การยืดอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของกุ้งขาวสุกระหว่างการเก็บรักษาด้วยการแช่เย็น

Extension of Shelf Life and Physical Quality Changes of Cooked Pacific White Shrimp During Cold Storage

ทรงพล สงวนทรัพย์[1], สวามินี ธีระวุฒิ[1*] และ ปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน[2]

Songbhol Sa-Nguansub[1], Savaminee Teerawut[1*]and Patiyut Kwan-on[2]

[1] ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[2] สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

[1] Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

[2] Department of Agro-Industry Product Development, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan - Ok

Received : 12 June 2017

Accepted : 13 July 2017

Published online : 18 July 2017

บทคัดย่อ

กุ้งขาวเป็นอาหารที่มีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อย่างไรก็ตามกุ้งขาวเกิดการเน่าเสียได้อย่างรวดเร็วซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรสชาติและเนื้อสัมผัสนิ่มเละ ดังนั้นการเคลือบเนื้อกุ้งขาวต้มด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านจุลินทรีย์ และสารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอการเน่าเสียในเนื้อกุ้งขาวได้ โดยการประเมินผลของสารละลายชาเขียว และโซเดียมแอสคอร์เบตต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและ ประสาทสัมผัสของกุ้งขาวสุกเคลือบสารละลายอัลจิเนต 0.002% (TA) และเคลือบสารละลายชาเขียว (GT) ผสมโซเดียมแอสคอร์เบต (AA) ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ T112 (1.25% GT + 1.25% AA), T106 (1.25% GT + 0.625% AA), T212 (2.5% GT + 1.25% AA) และ T206 (2.5% GT + 0.625% AA) จากนั้นเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่ากุ้งขาวสุกที่ T212 มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ (แรงเฉือน และค่าสี (L*, a* และ b*)) น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสเมื่อใช้คะแนนความชอบรวมมากกว่า 5 คะแนนในการกำหนดอายุการเก็บรักษา พบว่ากุ้งขาวสุกที่ T212 มีคะแนนการยอมรับสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ($p \leq 0.05$) โดยมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 28 วัน ในขณะที่ T112, T206, T106 และ TA มีสามารถเก็บได้นาน 28, 26, 22 และ 16 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ชาเขียว โซเดียมแอสคอร์เบต กุ้งขาวสุก คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส

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

Abstract

Pacific white shrimp have impressive delicious and nutritious. However, shrimp are highly perishable which results in an obvious off-taste and soft texture. Therefore, the cooked white shrimp were coated with green tea and sodium ascorbate solution, which is an antimicrobial and antioxidant were retarded the shrimp spoilage. The evaluation of green tea and sodium ascorbate on the physical and sensory quality of cooked white shrimp. The cooked shrimp were coated with 0.002% alginate solution (TA) and green tea (GT) combined sodium ascorbate (AA) solution in 4 different concentrations: T112 (1.25% GT +1.25% AA), T106 (1.25% GT + 0.625% AA), T212 (2.5% GT + 1.25% AA) and T206 (2.5% GT + 0.625% AA). Then were stored at a refrigerator ($4 \pm 1\ ^{O}C$). The results indicated that T212 shrimp coated had the lower physical changes (shear force and color (L *, a *, and b *)) than other treatments ($p \leq 0.05$). Using the overall acceptance score to determine the shelf life, T212 shrimp treated had the highest shelf life for more than 28 days, while T112, T206, T106 and TA were 28, 26, 22 and 16 days respectively.

Keywords : green tea, sodium ascorbate, cooked white shrimp, physical quality, sensorial quality

บทนำ

กุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) เป็นสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งในประเทศไทย ทั้งยังมีรสชาติและเนื้อสัมผัสเฉพาะตัวทำให้นิยมนำมาบริโภคและแปรรูป กุ้งขาวเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งแร่ธาตุที่สำคัญ เช่นแคลเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก (Atsawa-ketmanee, 2007) แต่เนื่องจากกุ้งขาวเกิดการเน่าเสียได้ง่าย จากทั้งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และเอนไซม์ในตัวกุ้ง ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการและมูลค่าที่ลดลง ปัจจุบันมีงานวิจัยหลายฉบับได้กล่าวถึงการใช้ชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่มีประสิทธิภาพสูง ทั้งยังมีส่วนช่วยในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Fereahtian *et al*., 2014) มาใช้ในการเก็บรักษากุ้งขาวสด (Nirmal & Benjakul, 2011) และหอยนางรมสด (Xi, Liu & Su, 2012) เนื่องจากสารประกอบในชาเขียว (Catechins) และโซเดียมแอสคอร์เบต ที่มีโครงสร้างของหมู่ hydroxyl group (OH) มีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์จุลินทรีย์ การสังเคราะห์ดีเอ็นเอเพื่อเพิ่มจำนวน และการสร้างเอนไซม์ของจุลินทรีย์เพื่อมาย่อยสลายเนื้อสัตว์น้ำ (Hatano *et al*., 2008) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการนำชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตมาใช้ในการรักษาคุณภาพของเนื้อกุ้งขาวสุก ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงประสิทธิภาพของชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสพร้อมทั้งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อกุ้งขาวสุก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารละลายสำหรับเคลือบ

นำผงชาเขียว (GT) (Shaoxing Royal Tea Village Co., Ltd., China) และโซเดียมแอสคอร์เบต (AA) (Changsha Winner Bio - Tech Co. Ltd., China) มาละลายในสารละลายอัลจิเนต 0.002% จนได้เป็นสารละลายผสมของสารละลายชาเขียวร่วมกับโซเดียมแอสคอร์เบต (GT + AA) ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันตามชุดการทดลอง ดังนี้ TA

(0.002% Alginate), T112 (1.25% GT + 1.25% AA), T106 (1.25% GT + 0.625% AA), T212 (2.5% GT + 1.25% AA) และ T206 (2.5% GT + 0.625% AA) (Teerawut *et al.,* 2016)

2. การเตรียมตัวอย่าง

กุ้งขาว (*L. vannamei*) สด (ขนาด 60 - 70 ตัว/กิโลกรัม)จากสะพานปลา ต.อ่างศิลา อ.เมือง จ.ชลบุรี นำกุ้งขาวใส่ถุงพลาสติกแล้วบรรจุลงในกล่องสไตโรโฟม (อัตราส่วนน้ำแข็ง : กุ้ง คือ 1 : 2) จากนั้นขนส่งด้วยรถยนต์มายังห้องปฏิบัติการภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา แล้วนำกุ้งขาวมาแกะเปลือก ผ่าหลัง และเอาลำไส้ออก (เนื้อกุ้งที่แกะได้ต้องมีลักษณะสมบูรณ์ไม่มีการฉีกขาด) แล้วต้มเนื้อกุ้งในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95 ± 2 องศาเซลเซียส จนกระทั่งอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางตัวกุ้งเป็น 75 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที (ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค (Atsawa-ketmanee, 2007) และไม่มีผลต่อรสชาติและสีของกุ้งขาวต้มสุก (Kiatpaiboon, 2010)) จากนั้นนำเนื้อกุ้งต้มมาเคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตตามความเข้มข้นต่าง ๆ ตามข้อ 2.1 (กุ้ง 150 กรัม : สารละลาย 1 ลิตร) (อุณหภูมิสารละลาย 4 ± 1 องศาเซลเซียส) นาน 30 วินาที พักให้สะเด็ดน้ำ 1 นาที แล้วนำไปเคลือบด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.002% นาน 30 วินาที พักให้สะเด็ดน้ำ 1 นาที นำเนื้อกุ้งมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (ขนาด 6 x 9 นิ้ว) ถุงละ 20 ตัว ปิดผนึกด้วยความร้อน นำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส จากนั้น ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

3. การวิเคราะห์คุณภาพ

- คุณภาพทางกายภาพ โดยนำกุ้งขาวสุกมาวัดค่าสี (L*, a* และ b*) (Spectrophotometer Minolta CM - 3500d, Japan) และค่าแรงเฉือน (Hounsfield's Universal Testing Machine, China) ใช้ใบมีดชนิด HDP/WBV Warner Bratzler blade set ความเร็วที่ใช้ทดสอบ pre - test speed 2.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post - test speed 2.50 mm/sec, target mode strain 100% และ trigger force 5.0 g วัดบริเวณปล้องที่ 4 ของตัวกุ้งนับจากส่วนหัว ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ทุก 2 วัน เป็นเวลา 28 วัน

- คุณภาพทางประสาทสัมผัส นำเนื้อกุ้งมานึ่งด้วยไอน้ำร้อนเป็นเวลา 3 นาที ก่อนให้ผู้ทดสอบชิม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ให้คะแนนความชอบใน 5 คุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Point hedonic scale โดย 9 คือ ชอบมากที่สุด และ 1 ไม่ชอบมากที่สุด ทำการวิเคราะห์ทุก 2 วัน เป็นเวลา 28 วัน (พิจารณาอายุการเก็บรักษาจากคะแนนความชอบรวมต่ำกว่า 5 คะแนน)

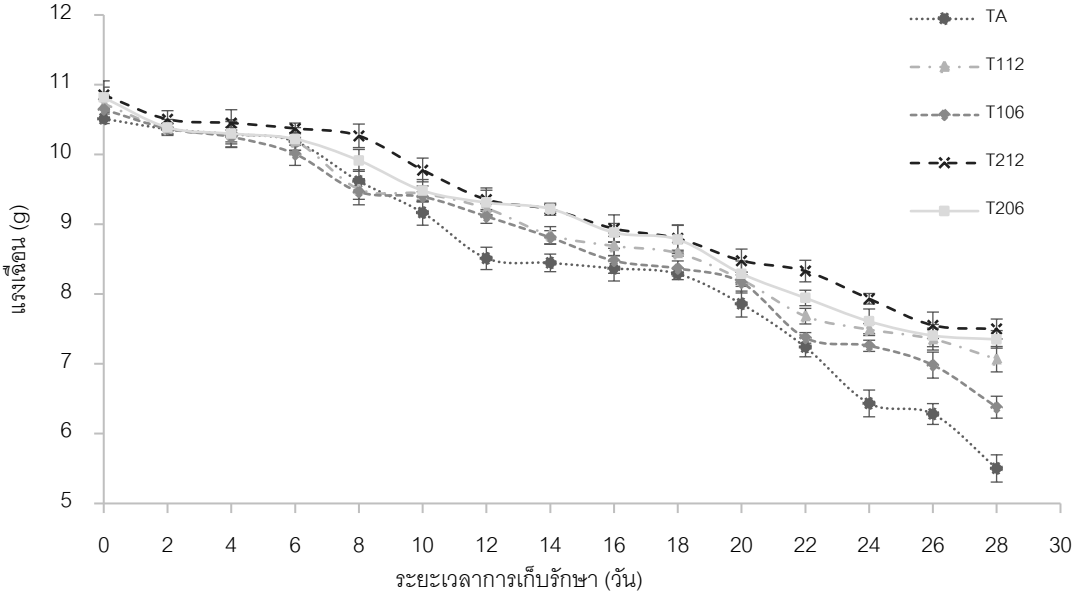
4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ คุณภาพทางกายภาพออกแบบการทดลองแบบ CRD คุณภาพทางประสาทสัมผัสออกแบบการทดลองแบบ RCRD และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. คุณภาพทางกายภาพ

1.1 ค่าแรงเฉือน: โดยทั่วไปสัตว์น้ำสดมีค่าแรงเฉือนสูง เนื่องจากโครงสร้างโปรตีนยังอยู่ในสภาพดี มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นสูง (Leungsakul, 1998) เนื้อกุ้งขาวสุกทุกชุดการทดลอง ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาเนื้อกุ้งขาวสุกมีค่าแรงเฉือนระหว่าง 10.51 - 10.85 g และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$, ภาพที่ 1) โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเนื้อกุ้งขาวสุกชุดการทดลอง T212 มีค่าแรงเฉือนสูงที่สุด 7.50 $\pm$ 0.14 g รองลงมา

ได้แก่ T206, T112, T106 และ TA ซึ่งมีค่าแรงเฉือนน้อยที่สุด 5.50 ± 0.20 g เนื่องจากการย่อยสลายโครงสร้างของโปรตีนโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ทำให้โปรตีนเสียสภาพ กล้ามเนื้อเกิดความอ่อนนุ่ม ค่าแรงเฉือนจึงมีค่าน้อย (Teerawut *et al.,* 2014) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ (Zhang *et al*., 2015) ที่พบว่ากุ้งขาว (*L. vannamei*) สดมีค่าแรงเฉือนลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น



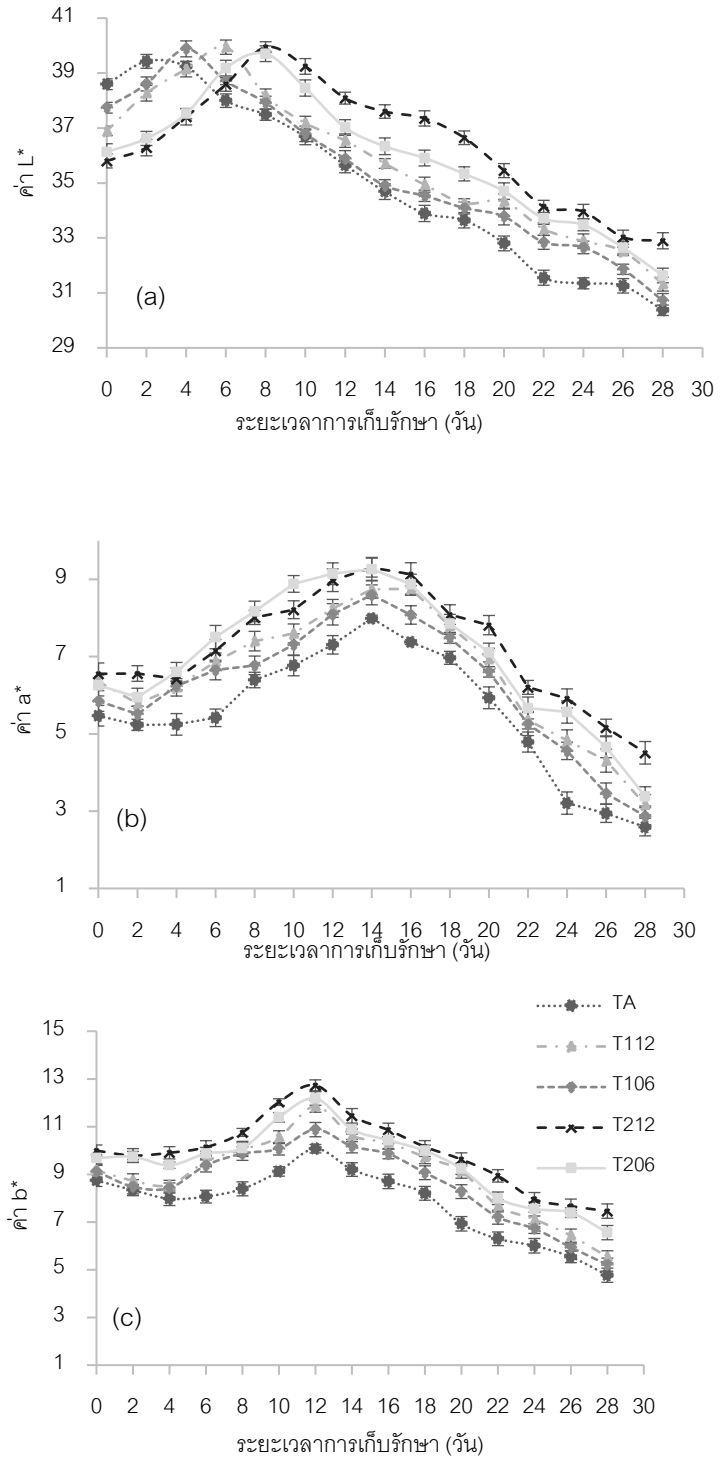
ภาพที่ 1 ค่าแรงเฉือนของกุ้งขาวสุก (ปล้องที่ 4) เคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

ค่าแรงเฉือนของกุ้งขาวสุกที่เคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบต (T112, T106, T212 และ T206) มีค่าแรงเฉือนสูงกว่า TA เนื่องจากสารประกอบ Catechins ในชาเขียว และโซเดียมแอสคอร์เบต ที่ในโครงสร้างมีหมู่ hydroxyl group (OH) ที่ทำให้กระบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์จุลินทรีย์หยุดชะงัก การสร้างเอนไซม์ของจุลินทรีย์เพื่อมาย่อยสลายโครงสร้างโปรตีนของสัตว์น้ำจึงเกิดน้อยลง (Hatano *et al*., 2008) เมื่อโครงสร้างของโปรตีนยังไม่เกิดการเสื่อมสลายมากนัก จึงยังคงมีความยืดหยุ่นอยู่สูงดังนั้นจึงมีค่าแรงเฉือนที่สูงอยู่ โดยกุ้งขาวสุกเคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตความเข้มข้นสูงที่สุดคือ T212 ทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ส่งผลต่อค่าแรงเฉือนของกุ้งขาวสุกที่ T212 มีมากตามความเข้มข้นของสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตด้วย สอดคล้องกับ (Li *et al*., 2012) พบว่าเนื้อปลาคาร์ฟ (*Carassius auratus*) ที่ใช้สารโพลีฟีนอลจากชาในการเก็บรักษามีค่าแรงเฉือนสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และ (Nirmal & Benjakul, 2012) พบว่ากุ้งขาว (*L. vannamei*) สดแช่เย็นที่เก็บรักษาด้วยชาเขียวและกรดแอสคอร์บิกสามารถยับยั้งการเกิดเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการลดลงของค่าแรงเฉือนได้ดีเช่นกัน

1.2 ค่าสี (L*, a* และ b*): ค่า L* เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกความสว่างของสี มีค่า 0 - 100 คือเมื่อค่า L* เท่ากับ 0 จะเป็นสีดำ และเมื่อค่า L* มากแสดงว่าสีสว่างมาก ในส่วนของค่า a* คือ ค่าแสดงระดับสีแดง - เขียว คือเมื่อค่า a*

มีค่าบวกจะแสดงลักษณะสีแดงและเมื่อค่าเป็นลบจะแสดงลักษณะสีเขียว และที่ค่า b* คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง - น้ำเงิน คือเมื่อค่า b* มีค่าบวกจะแสดงลักษณะสีเหลือง และเมื่อค่าเป็นลบจะแสดงลักษณะสีน้ำเงิน จากผลการศึกษาพบว่าในช่วง 2 วันแรกของ TA, 4 วันแรกของ T106, 6 วันแรกของ T112 และ 8 วันแรกของ T206 และ T212 มีการเพิ่มขึ้นของค่า L* เช่นเดียวกับค่า a* และ b* ที่มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 14 วันแรกของการเก็บรักษาของกุ้งขาวสุกในทุกชุดการทดลอง ทั้งนี้เกิดจากสีของสารละลายชาเขียวที่ใช้เคลือบทำให้เนื้อกุ้งขาวสุกมีสีขาวอมเหลือง ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากค่า L* ในวันที่ 0 โดยชุดการทดลอง T212 และ T206 ที่ใช้สารละลายชาเขียวความเข้มข้นสูงที่สุดมีค่า L* ต่ำที่สุดเนื่องจากเนื้อกุ้งขาวมีสีขาวอมเหลืองเข้มกว่าชุดการทดลองอื่น จากนั้นเมื่อสีของสารละลายชาเขียวเริ่มจางลง รวมถึงการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ตามระยะเวลาการเก็บรักษา จุลินทรีย์เหล่านั้นจะสร้างเอนไซม์มาย่อยสลายโครงสร้างโปรตีนที่จับกับรงควัตถุทำให้สีของเนื้อกุ้งซีดจางลง (Asli *et al*., 2008) ประกอบกับโซเดียมแอสคอร์เบตที่มีคุณสมบัติในการเป็น reducing agent ที่สามารถไปลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Nirmal & Benjakul, 2012) ค่า L*, a* และ b* ลดลงตามไปด้วย ($p \leq 0.05$, ภาพที่ 2) เช่นเดียวกับ (Martinez-Alvarez *et al*., 2009) พบว่ากุ้งตะกาด (*Parapenaeus longirostris*) สุกทั้งในชุดการทดลองที่ใช้สารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดแอสคอร์บิกหรือไม่ใช้สารเคมีในการยืดอายุการเก็บรักษามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า L* และ a* ในช่วง 7 วันแรก และมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น

เมื่อพิจารณาจากกุ้งขาวสุกที่เคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบต (T112, T106, T212 และ T206) พบว่าชุดการทดลอง T212 มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a* และ b*) ช้ากว่าชุดการทดลองอื่นที่มีความเข้มข้นชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตต่ำกว่า เนื่องจากมีความเข้มข้นของชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตสูงที่สุด ทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อกุ้งมีมากกว่าชุดการทดลองอื่น การเปลี่ยนแปลงค่าสีจึงเกิดขึ้นน้อยกว่า สอดคล้องกับ (Nirmal & Benjakul, 2012) พบว่ากุ้งขาว (*L. vannamei*) สดแช่น้ำแข็งจุ่มในสารละลายชาเขียวร่วมกับกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นสูงที่สุด สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าชุดการ ทดลองอื่น ๆ เช่นเดียวกับ (Nirmal & Benjakul, 2011) พบว่ากุ้งขาว (*L. vannamei*) สดแช่น้ำแข็งจุ่มในสารละลายชาเขียวร่วมกับกรดแอสคอร์บิก สามารถยับยั้งการเกิดเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงค่าสีได้ดีกว่าชุดการทดลองที่ใช้ชาเขียว เพียงอย่างเดียว ถึงแม้ชุดการทดลอง T212 จะเป็นชุดการทดลองที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสีได้ช้าที่สุด แต่การเคลือบด้วยสารละลายชาเขียวส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า b* โดยพบว่าในชุดการทดลอง T212 มีค่า b* สูงกว่าชุดการทดลองอื่นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งเป็นผลจากสีขาวอมเหลืองบนเนื้อกุ้ง จากการเคลือบสารละลายชาเขียวที่ความเข้มข้นสูงสุด ทำให้เมื่อทำการตรวจวัดค่า b* จึงมีค่าสูงที่สุด และลักษณะสีขาวอมเหลืองบนเนื้อกุ้งนี้เกิดขึ้นกับชุดการทดลองอื่นที่เคลือบด้วยสารละลายชาเขียวด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 2 ค่า L* (a), a* (b) และ b* (c) ของกุ้งขาวสุก (ปล้องที่ 4) เคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

2. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

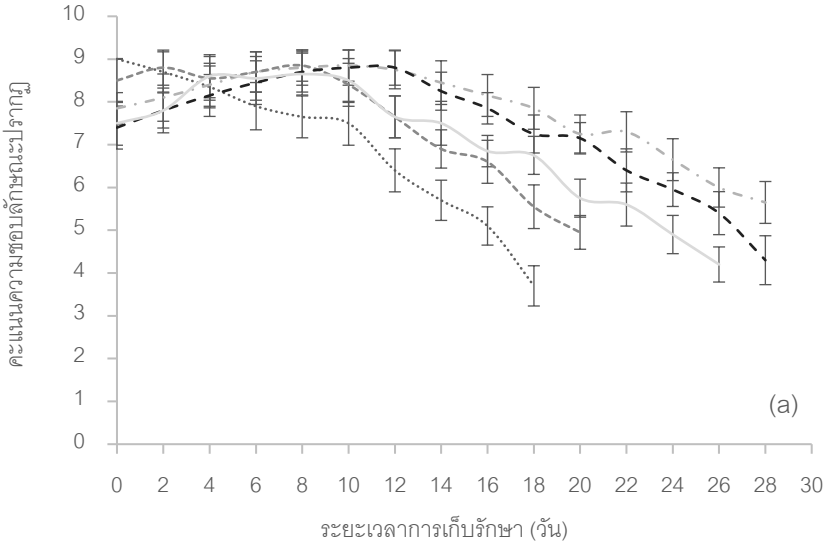
จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุก ๆ คุณลักษณะของกุ้งขาวสุก พบว่าคะแนนการยอมรับของกุ้งขาวสุกในชุดการทดลอง TA ที่ไม่มีการเคลือบชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตมีการลดลงตลอดระยะเวลาการรักษา ($p \leq 0.05$, ภาพที่ 3) โดยทั่วไปเนื้อกุ้งสุกจะมีรสชาติหวาน กลิ่นหอม เนื้อขาวมีจุดสีส้มเด่นชัด และมีเนื้อสัมผัสยืดหยุ่น เนื่องจากโปรตีนของเนื้อกุ้งที่ยังคงสภาพดี กรดอะมิโนต่าง ๆ เช่น ไกลซีน ที่ส่งผลต่อกลิ่นรสของเนื้อกุ้งรวมถึงเม็ดสีในโปรตีนที่ยังไม่ถูกทำลาย แต่เมื่อเนื้อกุ้งเกิดการเน่าเสีย โครงสร้างโปรตีนถูกทำลาย ทำให้เนื้อกุ้งความยืดหยุ่นลดลง เม็ดสีที่เคยจับอยู่กับโปรตีนถูกปลดปล่อยสีของเนื้อกุ้งจึงซีดลง กรดอะมิโนที่เคยให้รสชาติหวานถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ในตัวสัตว์น้ำและเอนไซม์ที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น (Wongjinda, 2004) ทำให้รสหวานลดลงและเกิดกลิ่นต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ต่อผู้บริโภค

หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่น พบว่าในช่วง 0 - 10 วันแรกของการเก็บรักษา กุ้งขาวสุกที่เคลือบสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบต (T112, T106, T212 และ T206) มีคะแนนการยอมรับทั้ง 2 คุณลักษณะน้อยกว่าชุดการทดลอง TA เป็นผลมาจากเนื้อกุ้งมีสีขาวอมเหลืองจากสารละลายที่ใช้เคลือบ รวมถึงกลิ่นของสารละลายชาเขียวที่มีมากในช่วงแรกของการเก็บรักษาทำให้ผู้ทดสอบรับรู้กลิ่นหอมหวานของเนื้อกุ้งได้น้อยในช่วง 10 วันแรกโดยชุดการทดลองที่มีคะแนนน้อยที่สุดในวันที่ 0 คือ T212 ที่มีความเข้มข้นของชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตมากที่สุด ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวส่งผลให้เนื้อกุ้งมีสีขาวอมเหลืองมากกว่าและมีกลิ่นหอมของเนื้อกุ้งจางกว่าชุดการทดลองอื่นที่มีความเข้มข้นรองลงมา จากนั้นเมื่อสีและกลิ่นของชาเขียวจางลง เนื้อกุ้งที่เคยมีสีขาวอมเหลืองมีสีขาวขึ้น กลิ่นของเนื้อกุ้งชัดเจนขึ้น ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนการยอมรับสูงขึ้นตลอด 10 วันแรกของการเก็บรักษา และหลังจากวันที่ 10 จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เนื้อกุ้งเกิดการเน่าเสียเกิดลักษณะปรากฏและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้คะแนนการยอมรับลักษณะปรากฏ และกลิ่นลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากโปรตีนถูกย่อยสลายจากเอนไซม์ในเนื้อกุ้งและจุลินทรีย์ ทำให้เม็ดสีที่เคยจับอยู่กับโปรตีนในเนื้อกุ้งถูกปลดปล่อย สีของเนื้อกุ้งจึงซีดลง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับลดลง โดยชุดการทดลองที่มีคะแนนลักษณะปรากฏ และกลิ่นสูงที่สุดคือ T112 รองลงมาคือ T212, T206 และ T106 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$, ภาพที่ 3 (a,b))

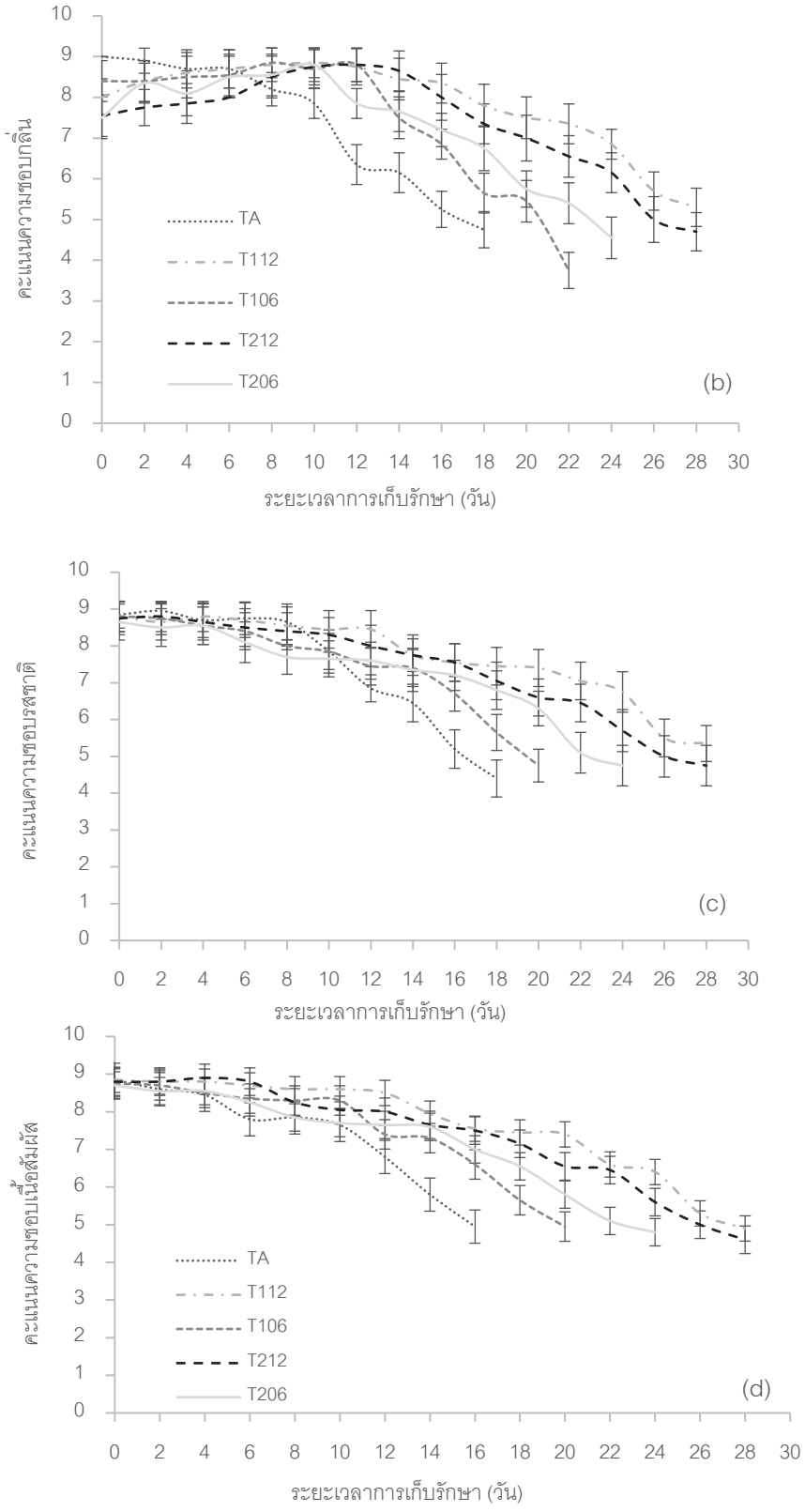
ในส่วนของคุณลักษณะด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส พบว่ากุ้งขาวสุกในทุกชุดการทดลองมีคะแนนการยอมรับลดลงตลอดระยะการเก็บรักษาเนื่องจากเมื่อเนื้อกุ้งเกิดการเน่าเสีย โครงสร้างโปรตีนถูกทำลาย เนื้อกุ้งมีความยืดหยุ่นลดลง กรดอะมิโนที่เคยให้รสชาติหวานถูกนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ ทำให้รสชาติหวานของเนื้อกุ้งลดลง ด้วยเหตุนี้ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสน้อยลง ซึ่งชุดการทดลองที่มีคะแนนการยอมรับดังกล่าวสูงที่สุดคือ T112 รองลงมาคือ T212, T206, T106 และ TA ที่ไม่เคลือบชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบต ($p \leq 0.05$, ภาพที่ 3 (c,d)) อย่างไรก็ตามชุดการทดลองที่มีประสิทธิภาพชะลอการเน่าเสียที่ดีที่สุดหากพิจารณาจากความเข้มข้นของสารละลายดังเช่น T212 ที่ควรมีคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุดเพราะมีค่าแรงเฉือนมากที่สุด กลับมีคะแนนน้อยกว่า T112 เนื่องจากผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าเนื้อกุ้งของ T212 มีลักษณะแห้งและยืดหยุ่นน้อยกว่า T112 จึงให้คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของ T212 น้อยกว่า ซึ่งอาจเกิดจากความเข้มข้นของชาเขียวที่สูงกว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนทำให้เนื้อกุ้งมีลักษณะแห้งและไม่ยืดหยุ่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Mitsumoto *et al*., 2005) ที่พบว่าเนื้อวัวและเนื้อไก่บดผสมชาเขียวที่ความเข้มข้นสูงมีคะแนนความนุ่ม (tenderness) น้อยกว่าชุดการทดลองที่มีความเข้มข้นรองลงมา ซึ่งลักษณะแห้งและไม่ยืดหยุ่นของเนื้อกุ้งดังกล่าวมีผลต่อค่าแรงเฉือนของใบมีดที่ตัดลงบนเนื้อกุ้งที่

เป็นการบ่งบอกคุณภาพทางกายภาพ ซึ่งพบว่าชุดการทดลองที่มีความเข้มข้นของชาเขียวสูง (T212 และ T206) มีค่าแรงเฉือนสูงกว่าชุดการทดลองที่มีความเข้มข้นของชาเขียวรองลงมา

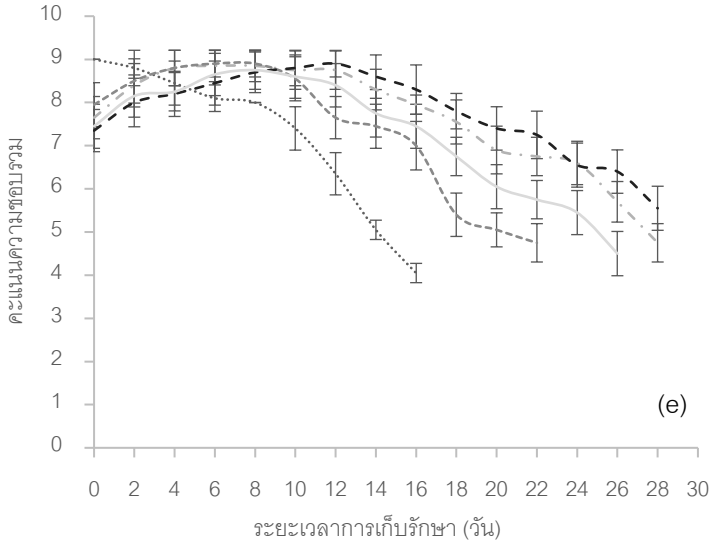
เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบรวมพบว่าในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษากุ้งขาวสุกมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับลักษณะปรากฏ และกลิ่น แต่หลังจาก 10 วันของการเก็บรักษา พบว่ากุ้งขาวสุกในชุดการทดลอง T212 กลับมีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดตลอดจนระยะเวลาการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$, ภาพที่ 3 (e)) เนื่องจาก T212 มีความเข้มข้นของชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตมากที่สุด ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจึงมีมากตามไปด้วย ทำให้สามารถชะลอการเน่าเสียได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น ถึงแม้ T212 จะมีคะแนนการยอมรับคุณลักษณะอื่นน้อยกว่า T112 เนื่องจากสีที่คล้ำของเนื้อกุ้ง กลิ่นหอมของเนื้อกุ้งจางกว่า รสชาติหวานน้อยกว่า หรือมีเนื้อสัมผัสที่แห้งไม่ยืดหยุ่น ซึ่งลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษาเท่านั้น หลังจากนั้นเมื่อสีของชาเขียวจางลงเนื้อกุ้งมีสีขาวขึ้น กลิ่นของเนื้อกุ้งชัดเจนขึ้น เนื้อสัมผัสแห้งลดลง มีความฉ่ำน้ำ และยืดหยุ่นมากขึ้น ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนการยอมรับที่สูงขึ้นกว่า T112



ภาพที่ 3 คะแนนความชอบลักษณะปรากฏ (a) กลิ่นของกุ้งขาวสุกเคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน



ภาพที่ 3 (ต่อ) คะแนนความชอบลักษณะปรากฏ (b) รสชาติ (c) เนื้อสัมผัส (d) ของกุ้งขาวสุกเคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบต ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน



ภาพที่ 3 (ต่อ) ความชอบรวม (e) ของกุ้งขาวสุกเคลือบด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบต ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

การเคลือบเนื้อกุ้งขาวสุกด้วยสารละลายชาเขียวและโซเดียมแอสคอร์เบตช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ (แรงเฉือน และค่าสี L* a* b*) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาวสุกได้ โดย T212 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการชะลอการเปลี่ยนแปลงแรงเฉือน ค่าสี ความชอบรวม และ T112 ชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสได้ดีที่สุด ทั้งนี้ความแตกต่างกันของคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสนั้นอาจเกิดจากวิธีการวิเคราะห์ โดยการกำหนดอายุการเก็บรักษาของกุ้งขาวสุกในการทดลองนี้ เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากคะแนนความชอบรวมของผู้บริโภค (น้อยกว่า 5 คะแนน) สามารถสรุปได้ว่าชุดการทดลองที่ดีที่สุดคือ T212 (2.5% GT + 1.25% AA) ซึ่งสามารถเก็บได้นานมากกว่า 28 วัน รองลงมาคือ T112, T206, T106 และ TA ที่เก็บได้ 26, 24, 20 และ 14 วันตามลำดับ อย่างไรก็ตามถึงแม้การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางกายภาพจะให้ผลออกมาเป็นตัวเลขที่สามารถแปรผลได้ชัดเจน แต่ไม่สามารถแยกลักษณะการเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกับความรู้สึก เช่น เนื้อกุ้งที่มีลักษณะแห้งไม่ฉ่ำน้ำหรือยืดหยุ่นเมื่อวัดค่าแรงเฉือนจะมีค่าสูง แต่ในด้านประสาทสัมผัสลักษณะแห้งไม่ฉ่ำน้ำของเนื้อกุ้งนั้นกลับไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ด้วยเหตุนี้หากมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางประสาทสัมผัส กายภาพ เคมีและการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์จะช่วยกำหนดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อกุ้งขาวต้มได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Asli, C., Duygu, K., & Sukran, C. (2008). Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. *Food Chemistry. 109*, 81-87.

Atsawa-ketmanee, N. (2007). *The preservation of fish products.* Bangkok: Parbpim design & printing. (in Thai)

Fereahtian, M.M., Kamani, H.M., Zenoozian, M.S., Rigi, S., & Safari, O. (2014). The effect of green tea on bacterial changes in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) refrigerated at a temperature of 4 ± 1 °C. *Journal of Middle East Applied Science and Technology (JMEAST), 18*(*2*), 501-504.

Hatano, T., Tsugawa, M., Kusuda, M., Taniguchi, S., Yoshida, T., Shiota, S., & Tsuchiya, T. (2008). Enhancement of antibacterial effects of epigallocatechin gallate, using ascorbic acid. *Phytochemistry, 69,* 3111-3116.

Kiatpaiboon, N. (2010). *Import risk analysis for prawns and prawn products: IRA*. Retrieved January 3, 2017, from http://www.fisheries.go.th. (in Thai)

Leungsakul, S. (1998). *Food microbiology*. (4th ed.). Bangkok: Department of Biology, Faculty of Science, Srinakharinwirot University. (in Thai)

Li, T., Li, J., Hub, W., Zhang, X., Li, X., & Zhao, J. (2012). Shelf-life extension of crucian carp (*Carassius auratus*) using natural preservatives during chilled storage. *Food Chemistry, 135,* 140-145.

Martinez, O. A., Lopez, M.E.C., Gomez, M.C.G., & Montero, P. (2009). The effect of several cooking treatments on subsequent chilled storage of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with different melanosis-inhibiting formulas. *LWT-Food Science and Technology, 42,* 1335-1344.

Mitsumoto, M., O'Grady, M.N., Kerry, J.P., & Buckley, D.J. (2005). Addition of tea catechins and vitamin c on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science, 69,* 773-779.

Nirmal, N.P., & Benjakul, S. (2011). Retardation of quality changes of pacific white shrimp by green tea extract treatment and modified atmosphere packaging during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology, 149,* 247-253.

Nirmal, N.P., & Benjakul, S. (2012). Effect of green tea extract in combination with ascorbic acid on the retardation of melanosis and quality changes of pacific white shrimp during iced storage. *Food and Bioprocess Technology, 5,* 2941-2951.

Teerawut, S., Kwan-on, P., & Arjpong, R. (2016). Green tea and vitamin c treatment for retarding cooked green mussel quality: An evaluation of chemical and microbiological qualities. *Burapha Science Journal. 21*(2), 1-16. (in Thai)

Teerawut, S., Phimnaen, R., & Muangham, S. (2014). Effect of modified atmosphere packaging on the physical and microbiological properties of shucked fresh oyster. *KKU Science Journal. 42*(3), 551-560. (in Thai)

Wongjinda, N. (2004). *A guide to preserving aquatic animals at primary processing facilities*. Bangkok: Fisheries Industrial Technology Research and Development Division (FTDD). (in Thai)

Xi, D., Liu, C., & Su, Y.C. (2012). Effects of green tea extract on reducing *Vibrio parahaemolyticus* and increasing shelf life of oyster meats. *Food Control, 25,* 368-373.

Zhang, Z., Yang, Y., Tang, X., Chen, Y., & You, Y. (2015). Chemical forces and water holding capacity study of heat-induced myofibrillar protein gel as affected by high pressure. *Food Chemistry, 188,* 111-118.