

ผลของสภาวะการบรรจุต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อหอยตลับลอก (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782)

Effect of packaging condition on quality change of blanched hard clam (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782)

สุแพรวพันธ์ โลหะลักขณาเดช^{1*} และ ชุตินุช สุจริต¹
Supraewpan Lohalaksanadech^{1*} and Chutinut Sujarit¹

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสภาวะการบรรจุต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อหอยตลับลอกโดยมีวิธีการศึกษาโดยการนำหอยตลับลอกจุ่มในสารละลายกรดแลคติกร้อยละ 2 และเก็บในสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือสภาพบรรยากาศปกติ (ตัวอย่างควบคุม) สภาวะสุญญากาศ และสภาวะดัดแปรบรรยากาศ (60%CO₂ : 20%O₂ : 20% N₂) ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อหอยตลับลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยพบว่าเนื้อหอยตลับลอกที่เก็บในสภาวะสุญญากาศ, สภาวะดัดแปรบรรยากาศ และสภาพบรรยากาศปกติ (ตัวอย่างควบคุม) มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า เนื้อหอยตลับลอกมีค่าการสูญเสียน้ำหนัก, TVB-N และ pH เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นในขณะที่คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นเนื้อสัมผัสการยอมรับโดยรวมมีแนวโน้มลดลง (p<0.05) จากคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาเคมีและประสาทสัมผัสสรุปได้ว่าเนื้อหอยตลับลอกที่บรรจุในสภาวะดัดแปรบรรยากาศ มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุในสภาวะปกติและสภาวะสุญญากาศ

คำสำคัญ: หอยตลับ, การบรรจุ, สภาวะดัดแปรบรรยากาศ, สภาวะสุญญากาศ, กรดแลคติก

ABSTRACT: This research was aimed to study the effect of modified atmosphere packaging (MAP) on quality and shelf life of hard clam stored at 4±1°C. Blanched hard clam were packed in air (control), vacuum and 60%CO₂ : 20%O₂ : 20%N₂. The results showed that storage time had significant effect on microbiological quality of all samples. Total plate count of blanched hard clam increased from 2.56 log cfu/g to 5.73, 4.42 and 7.25 log CFU/g at the end of experimental period for the samples packed under vacuum, 60%CO₂ : 20%O₂ : 20% N₂ and air condition, respectively. Weight loss, and TVB-N of all treatments significantly increased as storage time progressed. In contrast, sensory scores tended to decrease with increasing storage time. MAP conditions had significant effects on weight loss TVB-N, pH and sensory scores of blanched hard clam (P<0.05).

Keywords: hard clam, modified atmosphere, packaging, microbiological quality, lactic acid

¹ สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

Department of Food Industry and Fishery Product, Faculty of Science and Fishery Technology, Rajamangala University of Technology, Srivijaya, Trang Campus

* Corresponding author: supraewpan@yahoo.com

บทนำ

หอยตลับจัดเป็นสัตว์น้ำประเภทหอยสองฝาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย การบริโภคภายในประเทศนิยมบริโภคในลักษณะ ลวกหรือสด แต่เนื่องจากหอยเป็นสัตว์น้ำที่เน่าเสียได้ง่าย และมีความชื้นสูง ซึ่งการเน่าเสียจะเกิดขึ้นทันทีหลังจากหอยตาย และจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวหอยเอง และจากจุลินทรีย์ (Vanugopal and Gopkumar, 2017) นอกจากจะทำให้เกิดการเน่าเสียแล้ว จะทำให้เกิดกลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่ผิดปกติ ซึ่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เกิดได้ในทุกขั้นตอน ได้แก่ การเก็บเกี่ยว การขนส่ง การเก็บรักษา การใช้อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ได้ อีกทั้งการใช้อุณหภูมิที่ต่ำมากเกินไปจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นการใช้อุณหภูมิต่ำจึงต้องทำควบคู่กับวิธีการอื่น ๆ ที่เหมาะสม ได้แก่ การใช้ความร้อนในการทำลายจุลินทรีย์บางส่วน การใช้กรดอินทรีย์บางชนิดที่ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และทำให้กลิ่นรสของอาหารดีขึ้น

การบรรจุแบบสภาวะปรับบรรยากาศ (modified atmosphere packaging, MAP) หมายถึงการปรับองค์ประกอบบรรยากาศรอบ ๆ ผลิตภัณฑ์ให้แตกต่างจากองค์ประกอบของบรรยากาศปกติโดยปรับองค์ประกอบของบรรยากาศเฉพาะตอนเริ่มต้นของการเก็บรักษาเท่านั้น โดยทั่วไปในการปรับบรรยากาศนิยมใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N_2) และออกซิเจน (O_2) เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดร่วมกัน (Djordjevic et al 2018 ; Rodrigues et al., 2018) เนื่องจากก๊าซดังกล่าวมีข้อดีคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ก๊าซออกซิเจนช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนและรักษาสีของเนื้อ และก๊าซไนโตรเจนช่วยในการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและการยุบตัวของบรรจุภัณฑ์ (Narasima and Sachindra, 2002) ปริมาณก๊าซออกซิเจน ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นำมาใช้ในสภาวะปรับบรรยากาศในสัดส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์และความต้องการของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอาหารและการยอมรับของผู้บริโภคแต่แนวทางอันหนึ่ง

จะคำนึงถึงความปลอดภัยจากจุลินทรีย์การเปลี่ยนแปลงทางปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากก๊าซที่นำมาใช้และความคงตัวของสีในตัวผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหอยตลับที่มีการบรรจุในสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือสภาวะบรรยากาศปกติ (ตัวอย่างควบคุม) สภาวะสุญญากาศ และสภาวะบรรยากาศดัดแปร $60\%\text{CO}_2:20\%\text{O}_2:20\%\text{N}_2$

วิธีการศึกษา

ตัวอย่างหอยตลับซื้อจากชาวประมง อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง นำส่งหอยมีชีวิตบรรจุกระสอบ ให้เวลาขนส่งประมาณ 30 นาที มายังห้องปฏิบัติการสัตว์น้ำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง นำมาล้างทำความสะอาด นำหอยตลับลงแช่น้ำในน้ำเดือดนาน 30 นาที แกะเอาเนื้อหอยตลับออก โดยผู้แกะเนื้อหอยมีการควบคุมความสะอาดตามหลักสุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร โดยการสวมถุงมือ ผ่าคลุมผมและปิดปาก ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ มีด ภาชนะ ใส่หอยหลังแกะเปลือกผ่านการลวกด้วยน้ำร้อน เนื้อหอยที่แกะได้นำไปเก็บในตู้เย็น อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และใช้ในการทดลองภายใน 2 ชั่วโมง

การเตรียมการทดลอง โดยการนำเนื้อหอยที่เตรียมไว้ลงไปจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 2 นาน 30 วินาที หลังจากนั้นนำมาวางให้สะเด็ดน้ำในตู้เย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำเนื้อหอยตลับที่ได้บรรจุในถุงปลอดเชื้อ ถุงละ 300 กรัม โดยแบ่งสภาวะการบรรจุเป็น 3 สภาวะ คือ สภาวะบรรยากาศปกติ สภาวะสุญญากาศ และสภาวะดัดแปรบรรยากาศ โดยใช้เครื่องบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ (Technovac, Vacomat, Italy) จากนั้นเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 3 วัน วิเคราะห์คุณภาพของหอยตลับ ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ทางเคมี ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) วัดโดยใช้เครื่อง pH-meter (Satorius, Docu pH meter, Germany) ส่วนปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile base nitrogen (TVB-N) โดยวิธีของ Conway (1962) 2) การศึกษาคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *Escherichia coli*,

Vibrio parahaemolyticus and *Staphylococcus aureus* (AOAC., 1995) และ 3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สุ่มตัวอย่างเนื้อหอยตลับลวกที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น สี และเนื้อสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบระดับห้องปฏิบัติการซึ่งได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คนโดยใช้ผู้ทดสอบชุดเดียวกันตลอดการทดลอง เกณฑ์การให้คะแนนแบบ 4 - Point scoring test โดยการให้คะแนน 1 - 4 ดังนี้

สี

- เนื้อหอย ต้องสมบูรณ์ มีสีตามธรรมชาติ 4
- เนื้อหอย ต้องสมบูรณ์ มีสีตามธรรมชาติ มีตัวหนิเล็กน้อย เช่น รอยฉีกขาดของเนื้อ 3
- เนื้อหอยไม่สมบูรณ์ มีสีของเนื้อจางลงจากธรรมชาติ มีตัวหนิ เช่น รอยฉีกขาดของเนื้อ 2
- เนื้อหอยไม่สมบูรณ์ มีสีผิดธรรมชาติ มีตัวหนิชัดเจน 1

กลิ่น

- มีกลิ่นตามธรรมชาติของหอย 4
- มีกลิ่นตามธรรมชาติของหอยจางลง แต่ไม่มีกลิ่นผิดปกติใดๆ 3
- มีกลิ่นคาวของไตรเมทิลเอมีนเล็กน้อย 2
- มีกลิ่นคาวชัดเจนหรือกลิ่นผิดปกติอื่นๆ เช่น กลิ่นน้ำมัน 1

เนื้อสัมผัส

- เนื้อหอยแน่น ต้องสมบูรณ์ 4
- เนื้อหอยมีความแน่นเนื้อลดลง 3
- เนื้อหอยมีความแน่นเนื้อน้อย เนื้อนิ่ม 2
- เนื้อหอยนิ่มมาก เนื้อเละ 1

การวิเคราะห์ทางเคมีและจุลชีววิทยาใช้การวางแผนการทดลองแบบ CBD (Complete Block Design) วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) คะแนนที่ได้จากการประเมินนำไปหาค่าเฉลี่ยวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเคมี

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่างพบวาระยะเวลาที่มีผลต่อค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่าความเป็นกรดต่างมีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงแรก และมีแนวโน้มสูงขึ้น (Figure 1) ขณะเดียวกันจะเกิดการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจน (nitrogenous compounds) เช่น TVB-N ทำให้ค่าความเป็นกรดต่างเพิ่มสูงขึ้น (Sikorski, 1990) อุณหภูมิที่สามารถชะลอการเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ได้ทำให้การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดต่างเป็นไปอย่างช้า ๆ สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ในตัวอย่างควบคุมสำหรับค่าความเป็นกรดต่างของตัวอย่างที่บรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ ค่าความเป็นกรดต่างลดลงในช่วงวันที่ 3 การลดลงของค่าความเป็นกรดต่างในช่วงแรกของการเก็บรักษานั้นเนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เติมลงไปจะละลายเข้าไปในหอยตลับและเกิดการแตกตัวกลายเป็นกรดคาร์บอนิก ทำให้ค่าความเป็นกรดต่างลดลง จากการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างสภาวะของการบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศและแบบบรรยากาศปกติ และสุญญากาศ แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ (Figure 2) ระหว่างสภาวะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติ และสุญญากาศ โดยสภาวะที่บรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า TVB-N ได้ดีที่สุด โดยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาพบว่ามีความเท่ากับ 22.15 มิลลิกรัม/10 กรัมตัวอย่าง ซึ่งจากรายงานของ นิรัช (2548) สัตว์น้ำที่มีคุณภาพดีควรมีค่า TVB-N ไม่เกิน 25 - 30 มิลลิกรัม/100 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศมีการเพิ่มปริมาณ CO_2 เข้าไปในบรรจุภัณฑ์มากกว่าปกติ และจำกัดสัดส่วนก๊าซ O_2 สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าชุดการทดลองที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติโดยทำให้อัตราการย่อยสลายโครงสร้างโปรตีนและกรดอะมิโนต่าง ๆ เกิดขึ้นช้าลง ส่งผลให้จุลินทรีย์เจริญได้น้อย เนื่องจากมีสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญ (สวามิณี และคณะ, 2559)

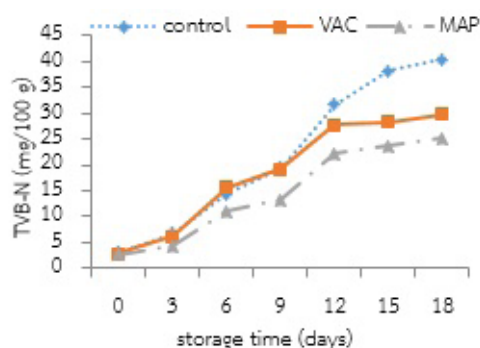
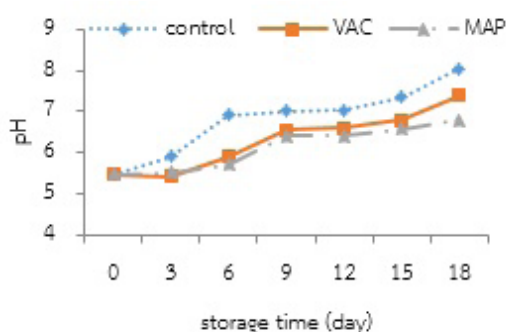


Figure 1 pH of blanched hard clam stored at $4\pm1^{\circ}\text{C}$. Figure 2 TVB-N of blanched hard clam stored at $4\pm1^{\circ}\text{C}$.

Control หมายถึง สภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ

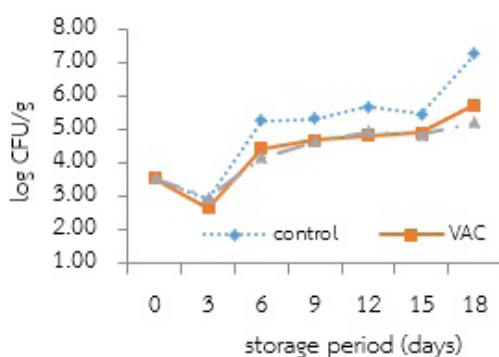
VAC หมายถึง การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

MAP หมายถึง สภาวะการบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ (60%CO₂:20%O₂:20%N₂)

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของเนื้อหอยดัดแปลงพบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่สภาวะต่าง ๆ พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (Figure 3) อย่างไรก็ตามในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษาจุลินทรีย์มีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการใช้อุณหภูมิ ต่ำมีผลไปชะลอกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ภายใน เซลล์ของหอยดัดแปลงและจุลินทรีย์ (วิชญา, 2548) และมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการย่อยสลายตัวเองทำให้เกิดการย่อยสลายโครงสร้างของโปรตีนให้เป็นโครงสร้างเล็ก ๆ ได้ช้าลง ดังนั้นจุลินทรีย์จึงไม่สามารถนำสารอาหารเหล่านั้นไปใช้ในการเจริญ ทำให้ชะลอการเน่าเสียได้ในช่วงต้นของการเก็บ

รักษา โดยเนื้อหอยดัดแปลงที่เก็บภายใต้บรรยากาศปกติจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์มากที่สุด รองลงมาได้แก่สภาวะสุญญากาศ และสภาวะดัดแปรบรรยากาศ ตามลำดับ ICMSF (1986) ได้กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกต้องมีจุลินทรีย์ไม่เกิน 7 log cfu/g ผลการตรวจ *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างหอยดัดแปลงในทุกสภาวะการบรรจุตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่พบจุลินทรีย์ดังกล่าว อาจเนื่องจากระหว่างเตรียมการทดลองมีการควบคุมความสะอาดและป้องกันการปนเปื้อนและการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสซึ่งไม่เหมาะสมต่อ การเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคดังกล่าว



Control หมายถึง สภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ

VAC หมายถึง การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

MAP หมายถึง สภาวะการบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ (60%CO₂:20%O₂:20%N₂)

Figure 3 TVC of blanched hard clam stored at $4\pm1^{\circ}\text{C}$.

3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นคะแนนทางด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของเนื้อหอยตลับจากทุกสภาวะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Figure 4-6)

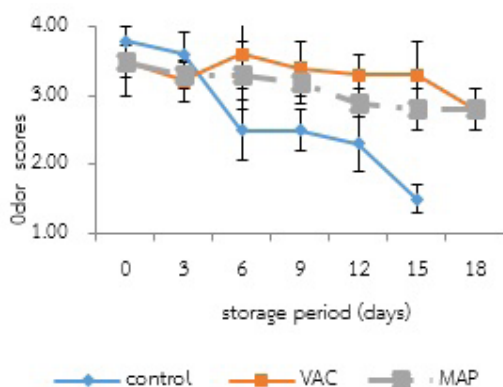


Figure 4 color score of blanched hard clam stored at $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

เนื้อหอยตลับจากทุกสภาวะมีกลิ่นสดลดลงในขณะที่มีกลิ่นคาวและเหม็นเปรี้ยวมากขึ้นทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหอยตลับเกิดการเน่าเสียและการเจริญของจุลินทรีย์มากขึ้นโดยเนื้อหอยตลับจากที่เก็บรักษายาวได้สภาวะบรรยากาศดัดแปรมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นช้ากว่าเนื้อหอยตลับจาก

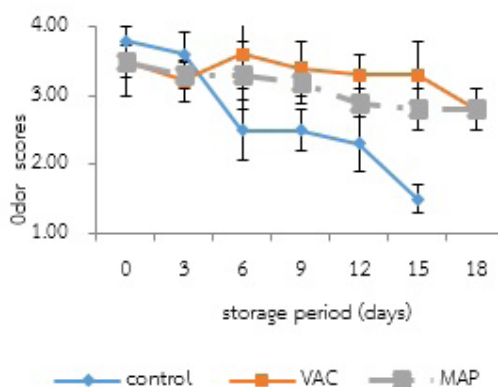


Figure 5 odor score of blanched hard clam stored at $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

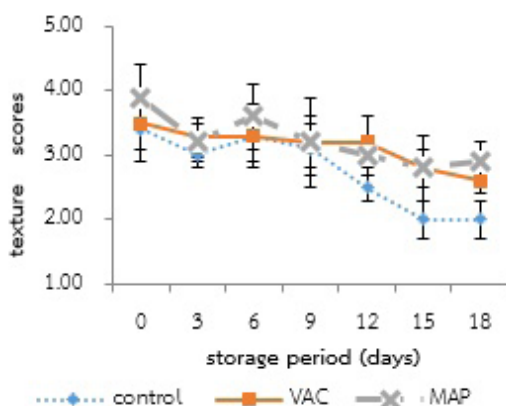


Figure 6 texture score of blanched hard clam stored at $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา สำหรับผลการทดสอบทางด้านสีพบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นเนื้อหอยตลับจากทุกสภาวะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีขาวนวลเป็นสีน้ำตาลอ่อน ในขณะที่ผลการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสพบว่าเนื้อหอยตลับจากที่บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศ

Control หมายถึง สภาวะบรรจุแบบบรรยากาศปกติ
VAC หมายถึง การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ
MAP หมายถึง สภาวะการบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ (60%CO₂:20%O₂:20%N₂)

ปกติและที่สภาวะสุญญากาศ มีการเปลี่ยนแปลงจากเนื้อแน่นเป็นลักษณะเนื้อนิ่ม ยุ่ย ส่วนการบรรจุในสภาวะดัดแปรบรรยากาศ ให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสที่สูงกว่า การบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศ ทำให้ชะลอการเน่าเสียได้และเมื่อการเน่าเสียเกิดช้าลง การสลายตัวของกรดอะมิโน glycine และ arginine ซึ่งให้รสชาติความหวานของสัตว์น้ำถูกชะลอออกไป

อีกทั้งคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำยังคงมีอยู่ ดังนั้นเนื้อสัตว์น้ำยังคงยืดหยุ่น ไม่นิมและ ทำให้ผู้บริโภคยังยอมรับได้ (McMillin, 2008)

สรุปผลการศึกษา

การบรรจุโดยใช้สภาพบรรยากาศดัดแปรสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเนื้อหอยตลับลวกได้นานขึ้น (12 วัน) โดยเนื้อหอยตลับลวกที่มีการบรรจุในสภาวะปรับบรรยากาศ $60\%CO_2:20\%O_2:20\%N_2$ มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์เคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสน้อยที่สุด ส่งผลให้เนื้อหอยตลับลวกที่เก็บรักษาสภาวะดังกล่าวมีคุณภาพดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุในสภาวะสุญญากาศและสภาวะบรรยากาศปกติ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยซึ่งได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าศรีราชา ประจำปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

- สวามิณี ธีระวุฒิ ปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน, รัชดาภรณ์ อาจพงษ์. 2559. ชาเขียวและวิตามินซีกับการชะลอการเสื่อมคุณภาพของเนื้อหอยแมลงภู่สุก: คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 21 (2) : 1-16
- วิชชญา นระภาแก้ว. 2548. การยืดอายุการเก็บหอยเป่าฮือ (*Halotis asinina*) โดยการปรับสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: 167 น.
- นิรชา วงศ์จินดา. 2548. คู่มือการดูแลรักษาสัตว์น้ำในสถานแปรรูปสัตว์น้ำเบื้องต้น. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th edition. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. Method 17. pp 1-108.

- Conway, E.J. 1962. Micro diffusion analysis and volumetric error. 5th edition. Crosby Lockwood and Son Ltd. London.
- Djordjevic, J., Boskovic, M., Starcevic, M., Ivanovic, J., Karabasil, N., Dimitrijevic, Malian, Z., Baltic. 2018. Survival of *Salmonella* spp. in minced meat packaged under vacuum and modified atmosphere. Braz. J. Microbiol, 49, 607–613.
- ICMSF. 1986. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Sampling plans for fish and shellfish. In: ICMSF, Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications Vol. 2 (2nd edn), ed. ICMSF, Toronto, Canada: University of Toronto Press
- McMillin, K.M. 2008. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. Meat Sci. 80, 43-65
- Narasimha Rao D, Sachindra NM. 2002. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. Food Rev Int. 18, 263–293.
- Rodriguez, M.B.R., Conte-Junior, C.A., Carnelro, C.S., Lazaro, C.A., and Mano, S.B. 2015. Biogenic amines as a quality index in shredded cooked chicken breast fillet stored under refrigeration and modified atmosphere. J. Food Process Pres., 39, 2043–2048.
- Sikorski, Z.E. 1990. Seafood : Resources Nutritional Composition and Preservation. CRC Press Inc, Florida.
- Vanugopal, V and R. Gopkumar. 2017. Shellfish: Nutritive Value, Health Benefits, and Consumer Safety. Compr. Rev. Food Sci. F. 16, 1219-1242