การยืดอายุการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*) สดแกะเปลือกด้วยการแช่สารละลายผสมร่วมกับการแช่เย็น

Retarding Shelf-life of Shucked Fresh Oyster (*Saccostrea cucullata*) by Mixed Solution Soaking in Combination with Chilled Storage

สวามินี ธีระวุฒิ* อัครพล นางแล และ ราตรี คำหอม
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Savaminee Teerawut*, Akkarapon Nanglae and Ratree Khamhom
Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกโดยการศึกษาผลของการแช่สารละลายผสมร่วมกับการแช่เย็นต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสของหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในน้ำประปา (ชุดควบคุม) และน้ำประปาที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน 4 ระดับ ดังนี้ สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบต 3% (Ps), สารละลายโซเดียมแล็กเตต 2.5% (Sl), สารละลายผสมระหว่างโซเดียมแล็กเตต 1.5% และโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% (SP1) สารละลายผสมระหว่างโซเดียมแล็กเตต 2.5% และโพแทสเซียมซอร์เบต 3% (SP2) แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่าหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP2 มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีน้อยที่สุด ($p<0.05$) โดยมี TVB-N และ TMA-N ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ส่วนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP2 นั้นเกิดขึ้นต่ำกว่าการแช่อื่นเช่นกัน เมื่อพิจารณาจากจำนวนจุลินทรีย์ไม่เกิน log 6 cfu/g ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่า การแช่ใน SP2 มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ขณะที่การแช่ใน Ps, Sl และ SP1 มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาตามลำดับเหมือนกัน ส่วนการแช่ใน C มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสให้ผลที่สอดคล้องกันโดยการแช่ใน SP2 มีการยอมรับสูงกว่าสภาวะการแช่อื่นๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเก็บรักษาได้ 7 วัน ส่วนการแช่ใน Sl และ SP1 เก็บรักษาได้ 5 วัน การแช่ใน Ps เก็บรักษาได้ 4 วัน เปรียบเทียบกับตัวอย่างชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษานาน 2 วัน

คำสำคัญ : หอยนางรมสด คุณภาพ การแช่ อายุการเก็บรักษา โพแทสเซียมซอร์เบต

***Corresponding author.** E-mail: sawamin@buu.ac.th.

Abstract

This research aims to retarding shelf-life of shucked fresh oyster (*Saccostrea cucullata*) by mixed solution soaking in combination with storage at low temperatures. The study was based on chemical, microbiological and sensorial changes occuring in the oyster samples were soaked in tap water contain potassium sorbate and / or sodium lactase mixture in concentrations varying 4. level as follow; Ps (3% potassium sorbate), Sl (2.5% sodium lactate), SP1 (1.5% sodium lactate and 1.5% potassium sorbate), SP2 (2.5% sodium lactate and 3% potassium sorbate) and tab water (control) at 4±1°C. It was found that in chemical qualities of SP2 storaged samples was the lowest changes (p<0.05), which TVB-N and TMA-N values were lower than those storage conditions. It also was found that in SP2 storaged samples had the lowest microbiological qualities changes Considering the criteria of microbiology is less than log 6 cfu/g, the total plate counts of SP2 storaged samples were higher than the standard number of microorganisms on day 8 of storage while Ps, Sl and SP1 were higher than standard on day 6 storage and control sample were higher than standard on day 6 storage. Sensory qualities of SP2 storaged samples were higher acceptable score than those storaged conditions throughout the storage of 7 days. While Sl and SP1 storaged samples were 5 days storage and Ps was 4 days storage compared with 2 days storage for control sample.

Keywords : fresh oyster, quality, soaking, shelf-life, potassium sorbate

บทนำ

หอยนางรมเป็นหอยสองฝาที่พบทั่วไปในทะเลบริเวณชายฝั่งของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออก เช่น จันทบุรี ตราด และชลบุรี ซึ่งชนิดที่นิยมเลี้ยงเป็นหอยนางรมพันธุ์เล็กหรือหอยนางรมปากจีบ (Saccostrea cucullata) หอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่วนใหญ่ใช้บริโภคสดทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากหอยนางรมกินอาหารโดยการกรองเอาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและตะกอนดินจากน้ำบริเวณนั้น (คเชนทร เฉลิมวัฒน์, 2544; Klontz & Rippey, 1991) ซึ่งทำให้เกิดการสะสมจุลินทรีย์ไว้ในระบบย่อยอาหารของหอยนางรม และมีข้อมูลบ่งชี้ว่ามักพบการปนเปื้อนจากแบคทีเรียหลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ได้แก่ Coliform, *Vibrio parahaemolyticus* และ *Salmonella* spp. (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2545) การสะสมจุลินทรีย์ดังกล่าวทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคหอยนางรมดิบได้และประกอบกับการจำหน่ายหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกโดยทั่วไปที่มีอายุการเก็บรักษาเพียง 1-2 วัน (สุวรรณา ภาณุตระกูลและคณะ, 2550) เนื่องจากใช้การบรรจุถุงเติมน้ำแล้วรอการจำหน่ายนั้นไม่มีการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำเพียงพอจึงเปิดโอกาสให้เชื้อดังกล่าวเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งในตัวหอยนางรมยังเกิดการเน่าเสียได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวเองโดยเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวหอยนางรม (Gökodlu *et al*., 1998)

ดังนั้นเพื่อเป็นการศึกษาหาวิธีที่ทำให้มั่นใจว่าได้หอยนางรมปากจีบสดที่ปลอดภัยในการบริโภคและไม่มีผลเสียต่อคุณภาพของหอยนางรมปากจีบสดที่เก็บในภาวะอุณหภูมิต่ำ จึงเลือกใช้โพแทสเซียมซอร์เบตและโซเดียมแล็กเตต เพราะสารทั้งสองชนิดสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียและก่อโรคที่มักพบในหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือก โดยเข้าไปทำลายผนังเซลล์ทำให้จุลินทรีย์ลดจำนวนลงและชะลอการทำงานของเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2546) และมีงานวิจัยหลายชิ้นที่พบว่าเกลือของกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาสัตว์น้ำสด เช่น เนื้อปลาแซลมอน (Onchorhynchus nerka) ที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมแล็กเตต มีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 12 วัน และเนื้อปลาคอด (Gadus morhua) ที่เติมโพแทสเซียมซอร์เบตมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสดีกว่าเนื้อปลาที่ไม่มีการเติมสารดังกล่าวตลอดการเก็บรักษาโดยการแช่เย็น (Sallam, 2007, Fernandez-Segovia, 2007) จากความรู้ดังกล่าวจึงได้นำมาประยุกต์ใช้กับหอยนางรมสดแกะเปลือกในการทดลองครั้งนี้ นอกจากนั้นการใช้ความเย็นในการเก็บรักษายังเป็นการชะลอการเสื่อมเสียได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นการนำทั้งสารเคมีและความเย็นมาใช้ร่วมกันจะทำให้ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหอยนางรมสดแกะเปลือกได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่าง: ซื้อหอยนางรมปากจีบสดทั้งเปลือกที่เลี้ยงแบบพวงอุบะแขวนในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 จากสะพานปลา ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี (จำนวน 150 กิโลกรัม) โดยการบรรจุกระสอบแล้วพรมน้ำและขนย้ายมายังห้องปฏิบัติการภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภายใน 20 นาที จากนั้นแกะเอาเนื้อหอยออกมาโดยใช้แท่งเหล็กที่สะอาดและต้องระวังไม่ให้หอยฉีกขาดและอยู่ในสภาพสมบูรณ์

2. การเตรียมสารละลายสำหรับแช่หอย: นำโพแทสเซียมซอร์เบต และโซเดียมแล็กเตต (food grade) มาละลายในน้ำประปาตามระดับความเข้มข้นที่ต้องการใช้ และนำไปแช่เย็นอุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส (เตรียมสารละลายชนิดละ 1.8 ลิตร)

3. การศึกษาการแช่หอยในสารละลายผสม: นำเนื้อหอยนางรมปากจีบสดที่แกะได้ไปล้างด้วยน้ำประปาเย็นอุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ทิ้งให้สะเด็ดน้ำนาน 5 นาทีในตู้เย็น จากนั้นบรรจุหอยลงถุงขนาด 5×8 นิ้ว ถุงละ 20 ตัว (น้ำหนักเนื้อหอย 230 กรัม) เติมสารละลายที่ใช้ในการบรรจุที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน 4 ระดับ ดังนี้ สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบต 3% (Ps), สารละลายโซเดียมแล็กเตต 2.5% (Sl), สารละลายผสมระหว่างโซเดียมแล็กเตต 1.5% และโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% (SP1) สารละลายผสมระหว่างโซเดียมแล็กเตต 2.5% และโพแทสเซียมซอร์เบต 3% (SP2) โดยมีหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกแช่ในน้ำประปาเป็นชุดควบคุม (C) (อุณภูมิของสารละลาย 4±1 องศาเซลเซียส) และน้ำหนักเนื้อหอย: สารละลาย คือ 1:1.5 (w/v)) โดยให้น้ำในถุงท่วมตัวหอย จากนั้นปิดปากถุงให้สนิทและเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) แล้วนำหอยมาวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ

3.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile base nitrogen: TVB-N) และปริมาณไตรเมทิลเอมีน (TMA-N) (Hasegawa, 1987) โดยวิเคราะห์ทุกวันเป็นเวลา 8 วัน และทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

3.2. คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) (AOAC, 1994) และจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้แก่

Escherichia coli/Coliform (AOAC, 1994) *Vibrio cholera* และ *Salmonella* spp. (กรมประมง, 2549) และ *Staphylococcus aureus* (AOAC, 2003) โดยวิเคราะห์ทุก 2 วัน นาน 8 วัน และวิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พิจารณาคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่ใช้เปรียบเทียบในการกำหนดอายุการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่การพบจำนวนจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งเกินค่ามาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2550)

3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส จำนวน 15 คน ใช้การทดสอบแบบ 9 Point Hedonic scale โดย 9 คือ ชอบมากที่สุด และ 1 ไม่ชอบมากที่สุด โดยคุณลักษณะที่ทดสอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยก่อนที่ผู้ทดสอบจะทำการทดสอบชิมรสชาติและเนื้อสัมผัส และความชอบรวมนั้น จะมีการเติมน้ำจิ้ม (ส่วนผสมของน้ำจิ้ม 1 ช้อนชา ยอดกระถิน 1 ช้อนชา และหอมแดงซอยเจียว 1 ช้อนชา) เพื่อให้ใกล้เคียงกับรูปแบบการบริโภคเนื้อหอยนางรมปากจีบสดของผู้บริโภคจริง ซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสนี้ทำการวิเคราะห์ทุก 2 วัน เป็นเวลา 8 วัน (พิจารณาระดับความชอบรวมที่ใช้เปรียบเทียบในการกำหนดอายุการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่คะแนนต่ำกว่า 5 คือ ลักษณะปรากฏ รสชาติ และกลิ่นผิดปกติเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับ)

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ: การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ออกแบบการทดลองแบบ CRD ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสออกแบบการทดลองแบบ RCBD และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อพบว่าความแตกต่างโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

1.1 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N): ค่า TVB-N เป็นดัชนีใช้วัดความสดของสัตว์น้ำโดยตรวจวัดปริมาณสารที่เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด ได้แก่ แอมโมเนีย, เอมีน, ไตรเมทิลเอมีน, ไดเมทิลเอมีน และสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ (นิรชา วงษ์จินดา, 2547; สวามินี ธีระวุฒิ, 2553) ซึ่งในปลาสดควรมี TVB-N 25-30 มก. /100 ก. ผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกมีค่า TVB-N 25-30 มก./ 100 ก. จากนั้นค่า TVB-N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่น้ำประปาเย็นซึ่งเป็นตัวอย่างควบคุม (C) มีค่า TVB-N สูงที่สุดเท่ากับ 79.32 มก./ 100 ก. รองลงมาคือ Sl, Ps, SP1 และ SP2 มีค่า TVB-N ต่ำที่สุดเท่ากับ 42.14 มก./ 100 ก. เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาเกิดการเน่าเสียของหอยนางรมซึ่งอาจเกิดจากการย่อยสลายตัวเองอันเนื่องมาจากเอนไซม์ที่มีอยู่แล้วในหอยนางรมและจุลินทรีย์ในหอยนางรมใช้สารอาหารต่างๆ ในหอยด้วยการสร้างเอนไซม์มาย่อยสลายเนื้อหอยทำให้เกิดการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ในปริมาณมากขึ้น อีกทั้งสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างการเน่าเสียถูกรีดิวซ์โดยแบคทีเรียจนได้เป็นไตรเมทิลเอมีนและแอมโมเนีย (ตรี วาทกิจ, 2552; Gram & Huss, 1996; Gram & Dalgaard, 2002)

การแช่หอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกใน Ps, Sl, SP1 และ SP2 มีผลทำให้ค่า TVB-N (ภาพที่ 1) แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ตลอดเวลาการเก็บรักษา โดย SP2 มีค่า TVB-N ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น เนื่องจากประกอบด้วยสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในหอยนางรมสดถึง 2 ชนิดในปริมาณสูง โดยโซเดียมแล็กเตตมีประสิทธิภาพในการปรับ pH ของหอยนางรมสดให้ต่ำลงทำให้จุลินทรีย์เจริญช้าได้ช้าส่วนโพแทสเซียมซอร์เบตไปรบกวนเยื่อหุ้มเซลล์ ยับยั้งระบบการขนส่ง รบกวนประจุบนเซลล์ส่งผลให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดจึงเกิดช้าลง ทำให้ค่า TVB-N ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น สอดคล้องกับการศึกษาโดย Sallam (2007) พบว่าเมื่อจุ่มเนื้อปลาแซลมอน (*Onchorhynchus nerka*) แล่ในโซเดียมแล็กเตตในช่วงแรกมีค่า TVB-N เท่ากับ 9.23 มก./ 100 ก. และเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นมีค่า TVB-N เท่ากับ 22.7 มก./ 100 ก. และ TVB-N ในเนื้อปลาแซลมอนที่จุ่มในโซเดียมแล็กเตตมีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น และยังให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับ Manju *et al*. (2007) ที่พบว่าเมื่อจุ่มปลาจาระเม็ดดำ (*Parastromateus ninger*) และปลาหมอ (*Etroplus suratensis*) ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบตแล้วบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศมีค่า TVB-N ต่ำที่สุดและมีค่าพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน

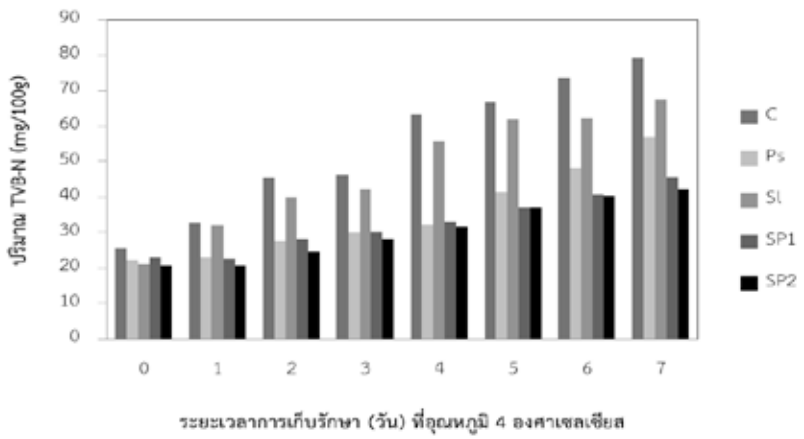
1.2 ปริมาณไตรเมทิลเอมีน (TMA-N): ค่า TMA-N เป็นการวัดการสลายตัวของสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีนแล้วให้สารระเหยที่ก่อให้เกิดกลิ่นคาวและกลิ่นเหม็นเน่าของสัตว์น้ำ โดยกลไกนั้นเกิดจาก TMAO ถูกเปลี่ยนเป็น TMA-N โดยแบคทีเรียที่มีชีวิตอยู่ได้ทั้งในที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ดังนั้นจึงสามารถ

ใช้ TMA-N เป็นดัชนีใช้วัดการเน่าเสียของสัตว์น้ำ โดยในสัตว์น้ำสดกำหนดให้มี TMA-N น้อยว่า 1.5 มก./ 100 ก. แต่ถ้ามีปริมาณสูงถึง 10-15 มก./ 100 ก. จะมีลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับ อย่างไรก็ตามระดับของ TMAO ที่มีในสัตว์ทะเลนั้นแตกต่างกันไปตามชนิด อายุ ขนาด ที่อยู่อาศัย สิ่งแวดล้อมและช่วงเวลา จึงทำให้ระดับ TMAO เริ่มต้นและ TMA-N ที่จะเกิดขึ้นแตกต่างกันไปด้วย (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548) ผลการทดลอง พบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกมีค่า TMA-N 0.02-0.08 มก./ 100 ก. จากนั้นค่า TMA-N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกในชุดควบคุม (C) มีค่า TMA-N สูงที่สุด 0.43 มก./ 100 ก. รองลงมาคือ Sl, Ps, SP1 และ SP2 มีค่า TMA-N ต่ำที่สุด 0.14 มก./ 100 ก. ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ TMA-N เพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง นั้นเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในเนื้อหอยและจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน (Goulas & Kontominas, 2007) อย่างไรก็ตามทั้งหอยนางรมสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP2 และ SP1 มี TMA-N น้อยกว่า Sl และ Ps เนื่องจากประสิทธิภาพร่วมกันของสารทั้งสองชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายชนิดอีกทั้งยังช่วยปรับ pH ได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาโดย Sallam (2007) พบว่าเมื่อจุ่มเนื้อปลาแซลมอนแล่ลงในโซเดียมแล็กเตตในช่วงแรกมี TMA-N 0.65-0.73 มก./ 100 ก. และค่อยๆ เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาและยังสอดคล้องกับการศึกษาโดย นิชนันท์ เธียรพัฒนะวงศ์ และคณะ (2551) พบว่าค่า TMA-N ของหอยนางรมลวกมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เช่นกัน

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยา

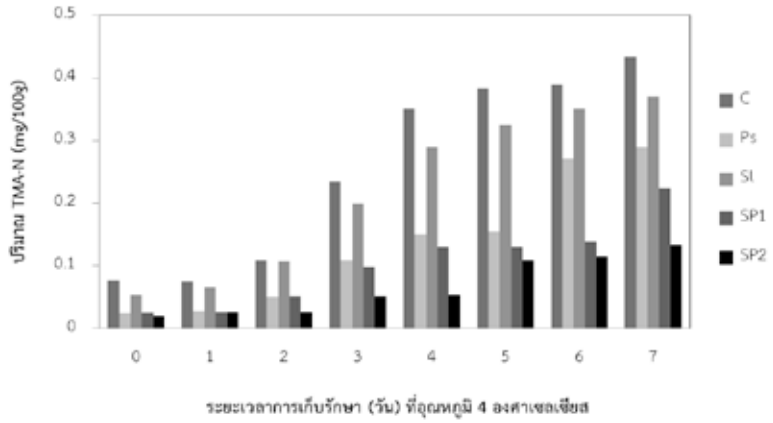
2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count หรือ TPC): วันที่ 0 ของการเก็บรักษา จำนวนจุลินทรีย์ในหอยนางรมสดที่แช่ในสารละลายทุกชนิด คือ log 5 cfu/g (ภาพที่ 3) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นพบว่าหอยนางรมสดที่แช่ใน C มีจำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดแรงดันออสโมซิสในหอยมีความเข้มข้นของเกลือสูงกว่าน้ำประปา ทำให้น้ำประปาไหลเข้าสู่ตัวหอยและแพร่เข้าสู่เซลล์ต่างๆ ปริมาณน้ำที่มากขึ้นอาจส่งเสริมการเน่าเสียจากการย่อยสลายตัวเอง (autolysis) ในตัวหอยนางรม ประกอบกับเกิดการเน่าเสียจากจุลินทรีย์โดยเกิดการสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสารอาหารต่างๆ ในหอยนางรม และใช้สารอาหารที่ถูกย่อยให้เล็กลงในการเจริญ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539) ทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์มากขึ้น

ในขณะที่หอยนางรมสดที่แช่ในสารละลายชนิดอื่น (Ps, Sl, SP1 และ SP2) มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่าตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมแล็กเตตช่วยควบคุม pH ของอาหารทำให้เกิดสภาวะ pH ที่ไม่เหมาะต่อการเจริญและความเป็นกรดยังไปทำลายผนังเซลล์ ส่งผลให้คุณสมบัติของผนังเซลล์เปลี่ยนแปลงไป ความสามารถในการให้สารต่างๆ แทรกซึมผ่านของผนังเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นสาเหตุทำให้เส้นทางขนส่ง



ภาพที่ 1 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) ในหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

C คือ แช่ในน้ำประปา
Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%
Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5%
SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%
SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%



ภาพที่ 2 ปริมาณไตรเมทิลเอมีน (TMA-N) ในหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

C คือ แช่ในน้ำประปา Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%

Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5% SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%

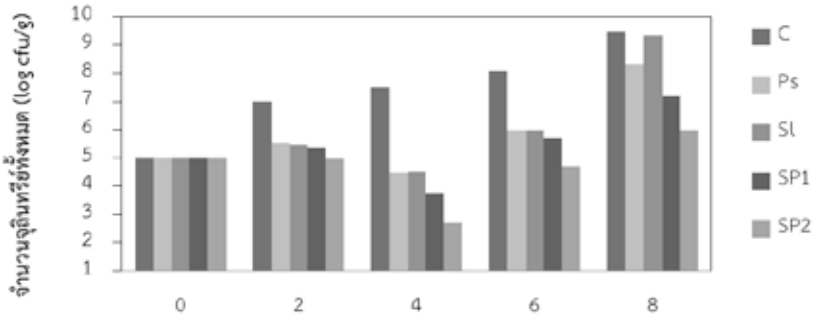
SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%

ของอาหารจากภายนอกเซลล์เข้าสู่ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์เกิดการขัดข้องไปด้วยทำให้การเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ ชะงักและตายในที่สุด (ศิวาพร ศิวเวชช, 2546) ส่วนโพแทสเซียมซอร์เบตนั้นผลต่อการทำงานของเอนไซม์และผนังเซลล์ของจุลินทรีย์รวมทั้งยังไปชะลอการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์จึงช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ (Lappe *et al*., 2009) นอกจากนั้นเกลือของโซเดียมแล็กเตตและโพแทสเซียมซอร์เบตยังไปลดแรงดันออสโมซิสเพราะกรดส่งผลให้ความเข้มข้นของสารละลายภายนอกเซลล์ของหอยนางรมเพิ่มมากขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นของสารละลายที่อยู่ในตัวหอย เซลล์ภายในหอยนางรมไม่เกิดความเสียหายหรือเกิดการซึมผ่านของสารอาหารต่างๆ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถใช้สารอาหารต่างๆ ได้หรือใช้ได้น้องลง

หอยนางรมสดที่แช่ใน Ps, Sl, SP1 และ SP2 มีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงในวันที่ 0 - 4 ของการเก็บรักษา จากนั้นจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นในวันที่ 6 - 8 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 3) สาเหตุอาจเนื่องจากในระยะแรกของการเก็บรักษาจุลินทรีย์ต่างๆ ที่มีอยู่แล้วในหอยนางรมทนต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันออกสโมติกและ pH ของอาหารในสารละลายที่แช่หอยได้ แต่หลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษาจุลินทรีย์ไม่สามารถปรับตัวต่อสภาพสารละลายได้จึงทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหอยนางรมสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP1 และ SP2 ซึ่งประกอบด้วยทั้งโซเดียมแล็กเตตและโพแทสเซียมซอร์เบตสามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ได้กว่าชุดการทดลองอื่น และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารทั้ง 2 ชนิดทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยกลไกที่อธิบายข้างต้นมีเพิ่มขึ้น ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหอยนางรมสดแกะเปลือกที่ใช้ใน SP2 จึงมีจำนวนน้อยที่สุด สอดคล้องกับ Sofos *et al*. (1986) ที่พบว่ากรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบตสามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ของ *Clostridium botulinum* และ *Bacillus aureus* รวมทั้งยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ได้ 99% ใน 12 ชั่วโมง ส่วนเกลือแล็กเตตมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดที่ก่อโรคในอาหารและจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียได้เช่นกัน (ศิวาพร ศิวเวชช, 2546) เช่นเดียวกับการศึกษาของ González - Fandos & Dominguez (2007) ที่ศึกษาผลของโพแทสเซียมซอร์เบต 5% ต่อการยับยั้ง *Listeria monocytogenes* พบว่า *L. monocytogenes* ลดลง 1.3 log cfu/g และเก็บรักษาได้นานกว่าชุดควบคุม 2 วัน

เมื่อพิจารณาจากจำนวนจุลินทรีย์ไม่เกิน log 6 cfu/g ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่า การแช่ใน SP2 มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ขณะที่การแช่ใน Ps, Sl และ SP1 มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาตามลำดับ ส่วนการแช่ใน C มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา

2.2 โคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli*: ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในหอยนางรมสดที่แช่ในสารละลายทุกชนิด คือ log 1.47 cfu/g (ภาพที่ 5) และเมื่อ



ภาพที่ 3 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

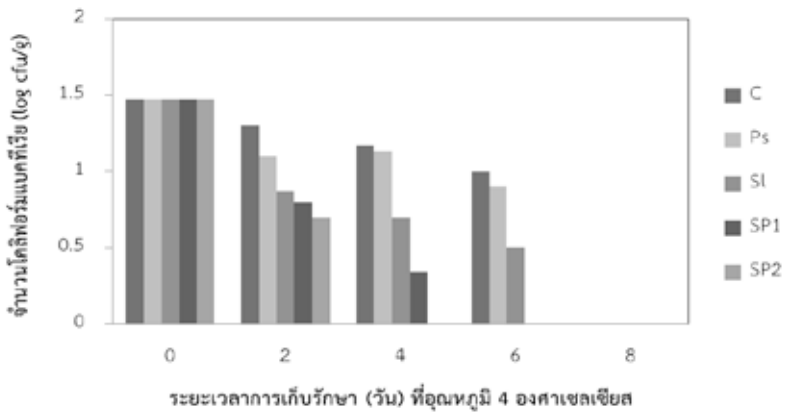
C คือ แช่ในน้ำประปา Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%

Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5% SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%

SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%

ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในหอยนางรมสดที่แช่สารละลายทุกชนิดมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้ง 8 วัน โคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* ในตัวอย่างที่แช่ในสารละลายทุกชนิดมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่ระบุไว้ในอาหารทะเลสำหรับการบริโภคสดโดยต้องมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* น้อยกว่า log 2 cfu/g (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2550)

ซึ่งทั้งโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* นั้น เป็นแบคทีเรียที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะว่าหอยนางรมมีการปนเปื้อนจากแหล่งเลี้ยง กระบวนการผลิต เช่น การขนส่ง การเก็บรักษาก่อนแกะ กระบวนการแกะ การล้าง การบรรจุ ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิที่เพียงพอและไม่ถูกสุขลักษณะ (สุวรรณา ภาณุตระกูล และคณะ, 2550) โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้จะก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษและอาการท้องร่วง (สุวิมล กีรติพิบูล, 2546) และงานวิจัยหลายชิ้นให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการทดลองในครั้งนี้โดย Byrne *et al*. (2002) พบว่าผลของโซเดียมแล็กเตต 4% ทำให้ *E. coli* O157:H7 ลดลง 6.0–7.0 log cfu/g ส่วน Anang *et al*. (2006) พบว่ากรดแล็กติก 0.5% ทำให้ *E. coli* ในเนื้อไก่ลดลง 2.27 log cfu/g



ภาพที่ 4 จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน (ใช้กราฟแท่งแต่เช็คข้อมูลด้วยทำไมจุลินทรีย์สูงตั้งแต่ต้น)

C คือ แช่ในน้ำประปา Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%

Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5% SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%

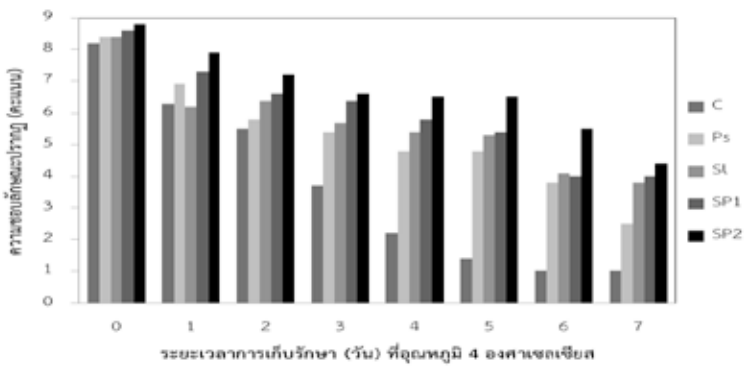
SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%

2.3 *Salmonella* spp., *V. cholera* และ *S. aureus*: ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาไม่พบ *Salmonella* spp, และ *V. cholerae* ในตัวอย่างหอยนางรมสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายทุกชนิด (Ps, Sl, SP1, SP2 และ C) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ไม่ยอมรับให้มีจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดในอาหารทะเลสำหรับการบริโภคสด ส่วนจำนวน *S. aureus* พบเฉพาะในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา (15 cfu/g) และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 วันไม่พบจุลินทรีย์ดังกล่าวในหอยนางรมสดแกะเปลือกที่ใช้ในสารละลายทุกชนิดรวมทั้งตัวอย่างควบคุม อาจเนื่องจากการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาช่วยลดการเจริญของ *S. aureus* ได้ อย่างไรก็ตามอาหารทะเลสำหรับการบริโภคสดต้องไม่พบ *S. aureus* มากกว่า 100 cfu/g

3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหอยนางรมปากจีบสดในทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น และความชอบรวม พบว่า หอยนางรมสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP2 มีคะแนนการยอมรับสูงสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 วัน (คะแนนความชอบรวมต่ำกว่า 5 คะแนน) ซึ่งการที่ SP2 มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุด เนื่องจากกรดไปทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย จึงทำให้กระบวนการเสื่อมสภาพโดยแบคทีเรียหยุดลง (ศิวาพร ศิวเวชช, 2546) ลักษณะโครงสร้างของเนื้อเยื่อจึงถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นได้ช้าลงไปด้วยทำให้กระบวนการเสื่อมคุณภาพโดยเอนไซม์ ซึ่งเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการย่อยสลายตัวเองคือเอนไซม์โปรติเอส เกิดขึ้นช้าๆ จึงชะลอการเสื่อมเสียของหอยนางรมที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสได้

ส่วนหอยนางรมสดที่แช่ในน้ำประปา (C) มีคะแนนความชอบน้อยที่สุด เนื่องจากหอยนางรมมีสีเข้มขึ้นจนถึงเขียว มีเมือกเละ อวัยวะไม่สมบูรณ์ มีการหลุดและฉีกขาดของอวัยวะรอบนอก ซึ่งลักษณะปรากฏที่เปลี่ยนแปลงไปดังกล่าวเกิดจากกระบวนการเสื่อมคุณภาพโดยเอนไซม์ เมื่อหอยนางรมตายลงเอนไซม์ที่เคยย่อยอาหารต่างๆ ที่หอยกินเข้าไปก็เริ่มเกิดการย่อยอาหารและส่วนต่างๆ การย่อยสลายตัวเองเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในตัวของหอยนางรมโดยเอนไซม์จะย่อยเนื้อเยื่อจนนิ่มเป็นการเตรียมสภาพของซากให้แบคทีเรียเข้ามาทำลายได้ง่ายและเกิดการเน่าเสียโดยแบคทีเรียในขั้นต่อมาโดยแบคทีเรียจะอาศัยอาหารจากเอนไซม์ของหอยนางรมเองที่ย่อยได้เพื่อการดำรงชีวิตในระยะแรก ต่อมาแบคทีเรียจึงสร้างเอนไซม์ด้วยตัวเองเพื่อใช้ย่อยเนื้อเยื่อของหอยนางรมต่อไป ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้มีอยู่แล้วในหอยหรืออาจมีการปนเปื้อนมากับกระบวนการต่างๆ ในการผลิตที่ไม่สะอาดได้ (นิรชา วงษ์จินดา, 2547) รวมถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทำให้หอยมีกลิ่นเน่า กลิ่นเหม็นและกลิ่นแอมโมเนียที่รุนแรงมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งกลิ่นผิดปกติต่างๆ เหล่านี้เกิดจากการเสื่อมสภาพจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวในหอยรับออกซิเจนเข้าไปแล้วเกิดเป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ซึ่งจะเกิดการสลายตัวต่อไปเป็นสารที่ระเหยง่าย มีกลิ่นเหม็นหืนและยังทำให้วิตามินที่ละลายอยู่ในไขมันถูกทำลายไปด้วย หอยนางรมเริ่มเสื่อมเสียนั้นมีรสขมและคาวมาก มีกลิ่นรสของสารเคมีซึ่งรสชาติที่ผิดปกติเหล่านี้เกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนในตัวหอยจนได้เป็นสารประกอบเอมีนต่างๆ โดยสารประกอบเอมีนนั้นเป็นสารที่ทำให้เกิดรสขม (บุษกร อุตรภิชาติ, 2550; สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548)

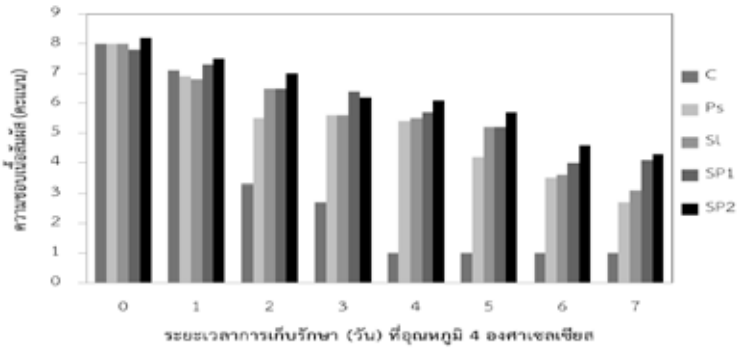


ภาพที่ 5 คะแนนความชอบลักษณะปรากฏหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

C คือ แช่ในน้ำประปา Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%

Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5% SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%

SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%

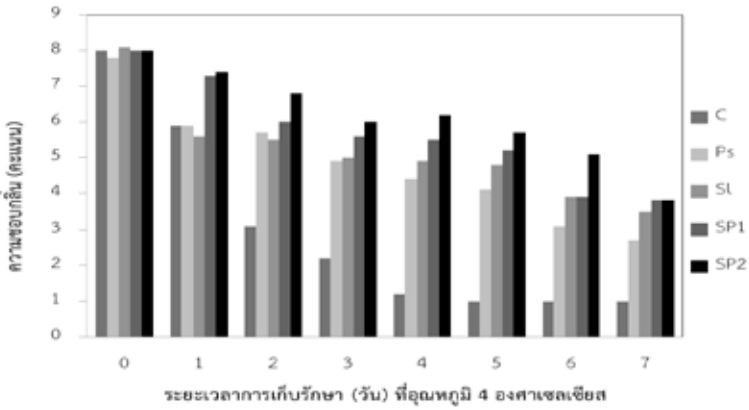


ภาพที่ 6 คะแนนความชอบเนื้อสัมผัสหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

C คือ แช่ในน้ำประปา Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%

Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5% SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%

SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%



ภาพที่ 7 คะแนนความชอบกลิ่นหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

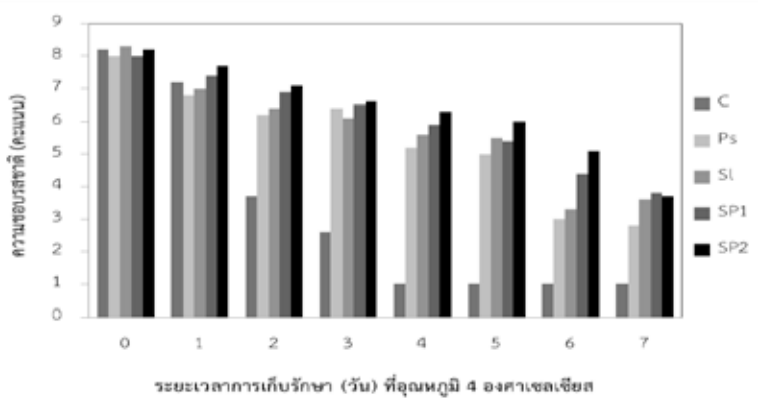
C คือ แช่ในน้ำประปา Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%

Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5% SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%

SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%

สรุปผลการวิจัย

หอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP2 มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีน้อยที่สุด ($p<0.05$) โดยมี TVB-N และ TMA-N ต่ำกว่าการแช่แบบอื่นๆ (Ps, Sl, SP1, SP2 และ C) เช่นเดียวกับคุณภาพทางจุลชีววิทยาของหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP2 นั้นมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าการแช่แบบอื่นเช่นกัน และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ใน SP2 มีค่าเกิน log 6 cfu/g ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ในขณะที่หอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ใน Ps, Sl และ SP1 มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และการแช่ใน C มีจำนวนจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ส่วนจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E. coli* ในตัวอย่างหอยนางรมที่แช่ในสารละลายทุกชนิดยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการที่ยอมรับให้มีในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลเพื่อการบริโภคสด (น้อยกว่า log 2 cfu/g) โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และตรวจไม่พบ *Salmonella* spp.,



ภาพที่ 8 คะแนนความชอบรสชาติหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

C คือ แช่ในน้ำประปา Ps คือ แช่ในโพแทสเซียมซอร์เบต 3%

Sl คือ แช่ในโซเดียมแลคเตต 2.5% SP1 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 1.5% และโซเดียมแลคเตต 1.5%

SP2 คือ แช่ในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบต 3% และโซเดียมแลคเตต 2.5%

ตารางที่ 1 คะแนนความชอบรวมหอยนางรมปากจีบสดแกะเปลือกที่แช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบตและ/หรือโซเดียมแล็กเตตผสมอยู่ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	C	Ps	Sl	SP1	SP2
0^{NS}	8.3±0.82	8.2±0.42	8.3±0.68	8.2±0.79	8.4±0.52
1	7.0^{A}±0.47	6.9^{A}±0.88	6.9^{A}±0.74	7.4^{AB}±0.84	7.6^{B}±0.69
2	3.7^{A}±2.16	6.0^{B}±0.67	6.7^{BC}±0.82	6.4^{BC}±0.52	7.4^{C}±0.69
3	3.1^{A}±2.13	6.0^{B}±0.94	6.0^{B}±1.25	6.4^{B}±0.69	6.7^{B}±0.95
4	1.3^{A}±0.48	5.2^{B}±1.62	5.4^{B}±1.17	$5.9c^{BC}$±0.99	6.8^{C}±0.42
5	1.0^{A}±0.00	4.3^{B}±0.82	5.3^{C}±0.48	5.5^{C}±0.53	6.3^{D}±0.68
6	1.0^{A}±0.00	3.5^{B}±0.97	4.0^{B}±1.05	4.0^{B}±0.82	5.2^{C}±0.63
7	1.0^{A}±0.00	2.8^{B}±1.14	3.2^{BC}±0.79	3.7^{CD}±0.68	4.0^{D}±0.82

A, B, C,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

V. cholera และ *S. aureus*: ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาและการแช่ใน SP2 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะ (ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม) สูงที่สุด โดยเก็บรักษาได้ 7 วัน รองลงมาได้แก่ SP1 และ Sl ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ 5 วันเท่ากัน ส่วน Ps เก็บรักษาได้ 4 วัน และในตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นน้ำประปาที่ตรงกับลักษณะของการเก็บรักษาในท้องตลาดทั่วไปเก็บรักษาได้เพียง 2 วัน ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาหอยนางรมสดแกะเปลือกเพื่อการบริโภคสดให้มีความปลอดภัยต่อการบริโภคและเก็บรักษาได้นาน คือ การแช่หอยนางรมสดแกะเปลือกในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมแล็กเตต 2.5% และโพแทสเซียมซอร์เบต 3% (SP2) ร่วมกับการเก็บรักษาแบบแช่เย็น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2553 และมหาวิทยาลัยบูรพา

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2549). *กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. วันที่ค้นข้อมูล 24 ธันวาคม 2555, เข้าถึงได้จาก http//www.fisheries.go.th/quality/analyse/Trational.pdf.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2550). *เกณฑ์คุณภาพของจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร*. วันที่ค้นข้อมูล 1 ตุลาคม 2555. เข้าถึงได้จาก : http://www.dmsc.moph.go.th /webroot/food/ files/news/news45food/news45_t3.htm.

คเชนทร เฉลิมวัฒน์. (2544). *การเพาะเลี้ยงหอย*. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว.

ตรี วาทกิจ. (2552). *เอกสารประกอบการสอนผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ (Fishery Product)*. คณะวิชาอุตสาหกรรมเกษตร, วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม, มหาวิทยาลัยนครพนม.

นิชนันท์ เธียรพัฒนะวงศ์, พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ และมณฑิรา นพรัตน์. (2551). การยืดอายุการเก็บหอยแครง (Anadara granosa) ลวกโดยใช้สภาพบรรยากาศดัดแปร. ใน *เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 : สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2551* (หน้า 414-421) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. (2545). *ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิรชา วงษ์จินดา. (2547). *คู่มือการดูแลรักษาสัตว์น้ำที่สถานแปรรูปเบื้องต้น*. กรุงเทพ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

บุษกร อุตรภิชาติ. (2550). *จุลชีววิทยาทางอาหาร* (พิมพ์ครั้งที่ 3). สงขลา: โครงการส่งเสริมการผลิตเอกสารวิชาการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ศิวาพร ศิวเวชช. (2546). *วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1*. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

สวามินี ธีระวุฒิ. (2553). *เอกสารประกอบการสอนวิชาหัวข้อเลือกสรรทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 2*. สาขาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. (2548). *เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สุวรรณา ภาณุตระกูล, วันศุกร์ เสนานาญ, ทัศวรรณ ขาวสีจาน, เยาวภา ไหวพริบ และคเชนทร เฉลิมวัฒน์. (2550). *คู่มือการลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในหอยนางรมสดแกะเปลือก*. ชลบุรี: ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุวิมล กีรติพิบูล. (2546). *จุลินทรีย์กับการควบคุมสุขลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร*. กรุงเทพ: ส.ส.ท.

สุมาลี เหลืองสกุล. (2539). *จุลชีววิทยาทางอาหาร (FOOD MICROBIOLOGY)* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพ: ชัยเจริญ.

Anang, D.M., Rusul, G., Bakar, J. & Ling, F.H. (2006). Effects of lactic acid and lauricidin on the survival of *Listeria monocytogenes, Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* O157:H7 in chicken breast stored at 4^{0}C. *J. Food Sci., 18*(8), 961-969.

AOAC. (1994). AOAC Official Method 991.14 Coliforms and Escherichia coli Counts in Foods. Day Rehydratable Film (Petrifilm ™ *E. coli* Coliform Count Plate ™ and Petrifilm ™ Coliform Count Plate ™) Methods. *J. AOAC, 74*, 635.

AOAC. (2003). AOAC Official Method 2003.11 Enumeration of *Staphylococcus aureus* in Selected Meat, Seafood, and Poultry. *J. AOAC Int., 86*, 947.

Byrne, C.M., Bolton, D.J., Sheridan, J.J., Blair, I.S. & McDowell, D.A. (2002). Determination of the effect of sodium lactate on the survival and heat resistance of Escherichia coli O157:H7 in two commercial beef patty formulations. *J. Food Micro., 82*(1), 211-219.

Fernandez-Segovia, I., Escriche, I., Fuentes, A., & Serra, J.A. (2007). Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (Gadus morhua). *J. Food Microbio, 3*, 1-17.

Gökodlu, N., Özden, Ö. & Erkan, N. (1998). Physical, chemical and sensory analyses of freshly harvested sardines (*Sardina pilchardus*) stored at 4 °C. *J. Aquatic Food Product Technology, 7*(2), 5-15.

González – Fandos, E. & Dominguez, J.L. (2007). Effect of potassium sorbate washing on the growth of *Listeria monocytogenes* on fresh poultry. *Food Control, 18*(7), 842-846.

Goulas, A.E. & Kontominas, M.G. (2007). Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry, 100*(1), 287-296.

Gram, L. & Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria—problems and solutions. *Environmental Biotechnology, 13*, 262-266.

Gram, L. & Huss, H.H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int. J. Food Microbiology, 33*, 121-137.

Hasegawa, H. (1987). Laboratory manual on analytical stored at different temperatures. *J. methods and procedures for fish and fish Food Sci*. 55: 1201 - 1205, 1242; 1990. Marine fisheries research department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Singapore.

Klontz, K.C. & Rippey, S.R. (1991). *Epidemiology of Molluscan-borne illnesses*. W.S. Otwell, G.E. Rodrick, R.E. Martin (Eds.), Mollusca and shellfish depuration, CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida pp. 47-58.

Manju, S., Srinivasa, T.K., Leema, J., Ravishankar, C.N. & Kumar, K.A. 2007. Nucleotide degradation of sodium acetate and potassium sorbate dip treated and vacuum packed Black Pomfret (*Parastromateus niger*) and Pearlspot (*Etroplus suratensis*) during chill storage. *J. Food Sci., 102*(3), 699-706.

Sallam, K.I. (2007). Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salts of organic acids. *J. Food chemistry, 101*, 590-600.

Sofos, J.N., Pierson, M.D., Blocher, J.C. & Busta, F.F. (1986). Mode of action of sorbic acid on bacterial cells and spores. *Int. J. Food Microbiology, 3*(1), 1-17.