้ความร้อนของการเตรียมต้มยำกุ้งแบบดั้งเดิม สำหรับคุณลักษณะรวมของกุ้งในต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับต่ำกว่านั้น เป็นเพราะการผลิตตามกระบวนการดังกล่าวไม่สามารถลดอุณหภูมิของกุ้งได้ทันทีความร้อนส่วนเกินที่กุ้งได้รับทำให้กุ้งม้วนเป็นวงและมีเนื้อสัมผัสที่เหนียว ประกอบกับกุ้งดังกล่าวไม่ได้รับการปฏิบัติก่อนการลวกเช่นเดียวกับกุ้งในการผลิตแบบพัฒนา เมื่อประเมินคุณลักษณะรวมของต้มยำกุ้งจากทั้งสองวิธี ระดับการยอมรับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$)นั้น แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้ความสำคัญกับคุณลักษณะรวมของกุ้งและรสชาติของต้มยำกุ้ง

เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตของกระบวนการผลิตทั้งสองจะพบว่า กระบวนการผลิตแบบพัฒนามีลักษณะการผลิตที่สอดคล้องกับกระบวนการผลิตกุ้งแช่เยือกแข็งในระดับ

อุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเตรียมกุ้งสำหรับการใช้ผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง สามารถเตรียมได้จากสายการผลิตกุ้งแช่เยือกแข็งของโรงงานได้ ดังนั้นกระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งจึงสามารถปรับเข้าสู่การผลิตในโรงงานผลิตกุ้งแช่เยือกแข็งหรืออาหารแช่เยือกแข็ง โดยเพิ่มห้องผลิตสำหรับใช้ในการเตรียมเห็ดฟาง น้ำซุปปรุงรสและห้องสำหรับบรรจุต้มยำกุ้ง

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

คุณลักษณะ	กระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม	กระบวนการผลิตแบบพัฒนา
สี	6.9±0.6 x[1]	7.1±0.9 x
กลิ่นรส	6.3±0.9 x	7.3±0.5 x
รสชาติ	6.3±1.1 x	7.3±0.7 y
คุณลักษณะรวมของเห็ด	7.1±0.8 x	7.2±0.5 x
คุณลักษณะรวมของกุ้ง	6.9±0.9 x	8.0±0.5 y
คุณลักษณะรวมของต้มยำกุ้ง	6.7±0.7 x	7.8±0.8 y

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร x,y ในแนวนอนของคุณลักษณะเดียวกันที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)

ตอนที่ 4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อนำต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตได้จากทั้งสองกระบวนการมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน และสุ่มตัวอย่างที่มีอายุการเก็บรักษา 0,1,2 และ 3 เดือน มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์และการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 13 14 และ 15

จากตาราง 13 พบว่าปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้าในต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งทั้ง 2 ชุดที่อายุการเก็บรักษา 0 และ 3 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ($p>0.05$) สำหรับค่า TBA ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงการเกิดกลิ่นหืนของไขมันที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ พบว่าต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งทั้งสองชุดมีค่าทีบีเอ เพิ่มขึ้นตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา โดยในเดือนที่ 3 มีค่าเท่ากับ 12.91 และ 16.13 มก.มาโลฮัลดีไฮด์/ก.ก.ต้มยำแห้ง ในต้มยำกุ้งที่ผลิตจากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและแบบพัฒนาตามลำดับ ซึ่งยังคงมีค่าทีบีเอ อยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณไขมันในต้มยำกุ้ง (ประมาณร้อยละ 5.00-10.00 ของน้ำหนักแห้ง) แสดงให้เห็นว่าไอกาสที่ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งจะเกิดการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันนั้นเกิดขึ้นได้น้อย ดังนั้นค่าทีบีเอ จึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งได้ สำหรับค่าปริมาณกรด(ในรูปของกรดซิตริก)ซึ่งมีความสัมพันธ์กับรสเปรี้ยวของต้มยำกุ้งพบว่า ปริมาณกรดของต้มยำทั้งสองชุดมีแนวโน้มคงที่ตลอดช่วงการเก็บรักษา ($p>0.05$) แสดงให้เห็นถึงความคงตัวของรสชาติของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในต้มยำกุ้งทั้งสองชุดตลอดอายุการเก็บรักษา 3 เดือน (ตาราง 14) พบว่าต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $1.40\pm0.78\times10^4$ โคโลนี/กรัม และ $2.36\pm0.34\times10^4$ โคโลนี/กรัม สำหรับต้มยำกุ้งซึ่งผลิตโดยกระบวนการแบบดั้งเดิมและแบบพัฒนาตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษาพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ลดลงตามอายุการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ สุนิสา ศรีพงษ์พันธุ์กุล (2535) ซึ่งพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำแช่เยือกแข็งลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเพราะเซลล์ถูกทำลายโดยผลึกน้ำแข็งซึ่งทวีความรุนแรงขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ผลการวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียไม่พบ Coliforms, S. aureus และ Salmonella spp.

ตาราง 13 องค์ประกอบทางเคมีของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)[1]	อายุการเก็บรักษา (เดือน)	กระบวนการผลิต แบบดั้งเดิม	แบบพัฒนา
ความชื้น	0	88.31±0.76 ns[2]	89.93±0.42
	3	90.35±1.39	89.15±1.05
โปรตีน	0	48.87±1.57 ns	49.48±1.83
	3	49.37±1.72	50.49±1.30
ไขมัน	0	5.40±0.67 a,x[3]	10.49±0.62 a,y
	3	6.92±0.62 b,	10.56±1.21 a,y
เถ้า	0	9.38±0.91 ns	10.45±1.37
	3	9.89±0.51	9.89±0.83
ค่าทีบีเอ[4]	0	4.66±0.63 a,x	4.45±0.89 a,x
	1	10.33±0.83 b,x	12.48±0.69 b,y
	2	11.58±0.91 bc,x	14.36±0.81 bc,y
	3	12.91±0.85 c,x	16.13±0.60 c,y
ปริมาณกรด	0	7.92±0.45 a,x	10.89±0.34 c,y
	1	7.50±0.36 a,x	10.89±0.32 c,y
	2	7.38±0.73 a,x	10.00±0.44 ab,y
	3	7.86±0.47 a,x	9.80±0.64 a,y

[1]ปริมาณร้อยละของน้ำหนักต้มยำแห้ง

[2]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ns : ตัวเลขในแนวตั้งและแนวนอนขององค์ประกอบเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)

[3]ตัวอักษร a,b,c ในแนวตั้งขององค์ประกอบเดียวกันที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)
ตัวอักษร x,y ในแนวนอนขององค์ประกอบเดียวกันที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)

[4](มก. มาโลอัลดีไฮด์/ ก.ก.)

ตาราง 14 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน

อายุการเก็บรักษา (เดือน)	กระบวนการผลิต	
	แบบดั้งเดิม	แบบพัฒนา
0	3.29±0.46 c,x[1]	4.38±0.51 c,y
1	2.68±0.53 b,x	3.15±0.64 b,x
2	1.71±0.41 a,x	2.32±0.72 a,y
3	1.40±0.78 a,x	2.36±0.34 a,y

[1]ปริมาณในหน่วย 10^4 โคโลนีต่อกรัม และเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a,b,c ในแนวตั้งขององค์ประกอบเดียวกันที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)

ตัวอักษร x,y ในแนวนอนขององค์ประกอบเดียวกันที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)

เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งโดยผู้ทดสอบชิมพบว่า การเก็บรักษาต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งไว้ที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทางสถิติ($p>0.05$)(ตาราง 15) ผลการประเมินดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์และเคมีของต้มยำกุ้ง เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับต้มยำกุ้งแต่ละชุดตลอดช่วงอายุของการเก็บรักษาพบว่า ระดับการยอมรับมีทั้งแตกต่างและไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การยอมรับคุณลักษณะสีและกลิ่นกุ้งของต้มยำกุ้งทั้งสองชุดมีแนวโน้มที่จะไม่แตกต่างกัน ผลการประเมินได้แสดงให้เห็นว่าการนำน้ำต้มหัวกุ้งมาทำการปรุงรสสามารถให้กลิ่นกุ้งในต้มยำได้เช่นเดียวกับการลวกกุ้งในน้ำซุปซึ่งเป็นวิธีการเตรียมต้มยำกุ้งในครัวเรือน สำหรับคุณลักษณะรสชาติของต้มยำกุ้งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ความแตกต่างดังกล่าวสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับผลการทดลองตอนที่ 3

การยอมรับคุณลักษณะรวมของต้มยำกุ้งระหว่างต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งทั้งสองชุดตลอดช่วงอายุการเก็บรักษาพบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ($p<0.01$) โดยต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่เตรียมด้วยกระบวนการผลิตแบบพัฒนาได้รับการยอมรับสูงกว่า(ตาราง 15) ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับผลการยอมรับรสชาติและคุณลักษณะรวมของกุ้งในต้มยำซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 3

จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน สามารถกล่าวได้ว่าที่ผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งได้พัฒนาขึ้นมีอายุการเก็บรักษาไม่น้อยกว่า 3 เดือน โดยยังคงรักษาคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่ - 20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะ	อายุการเก็บรักษา (เดือน)	กระบวนการผลิต แบบดั้งเดิม	แบบพัฒนา
สี	0	6.9±0.6 ns[1]	7.1±0.9
	1	7.0±0.7	7.1±0.6
	2	6.8±0.5	7.3±0.8
	3	6.6±0.5	7.4±0.6
กลิ่นรส	0	6.3±0.9 a,x[2]	7.3±0.5 b,y
	1	6.4±0.5 a,x	7.2±0.7 b,y
	2	6.4±0.7 a,x	7.3±0.6 b,y
	3	6.4±0.5 a,x	7.4±0.7 b,y
รสชาติ	0	6.3±1.1 a,x	7.3±0.7 b,y
	1	6.4±0.6 a,x	7.1±0.6 b,y
	2	6.3±0.8 a,x	7.1±0.7 b,y
	3	6.4±0.7 a,x	7.2±0.4 b,y
คุณลักษณะรวมของเห็ด	0	7.1±0.8 ns	7.2±0.5
	1	7.1±0.5	7.1±0.6
	2	7.2±0.7	6.8±0.6
	3	7.2±0.6	7.4±0.6
คุณลักษณะรวมของกุ้ง	0	6.9±0.9 a,x	8.0±0.5 b,x
	1	6.8±0.7 a,x	8.3±0.6 a,x
	2	6.4±0.8 a,x	8.1±0.4 b,x
	3	6.4±0.7 a,x	8.1±0.4 b,x
คุณลักษณะรวม	0	6.7±0.7 a,x	7.8±0.8 b,y
	1	6.4±0.4 a,x	7.6±0.7 b,y
	2	6.6±0.6 a,x	7.8±0.4 b,y
	3	6.7±0.4 a,x	7.8±0.6 b,y

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ns: ตัวเลขในแนวตั้งและแนวนอนของคุณลักษณะเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p>0.05$)
[2]ตัวอักษร a, b ในแนวตั้งของคุณลักษณะเดียวกันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$)
ตัวอักษร x, y ในแนวนอนของคุณลักษณะเดียวกันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$)

บทที่ 4

สรุป

การพัฒนาการเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง การเตรียมกุ้งกุลาดำและเห็ดฟาง พบว่า การเตรียมน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งโดยใช้น้ำต้มหัวกุ้งและปรุงรสด้วยเครื่องเทศ และเครื่องปรุงรสตามสูตรที่ได้พัฒนาขึ้นจะได้น้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับเค้าโครงของคุณลักษณะของน้ำซุปปรุงรสที่ผู้บริโภคต้องการ สำหรับการเตรียมวัตถุดิบสำหรับผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมกุ้งกุลาดำคือ การแช่กุ้งในสารละลายฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 1.5 ที่มีเกลือร้อยละ 5 เป็นเวลา 10 นาที และทำการลวกด้วยไอน้ำ สำหรับการเตรียมเห็ดฟางพบว่าการแช่เห็ดฟางในน้ำภายใต้ความดัน 3 นิ้วปรอท เป็นเวลา 10 นาที และแช่ต่อภายใต้ความดันบรรยากาศ (ความดัน 29.92 นิ้วปรอท) อีก 7 นาที และลวกด้วยไอน้ำเป็นสภาวะที่เหมาะสม

การผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งด้วยกระบวนการผลิตแบบพัฒนาซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมน้ำซุป การเตรียมกุ้งกุลาดำ การเตรียมเห็ดฟาง การบรรจุ และการแช่เยือกแข็ง จะได้ผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางทางเคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่ -20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสและมีความปลอดภัยในการใช้บริโภค

เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งพบว่า ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่จะเก็บไว้ที่ -20°ซ ได้นานกว่า 3 เดือน

ข้อเสนอแนะ

1. การนำหัวกุ้งกุลาดำมาใช้ในการผลิตน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้งจะต้องควบคุมให้หัวกุ้งที่ใช้บราศจากจุดสีดำ เพราะการเกิดจุดสีดำในหัวกุ้งจะมีผลกระทบต่อสีของน้ำซุปปรุงรสและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์

2. เนื่องจากกระบวนการผลิตต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งแบบพัฒนามีลักษณะของการผลิตที่มีการแยกสายการผลิตของส่วนประกอบ ก่อนที่จะนำมาบรรจุรวมกันเป็นผลิตภัณฑ์ ทำให้มีโอกาสในการปนเปื้อนและการเสื่อมคุณภาพของส่วนประกอบที่อยู่ในระหว่างการผลิตได้ ประกอบกับผลิตภัณฑ์ต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งจัดเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่ต้องการการอุ่นให้ร้อนก่อนการบริโภคเท่านั้น ดังนั้นความต่อเนื่องของกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพระหว่างการผลิตจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับความมั่นใจในความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรจะได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบวิเคราะห์และควบคุมจุดวิกฤติในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตด้วย

3. จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งแสดงให้เห็นว่าค่าทีบีเอ ไม่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ และต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาน้อย อย่างไรก็ตามเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ การเลือกวัตถุดิบและส่วนประกอบของเครื่องปรุงเช่น น้ำพริกเผาที่นำมาใช้ผลิตยังคงเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรได้รับการพิจารณา คุณภาพของน้ำพริกเผาที่นำมาใช้จึงควรจะได้รับการตรวจสอบคุณภาพ โดยเฉพาะค่าทีบีเอและมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ในการตรวจรับ

4. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยน้ำในปริมาณมากทำให้ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานสำหรับเครื่องแช่เยือกแข็งและอื่นๆเพิ่มสูงขึ้น การวิจัยในโอกาสต่อไปควรจะได้ทำการศึกษาและพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำน้อยลง ทั้งนี้จะต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2519. การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. 2536. ปัญหากุ้งไทยและการแก้ไข. ว. การประมง. 45(5) : 451-455.

กันตา จิตตั้งสมบูรณ์. 2536. อาหารไทยสู่งาน Foodex Japan'93. ว. ผู้ส่งออก. 5(114) : 44-54.

กัลยา เรืองพงษ์. 2536. ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปของประเทศไทย. ว. ผู้ส่งออก. 5(114) : 10-12.

กัลยาณี ตันติธรรม. 2532. เห็ดฟางแห้งและการประกอบอาหารจากเห็ดฟางแห้ง. กสิกร. 62(1) : 44-48.

จรรยา สุบรรณ์. 2529. ตำราอาหารโรงแรม.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดบุ๊คส์. หน้า 49.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2530. การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์. 101 น.

บังอร สายสิทธิ์. 2534. คุณสมบัติกุ้งเพื่อการส่งออก. ว. ฟาร์มกุ้ง. 2(15):4-5.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527. เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร. กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์. 256 น.

ประจวบ เหล่าอุบล และ สุนันท์ ภัทรจินดา. 2531. การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 251 น.

ผ่องเพ็ญ รัตตกุล. 2533. การพัฒนาผลิตภัณฑ์. โครงการสัมมนาทางวิชาการอุตสาหกรรมอาหารเพื่อการส่งออก. โรงแรมวินเซอร์. กรุงเทพ. 26-27 เมษายน 2533.หน้า 145-152.

พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงศ์. 2535. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำรมควัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พยอม ตันติวัฒน์. 2521. สมุนไพร. กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 168 น.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล. 2534. การส่งออกสัตว์น้ำ. ว.อุตสาหกรรมเกษตร. 2(2): 79-80.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2535. สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มยุรี จัยวัฒน์. 2527. การให้ความเย็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 140 น.

นิรนาม. 2530. อาหารคู่บ้าน. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์แสงดาว. 168 น.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2531. สมุนไพรไทย. กรุงเทพ : ไอเดียนสโตร์. 355 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2531. การใช้ Ratio Profile Test ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. ว.อาหาร. 18(1) : 11-22.

ศิรสมร คงพันธุ์,มณี สุวรรณผ่อง และ จันทร์ ทศานนท์. 2527. ตำราอาหารภัตตาคาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดบุ๊คส์. หน้า 55.

สุนันท์ พงษ์สามารถ. 2530. การประเมินทางชีวเคมีและทางชีวภาพของคุณภาพทางโภชนาการของเห็ด.ข่าวสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 28(303):11-22.

สุนิสา ศรีพงษ์พันธ์กุล. 2535. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกุ้งกุลาดำระหว่างการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 98 หน้า.

สุวรรณ สุทธิบจรกิจ. 2533. เมืองไทยกับอาหารแช่เยือกแข็ง. ว.อุตสาหกรรมเกษตร. 2(3): 38-40.

สุวรรณา เบญจธรรมนนท์. 2534. ผลของสภาพแวดล้อมและรงควัตถุดาโรทีนอยด์ต่อการเกิดสีฟ้าของกุ้งกุลาดำในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสาวภาคย์ ชินะวะนิช. 2531. อาหารไทยไปญี่ปุ่นด้วยวิธีไหนถึงจะขายได้. รายงานตลาดต่างประเทศ. ว.ผู้ส่งออก. 1(2) : 28-29.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานกุ้งสุกแช่เยือกแข็ง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2530. การเพาะเห็ดฟางฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพ:แสงทวีการพิมพ์. หน้า 8

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis.The Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Verginia : Arlington.

Adams,J.B. 1981. Blanching of vegetables. Nutrition & Food Sci. 73 : 11-13.

Best,D. 1987. Microwave formulation : a new wave of thinking. Prepared Foods. 156(11) : 72,74,79.

Chang,S.T. and Hayes,W.A. 1978. The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. New York : Academic Press.p.819.

Dore,I. 1989. The New Frozen Seafood Handbook : A Complete Reference for the Seafood Business. Huntington station, NY : Osprey Books.

Drake,S.R. and Carmichael,D.M. 1986. Frozen vegtable quality as influenced by high temperature short time(HTST) steam blanching. J.Food Sci. 51(50) : 1378-1379.

Egan, H. , Kirik,T.S. and Sawyer, R. 1981. Pearson's Chemical Analysis of Foods. London : Churchill Livingstone.

Ellinger,R.H. 1977. Phosphate in food processing . In CRC Handbook of Food Additive. 2nd ed. (ed.T.E.Furia) Vol.1, p.671.Boca Raton : CRC Press,Inc.

Eskin,N.A. 1980. Biochemistry of food spoilage:enzymatic browing. In Biochemistry of Foods 2nd ed. California : Academic Press pp.401-432.

Furia,T.E. 1977. The functions and applications of phosphates in food systems.In CRC Handbook of Food Additive 2nd ed. (ed.T.E.Furia) Vol.1,p.56. Boca Raton : CRC Press,Inc.

Gormly,T.R. and Walshe,P.E. 1982. Reducing shrinkage in canned and frozen mushroom. J.Food Sci.& Technol. 6(2) : 165-176.

Hasegawa,H. 1987. Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products. Marine Fisheries Research Department. Singapore : SEAFDEC.

Henson,L.S. and Kowalewski,K.M. 1992. Use of phosphates in seafood. Infofish International. 5 : 52-54.

Ho,M.L. 1989. Effect of phosphate on the muscle proteins of grass shrimp Penaeus monodon. J.Chin.Agric.Chem.Soc. 27 (3) : 385-390.

IFT ; Institute of Foods Technologists. 1990. Phosphate improve many foods. Food Technol. 44(4) : 80-92.

Lambert,R. 1990. Value-added shrimp product in Europe.Infofish International 4 : 11-14.

Larmond,E. 1977. Laboratory Method for Sensory Evaluation of Food. Ottawa:Canadain Government Publishing Centre.

Luh,B.S. and Woodroof,J.G. 1988. Preparing vegetable for processing. In Commercial Vegetable Processing. (ed.B.S.Luh, and J.R. Woodroof) New York : AVI Book. pp.182.

McArdle,F.J. Kuhn, G.D. and Bleeman,R.B. 1974. Influence of vacuum soaking on yield and quality of canned mushrooms. J.Food Sci. 39 : 1026-1028.

McCord,J.D. and Kilara,A. 1983. Control of enzymatic browning in processed mushroom (Agaricus bisporus). J.Food Sci.48 (5) : 1479-1483.

Presstamo,C. and Fuster,C. 1982. Influence of various treatments and blanching on the quatity of frozen mushroom. Refrigeration Sci. & Technol.4:153-162.

Sandelin,K. 1983. Spice flavours:history , production and application. Food Flavouring Ingredients Processing Packaging. 6(2) : 12-17.

Sugita,H., Ueda,R., Berger,L.R. and Deguchi,Y. 1987. Microflora in the gut of Japanese coastal crustacea.Nippon Suisan Gakkaishi.53 : 1647-1655.

Shuts,W., Wong,D.W.S. and Teeny,F.M. 1972. Phosphates as food ingredients. In CRC Handbook of Food Additive, 2nd ed. (ed.T.E.Furia) Vol.1,p.671. Boca Raton : CRC Press,Inc.

Suwanrangsri, S. 1991. Prospects of value-added seafoods products from Thailand. Thai Fisheries Gazette. 44(5) : 453-457.

Van Wazer,J.R. 1971. Chemistry of the phosphates and condensed phosphates. In Symposium:Phosphates in Foods Processing. (ed. J.M.Deman and P.Melnychyn),pp.1-35. Westport : The AVI Pub.Co.,Inc.

Wekell,J.C. and Teeny,F.M. 1988. Canned salmon curd reduced by use of polyphosphates. J.Food Sci. 53(4) : 1009-1012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1.1 การเตรียมตัวอย่าง

ใช้ตัวอย่างบดที่เหลือจากการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยวิธีอบในตู้อบไฟฟ้า (A.O.A.C.,1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิ 105°ซ
2. ภาชนะหาความชื้น (จานอลูมิเนียม พร้อมฝา)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105°ซ เวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 ก. ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105°ซ นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีกและกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

การคำนวณ

$$M = [(W_1 - W_2)x100]/W_1$$

เมื่อ M คือ ปริมาณความชื้น(ร้อยละ)

W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

1.3 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C.,1990)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

วิธีการ

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600°ซ เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อนแล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 ก. ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่รู้น้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควันแล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 °ซ และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

1.4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ใช้วิธีเจลดาล (A.O.A.C.,1990)

อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มล.
2. ชุดกลั่นโปรตีน
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มล.
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล.
5. ปิเปตขนาด 5, 10 มล.
6. บิวเรตขนาด 25 มล.
7. ลูกแก้ว
8. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. กรดซัลฟุริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 9 ส่วน
3. สารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไธโอซัลเฟต เข้มข้นร้อยละ 60 ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด 60 ก. และโซเดียมไธโอซัลเฟต 5 ก. ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มล.
4. สารละลายกรดบอร์ริกเข้มข้นร้อยละ 4 ละลายกรดบอร์ริก 40 ก. ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.
5. สารละลายกรดเกลือ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล
6. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution (ชั่งเมทธิลลีนบูล (methylene blue) 0.2 ก. ละลายในเอทธานอล (ethanol) 200 มล. และชั่งเมทธิลเรด (mehtyl red) 0.05 ก. ละลายในเอทธานอล 50 มล. เวลาใช้นำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : เอทธานอล 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารในบีกเกอร์ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1-2 ก. ถ่ายลงในขวดย่อยโปรตีน โดยใช้กรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มล.ล้างไล่ตัวอย่าง

2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 ก.

3. ใส่ลูกแก้ว 2 เม็ด นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งให้เย็น

4. เติมน้ำกลั่นร้อนลงไปล้างบริเวณคอขวดให้ทั่วและให้ความร้อนต่อไปจนหมดควันของกรดซัลฟุริก ปล่อยทิ้งให้เย็น

5. นำมาถ่ายลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มล. ใช้น้ำกลั่นล้างขวดย่อยโปรตีนให้หมดสารละลายตัวอย่างแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

6. จัดอุปกรณ์กลั่น

7. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล. เติมกรดบอร์ริกเข้มข้นร้อยละ 4 ลงไป 5 มล. ผสมน้ำกลั่น 5 มล. และเติมอินดิเคเตอร์เรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่จะกลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

8. ดูดสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปตขนาดความจุ 10 มล. ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 20 มล.

9. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

10. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จนได้จุดยุติเป็นสีม่วง

11. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2-10

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{Factor}}{W}$$

เมื่อ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็น มล.

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank เป็น มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือเป็น นอร์มัล

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็น ก.

Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม 6.25
(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

1.5 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Egan, et al., 1981)

อุปกรณ์

1. กรวยแยก ขนาด 250 มล.
2. เครื่องปั่น (blender)
3. ปีกเกอร์ขนาด 250 มล.
4. กระบอกตวงขนาด 250 มล.
5. เครื่อง water bath อุณหภูมิ 50-60°ซ
6. ตู้อบ อุณหภูมิ 80°ซ

สารเคมี

1. สารละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์ม 2 ส่วน : เมทธานอล 1 ส่วน

วิธีการ

1. ใส่ตัวอย่างอาหารที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 10-20 ก.ลงในเครื่องปั่น เติมสารละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์มและเมทธานอลประมาณ 3.5 เท่าของน้ำหนักตัวอย่าง ปั่นให้ผสมกัน 1 นาที เทส่วนผสมลงในกรวยแยก

2. ล้างเครื่องมือปั่นด้วย สารละลายผสมของคลอโรฟอร์มและเมทธานอล 50 มล. เทส่วนผสมลงในกรวยแยก

3. เขย่าให้เข้ากัน 2-3 นาที ตั้งทิ้งให้แยกชั้น

4. ไขส่วนล่างที่เป็นคลอโรฟอร์มลงในปีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนัก(อบปีกเกอร์ที่ 105°ซ ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก)

5. ระเหยคลอโรฟอร์มโดยตั้งบนอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 50-60°ซ

6. นำไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 80°ซ เวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาปล่อยทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งบันทึกน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน (ก.)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (ก.)}} \times 100$$

1.6 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (Egan, et al., 1981)

อุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล.
2. บิวเรตขนาด 25 มล.
3. ปิเปตขนาด 10 มล.

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

วิธีการ

1. ใช้ตัวอย่างที่ปั่นละเอียด 10 มล. ใส่ขวดชมพู่ขนาด 50 มล.
2. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 40 มล. แล้วเติมฟีนอล์ฟทาลีน 2 หยด นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

การคำนวณ

$$A = \frac{\text{ไทเทอร์} \times N \times n \times 100 \times 50}{\text{มก.ของตัวอย่างตัวอย่าง} \times 100}$$

เมื่อ A = ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)

N = นอร์มอลของโซเดียมไฮดรอกไซด์

n = มิลลิอิควิวาเลนท์ของกรดซิตริก = 0.07

1.7 การหาค่าความหืน ใช้วิธีการหา TBA No. (Egan, et al., 1981)

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่น
2. ลูกแก้ว
3. เตาไฟฟ้า
4. ปิเปต
5. หลอดทดสอบชนิดมีจุก
6. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

สารเคมี

1. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 4 นอร์มัล.
2. สารป้องกันการเกิดฟอง (antifoam liquid)
3. สารละลายกรดไธโอบาบิทูริก ละลาย 0.2883 ก. ของกรดไธโอบาบิทูริก ลงในกรดอะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 90

วิธีการ

1. แช่ตัวอย่างอาหาร 10 ก. ด้วยน้ำกลั่น 50 มล.เป็นเวลา 2 นาที แล้วถ่ายลงในขวดกลั่นใช้น้ำ 47.5 มล. ล้างภาชนะที่ใส่ตัวอย่างแล้วเทลงขวด
2. เติม 2.5 มล. ของสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 4 นอร์มัล (pH ควรจะเป็น 1.5) แล้วเติมลูกแก้วและสารป้องกันการเกิดฟอง
3. กลั่นให้ได้ของเหลว 50 มล. ภายใน 10 นาที
4. ดูดสารที่กลั่นได้ 5 มล. ลงในหลอดทดสอบที่มีจุกปิด
5. เติม 5 มล. ของสารละลายกรดไธโอบาบิทูริก เขย่าและให้ความร้อนด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที
6. ทำ blank โดยใช้วิธีเดียวกัน ใช้ 5 มล. ของน้ำกลั่นให้ความร้อน 35 นาที
7. นำตัวอย่างและ blank ที่เย็นแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร

การคำนวณ

ค่าความหืน (มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง) = $\frac{7.8 \times \text{ค่าดูดกลืนแสงของ}}{\text{ตัวอย่างที่หัก blank แล้ว}}$

ภาคผนวก ช การวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างจากห้องเย็นอุณหภูมิ - 20°ซ อายุการเก็บรักษา 0,1,2 และ 3 เดือน เปิดปากถุงด้วยมีดที่ปลอดเชื้อ บดตัวอย่างทั้งหมดด้วยเครื่องบดที่ปลอดเชื้อ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count)

โดยวิธี pour plate (Hasegawa , 1987)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)
2. 0.85% normal saline solution

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ชั่งตัวอย่างบด 10 ก. ลงในขวดแก้วที่มี 0.85% normal saline solution ที่ปลอดเชื้อจำนวน 90 มล. แล้วเขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที

1.2 ทำการเจือจางให้เป็น 1:100, 1:1000 และ 1:10000 ตามลำดับ โดยใช้ 0.85% normal saline solution

2. การตรวจนับจุลินทรีย์

2.1 ดูดตัวอย่างจากข้อ 1.3 อย่างละ 1 มล. (ทำ 2 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อ ที่ฆ่าเชื้อแล้ว

2.2 เททับด้วยอาหาร PCA (Plate count agar) ประมาณ 15 มล.

2.3 หมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ แล้วตั้งทิ้งให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที

2.4 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.5 ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

CFU/g = Average no. of colonies x dilution factor

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณ Coliforms และ Escherichia coli

(Hasegawa, 1987)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Lauryl sulphate tryptose broth (LST)
2. EC medium
3. Levine's Eosin Methylene Blue Agar (EMB)
4. Lactose broth

วิธีการ

1. Presumptive test

ใช้ตัวอย่างที่เตรียมเช่นเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ข้อ 1.1-1.2) โดยใช้ปิเปตที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วดูดตัวอย่างละ 1 มล. ใส่ในหลอดทดสอบที่มี Lauryl sulphate tryptose broth (LST) พร้อม Durham tube ทำตัวอย่างละ 3 ความเจือจาง (1:10, 1:100 และ 1:1000) ความเจือจางละ 3 หลอด อบเพาะเชื้อที่ 35-37°ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจผลหลอดทดสอบที่เกิดแก๊สใน Durham tube

2. Confirmed test

เลือกหลอดที่เกิดแก๊สมาทำ confirmed test โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงในหลอดที่เลือกไว้ แล้วเขี่ยลงในหลอดเลี้ยงเชื้อที่มี EC medium (E.C) พร้อม Durham tube บ่มที่ 35°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจผลการวิเคราะห์ หลอดที่เกิดแก๊ส อ่านผลเป็น coliforms ในรูป Most Probable Numbers (MPN)

3. Complete test

เลือกหลอด EC ที่เกิดแก๊ส เขี่ยลงบนจานอาหาร Levine's Eosin Methylene Blue (EMB) agar บ่มที่ 35±0.5°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโคโลนีที่มีสีเขียวเหลือบมันที่มีสีเข้มตรงกลาง (Metallic sheen) โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อแยกเอาโคโลนีเขียวเหลือบมันในแต่ละจานเพาะเชื้อ ใส่ลงในหลอด Lactose broth ที่มี Durham tube บ่มที่ 35±0.5°ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจผลการทดลองโดยสังเกตแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอด Lactose broth นำเชื้อไปทดสอบการสร้างอินโดล, MR VP และการใช้ citrate ซึ่งถ้าเป็น E. coli จะให้ผลเป็น + + - - ตามลำดับ

2.4 การวิเคราะห์ Salmonella spp. (Hasegawa, 1987)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Lactose Broth
2. Selenite Cysteine Broth (SCB)
3. Tetrathionate Brilliant Green Broth (TBGB)
4. Brilliant Green Agar (BGA)
5. Brilliant Sulfite Agar (BSA)
6. Triple Sugar Iron Agar (TSI)
7. Lysine Iron Agar (LIA)

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง (Pre-enrichment)

1.1 ชั่งตัวอย่างบด 10 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปลอดเชื้อ

1.2 เติม lactose broth จำนวน 90 มล. แล้วเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1.3 อบเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

2. Selective enrichment

2.1 ผสม pre-enrichment culture ให้เข้ากัน แล้วดูดมา 1 มล. เติมลงใน TBGB 10 มล. และ SCB 10 มล. อย่างละหลอด

2.2 อบเพาะเชื้อในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 43±0.5°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. การเพาะเชื้อใน selective agar

3.1 นำตัวอย่างจาก selective enrichment medium (2.2) มาเพาะลงบน BGA และ BSA plates

3.2 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3 ตรวจผลลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นดังนี้

- อาหาร BGA : โคโลนีของ Salmonella คือ ไม่มีสีหรือทึบ หรือมีสีชมพูแดง ในขณะที่อาหารมีสีชมพูหรือแดง
- อาหาร BSA : โคโลนีของ Salmonella จะมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ บางครั้งอาจมีโคโลนีสะท้อนแสงอาหารรอบ ๆ โคโลนีมีสีน้ำตาล

4. การจำแนกและการทดสอบทางชีวเคมี

4.1 เลือกเฉพาะโคโลนีที่คาดว่าเป็น Salmonella จากอาหาร BGA และ BSA ถ่ายลงใน TSI และ LIA โดย streaking the slant และ stabbing the butt.

4.2 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.3 ลักษณะเฉพาะของ Salmonella บนอาหาร TSI จะพบสีแดงที่ slant (สภาพเป็นด่าง) และพบสีเหลืองที่ butt (สภาพเป็นกรด) อาจจะมีการสร้าง H_2S ด้วยหรือไม่ก็ได้ (สังเกตสีดำของ butt) ลักษณะเฉพาะของ Salmonella บนอาหาร LIA จะพบเชื้อสามารถเจริญได้ทั้งบริเวณผิวและตามรอยที่แทงลูป อาหารจะมีสีม่วงทั่วหลอด ถ้ามีการสร้าง H_2S จะเห็นเป็นสีดำ

2.5 การวิเคราะห์ Staphylococcus aureus (Hasegawa, 1987)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Baird Parker medium (BP)
2. Brain Heart Infusion broth (BHI)
3. Rabbit plasma

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

   ทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ข้อ 1.1-1.2)

2. การตรวจหา S. aureus (Spread plate method)

   2.1 ดูดตัวอย่างจากข้อ 1.3 จากระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 0.1 มล. ลงบน BP agar plate จำนวน 2 ซ้ำ

   2.2 ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วจาน

   2.3 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

   2.4 ตรวจสอบลักษณะโคโลนี เมื่อครบ 30 ชั่วโมง เลือกนับโคโลนีที่มีสีดำขอบขาว และแววใสรอบโคโลนีมีบริเวณใส (clear zone) เลือกจานที่มีเชื้อเจริญ 30-300 โคโลนี

   2.5 ทำเครื่องหมายตำแหน่งของโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว แล้วนำจานอาหารไปบ่มต่ออีก 18 ชั่วโมง ให้นับโคโลนีที่มีสีดำแวววที่มีหรือไม่มีขอบขาวและไม่มีบริเวณใสด้วย

   2.6 ถ่ายโคโลนีที่คาดว่าเป็น S. aureus ลงใน BHI แล้วอบเพาะเชื้อที่ 35°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

   2.7 ดูดตัวอย่างจาก 2.6 จำนวน 0.1 มล. ลงในหลอดทดสอบแล้วเติม rabbit plasma จำนวน 0.3 มล. (ใช้ sterile tube)

   2.8 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ แล้วตรวจผลการแข็งตัวของพลาสมาหลังจาก 4 ชั่วโมง ถ้าพลาสมายังไม่แข็งตัวให้เก็บหลอดไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วตรวจผลอีกครั้ง เมื่อครบ 2 ชั่วโมง

ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

1.1 การเตรียมตัวอย่าง

ตักน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง (มีอุณหภูมิประมาณ 60-70°ซ) ประมาณ 40 มล. ใส่ถ้วยชิม สุ่มให้ตัวเลขโดยใช้ตารางสุ่ม จัดตัวอย่างให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน พร้อมชิ้นแตงกวาและน้ำเย็นธรรมดาสำหรับล้างปาก

1.2 แบบทดสอบชิม

ชื่อผู้ทดสอบชิม :.....ตัวอย่าง : น้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

วันที่ทดสอบชิม .....เวลา .....น.

กรุณาชิมตัวอย่าง แล้วขีดเส้นตั้งฉากกับเส้นแนวนอนของแต่ละคุณลักษณะ ณ จุดซึ่งตรงกับความรู้สึกของท่านที่มีต่อตัวอย่างพร้อมกับเขียนอักษร S บนเส้นนั้นและขีดเส้นตั้งฉากตรงตำแหน่งซึ่งแสดงระดับที่ท่านต้องการ เขียนอักษร I กำกับเส้นดังกล่าว

คุณลักษณะ		
สีของน้ำซุป	น้อย	มาก
กลิ่นของน้ำซุป	น้อย	มาก
กลิ่นกุ้ง	น้อย	มาก
กลิ่นเครื่องเทศ	น้อย	มาก
รสเปรี้ยว	น้อย	มาก
รสเผ็ด	น้อย	มาก

รสเค็ม _____

น้อย มาก

คุณลักษณะรวม _____

น้อย มาก

ข้อเสนอแนะ .....

2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกุ้งกุลาดำและเห็ดฟางหลังลวก

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างหลังลวกมาให้ตัวเลขโดยตารางเลขสุ่ม จัดตัวอย่างพร้อมกับน้ำเย็นธรรมดาไว้ล้างปากก่อนและหลังชิมแต่ละตัวอย่าง ให้ผู้ทดสอบชิม 9 คน

2.2 แบบทดสอบชิมกุ้งกุลาดำหลังลวก

ในการทดสอบชิมเพื่อพิจารณาคุณภาพการยอมรับของตัวอย่างกุ้งกุลาดำ ขอให้พิจารณาจากปัจจัยคุณภาพดังนี้

1. สี : กุ้งควรจะมีสีส้มหรือแดงสดตามธรรมชาติของกุ้ง
2. กลิ่นรส : กุ้งคุณภาพดีควรมีกลิ่นหอมของเนื้อกุ้งสุก
3. รสชาติ : รสของกุ้งคุณภาพดีควรมีรสหอมหวานของเนื้อกุ้งสุก
4. เนื้อสัมผัส : กุ้งคุณภาพดีควรมีเนื้อสัมผัสยืดหยุ่น ต้านทานแรงกัดเคี้ยว มีความฉ่ำ ไม่นิ่ม เละ หรือเปื่อยยุ่ย
5. คุณลักษณะรวม : เป็นการพิจารณาคุณภาพดังกล่าวทั้งหมดโดยรวม

เกณฑ์ในการให้คะแนน

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

ตารางบันทึกคะแนน

ชื่อ.....วันที่.....

ตัวอย่าง กุ้งกุลาดำลวก หมายเลขตัวอย่าง.....

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ลักษณะรวม

2.3 แบบทดสอบชิมเห็ดหลังลวก

โปรดอ่านคำบรรยายให้เข้าใจก่อนชิม จักขอบคุณยิ่ง

ในการทดสอบชิมเพื่อพิจารณาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางที่ผ่านการลวกมาแล้ว ขอให้พิจารณาจากปัจจัยคุณภาพดังนี้

1. สี : ควรจะมีสีเช่นเดียวกับสีของเห็ดฟางตามธรรมชาติ (ผิวด้านนอกมีสีคล้ำถึงดำ ขณะที่เนื้อด้านในมีสีครีมคล้ายสีน้ำนม)

2. กลิ่นรส : เห็ดลวกที่ดีไม่ควรมีกลิ่นเห็ดที่รุนแรง รวมทั้งไม่ควรมีกลิ่นผิดปกติอื่น ๆ

3. เนื้อสัมผัส : พิจารณาถึงความนุ่ม ความฉ่ำของเห็ด เห็ดลวกที่มีคุณภาพดีเนื้อสัมผัสต้องไม่เละหรือเหนียว หรือมีลักษณะยืดหยุ่นคล้ายฟองน้ำ

4. คุณลักษณะรวม : เป็นการพิจารณาคุณภาพดังกล่าวทั้งหมดโดยรวม

เกณฑ์ในการให้คะแนน

ชอบมากที่สุด	=	9
ชอบมาก	=	8
ชอบปานกลาง	=	7
ชอบเล็กน้อย	=	6

เฉย ๆ	=	5
ไม่ชอบปานกลาง	=	3
ไม่ชอบมาก	=	2
ไม่ชอบมากที่สุด	=	1

ตารางบันทึกคะแนน

ชื่อ ..... วันที่.....

ตัวอย่าง : เห็ดฟางลวก

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ลักษณะรวม

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็ง

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งจากห้องเย็นอุณหภูมิ -20°ซ มาละลายและอุ่นด้วยตู้อบไมโครเวฟ ที่ระดับพลังงาน "LOW" เป็นเวลา 16 นาที เปิดปากถุงและตักใส่ถ้วยชิมให้มีน้ำซุปประมาณ 80 มล. กุ้งกุลาดำ 1-2 ตัว และเห็ดฟาง 2 ชิ้น สุ่มให้ตัวเลขโดยใช้ตารางสุ่ม จัดตัวอย่างให้ผู้ทดสอบชิมพร้อมแตงกวาและน้ำเย็นสำหรับล้างปากก่อนและระหว่างการทดสอบชิม

3.2 แบบทดสอบชิม

โปรดอ่านคำบรรยายให้เข้าใจก่อนทำการทดสอบชิม

ในการทดสอบชิมเพื่อพิจารณาคุณภาพการยอมรับของตัวอย่างขอให้พิจารณาจากปัจจัยคุณภาพดังนี้

สี : ต้มยำกุ้งควรมีสีแดงถึงส้มที่ไม่เข้มมากนัก อันเป็นสีตามปกติของต้มยำกุ้งที่ได้จากตัวกุ้ง และเครื่องปรุงรสที่ใช้ในการเตรียม

กลิ่น : ต้มยำกุ้งที่ดีควรมีกลิ่นหอมของกุ้งสุก มีกลิ่นมะนาว และไม่ควรมีกลิ่นผิดปกติต่าง ๆ เช่น กลิ่นหืน หรือกลิ่นเครื่องเทศที่รุนแรงผิดปกติ

รสชาติ : พิจารณาถึงความกลมกล่อมของรสระหว่างรสเปรี้ยว รสเค็ม รสเผ็ด และรสหวาน

คุณลักษณะรวมของเห็ด : พิจารณาปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของชิ้นเห็ดโดยรวม

คุณลักษณะรวมของกุ้ง: พิจารณาปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของกุ้งโดยรวม

คุณลักษณะรวมของต้มยำกุ้ง: เป็นการพิจารณาปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นโดยรวม

สำหรับการให้คะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

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

ตารางบันทึกคะแนน

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง	
	_____	_____
สี	_____	_____
กลิ่น	_____	_____
รสชาติ	_____	_____
คุณลักษณะรวมของเห็ด	_____	_____
คุณลักษณะรวมของกุ้ง	_____	_____
คุณลักษณะรวมของต้มยำ	_____	_____

**สำหรับคุณลักษณะรวมของกุ้งและเห็ด ถ้าให้คะแนนต่ำกว่า 6 กรุณาบันทึกในช่องหมายเหตุด้วยว่าปัจจัยคุณภาพใดของเห็ดหรือกุ้งที่ท่านไม่ชอบมากที่สุด

หมายเหตุ.....

.....

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
สี	rep	54	0.141	0.003	1.22ns
	treatment	1	0.243	0.243	113.65**
	error	54	0.116	0.002	
	total	109	0.500		
กลิ่นกุ้ง	rep	54	0.273	0.005	<1
	treatment	1	0.207	0.207	26.58**
	error	54	0.420	0.008	
	total	109	0.900		
กลิ่นเครื่องเทศ	rep	54	0.047	0.001	<1
	treatment	1	0.028	0.028	29.19**
	error	54	0.052	0.001	
	total	109	0.127		

ตารางผนวก 1(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำซุปปรุงรสต้มยำกุ้ง

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
รสเปรี้ยว	rep	54	0.049	0.001	1.15ns
	treatment	1	0.113	0.113	143.36**
	error	54	0.043	0.001	
	total	109	0.205		
รสเผ็ด	rep	54	0.065	0.001	1.22ns
	treatment	1	0.001	0.000	<1
	error	54	0.043	0.001	
	total	109	0.109		
รสเค็ม	rep	54	0.086	0.002	1.79*
	treatment	1	0.000	0.000	<1
	error	54	0.048	0.001	
	total	109	0.135		
คุณลักษณะรวม	rep	54	0.086	0.002	1.79
	treatment	1	0.000	0.000	<1
	error	54	0.048	0.001	
	total	109	0.133		

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตของกุ้งกุลาดำ และเห็ดฟางหลังการลวก

	SV	DF	SS	MS	F	
กุ้งกุลาดำ	treatment	5	31.42	6.28	6.23	**
	method (M)	2	28.21	14.11	13.97	**
	blanch (B)	1	3.17	3.17	3.15	ns
	M x B	2	0.04	0.02	< 1	
	error	12	12.11	1.01		
	total	17	43.54			
เห็ดฟาง	treatment	3	68.61	22.87	17.27	**
	treat	1	54.57	54.57	41.21	**
	soanking (s)	1	10.28	10.28	7.77	**
	b x s	1	3.75	3.75	2.83	ns
	error	6	10.59	1.32		
	total	11	79.20			

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งกุลาดำหลังลวก

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F	
สี	rep	14	15.82	1.13	18.94	**
	treatment	5	125.82	25.16	421.64	**
	dip(D)	2	125.49	62.74	1051.30	**
	blanch(B)	1	0.04	0.04	<1	
	DxB	2	0.29	0.14	2.42	ns
	error	70	4.18	0.06		
	total	89	145.82			
กลิ่นรส	rep	14	9.00	0.64	6.82	**
	treatment	5	26.90	5.38	57.06	**
	dip(D)	2	26.86	13.43	142.47	**
	blanch(B)	1	0.01	0.01	<1	
	DxB	2	0.02	0.01	<1	
	error	70	6.60	0.94		
	total	89	42.50			
รสชาติ	rep	14	3.82	0.27	2.38	**
	treatment	5	130.62	26.12	227.33	**
	dip(D)	2	126.82	63.14	551.78	**
	blanch(B)	1	2.84	2.84	24.75	**
	DxB	2	0.96	0.48	4.16	**
	error	70	8.04	0.11		
	total	89	142.49			

ตารางผนวก 3(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งกุลาดำหลังลวก

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เนื้อสัมผัส	rep	14	1.26	0.09	<1
	treatment	5	12.80	2.56	11.54 **
	dip(D)	2	12.20	6.10	27.49 **
	blanch(B)	1	0.04	0.04	<1
	DxB	2	0.55	0.27	1.25
	error	70	15.53	0.22	
	total	89	29.60		
คุณลักษณะรวม	rep	14	11.00	0.78	8.33 **
	treatment	5	30.90	6.18	65.55 **
	dip(D)	2	30.86	15.43	163.69 **
	blanch(B)	1	0.01	0.01	<1
	DxB	2	0.02	0.01	<1
	error	70	6.60	0.94	
	total	89	48.50		

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางหลังลวก

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
สี	rep	14	4.10	0.29	1.15 ns
	treatment	3	0.05	0.01	<1
	dip(D)	1	0.01	0.01	<1
	blanch(B)	1	0.01	0.01	<1
	DxB	1	0.01	0.01	<1
	error	42	10.70	0.25	
	total	59	14.85		
กลิ่น	rep	14	3.73	0.26	1.05 ns
	treatment	3	0.58	0.19	<1
	dip(D)	1	0.15	0.15	<1
	blanch(B)	1	0.41	0.41	1.64 ns
	DxB	1	0.02	0.02	0.02 ns
	error	42	10.66	0.25	0.25
	total	59	14.98		
เนื้อสัมผัส	rep	14	0.23	0.02	<1
	treatment	3	0.32	0.11	1.82 ns
	dip(D)	1	0.02	0.02	<1
	blanch(B)	1	0.15	0.15	2.59 ns
	DxB	1	0.15	0.15	2.59 ns
	error	42	2.43	0.06	
	total	59	2.98		

ตารางผนวก 4(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางหลังลวก

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
คุณลักษณะรวม	rep	14	11.90	0.85	17.00 **
	treatment	3	0.40	0.13	2.67 ns
	dip(D)	1	0.06	0.06	1.33 ns
	blanch(B)	1	0.06	0.06	1.33 ns
	DxB	1	0.26	0.26	5.33 *
	error	42	2.10	0.50	
	total	59	14.40		

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางเคมีของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและกระบวนการผลิตแบบพัฒนาระหว่างการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
ความชื้น	treatment	3	7.30	2.43	2.73 ns
	treatment(t)	1	0.13	0.13	<1
	life (l)	1	1.19	1.19	1.34 ns
	t x l	1	5.97	5.97	6.71 ns
	error	8	7.13	0.89	
	total	11	14.43		
โปรตีน	treatment	3	6.00	2.00	<1
	treatment(t)	1	3.10	3.10	<1
	life (l)	1	2.50	2.50	<1
	t x l	1	0.50	0.50	<1
	error	8	48.50	6.10	
	total	11	54.50		
ไขมัน	treatment	3	53.03	17.68	40.84 **
	treatment(t)	1	30.78	30.78	71.13 **
	life (l)	1	11.56	11.56	26.72 **
	t x l	1	10.68	10.68	24.68 **
	error	8	3.46	0.43	
	total	11	56.49		

ตารางผนวก 5(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางเคมีของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและกระบวนการผลิตแบบพัฒนาระหว่างการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เถ้า	treatment	3	1.72	0.57	<1
	treatment(t)	1	0.86	0.86	1.48 ns
	life (1)	1	0.00	0.00	<1
	t x l	1	0.86	0.86	1.48 ns
	error	8	4.65	0.58	
	total	11	6.37		
ค่าทีบีเอ	treatment	7	3.96	0.56	32.41 **
	treatment(t)	1	0.00	0.00	<1
	life (1)	3	3.94	1.31	75.17
	t x l	3	0.02	0.00	<1
	error	16	0.28	0.01	
	total	23	4.24		
ปริมาณกรด	treatment	7	0.25	0.04	1.44 ns
	treatment(t)	1	0.15	0.15	5.75 *
	life (1)	3	0.06	0.02	<1
	t x l	3	0.05	0.02	<1
	error	16	0.41	0.02	
	total	23			

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและกระบวนการผลิตแบบพัฒนาระหว่างการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
ปริมาณจุลินทรีย์	treatment	7	18.89	2.70	71.89 **
	treatment(t)	3	3.69	3.69	98.26 **
	life (l)	1	14.83	4.94	131.66 **
	t x l	3	0.37	0.12	3.34 **
	error	16	0.60	0.04	
	total	23			

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและกระบวนการผลิตแบบพัฒนาระหว่างการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
สี	treatment	7	9.12	1.30	1.1ns
	treatment (t)	1	0.15	0.15	<1
	life (l)	3	8.88	2.96	2.53ns
	t x l	3	0.08	0.30	<1
	error	64	84.22	1.17	
	total	71	93.35		
กลิ่น	treatment	7	7.49	1.07	1.03ns
	treatment (t)	1	0.31	0.31	<1
	life (l)	3	7.11	2.37	2.28ns
	t x l	3	0.66	0.02	<1
	error	64	74.90	1.04	
	total	71	82.39		
รสชาติ	treatment	7	14	2	5.05**
	treatment (t)	1	12	1	31.06**
	life (l)	3	1	0	1.22ns
	t x l	3	0	0	<1
	error	64	25	0	
	total	71	39		

ตารางผนวก 7(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของต้มยำกุ้งแช่เยือกแข็งที่ผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและกระบวนการผลิตแบบพัฒนาระหว่างการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
คุณลักษณะ	treatment	7	28	4	14.56**
รวมของกุ้ง	treatment (t)	1	26	26	96.82**
	life (l)	3	1	0	1.62ns
	t x l	3	0	0	<1
	error	64	17	0	
	total	71	45		
คุณลักษณะ	treatment	7	7.498	1.07	1.03ns
รวมของเห็ด	treatment (t)	1	0.31	0.31	<1
	life (l)	3	7.11	2.37	2.28ns
	t x l	3	0.06	0.02	<1
	error	64	74.90	1.04	
	total	71	82.39		
คุณลักษณะรวม	treatment	7	26	4	12.60**
	treatment(t)	1	25	2	85.31**
	life (l)	3	1	0	<1
	t x l	3	0	0	<1
	error	64	19	0	
	total	71	44		

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย จักรี ทองเรือง

วัน เดือน ปีเกิด 4 ธันวาคม 2509

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	พ.ศ. 2533