โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การยืดอายุกะทิพาสเจอร์ไรส์ด้วยไคโตซาน

ชื่อนิสิต นายวรพล บุญมีสุข

นางสาวสิรามล ประนิธิ

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การยืดอายุกะทิพาสเจอร์ไรส์ด้วยไคโตซาน

โดย

นาย วรพล บุญมีสุข

นางสาว สิรามล ประนิธิ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจำปีการศึกษา 2563

SHELF LIFE EXTENSION OF PASTEURIZED COCONUT MILK WITH CHITOSAN

Woraphon Boonmeesuk

Siramon Praniti

Project Advisor

Assoc. Prof. Ubonrat Siripatrawan, Ph.D.

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Bachelor of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

หัวข้องานวิจัย การยืดอายุกะทิพาสเจอร์ไรส์ด้วยไคโตซาน

โดย นายวรพล บุญมีสุข

นางสาวสิรามล ประนิธิ

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ

ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ประจำปีการศึกษา 2563

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา ธนานุวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

หัวข้องานวิจัย การยืดอายุกะทิพาสเจอร์ไรส์ด้วยไคโตซาน

โดย นายวรพล บุญมีสุข

นางสาวสิรามล ประนิธิ

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กะทิที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์โดยใช้ไคโตซาน โดยเริ่มจากการเตรียมสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิคจากนั้นเติมลงในกะทิให้มีความเข้มข้น 0% (control), 1%, 3% และ 5% v/v และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆของกะทิ ได้แก่ กรดไขมันอิสระ (free fatty acid), peroxide value, pH, สี (L*, a*, b*), การแยกชั้นของกะทิ, ปริมาณจุลินทรีย์โดยการติดตามปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic test ชนิด 9 point ในวันที่ 0, 2, 5 และ 7 ของการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5% v/v) มีค่า free fatty acid และ peroxide value น้อยกว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าค่า pH ของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานมีค่าลดลงเล็กน้อย ในขณะที่กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา จากการวัดค่าสีพบว่าค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา จากการสังเกตการแยกชั้นของกะทิพบว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานมีความคงตัวมากกว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาพบว่าการเติมไคโตซานมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในกะทิพาสเจอร์ไรส์ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าการเติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% v/v ไม่ทำให้ค่าการยอมรับของของผู้ทดสอบต่อคุณภาพด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอร์ไรส์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และนอกจากนี้พบว่าการเติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 3% v/v ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด จึงเลือกกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 3% v/v มาประเมินอายุการเก็บรักษาเปรียบเทียบกับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน โดยทำการเก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส โดยทำการตรวจวัดที่เวลาการเก็บ 0, 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกะทิสำเร็จรูปกำหนดให้กะทิสำเร็จรูปมีค่า free fatty acid ไม่เกินร้อยละ 0.3 ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกค่า free fatty acid มาเป็นเกณฑ์ในการกำหนดอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ จากผลการทดลองพบว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 7 วัน และ 3 วันตามลำดับ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าไคโตซานสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอร์ไรส์ได้

Project Title Shelf life extension of pasteurized coconut milk with chitosan

Student Woraphon Boonmeesuk

Siramon Praniti

Study Program Bachelor of Science in Food Technology

Advisor Assoc. Prof. Ubonrat Siripatrawan, Ph.D.

Academic Year 2020

Abstract

This research aimed to extend the shelf life of pasteurized coconut milk product using chitosan. Preparation of chitosan solution in ascorbic acid. Then, added into coconut milk by adjusting the concentration to 0% (control), 1%, 3% and 5% v/v respectively and stored at 4 °C. The quality changes of coconut milk were evaluated by free fatty acid, peroxide value, pH, color (L*, a*, b*), Layer separation, microbiology by total plate count and sensory quality were performed using a 9-point Hedonic test in 0, 2, 5, and 7 days of storage. The results showed that pasteurized coconut milk with chitosan (1%, 3% and 5% v/v) had less free fatty acid and peroxide value than pasteurized coconut milk without chitosan. The pH values of pasteurized coconut milk with chitosan was slightly lower. While pasteurized coconut milk without chitosan was significantly decreased ($p \leq 0.05$) during storage. The measurement of color values, the brightness (L*) tends to decrease. While the yellow value (b*) tended to increase during storage. The layer separation of coconut milk, it was found that pasteurized coconut milk added with chitosan was more stable than pasteurized coconut milk without chitosan added. The results of microbiological showed that the addition of chitosan had the effect of inhibiting the microbial growth in pasteurized coconut milk. The results of the sensory quality evaluation showed that the addition of chitosan at concentrations of 1%, 3% and 5% v/v did not significantly decrease ($p > 0.05$) the acceptance of the tester for the color quality, appearance, odor and overall preference of coconut milk. Additionally, the addition of chitosan at a concentration of 3% v/v received the highest score of acceptance by the testers. Therefore, pasteurized coconut milk with chitosan added at 3% v/v concentration was selected to evaluate shelf life compared with pasteurized coconut milk without chitosan added. The storage was carried out in accelerated conditions at 25, 35 and 45 degrees Celsius. Measurements were performed at storage times 0, 12, 24, 36 and 48 hours. From the Thai

industrial standard for coconut milk, coconut milk has a free fatty acid value not more than 0.3%. Therefore, in this research, free fatty acid was selected as the criteria for determining shelf life of pasteurized coconut milk. The results showed that pasteurized coconut milk with 3% v/v chitosan added and pasteurized coconut milk without chitosan had shelf life of 7 days and 3 days, respectively. This research shows that Chitosan can extend shelf life of pasteurized coconut milk products.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนตามหลักสูตรในระดับปริญญาบัณฑิตของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยงานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนอุดหนุนด้านงบประมาณจากโครงการการเรียนการสอนเพื่อประสบการณ์ ปีการศึกษา 2563 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องด้วยโครงการนี้จักเสร็จสมบูรณ์ได้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนความช่วยเหลือต่างๆ อันเป็นประโยชน์แก่งานวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ศานต์ เศรษฐชัยมงคล อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา 2314499 Senior Project ที่คอยแจ้งข่าวสาร ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือตลอดการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่าน ที่กรุณาถ่ายทอดความรู้อันมีค่าตลอดหลักสูตร จนผู้วิจัยสามารถนำมาบูรณาการให้เกิดเป็นงานวิจัยนี้ได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณหัวหน้าห้องปฏิบัติการ บุคลากร และเพื่อนนิสิตทุกท่านในภาควิชาฯ ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือทุกๆด้านจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และการวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคต

นายวรพล บุญมีสุข

นางสาวสิรามล ประนิธิ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 กรอบแนวคิดของการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 มะพร้าว *(Cocos nueifera* Linn.) 3
2.2 กะทิ (Coconut milk) 3
2.2.1 กะทิพาสเจอร์ไรส์ 4
2.2.2 การเสื่อมเสียของกะทิ 4
2.2.2.1 กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid : FFA) 4
2.2.2.2 Peroxide value (PV) 5
2.3 กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) 6
2.4 สารกันเสีย (Preservative) 6
2.4.1 ไคโตซาน (Chitosan) 7
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย 8
3.1 วัสดุอุปกรณ์ 8
3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง 8
3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 8
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 9
3.2.1 การเตรียมกะทิ 9
3.2.2 การลดขนาดไคโตซานให้มีลักษณะเป็นผงละเอียด 9

3.2.3 การเตรียมสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิค ดัดแปลงจากวิธีของ (Seo et al., 2011)..... 9
3.2.4 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายไคโตซานที่เติมลงในกะทิ..... 9
3.2.5 ศึกษาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์..... 10
บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล..... 11
4.1 การวิเคราะห์ทางเคมี..... 11
4.1.1 ค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)..... 11
4.1.2 ค่า Peroxide Value..... 12
4.1.3 ค่า pH..... 13
4.2 การวิเคราะห์การแยกชั้นของกะทิ..... 14
4.3 ค่าสีในระบบ CIE L* a* b*..... 17
4.4 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์..... 20
4.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส..... 21
4.6 การประเมินอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์..... 27
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 32
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 32
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 33
เอกสารอ้างอิง..... 34
ภาคผนวก..... 37
ภาคผนวก ก..... 38
ก.1 การสกัดน้ำมันจากกะทิเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า Free fatty acid และPeroxide Value ดัดแปลงจากวิธีของ Waisundara and Perera (2007)..... 38
ก.2 การวิเคราะห์ค่าFree Fatty Acid (AOCS Official Method Ca 5a-40, 1989)..... 38
ก.3 การวิเคราะห์ค่า Peroxide value ดัดแปลงจากวิธีของ Waisundara and Perera (2007)..... 39
ภาคผนวก ข..... 40
ภาคผนวก ค..... 41
ค.1 การหาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส..... 41
ค.2 การคำนวณอายุการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 41
ภาคผนวก ง..... 43
ภาคผนวก จ..... 48

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ค่า Free fatty acid ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 11

4.2 ค่า Peroxide Value ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 12

4.3 ค่า pH ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 13

4.4 ค่า L* ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 17

4.5 ค่า a* ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 18

4.6 ค่า b* ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 18

4.7 คะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 21

4.8 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 23

4.9 คะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 24

4.10 คะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 26

4.11 สมการอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่มีการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเป็นแบบ first order และอายุการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v กับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส 29

4.12 ค่า Q_{10} และอายุการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 31

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 ปฏิกิริยาการเกิดกรดไขมันอิสระ 5

2.2 โครงสร้างของ a) N-Acetyl Glucosamine หน่วยย่อยของไคติน b) Glucosamine หน่วยย่อยของไคโตซาน c) Glucose หน่วยย่อยของเซลลูโลส 7

4.1 การแยกชั้นของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (a) อายุการเก็บรักษา 0 วัน (b) อายุการเก็บรักษา 2 วัน (c) อายุการเก็บรักษา 5 วัน และ (d) อายุการเก็บรักษา 7 วัน 14

4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 20

4.3 คะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 22

4.4 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 23

4.5 คะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 25

4.6 คะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ 26

4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (lauric acid) กับเวลาในการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 3% v/v เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส 28

4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (lauric acid) กับเวลาในการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส 28

4.9 Shelf life plot ของ (a) กะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v (b) กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) 30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันไคโตซาน (Chitosan) ถูกนำใช้กันมากทั้งด้านเกษตรกรรม การแพทย์และเภสัชกรรม เครื่องสำอาง และในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากเป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งที่เป็นสารโพลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) ที่พบได้ในธรรมชาติ เช่น เปลือกกุ้ง กั้ง หอย ปู สามารถย่อยสลายได้เอง มีความปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ไคโตซานเป็นอนุพันธ์ของไคติน (Chitin) มีโครงสร้างเคมีคล้ายเซลลูโลส (Cellulose) จัดเป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นโพลิเมอร์ที่มีสายยาวที่มีประจุบวกเนื่องจากหมู่อะมิโน (Amino group) สามารถละลายได้ในสารละลายกรดอินทรีย์อ่อน ไคโตซานมีฤทธิ์ต้านจุลชีพและสารอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียในอาหาร จึงนิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการถนอมอาหาร

กะทิ (Coconut milk) เป็นของเหลวสีขาวขุ่นที่ได้จากการสกัดเนื้อมะพร้าวขูดโดยการเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำ ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำกะทิคือ น้ำมัน น้ำ โปรตีน และน้ำตาล อยู่รวมกันเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil-in-Water emulsion) โดยมีโปรตีนทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ที่ช่วยให้ความคงตัว ความเข้มข้นของน้ำกะทิขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ กะทิเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่ายเนื่องจากประกอบไปด้วยสารอาหารมากมายที่ช่วยการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ กระบวนการคั้นหรือสกัดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์หลายขั้นตอน และมีความไวต่อการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาเคมี มีความคงตัวน้อย การใช้กะทินั้นแพร่หลายในประเทศที่มีการปลูกมะพร้าว เช่น ไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อินเดีย ศรีลังกาเป็นต้น โดยใช้ประกอบเป็นอาหารคาวหวาน น้ำกะทิอุตสาหกรรมแบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ น้ำกะทิสด น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์ น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง น้ำกะทิบรรจุกระป๋องยูเอชที และกะทิผง

การเสื่อมเสียของอาหาร หมายถึง การที่อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคุณภาพซึ่งรวมถึง สี กลิ่น รส รูปร่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารและคุณค่าทางอาหารตลอดถึงความปลอดภัยในการบริโภค การเสื่อมเสียของอาหารมีสาเหตุได้ทั้งทางจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา สาเหตุทางเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดสีน้ำตาลในอาหาร (Browning reaction) และ การเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการเหม็นหืน (Rancidity) และสาเหตุทางกายภาพ เช่น การแตกหัก การช้ำ ที่มีสาเหตุจากแรงกล

อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร (Shelf life) หมายถึง ระยะเวลาที่อาหารมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งในด้านความปลอดภัยและด้านประสาทสัมผัสขึ้นอยู่กับสี่ปัจจัยหลัก ได้แก่ องค์ประกอบของอาหาร, กระบวนการแปรรูปอาหาร, บรรจุภัณฑ์อาหาร และสภาวะในการเก็บรักษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของไคโตซานในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอไรส์

2. เพื่อใช้เป็นแนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

1.3 กรอบแนวคิดของการวิจัย

กะทิเป็นเอกลักษณ์ในการปรุงอาหารคาวหวานของคนไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ ไม่ว่าจะเป็นอาหารคาวอย่างเมนูแกงเขียวหวาน หรือขนมหวานอย่างเมนูกล้วยบวชชี แต่กะทิมีอายุการเก็บที่ค่อนข้างสั้นและมีโอกาสที่จะเสื่อมเสียได้ง่าย ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารมีมากมายหลากหลายวิธี เช่น การใช้ความร้อนในการถนอมอาหาร การใช้สารเคมีโดยการเติมแต่งเข้าไปในอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บของอาหาร อีกทั้งผู้คนเริ่มหันมาสนใจใส่ใจกับสุขภาพมากยิ่งขึ้นสารเติมแต่งที่ได้จากธรรมชาติจึงเป็นที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีความปลอดภัยไม่ส่งผลเสียต่อร่างกาย และมีคุณประโยชน์ที่หลากหลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะนำสารเติมแต่งที่ได้จากธรรมชาติอย่าง ไคโตซาน ซึ่งได้มากจากเปลือกของสัตว์ทะเล เช่น กุ้ง หรือปู นำไปทำการเติมลงในกะทิเพื่อช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ที่จะทำให้กะทิเน่าเสีย และช่วยยืดอายุการเก็บของกะทิให้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้นอีกด้วย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถใช้เป็นแนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

2. สามารถเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล ได้แก่ เปลือกของสัตว์ทะเล เช่น ปู กุ้ง

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าว *(Cocos nueifera* Linn.)

มะพร้าวเป็นพืชยืนต้น ซึ่งนิยมปลูกมากทางภาคใต้และเกือบทุกภาคประเทศไทย ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบแบบขนนก ผลของมะพร้าวประกอบด้วยชั้นเอพิคาร์ป (epicarp) ซึ่งก็คือเปลือกนอกของลูกมะพร้าว ถัดเข้าไปข้างในจะเป็นชั้นมีโซคาร์ป (mesocarp) หรือใยมะพร้าว ถัดไปข้างในจะเป็นส่วนที่เรียกว่าเอนโดคาร์ป (endocarp) หรือกะลามะพร้าว ซึ่งจะมีรูคล้ำๆ อยู่ 3 รู เรียกว่าตามะพร้าวใช้สำหรับการงอก ถัดจากส่วนของเอนโดคาร์ปเข้าไปจะเป็นส่วนที่เรียกว่าเอนโดสเปิร์ม (endosperm) หรือที่เรียกว่าเนื้อมะพร้าว ภายในมะพร้าวจะมีน้ำมะพร้าว ซึ่งเมื่อลูกมะพร้าวแก่ชั้นเอนโดสเปิร์มก็จะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด ขณะที่เมื่อลูกมะพร้าวยังอ่อนชั้นเอนโดสเปิร์มภายในผลมีลักษณะบางและอ่อนนุ่ม ซึ่งในระยะนี้เรามักจะสอยเอามะพร้าวลงมารับประทานน้ำและเนื้อ เมื่อมะพร้าวแก่ซึ่งจะสังเกตได้จากการที่เปลือกนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ชั้นเอนโดสเปิร์มก็จะหนาและแข็งขึ้น

มะพร้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันคนไทยรู้จักใช้เนื้อมะพร้าวในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาว และหวานในชีวิตประจำวัน โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติได้เคยสำรวจพบว่าประชากรไทย 1 คนจะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี ซึ่งประเทศไทยมีประชากรประมาณ 64 ล้านคน จะใช้ผลมะพร้าวประมาณ 1,152 ล้านผล หรือประมาณ 65% ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 35% ของผลผลิตทั้งหมด หรือเกือบ 500 ล้านผล จะถูกนำไปใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออกต่อไป (วิชัย เทียนถาวร, 2559)

การใช้ประโยชน์จากมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ในหลายๆด้านตัวอย่างเช่น การนำไปประกอบอาหาร เช่น เนื้อมะพร้าวแก่สามารถนำไปทำกะทิได้ โดยการขูดเนื้อในเป็นเศษเล็กๆ แล้วบีบเอาน้ำกะทิออกมาทำอาหารทั้งอาหารคาวและอาหารหวานได้หลายเมนู เนื้อมะพร้าวอ่อนสามารถนำไปกินเป็นของว่างหรือนำไปแปรรูปเป็นขนมได้เช่นกัน ยอดอ่อนมะพร้าวหรือเรียกอีกชื่อว่า หัวใจมะพร้าว สามารถนำไปใช้ทำอาหารได้ซึ่งยอดอ่อนมะพร้าวนั้นมีราคาแพงมาก เนื่องจากการเก็บยอดอ่อนจำเป็นต้องโค่นต้นมะพร้าวเพื่อเก็บยอดอ่อน ด้วยเหตุนี้จึงมักเรียกยอดอ่อนของมะพร้าวว่า “สลัดเจ้าสัว” จั่นมะพร้าวสามารถนำไปทำเป็นน้ำตาลมะพร้าวได้ น้ำมะพร้าวก็สามารถนำมาดื่มเป็นเครื่องดื่มดับกระหายได้เป็นอย่างดี และยังช่วยเพิ่มความกระชุ่มกระชวย ให้ร่างกายตื่นตัวได้อีกด้วย (นัยวิท เฉลิมนนท์, 2559)

2.2 กะทิ (Coconut milk)

กะทิ (Coconut milk) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายนม ได้จากการสกัดเนื้อมะพร้าวโดยการเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำ ประกอบไปด้วย ไขมัน, น้ำ, คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และ แร่ธาตุ กะทิจัดเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil-in-Water emulsion) โดยมีโปรตีน (Globulins และ Albumins) และฟอสโฟลิปิด (Phospholipids) เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ตามธรรมชาติ (Tangsuphoom and Coupland, 2005) กะทิมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น เนื่องจากไวต่อการเสื่อมสภาพทางจุลชีววิทยาและชีวเคมี (Waisundara et al., 2007) ในประเทศไทยกะทิเป็นวัตถุดิบยอดนิยมในการปรุงอาหาร ทั้งอาหารคาวและหวาน จึงมีการคิดค้นวิธีมากมายในการยืดอายุเก็บรักษาของกะทิ

การใช้กะทินั้นแพร่หลายในประเทศที่มีการปลูกมะพร้าว เช่น ไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อินเดีย ศรีลังกาเป็นต้น โดยใช้ประกอบเป็นอาหารคาวหวาน ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่ต้องการใช้น้ำกะทิในปริมาณมาก ก็สามารถใช้น้ำกะทิอุตสาหกรรมเป็นการลดภาระในการเตรียมน้ำกะทิทั้งเป็นการกระจายรายได้อีกด้วย น้ำกะทิอุตสาหกรรมแบ่งได้เป็น 5 แบบคือ น้ำกะทิสด น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์ น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง น้ำกะทิบรรจุกระป๋องยูเอชที และกะทิผง

2.2.1 กะทิพาสเจอร์ไรส์

กะทิสดที่นำมาให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่เชื้อที่เหลือยังสามารถเจริญได้ จึงต้องเก็บในห้องเย็นเหมือนกะทิสด แต่ความเสี่ยงในการเน่าเสียน้อยกว่าจึงสามารถเก็บรักษาได้นาน 4-6 วัน การขนส่งและการวางจำหน่ายควรใช้อุณหภูมิต่ำ น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์นี้มีบรรจุถุงพลาสติกขนาดต่างๆ คือ 250 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม เพื่อสำหรับใช้ในครัวเรือน และบรรจุขนาด 10 กรัม เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแกงบรรจุกระป๋อง (นัยวิท เฉลิมนนท์, 2559)

2.2.2 การเสื่อมเสียของกะทิ

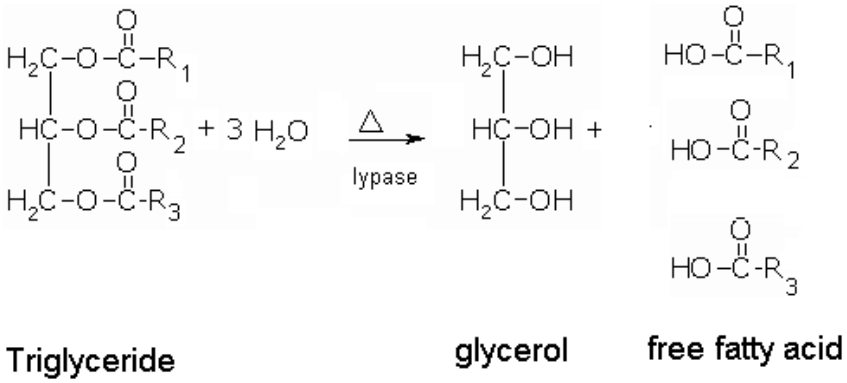
กะทิที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจะเสียอย่างรวดเร็วแม้เก็บรักษาในตู้เย็น เนื่องจากกะทิอุดมไปด้วยสารอาหารมากมายที่ช่วยให้จุลินทรีย์เติบโต และขั้นตอนกระบวนการคั้นหรือสกัดกะทิเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในหลายขั้นตอน เช่น เปลือกมะพร้าว อุปกรณ์ที่ใช้คั้นหรือสกัดกะทิ สุขอนามัยของผู้คั้นน้ำกะทิ โดยจุลินทรีย์ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ Bacillus, Achromobacter, Microbacterium, Micrococcus, Brevibacterium และ บางตัวในกลุ่ม Coliform

นอกจากการเสื่อมเสียเนื่องมาจากจุลินทรีย์แล้ว กะทิยังไวต่อการเสื่อมสภาพจากปฏิกิริยาเคมีอีกด้วย ส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยา oxidation และ lipolysis ส่งผลต่อรสชาติและกลิ่น กะทิเป็นอิมัลชันที่คงตัวไม่ดีในช่วงค่า pH 3.5-6.0 และคงตัวสูงสุดที่ค่า pH 1.5-2.0 และ pH 6.5 (Seow and Gwee., 1997) การเสื่อมเสียจากปฏิกิริยา oxidation สามารถติดตามได้จากการวัดค่า Peroxide value (PV) และการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยา hydrolysis จะสามารถตรวจติดตามได้จากการวัดค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid : FFA)

2.2.2.1 กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid : FFA)

การเกิดกรดไขมันอิสระในอาหารสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของไขมันและน้ำมัน รวมทั้งอาหารที่มีไขมันสูงได้ เช่น กะทิซึ่งเป็นอาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบที่ค่อนข้างสูง ปริมาณกรดไขมันอิสระในอาหารเป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมเสียของอาหารที่มีไขมันสูง (food spoilage) คือส่งผลให้เกิดกลิ่นผิดปกติ (off flavour) ที่เรียกว่ากลิ่นหืน (rancidity) และทำให้ค่าความเป็นกรดของน้ำมันสูงขึ้น สาเหตุของการเกิดกรดไขมันอิสระเกิดจาก การที่ไตรกลีเซอไรด์ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ไลเพสโดยมีน้ำเป็นส่วนร่วมในการ

เกิดปฏิกิริยา เรียกว่า hydrolytic rancidity (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2559)



รูปที่ 2.1 ปฏิกิริยาการเกิดกรดไขมันอิสระ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2559)

การวัด Free Fatty Acid จะอาศัยวิธีการไทเทรตด้วยด่าง โดย free fatty acid ที่เกิดจากปฏิกิริยา lipolysis จะสามารถทำปฏิกิริยากับด่าง เช่น NaOH ที่มีสารละลาย phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูและไม่จางหายภายใน 30 วินาที การคำนวณปริมาณ free fatty acid จะสามารถคำนวณออกมาได้ในรูปของ oleic acid หรือ lauric acid

2.2.2.2 Peroxide value (PV)

ค่า peroxide value เป็นค่าที่ใช้วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน สามารถบ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของน้ำมันและไขมันรวมถึงอาหารที่มีไขมันสูง เช่น มะพร้าว เป็นต้นค่า peroxide value เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมีที่มีอยู่ในน้ำมัน โดยคิดเป็นมิลลิกรัมสมมูลต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม ถ้าหากค่า peroxide value สูงก็จะแสดงว่าไขมันหรือน้ำมันเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation มากส่งผลให้ไขมันหรือน้ำมันมีกลิ่นหืนมากด้วย

การวัดค่า peroxide value สามารถวัดโดยวิธี iodometric โดย hydroperoxide ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันสามารถทำปฏิกิริยากับ iodide ion ได้เป็น iodine ซึ่ง iodine ที่เกิดขึ้นนี้เป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของ peroxide ที่มีอยู่ และ iodine ที่เกิดขึ้นสามารถวัดได้โดยการทำปฏิกิริยากับ sodium thiosulfate ที่มีน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ (ดวงกมล ชัชชวลิตสกุล, 2549)

2.3 กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization)

กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ เป็นกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2554) การใช้กระบวนการพาสเจอร์ไรส์เหมาะสำหรับอาหารที่เป็นของเหลว และของไหลแบบนิวโทเนียน (Newtonian fluid) เช่น นม น้ำผลไม้ และเบียร์ เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของกระบวนการพาสเจอร์ไรส์

1. สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรด (pH < 4.6) เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

2. สำหรับอาหารปรับกรด เพื่อยับยั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และรา

3. สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH > 4.6) เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

รูปแบบของกระบวนการพาสเจอร์ไรส์

กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ในอุตสาหกรรมสามารถแบ่งประเภทตามรูปแบบอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. วิธีการใช้ความร้อนต่ำเวลานาน (Low temperature long time หรือ LTLT)

เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง (batch) โดยจะให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที อย่างไรก็ตามในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารกระบวนการพาสเจอร์ไรส์แบบ LTLT ไม่ได้รับความนิยมมากนัก ซึ่งส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมจะใช้กระบวนการแบบต่อเนื่อง (continuous) มากกว่า เช่น กระบวนการ HTST และ UHT เป็นต้น

2. วิธีการใช้ความร้อนสูงเวลาสั้น (High temperature short time หรือ HTST)

เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนแบบต่อเนื่อง (continuous) ที่ใช้อุณหภูมิสูงแต่เวลาสั้น โดยจะให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา15 วินาที แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว (ภาคย์ มาลัยกฤษณะชลี, 2556)

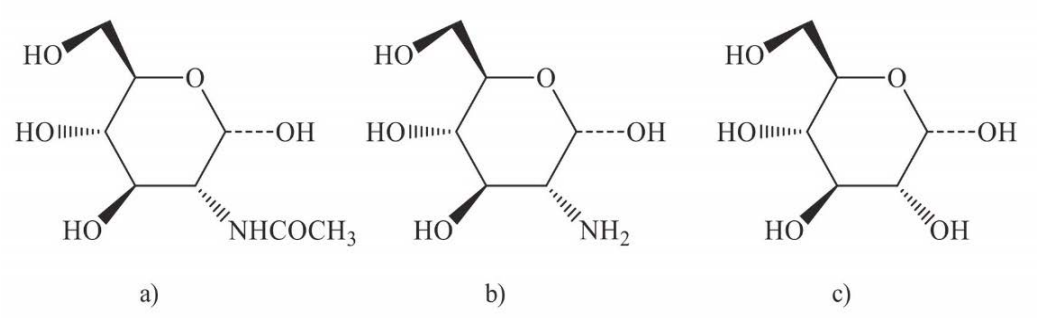
2.4 สารกันเสีย (Preservative)

สารกันเสียเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ซึ่งอาจได้จากธรรมชาติ หรือเป็นสารสังเคราะห์ขึ้นมา ใช้เพื่อการถนอมอาหารป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร เป็นสารที่สามารถช่วยยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย (antimicrobial) หรือสารที่ยับยั้งปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (antioxidant) โดยในปัจจุบันสารกันเสียที่นิยมใช้จะเป็นสารกันเสียที่ได้จากธรรมชาติ ใช้สารสังเคราะห์ให้น้อยที่สุด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างสารกันเสียที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ไคโตซาน เป็น polysaccharide ซึ่งได้มาจากเปลือกของสัตว์ทะเล เช่น กุ้ง หรือปู เป็นต้น หรือได้มาจาก cell wall ของ fungal (García-García and Searle, 2016)

2.4.1 ไคโตซาน (Chitosan)

ไคโตซาน (Chitosan) มีลักษณะเป็นสีขาวหรือสีครีม ไม่มีกลิ่น เป็นอนุพันธ์ของไคติน (Chitin) ซึ่งเป็นสารโพลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) และพบมากเป็นอันดับสองของโลกรองจากเซลลูโลส (Cellulose) พบได้ในเปลือกของกุ้ง ปู ปลาหมึก และแมลง เป็นต้น จัดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับเซลลูโลส

ไคโตซานสามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยา Deacetylation คือการกำจัดหรือดึงเอาหมู่อะซิทิล (Acetyl Group) ออกจากไคติน ทำให้เปลี่ยนโครงสร้างจาก N-Acetyl Glucosamine เป็น Glucosamine (สุธิดา คงทอง, 2552)



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ a) N-Acetyl Glucosamine หน่วยย่อยของไคติน b) Glucosamine หน่วยย่อยของไคโตซาน c) Glucose หน่วยย่อยของเซลลูโลส (N. Morin-Crini et al., 2019)

ไคโตซานมีคุณสมบัติละลายได้ในสารละลายกรดอินทรีย์อ่อนที่มีค่า pH ต่ำกว่า 6.0 เช่น กรดอะซิติก (Acetic acid) และกรดแลคติก (Lactic acid) เป็นต้น เนื่องจากในโครงสร้างมีหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ในสภาวะที่เป็นกรดจะมีความสามารถในการรับโปรตอนกลายเป็นประจุบวก ($-NH_3^+$) ที่ทำให้มีความสามารถในการละลายน้ำที่ดีขึ้น (Pillai et al., 2009) นอกจากนี้หมู่อะมิโนประจุบวกไวต่อการทำปฏิกิริยาทำให้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และทำให้มีฤทธิ์ต้านจุลชีพและเชื้อรา เนื่องจากประจุบวกของหมู่อะมิโนสามารถไปทำปฏิกิริยากับประจุลบที่อยู่บนผนังเซลล์ของแบคทีเรีย และเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อรา นำไปสู่การรั่วไหลภายในเซลล์และส่งผลให้เซลล์ตายในที่สุด ประสิทธิภาพการยับยั้งจุลชีพขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน เช่น ชนิดของจุลินทรีย์ พบว่าไคโตซานสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแกรมลบ (Kulawik et al., 2020)

เนื่องจากไคโตซานเป็นสารที่มีอยู่ในธรรมชาติ ย่อยสลายได้ง่าย ไม่เป็นพิษ ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและร่างกาย มีคุณสมบัติต้านจุลชีพและสารอนุมูลอิสระ ไคโตซานจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมอาหารมากมาย ทั้งใช้ในการยืดอายุของอาหารและเครื่องดื่มเป็นสารกันเสีย (Preservative) สารให้ความคงตัว (Stabilizing agent) สารเคลือบผักผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา สารตกตะกอน (Flocculants) รวมถึงใช้ผลิตแผ่นฟิล์มในรูปรับประทานได้ (Edible film) เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร (ชื่นจิต สีพญา และ อุดมลักษณ์ เวียนงาม., 2557)

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

1. มะพร้าว
2. ไคโตซาน
3. กรดแอสคอร์บิค
4. กลีเซอรอล

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. หม้อ stainless steel
2. ถาด stainless steel
3. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น มีด เขียง ทัพพี กะละมัง ฯลฯ
4. ถุงผ้าขาวบาง
5. เครื่องชั่ง (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง)
6. เครื่องโม่
7. เครื่องคั้นกะทิระบบไฮดรอลิครุ่น SAKAYA
8. เครื่อง water bath sheaker
9. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
10. เครื่องวัดค่าสี CIE L*, a*, b* (Minolta Colorimeter)
11. เครื่องให้ความร้อน (Hot plate)
12. Thermometer
13. pH meter
14. Beaker ขนาด 100 ml
15. Beaker ขนาด 250 ml
16. Pipette ขนาด 5 ml
17. Pipette ขนาด 10 ml
18. ตะแกรงร่อนขนาด 60 mesh
19. เตาไฟฟ้า

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 การเตรียมกะทิ

นำมะพร้าวที่ปอกเปลือกแล้วมาขูดให้เป็นเนื้อฝอย แล้วนำมะพร้าวขูดฝอยที่ได้ใส่ลงไปในถุงผ้าขาวบาง และนำไปคั้นให้เป็นน้ำกะทิโดยใช้เครื่องคั้นกะทิระบบไฮดรอลิค เก็บน้ำกะทิที่คั้นได้เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

3.2.2 การลดขนาดไคโตซานให้มีลักษณะเป็นผงละเอียด

ทำการลดขนาดของไคโตซานโดยวิธีการโม่แห้ง ทำโดยการนำไคโตซานไปเข้าเครื่องโม่ 2 - 3 รอบ แล้วนำไคโตซานที่ผ่านการโม่แล้วไปร่อนโดยใช้เครื่องร่อน และใช้ตะแกรงร่อนขนาด 60 mesh เก็บผงไคโตซานที่สามารถผ่านตะแกรงร่อนได้เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

3.2.3 การเตรียมสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิค ดัดแปลงจากวิธีของ (Seo et al., 2011)

1) นำผงไคโตซานมาละลายในกรดแอสคอร์บิค โดยนำผงไคโตซาน 0.5 g เติมลงไปในสารละลายกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้น 1% (w/v) ปริมาตร 100 ml และ glycerol ความเข้มข้น 0.1% (w/v)
2) นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่อง water bath shaker ที่ความเร็ว 180 rpm อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3) นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2) ไปปั่นเหวี่ยง โดยใช้ความเร็ว 2,500 rpm เป็นเวลา 5 นาที เก็บสารละลายส่วนใสที่ได้เพื่อนำไปใช้

3.2.4 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายไคโตซานที่เติมลงในกะทิ

1) นำสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิคที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.3 มาเติมในกะทิโดยปรับให้ส่วนผสมกะทิให้มีความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิคเป็น 0% 1% 3% และ 5% (v/v) ตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปทำพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำกะทิที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์แล้วบรรจุลงในถุง polypropylene และทำการปิดผนึก แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
2) นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 1) ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆดังต่อไปนี้ โดยตรวจวิเคราะห์ในวันที่ 0 2 5 และ 7 ของการเก็บรักษา
   2.1) การวิเคราะห์ทางเคมี
      - การวิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) (AOCS Official Method Ca 5a-40, 1989)
      - การวิเคราะห์ค่า Peroxide value ดัดแปลงจากวิธีของ (Waisundara et al., 2007)
      - วัดค่า pH โดยใช้ pH meter
   2.2) สังเกตการแยกชั้นของกะทิ
   2.3) วัดค่าสี CIE L*, a*, b* โดยใช้ Minolta Colorimeter
   2.4) วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์
      - ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate count) (FDA-BAM, 2001)

2.5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม โดยวิธี Hedonic measurement โดยจะแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 9 ระดับ คือ ไม่ชอบมากที่สุด ไม่ชอบมาก ไม่ชอบปานกลาง ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง ชอบมาก และชอบมากที่สุด (Cardello et al., 2010)

3.2.5 ศึกษาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์

1) นำกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานความเข้มข้นที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4 มาทำการเก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส แล้วหาสมการที่เหมาะสมในการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมและไม่เติมสารละลายไคโตซาน (Phimolsiripol and Suppakul, 2016)
2) เปรียบเทียบอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมสารละลายไคโตซานกับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมสารละลายไคโตซาน

บทที่ 4

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

4.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

4.1.1 ค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)

การวิเคราะห์หาค่า Free fatty acid ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% 3% และ 5% โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ^{o}C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่า Free fatty acid ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4^{o}C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

	%Free fatty acid (as lauric)			
อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$0.045^{aA} \pm 0.000$	$0.037^{aA} \pm 0.013$	$0.038^{aA} \pm 0.013$	$0.037^{aA} \pm 0.013$
2	$0.187^{bA} \pm 0.013$	$0.090^{bB} \pm 0.000$	$0.075^{bBC} \pm 0.013$	$0.067^{bC} \pm 0.000$
5	$0.320^{cA} \pm 0.025$	$0.181^{cB} \pm 0.014$	$0.132^{cC} \pm 0.014$	$0.123^{cC} \pm 0.000$
7	$0.502^{dA} \pm 0.012$	$0.272^{dB} \pm 0.001$	$0.255^{dB} \pm 0.013$	$0.214^{dC} \pm 0.013$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์หาค่า Free fatty acid (FFA) พบว่าค่า Free fatty acid เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษาค่า FFA จะมีค่าลดลงเมื่อเติมไคโตซานที่ความเข้มข้นสูงขึ้น โดยกะทิพาสเจอไรส์ที่เติมไคโตซานพบว่ามีค่า FFA น้อยกว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สามารถอธิบายได้จากกรดไขมันอิสระ (FFA) ถูกปล่อยมาจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในไตรกลีเซอไรด์เมื่อมีน้ำและตัวเร่งคือเอนไซม์ lipase ซึ่งกรดไขมันอิสระที่ถูกปล่อยออกมาจะทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของค่า FFA เกิดจากเอนไซม์ lipase ที่ทนความร้อนซึ่งมีอยู่ปกติในกะทิหรือถูกผลิตจากแบคทีเรีย โดยเอนไซม์ lipase จากแบคทีเรียสามารถทนต่อความร้อนได้ในระดับพาสเจอไรส์จึงสามารถยังคงอยู่ในกะทิแม้แบคทีเรียจะถูกกำจัดจากกระบวนการพาสเจอไรส์แล้วก็ตาม (พธิญดา แก้วสวี, 2552) จากผลการเติมไคโตซานทำให้ค่า FFA ลดลงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu (Liu, 2008) ที่พบว่าไคโตซานสามารถลดค่า FFA ได้ และจากมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกะทิสำเร็จรูป (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2528) กำหนดให้กะทิสำเร็จรูปมีค่ากรดไขมันอิสระ (คำนวณเป็น lauric acid) ไม่เกินร้อยละ 0.3 จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าตัวอย่างกะทิที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) เมื่อมีอายุการเก็บรักษา 5 วัน มีค่า FFA เท่ากับ 0.32% เกินมาตรฐานที่กำหนด ในขณะที่ตัวอย่างกะทิพาสเจอไรส์ที่เติมไคโตซานทุกความเข้มข้นมีค่า FFA ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

4.1.2 ค่า Peroxide Value

การวิเคราะห์หาค่า Peroxide Value ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% 3% และ 5% โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่า Peroxide Value ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

	Peroxide value (meq.Peroxide/Kg oil)			
อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$24.86^{aA} \pm 0.935$	$24.50^{aA} \pm 0.580$	$24.91^{aA} \pm 1.72$	$24.49^{aA} \pm 1.09$
2	$31.87^{bA} \pm 0.990$	$27.19^{bB} \pm 0.474$	$26.23^{aBC} \pm 0.659$	$25.20^{aC} \pm 0.638$
5	$36.34^{cA} \pm 0.577$	$31.44^{cB} \pm 0.578$	$28.75^{bC} \pm 0.032$	$27.14^{bD} \pm 0.562$
7	$39.11^{cA} \pm 0.432$	$34.09^{dB} \pm 0.501$	$32.88^{cBC} \pm 1.79$	$30.86^{cC} \pm 1.00$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ Peroxide Value (PV) พบว่าค่า PV เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น และในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าค่า PV ลดลงเมื่อเติมไคโตซานที่เข้มข้นมากขึ้น โดยตัวอย่างกะทิพาสเจอไรส์ที่เติมไคโตซานมีค่า PV น้อยกว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่า PV เป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างออกซิเจนและกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยมีออกซิเจนและตัวเร่ง เช่น ความร้อน ทำให้เกิดสารประกอบประเภทอัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ และไฮโดรคาร์บอน ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติหรือกลิ่นหืนขึ้นในอาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ (พธิญดา แก้วสวี, 2552) กะทิเป็นอาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบจึงสามารถเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวได้ จากผลการเติมไคโตซานทำให้ค่า PV ลดลงอธิบายได้จากไคโตซานทำหน้าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและส่งผลให้ค่า PV ลดลง ซึ่งค่า PV ที่บ่งชี้ว่าเริ่ม

มีกลิ่นเหม็นหืนมีค่ามากกว่า 35 meq.Peroxide/Kg oil (Waisundara et al., 2007) จากตารางที่ 4.2 ตัวอย่างกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 วัน มีค่า PV เท่ากับ 36.34 ± 0.577 meq.Peroxide/Kg oil มากกว่า 35 meq.Peroxide/Kg oil แสดงว่าตัวอย่าง Control เริ่มเกิดกลิ่นเหม็นหืนเมื่อมีอายุการเก็บรักษาในช่วง 3 - 5 วัน

4.1.3 ค่า pH

การวัดค่า pH ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% 3% และ 5% โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่า pH ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

	ค่า pH			
อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$6.31^{aA} \pm 0.040$	$6.29^{aA} \pm 0.006$	$6.19^{aB} \pm 0.017$	$6.15^{aB} \pm 0.012$
2	$6.21^{bA} \pm 0.015$	$6.28^{aB} \pm 0.012$	$6.17^{abC} \pm 0.010$	$6.15^{aC} \pm 0.021$
5	$5.93^{cA} \pm 0.053$	$6.27^{aB} \pm 0.010$	$6.16^{bC} \pm 0.012$	$6.14^{aC} \pm 0.012$
7	$5.39^{dA} \pm 0.035$	$6.26^{bB} \pm 0.030$	$6.14^{bC} \pm 0.006$	$6.13^{aC} \pm 0.006$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

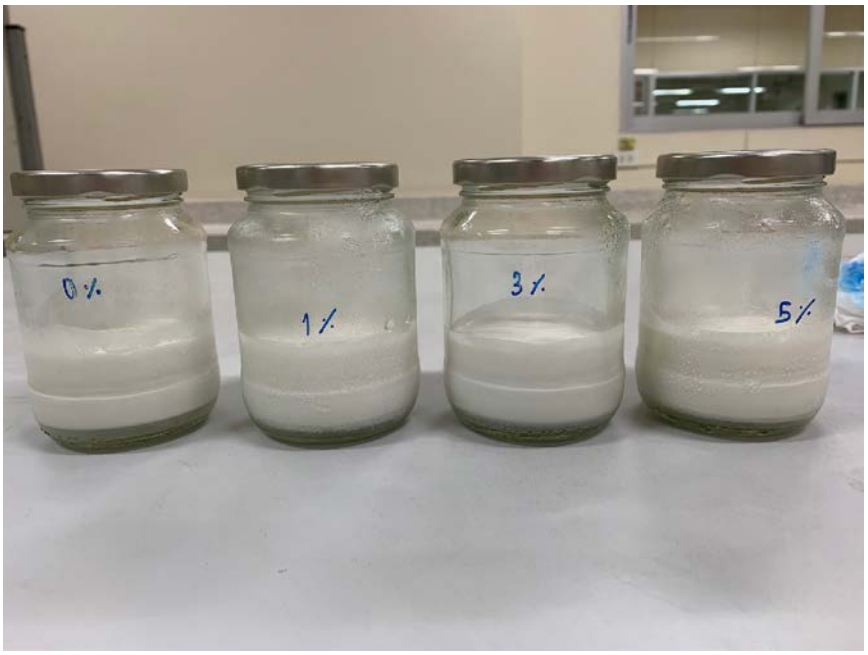
จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า pH แสดงให้เห็นว่าค่า pH ลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษามากขึ้น และในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าที่ความเข้มข้น 5% ค่า pH ลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) ค่า pH ที่ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อธิบายได้จากกะทิพาสเจอร์ไรส์ยังมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียเจริญเติบโตได้ ซึ่งจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถสร้างกรดในระหว่างการเจริญเติบโตทำให้ตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์มีค่าความเป็นกรดสูงขึ้น และเมื่อเติมไคโตซานที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ลงไปในกะทิพาสเจอไรส์จะสามารถช่วยชะลอการลดลงของค่า pH ได้ เนื่องจากจะไปช่วยยับยั้งการเจริญจุลินทรีย์ส่งผลให้ลดการสร้างกรดจากจุลินทรีย์ ซึ่งค่า pH มีผลต่อความคงตัวของระบบอิมัลชันเช่นกันโดยจะคงตัวได้ดีสุดที่ pH เท่ากับ 1.5-2.0 และ 6.5 กะทิจะคงตัวได้ไม่ดีที่ pH อยู่ในช่วง 3.5-6.0 (Seow and Gwee., 1997) จากข้อมูลค่า pH ที่วัด

ได้จากตารางที่ 4.3 พบว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน pH เริ่มเข้าสู่ช่วงที่ทำให้ระบบอิมัลชันไม่คงตัวเมื่อมีอายุการเก็บรักษาได้ 5 วัน ในขณะที่ตัวอย่างกะทิพาสเจอไรส์ที่เติมไคโตซานไม่พบค่า pH ที่อยู่ในช่วงดังกล่าวแสดงถึงระบบอิมัลชั่นยังคงตัวในระดับหนึ่ง

4.2 การวิเคราะห์การแยกชั้นของกะทิ

ทำการสังเกตการแยกชั้นของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน และที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% โดยเก็บไว้ในขวดโหลแก้วและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วทำการสังเกตการแยกชั้นของกะทิที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.1

(a)



(b)

(c)

(d)

รูปที่ 4.1 การแยกชั้นของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (a) อายุการเก็บรักษา 0 วัน (b) อายุการเก็บรักษา 2 วัน (c) อายุการเก็บรักษา 5 วัน และ (d) อายุการเก็บรักษา 7 วัน

จากการสังเกตการแยกชั้นของตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์พบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาทั้งกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆ (1%, 3% และ 5% v/v) ยังไม่สังเกตเห็นการแยกชั้นของกะทิ แต่ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาพบว่าเริ่มสังเกตเห็นการเกิดการแยกชั้นระหว่างเนื้อครีมและชั้นน้ำขึ้นทั้งในกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5% v/v) โดยกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) มีความสูงของชั้นน้ำ (ชั้นล่าง) เท่ากับ 1 เซนติเมตร กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 1% มีความสูงของชั้นน้ำเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% มีความสูงของชั้นน้ำเท่ากับ 0.45 เซนติเมตร และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 5% มีความสูงของชั้นน้ำเท่ากับ 0.45 เซนติเมตร และจากการสังเกตการณ์แยกชั้นของกะทิพาสเจอร์ไรส์ในวันที่ 5 และ 7 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความสูงของชั้นที่เกิดการแยกเท่ากันกับวันที่ 2 ของการเก็บรักษา คือ กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) มีความสูงของชั้นน้ำ (ชั้นล่าง) เท่ากับ 1 เซนติเมตร กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 1% มีความสูงของชั้นหางกะทิเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% และ 5% มีความสูงของชั้นน้ำเท่ากับ 0.45 เซนติเมตร จากการสังเกตทำให้พบว่า กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมสารละลายไคโตซานมีความคงตัวมากกว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมสารละลายไคโตซาน เนื่องจากกะทิมีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งอิมัลชันของกะทิมีลักษณะไม่คงตัว เมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้นระหว่างชั้นเนื้อครีมสีขาวที่มีปริมาณไขมันสูงซึ่งจะลอยอยู่ด้านบน และชั้นน้ำซึ่งจะอยู่ด้านล่าง (สุวิมล อริยประกาย, 2557) เนื่องจากมีการเติมกลีเซอรอลลงไปในขั้นตอนการเตรียมสารละลานไคโตซานซึ่งกลีเซอรอลมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Mirhosseini et al., 2008) จึงช่วยให้อิมัลชันของกะทิมีความคงตัวมากยิ่งขึ้น

4.3 ค่าสีในระบบ CIE L* a* b*

การวัดค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% 3% และ 5% โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C แล้วติดตามผลการวิเคราห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ ผลการวิเคราห์แสดงดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.4 ค่า L* ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ

	ค่า L*			
อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$81.65^{dB} \pm 0.156$	$81.50^{dB} \pm 0.214$	$81.54^{bB} \pm 0.012$	$80.93^{cA} \pm 0.055$
2	$81.03^{cC} \pm 0.044$	$80.27^{cA} \pm 0.006$	$81.30^{bD} \pm 0.025$	$80.83^{bcB} \pm 0.006$
5	$80.66^{bC} \pm 0.038$	$79.80^{bA} \pm 0.021$	$80.37^{aB} \pm 0.017$	$80.67^{bC} \pm 0.021$
7	$79.20^{aA} \pm 0.142$	$79.34^{aA} \pm 0.092$	$80.12^{aB} \pm 0.122$	$80.31^{aB} \pm 0.182$

a, b,...ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
A, B,...ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ค่า a* ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ

	ค่า a*			
อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$-0.20^{aA} \pm 0.042$	$-0.15^{aB} \pm 0.032$	$-0.17^{aAB} \pm 0.000$	$-0.16^{aAB} \pm 0.012$
2	$0.10^{bA} \pm 0.010$	$0.03^{bB} \pm 0.012$	$-0.12^{bC} \pm 0.006$	$-0.11^{bC} \pm 0.000$
5	$0.06^{bA} \pm 0.006$	$0.03^{bB} \pm 0.006$	$-0.13^{bC} \pm 0.012$	$-0.16^{aD} \pm 0.000$
7	$0.15^{bA} \pm 0.021$	$0.09^{cB} \pm 0.021$	$-0.07^{cC} \pm 0.015$	$-0.08^{cC} \pm 0.015$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ค่า b* ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ

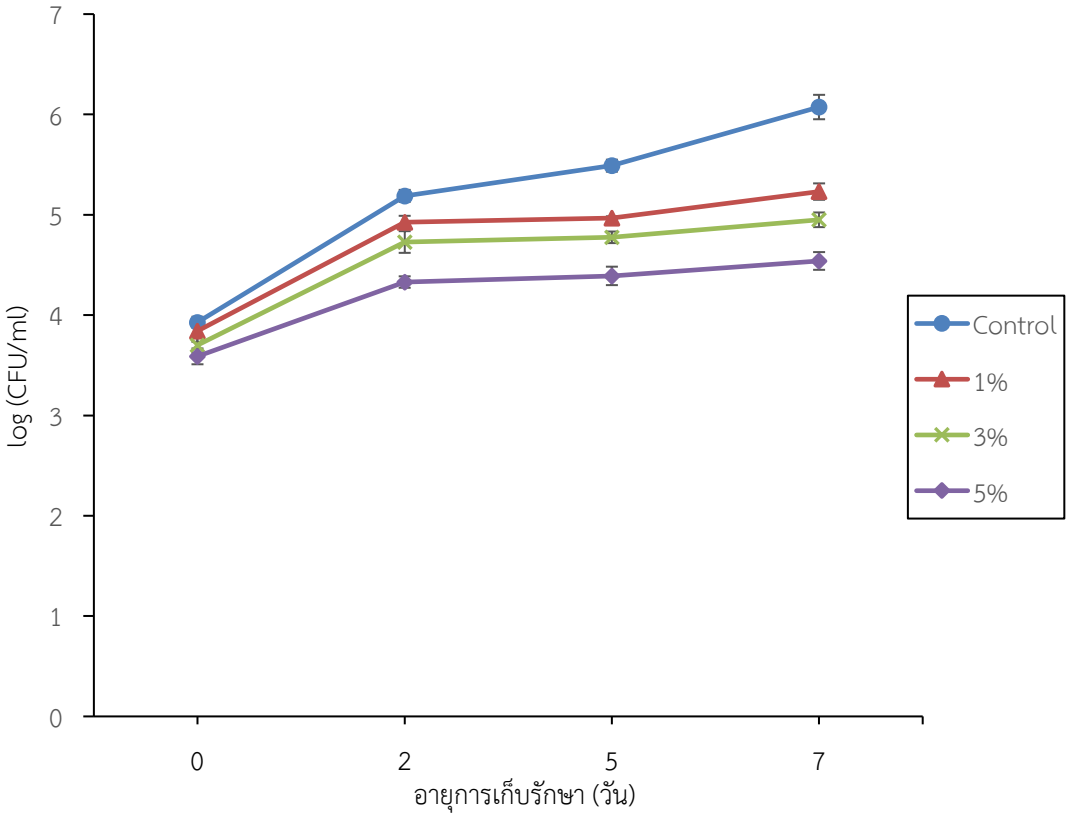
	ค่า b*			
อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$3.07^{aA} \pm 0.038$	$3.45^{aB} \pm 0.017$	$3.69^{aC} \pm 0.000$	$4.02^{aD} \pm 0.020$
2	$3.11^{aA} \pm 0.010$	$3.52^{bB} \pm 0.036$	$3.71^{aB} \pm 0.015$	$4.15^{aC} \pm 0.023$
5	$3.22^{bA} \pm 0.010$	$3.54^{bB} \pm 0.006$	$3.84^{bC} \pm 0.025$	$4.19^{aD} \pm 0.010$
7	$3.26^{bA} \pm 0.038$	$3.78^{cB} \pm 0.006$	$3.86^{bC} \pm 0.025$	$4.22^{aD} \pm 0.047$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการติดตามค่าสีในระบบ CIE L* a* b* พบว่าค่าสีแดง (a*) กะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) มีความผันผวนในระหว่างเก็บรักษา และค่าความสว่าง (L*) กะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นมีค่าลดลงบ่งบอกว่าการเปลี่ยนแปลงสีของกะทิคล้ำขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b*) กะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ5%) เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยกะทิพาสเจอไรส์ที่เติมไคโตซาน 5% มีค่า b* มากสุด จากผลค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อเก็บตัวอย่างกะทิซึ่งมีน้ำตาลรีดิวซ์ เช่น น้ำตาลกลูโคสและโปรตีนเป็นองค์ประกอบเมื่อเก็บเป็นระยะเวลานานทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยา mailard reaction ให้สารสีน้ำตาลจึงส่งผลให้สีของกะทิเปลี่ยนไประหว่างการเก็บรักษา และจากการเติมไคโตซานทำให้ตัวอย่างกะทิมีแนวโน้มเป็นสีเหลืองมากขึ้นเนื่องจากไคโตซานที่เติมลงไปในตัวอย่างกะทิมีสีเหลืองอ่อน

4.4 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์โดยการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% 3% และ 5% โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการวิเคราะห์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

จากรูปที่ 4.2 เมื่ออายุการเก็บรักษาที่มากขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีการเติบโตเพิ่มขึ้นตามลำดับ และพบว่าเมื่อเติมไคโตซานมีผลต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ โดยสามารถไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และมีประสิทธิภาพการยับยั้งแปรผันตรงกับความเข้มข้นที่มากขึ้น สามารถอธิบายได้จากไคโตซานมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพ โดยมีกลไกที่สำคัญคือประจุบวกของไคโตซานสามารถไปจับกับเยื่อหุ้มแบคทีเรียที่มีประจุลบ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ทำงานผิดปกติ เกิดการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการซึมผ่านส่งผลให้ไคโตซานซึมผ่านเข้าไปได้ตามมาด้วยการจับกับดีเอ็นเอของเซลล์ และส่งผลให้เซลล์แบคทีเรียตายในเวลาต่อมา (Alfaifi, 2020)

4.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

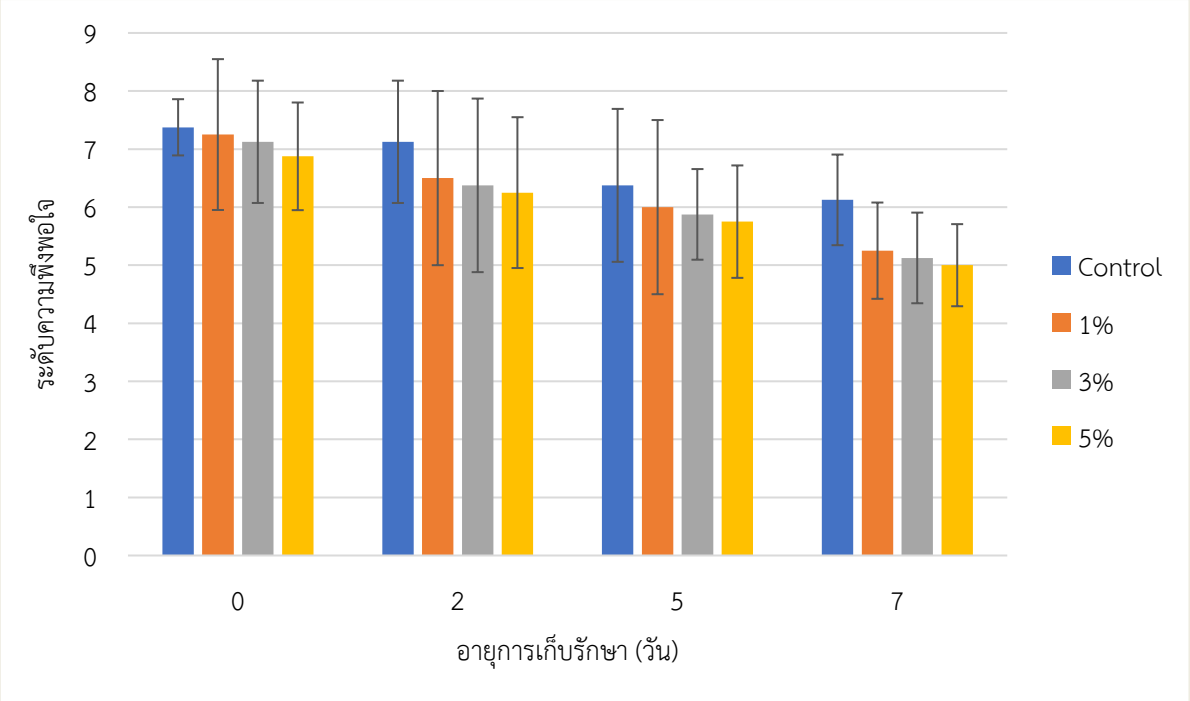
ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบโดยรวม ของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานและเติมไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ โดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic test ชนิด 9 point และกำหนดเกณฑ์คะแนนต่ำกว่า 5 เป็นคะแนนที่ไม่ยอมรับ

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$7.38^{aA} \pm 0.48$	$7.25^{aA} \pm 1.30$	$7.12^{aA} \pm 1.05$	$6.88^{aA} \pm 0.93$
2	$7.12^{abA} \pm 1.05$	$6.50^{abA} \pm 1.50$	$6.38^{abA} \pm 1.49$	$6.25^{aA} \pm 1.30$
5	$6.38^{abA} \pm 1.32$	$6.00^{abA} \pm 1.50$	$5.88^{bcA} \pm 0.78$	$5.75^{abA} \pm 0.97$
7	$6.12^{bA} \pm 0.78$	$5.25^{bB} \pm 0.83$	$5.12^{cB} \pm 0.78$	$5.00^{bB} \pm 0.71$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.3 คะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%)เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

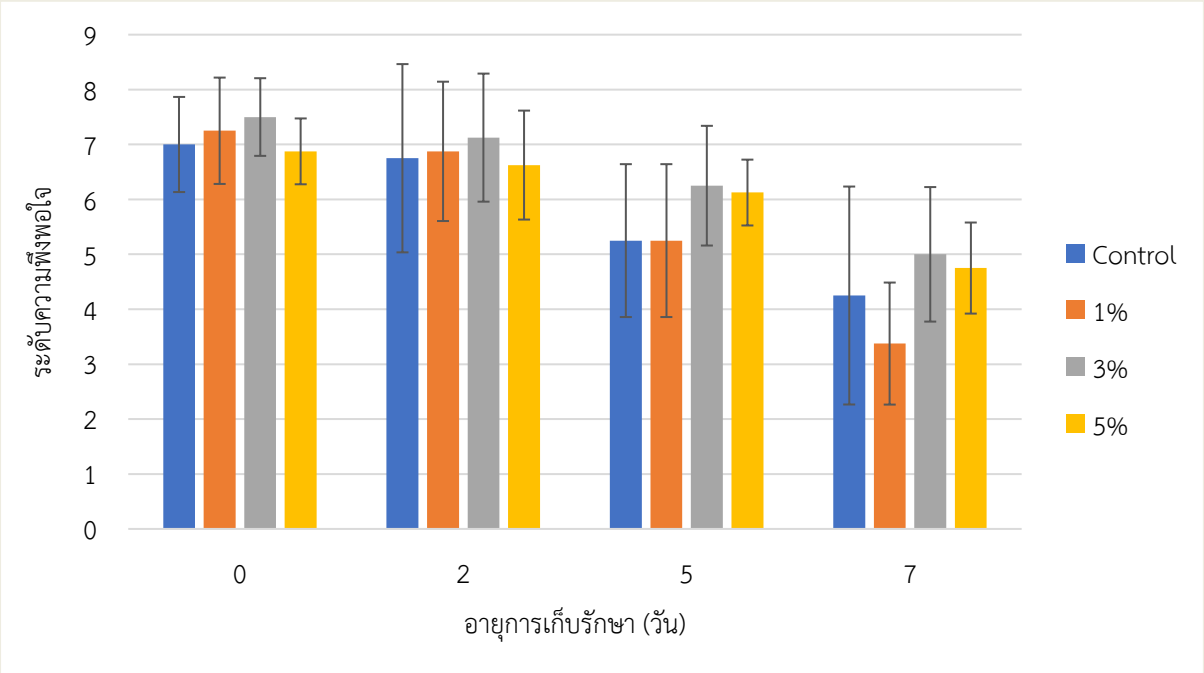
จากตารางที่ 4.7 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าระดับความเข้มข้นของไคโตซานมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอร์ไรส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ระยะเวลาการเก็บที่ 7 วัน และจากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นแนวโน้มคะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอร์ไรส์โดยในตัวอย่างที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) มีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่เติมไคโตซานเข้มข้น 1%, 3% และ 5% ตามลำดับ และคะแนนความชอบด้านสีของกะทิพาสเจอร์ไรส์มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าสารละลายไคโตซานที่ใช้เติมลงไปในกะทิพาสเจอร์ไรส์มีสีเหลืองอ่อนๆ ดังนั้นเมื่อเติมในความเข้มข้นที่สูงมากขึ้นก็จะทำให้สีของกะทิพาสเจอร์ไรส์มีสีเหลืองมากขึ้น เนื่องจากในกะทิปกติโดยทั่วไปจะมีสีขาวจึงอาจทำให้ผู้ทดสอบรู้สึกไม่คุ้นชินกับกะทิที่มีสีขาวอมเหลือง และเมื่อเก็บกะทิเป็นระยะเวลานานขึ้นกะทิจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้แก่การเกิดปฏิกิริยา Maillard (Tinchan, 2014) ทำให้กะทิมีสีคล้ำขึ้นจึงทำให้คะแนนความชอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านสีของทุกตัวอย่างยังถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$7.00^{aA} \pm 0.87$	$7.25^{aA} \pm 0.97$	$7.50^{aA} \pm 0.71$	$6.88^{aA} \pm 0.60$
2	$6.75^{aA} \pm 1.71$	$6.88^{aA} \pm 1.27$	$7.12^{abA} \pm 1.16$	$6.62^{aA} \pm 0.99$
5	$5.25^{abA} \pm 1.39$	$5.25^{bA} \pm 1.39$	$6.25^{bA} \pm 1.09$	$6.12^{aA} \pm 0.60$
7	$4.25^{bAB} \pm 1.98$	$3.38^{cB} \pm 1.11$	$5.00^{cA} \pm 1.22$	$4.75^{bAB} \pm 0.83$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.4 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

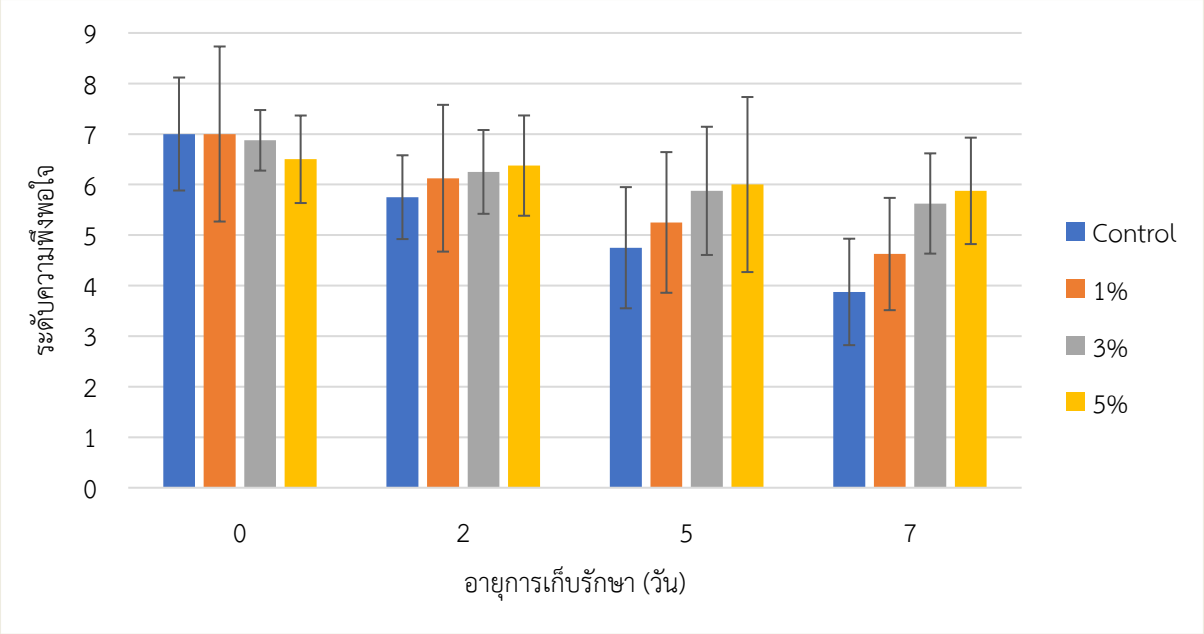
จากตารางที่ 4.8 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าระดับความเข้มข้นของไคโตซานมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอร์ไรส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ระยะเวลาการเก็บที่ 7 วัน และจากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นแนวโน้มคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอร์ไรส์ โดยกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 3% มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุด รองลงมาคือกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5%, กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1% ตามลำดับ และคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของกะทิพาสเจอร์ไรส์มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมื่อเก็บรักษากะทิไว้เป็นเวลานานขึ้น กะทิจะเกิดการแยกชั้นระหว่างชั้นเนื้อครีมสีขาวซึ่งลอยอยู่ด้านบน และชั้นน้ำซึ่งอยู่ด้านล่าง (สุวิมล อริยประกาย, 2557) จึงทำให้ลักษณะปรากฏของกะทิไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และพบว่าในวันที่ 7 ของการเก็บรักษากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1% และ 5% มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ตารางที่ 4.9 คะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$7.00^{aA} \pm 1.11$	$7.00^{aA} \pm 1.73$	$6.88^{aA} \pm 0.60$	$6.50^{aA} \pm 0.87$
2	$5.75^{bA} \pm 0.83$	$6.12^{abA} \pm 1.45$	$6.25^{abA} \pm 0.83$	$6.38^{aA} \pm 0.99$
5	$4.75^{bcA} \pm 1.20$	$5.25^{bA} \pm 1.39$	$5.88^{abA} \pm 1.27$	$6.00^{aA} \pm 1.73$
7	$3.88^{cC} \pm 1.05$	$4.62^{bBC} \pm 1.11$	$5.62^{bAB} \pm 0.99$	$5.88^{aA} \pm 1.05$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.5 คะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

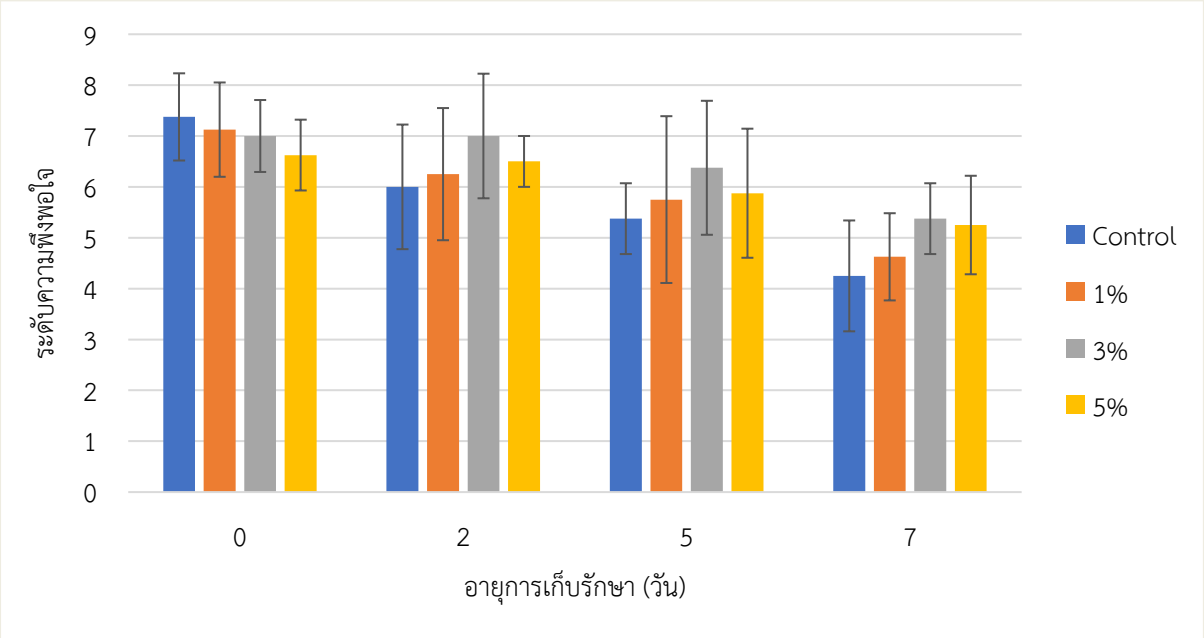
จากตารางที่ 4.9 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าระดับความเข้มข้นของไคโตซานมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอร์ไรส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ระยะเวลาการเก็บที่ 7 วัน และจากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาคะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้น แนวโน้มของคะแนนความชอบด้านกลิ่นของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5% มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 3%, 1% และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) ตามลำดับ และเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้นคะแนนความชอบด้านกลิ่นก็ลดลงเช่นเดียวกัน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) และค่า Peroxide ของกะทิเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) ทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้นในกะทิ (ดวงกมล ชัชชวลิตสกุล, 2549) จึงส่งผลให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของผู้ทดสอบลดน้อยลง และพบว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) เริ่มมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ส่วนกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1% เริ่มมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นที่อยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.10 คะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

อายุการเก็บรักษา (วัน)	Control	1%	3%	5%
0	$7.38^{aA} \pm 0.86$	$7.12^{aA} \pm 0.93$	$7.00^{aA} \pm 0.71$	$6.62^{aA} \pm 0.70$
2	$6.00^{bA} \pm 1.22$	$6.25^{aA} \pm 1.30$	$7.00^{aA} \pm 1.22$	$6.50^{aA} \pm 0.50$
5	$5.38^{bA} \pm 0.70$	$5.75^{abA} \pm 1.64$	$6.38^{abA} \pm 1.32$	$5.88^{abA} \pm 1.27$
7	$4.25^{cB} \pm 1.09$	$4.62^{bAB} \pm 0.86$	$5.38^{bA} \pm 0.70$	$5.25^{bAB} \pm 0.97$

$^{a, b,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{A, B,\cdots}$ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



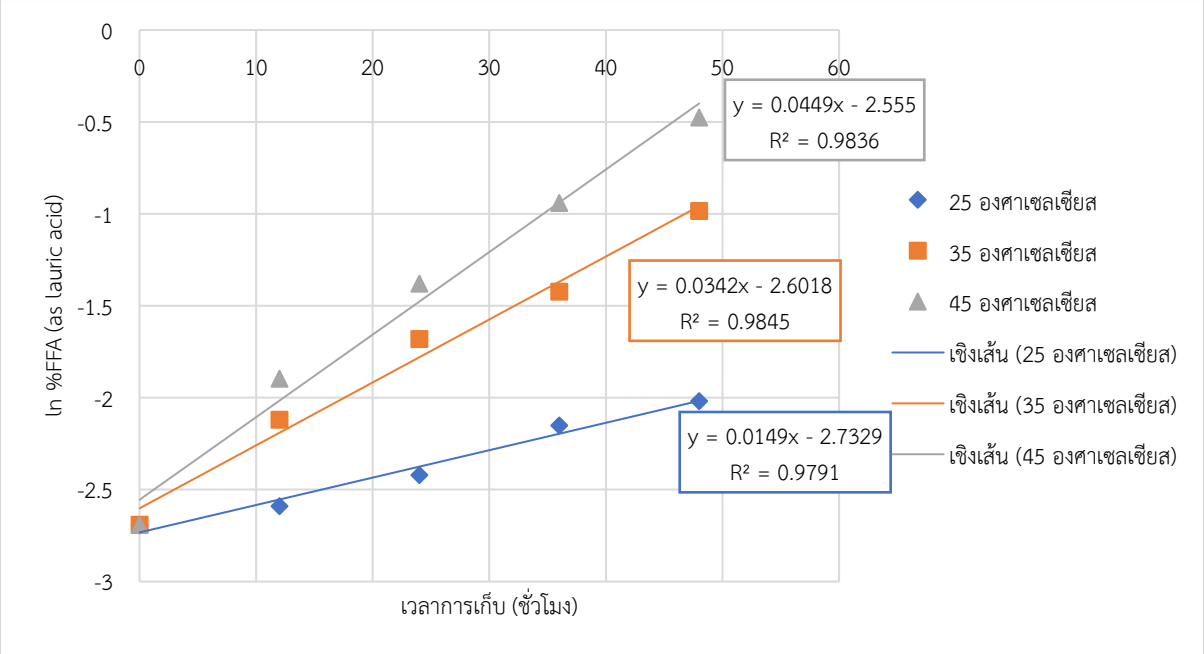
รูปที่ 4.6 คะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และเติมไคโตซาน (1%, 3% และ 5%) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วติดตามผลการประเมินที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 5 และ 7 วันตามลำดับ

จากตารางที่ 4.10 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าระดับความเข้มข้นของไคโตซานมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอร์ไรส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ระยะเวลาการเก็บที่ 7 วัน และจากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอร์ไรส์มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของไคโตซานเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้นแนวโน้มของคะแนนความชอบโดยรวมของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 3% มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5%, 1% และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) ตามลำดับ และในวันที่ 7 ของการเก็บรักษากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1% มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ยอมรับของผู้ทดสอบ

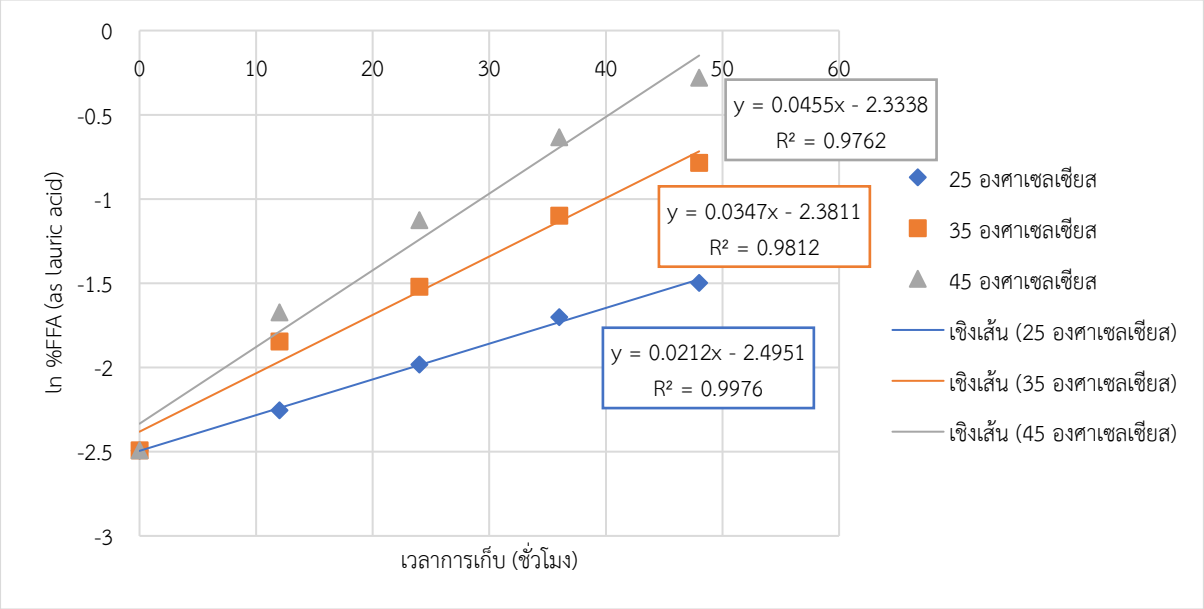
4.6 การประเมินอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์

จากผลการทดสอบทางประสารทสัมผัสพบว่า การเติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 3% v/v ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด จึงเลือกกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 3% v/v มาประเมินอายุการเก็บรักษาเปรียบเทียบกับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (Control) โดยทำการเก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส โดยทำการตรวจวัดที่เวลาการเก็บ 0, 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง ซึ่งจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกะทิสำเร็จรูป (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2528) กำหนดให้กะทิสำเร็จรูปมีค่ากรดไขมันอิสระ (คำนวณเป็น lauric acid) ไม่เกินร้อยละ 0.3 ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกค่ากรดไขมันอิสระ (lauric acid) มาเป็นเกณฑ์ในการประเมินอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์

เมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (lauric acid) กับเวลาในการเก็บรักษา พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (lauric acid) กับเวลาในการเก็บรักษามีอันดับปฏิกิริยาเป็นหนึ่ง (first order) เนื่องจากมีค่า R^2 ที่ดีที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.7 และ 4.8



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (lauric acid) กับเวลาในการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 3% v/v เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (lauric acid) กับเวลาในการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส

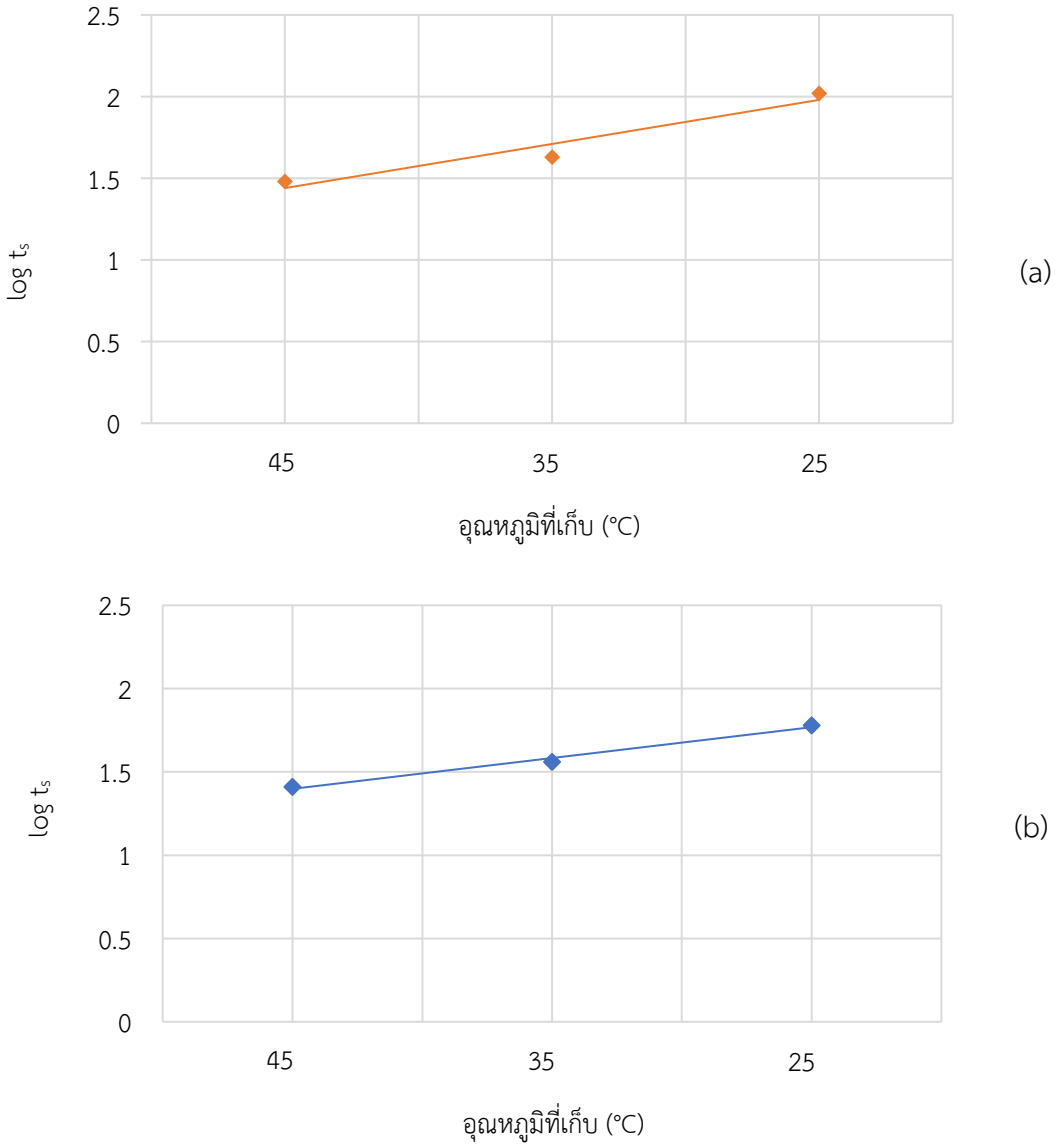
การสร้างสมการอายุการเก็บของกะทิเพื่อประเมินอายุการเก็บ และเปรียบเทียบอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v กับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) ดังแสดงในตารางที่ 4.11 (แสดงวิธีการคำนวณอายุการเก็บที่สภาวะเร่ง ในภาคผนวก ค.1)

ตารางที่ 4.11 สมการอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่มีการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเป็นแบบ first order และอายุการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v กับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของไคโตซานที่เติมในกะทิพาสเจอร์ไรส์ (v/v)	สมการอายุการเก็บ (first order)	อายุการเก็บ (ชั่วโมง)
เก็บที่ 25 องศาเซลเซียส		
0% (control)	y = 0.0212x - 2.4951	60.90
3%	y = 0.0149x – 2.7329	102.61
เก็บที่ 35 องศาเซลเซียส		
0% (control)	y = 0.0347x – 2.3811	33.92
3%	y = 0.0342x – 2.6018	40.87
เก็บที่ 45 องศาเซลเซียส		
0% (control)	y = 0.0455x – 2.3338	24.83
3%	y = 0.0449x - 2.5550	30.09

จากตารางที่ 4.11 พบว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 60.90, 33.92 และ 24.83 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียสตามลำดับ และกะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 102.61, 40.87 และ 30.09 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียสตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v มีอายุการเก็บรักษามากกว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) ในทุกๆอุณหภูมิที่เก็บรักษา

การทำนายอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v กับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) สามารถคำนวณได้โดยใช้เทคนิค Q_{10} (ดวงกมล ชัชชวลิตสกุล, 2549) ซึ่งค่า Q_{10} สามารถหาได้จากการเขียนกราฟ shelf life plot ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ (อยู่ในรูป log : log t_s) กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 Shelf life plot ของ (a) กะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v (b) กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control)

<u>กะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v</u>

สมการเส้นตรง คือ y = 0.0265x + 0.7725

ค่า R^2 = 0.9204

<u>กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control)</u>

สมการเส้นตรง คือ y = 0.0195x + 0.8842

ค่า R^2 = 0.9742

จากรูปที่ 4.9 สามารถคำนวณค่า Q_{10} ได้จากความชันของกราฟ และใช้ค่า Q_{10} ที่คำนวณได้มาทำนายอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v กับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) ดังแสดงในตารางที่ 4.12 (แสดงวิธีการคำนวณ ในภาคผนวก ค.2)

ตารางที่ 4.12 ค่า Q_{10} และอายุการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

	Q_{10}	**อายุการเก็บรักษา (ชั่วโมง)**	**อายุการเก็บรักษา (วัน)**
กะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v	1.31	180	7 วัน 12 ชั่วโมง
กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control)	1.22	92	3 วัน 20 ชั่วโมง

จากตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่ากะทิพาสเจอร์ไรส์เติมไคโตซานเข้มข้น 3% v/v มีค่า Q_{10} เท่ากับ 1.31 และมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 7 วัน 12 ชั่วโมง ในขณะที่กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน (control) มีค่า Q_{10} เท่ากับ 1.22 และมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 3 วัน 20 ชั่วโมง ดังนั้นการเติมสารละลายไคโตซานลงไปในกะทิพาสเจอร์ไรส์สามารถช่วยยืดอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ได้ เนื่องจากสามารถช่วยชะลอการเกิดกรดไขมันอิสระ (Liu, 2008) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้นในกะทิพาสเจอร์ไรส์ (Adawiyah Mahmud, 2019) ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กะทิที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์โดยใช้ไคโตซาน โดยเริ่มจากการเตรียมสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิคแล้วเติมลงในกะทิที่ระดับความเข้มข้น 0% (control), 1%, 3% และ 5% v/v และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆของกะทิ ได้แก่ กรดไขมันอิสระ (free fatty acid), peroxide value, pH, สี (L*, a*, b*), การแยกชั้นของกะทิ, ปริมาณจุลินทรีย์โดยการติดตามปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic test ชนิด 9 point ในวันที่ 0, 2, 5 และ 7 ของการเก็บรักษา

จากผลการตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า free fatty acid พบว่าค่า free fatty acid ของทุกตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าในกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน (1%, 3%, 5% v/v) มีค่า free fatty acid น้อยกว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ peroxide value พบว่า peroxide value ของทุกตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าในกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน (1%, 3%, 5% v/v) มีค่า peroxide value น้อยกว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการเปลี่ยนแปลงค่า pH พบว่าค่า pH ของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 1% และ 3% v/v มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 5% v/v พบว่าค่า pH ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น

จากการวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าสีพบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออายุการเก็บเพิ่มมากขึ้น ค่าสีแดง (a*) มีความผันผวนในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามระดับความเข้มข้นของไคโตซานที่เพิ่มมากขึ้น

จากการสังเกตการณ์แยกชั้นของกะทิพบว่าเมื่อตั้งกะทิทิ้งไว้กะทิจะเกิดการแยกชั้นระหว่างชั้นที่เป็นเนื้อครีมกับชั้นน้ำ โดยการแยกชั้นจะเริ่มสังเกตได้ตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษา และพบว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน (1%, 3%, 5% v/v) มีการแยกชั้นน้อยกว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยการติดตามปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) พบว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน (1%, 3%, 5% v/v) มีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซาน

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าการเติมไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% 3% และ 5% v/v ไม่ทำให้ค่าการยอมรับของของผู้ทดสอบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกะทิพาสเจอร์ไรส์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยคะแนนความชอบด้านสีมีแนวโน้มลดลงตามระดับความเข้มข้นของไคโตซานที่เพิ่มมากขึ้น โดยในตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานมีคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุด ในขณะที่ตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 5% v/v มีคะแนนความชอบด้านสีน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏพบว่าตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมากที่สุด และพบว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของไคโตซานเพิ่มมากขึ้น และจากคะแนนความชอบโดยรวมพบว่า ตัวอย่างกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดที่สุด ดังนั้นจึงเลือกกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v ไปทำนายอายุการเก็บต่อไป

จากผลการคำนวณอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานพบว่ามีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 7 วัน และ 3 วันตามลำดับ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเติมไคโตซานสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอร์ไรส์ได้โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส นอกจากใช้การทดสอบแบบ Hedonic Test แล้วอาจใช้การทดสอบแบบอื่นควบคู่ไปด้วย เช่น Difference from control test เพื่ออธิบายความแตกต่างของตัวอย่างกะทิที่เติมไคโตซาน กับตัวอย่างควบคุมออกมาเป็นระดับค่าคะแนนความแตกต่างว่ามีความแตกต่างมากน้อยแค่ไหน
2. กะทิพาสเจอร์ไรส์มีอายุการเก็บรักษาที่ค่อนข้างสั้น ดังนั้นจึงอาจศึกษาเพิ่มเติมเรื่องบรรจุภัณฑ์นอกเหนือจากการใช้ไคโตซานเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

จันทนี ธีรเวชเจริญชัย. (2560). การพัฒนาการถนอมและแปรรูปอาหารสู่ไทยแลนด์ 4.0. วารสารร่มพฤกษ์. 35.(1): 55-70.

ชื่นจิต สีพญา และ อุดมลักษณ์ เวียนงาม. (2557). ยืดอายุอาหารได้ด้วยไคโตซาน. กรมวิทยาศาสตร์บริหาร. 62(196): 33-35.

ดวงกมล ชัชชวลิตสกุล. (2549). อายุการเก็บกะทิและแกงเขียวหวานกุ้งแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัยวิท เฉลิมนนท์. (2559). คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยวิธีปั่นเหวี่ยง. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

พธิญดา แก้วสวี. (2552). การใช้สารทดแทนไขมันในน้ำแกงกะทิไขมันต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. (2551). องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร. ในการประชุมวิชาการนักกำหนดอาหาร ประจำปี 2551, หน้า 9-41. 22 เมษายน 2551. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. (2559). Free fatty acid / กรดไขมันอิสระ. ค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1537/free-fatty-acid

ภาคย์ มาลัยกฤษณะชลี. (2556). ผลของสภาวะกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์นม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2528. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกะทิสำเร็จรูป. มอก. 582-2528

วิชัย เทียนถาวร. (2559). มะพร้าว. ค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://www.matichon.co.th/columnists/news_284510

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2554). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำมะพร้าว. 1(340): 1-6.

สุธิดา คงทอง. (2552). ไคติน-ไคโตซาน. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา. 3(1): 1-7.

สุวิมล อริยประกาย. (2557). อิมัลชันกะทิ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 37(1): 89-95.

Adawiyah Mahmud, N.R., Ernawati and Asmiati. (2019). Rancidity of traditional coconut oil: microbial contaminant and free fatty acid content. Eco. Env. & Cons. 25(1): 36-40.

Alfaifi, M.Y., Alkabli, J., and Elshaarawy, R.F.M. (2020). Suppressing of milk-borne pathogenic using new water-soluble chitosan-azidopropanoic acid conjugate: Targeting milk-preservation quality improvement. International Journal of Biological Macromolecules. 164: 1519-1526.

Cardello, A.V., and Jaeger, S.R. (2010). Hedonic measurement for product development: new methods for direct and indirect scaling. Consumer-driven innovation in food and personal care products. 7:135-174.

Gallagher, M.J., Mahajan, P.V., and Yan, Z. (2011). Modelling chemical and physical deterioration of foods and beverages. Food and beverage stability and shelf life. 14: 459-481.

García-García, R. and Searle, S.S. (2016). Preservatives: Food Use. Encyclopedia of Food and Health. 1:505-509.

Kulawik, P., Jamróz, E., and Özogul, F. (2020). Chitosan role for shelf-life extension of seafood. Environmental Chemistry Letters. 18(1): 61-74.

Liu, J.N. (2008). Study on the hypolipidemic mechanism of chitosan. Doctoral dissertation, Wuxi, China: Jiangnan University.

Maturin, L., and Peeler, J,T, (2002). BAM Chapter 3: Aerobic Plate Count. In Bacteriological Analytical Manual 8th Ed. (online). Available at https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count#conventional [December 29, 2020]

Mirhosseini, H., Tan, C.P., and Taherian, A.R. (2008). Effect of glycerol and vegetable oil on physicochemical propertiesof Arabic gum-based beverage emulsion. European Food Research and Technology. 228(1): 19-28.

Morin-Crini, N., Lichtfouse, E., Torri, G., and Crini, G. (2019). Sustainable Agriculture Reviews. (35th ed.). Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.

Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4thedn., edited by D. Firestone, American Oil Chemists' Society, Champaign, 1989, Ca 5a-40.

Phimolsiripol, Y., Suppakul, P. (2016). Techniques in Shelf Life Evaluation of Food Products. Reference Module in Food Sciences. 5:1–8.

Pillai, C.K.S., Paul, W., and Sharma, C.P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. Progress in Polymer Science. 34: 641-678.

Seo, M.H., Chang, Y.H., Lee, S., and Kwak, H.S. (2011). The physicochemical and sensory properties of milk supplemented with ascorbic acid-soluble nano-chitosan during storage. International Journal of Dairy Technology. 64(1): 57-58

Seow, C.C., and Gwee, C.N. (1997). Coconut milk: chemistry and technology. International Journal of Food Science and Technology. 32:189-201.

Tangsuphoom, N., and Coupland, J.N. (2005). Effect of Heating and Homogenization on the Stability of Coconut Milk Emulsions. Journal of Food Science. 70(8): 465-470.

Tinchan, P. (2014). Change in Odor Characteristics of Canned Coconut Milk during Storage. Doctor of Philosophy (Food Science) Graduate School, Kasetsart University.

Waisundara, V.Y., Perera, C.O., and Barlow, P.J. (2007). Effect of different pre-treatments of fresh coconut kernels on some of the quality attributes of the coconut milk extracted. Food Chemistry. 101: 771-777.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ก.1 การสกัดน้ำมันจากกะทิเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า Free fatty acid และPeroxide Value ดัดแปลงจากวิธีของ Waisundara and Perera (2007)

1. ชั่งตัวอย่างกะทิ 60 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
2. เติมสารละลาย 2M HCl ปริมาตร 40 ml เขย่าให้เข้ากัน
3. นำไปเข้าเครื่อง water bath ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
4. นำไปเข้าเครื่อง water bath ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ต่ออีก 30 นาที
5. นำไปทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง
6. เติมสารละลาย Diethyl ether ปริมาตร 50 ml ผสมให้เข้ากัน
7. เติมสารละลาย Petroleum ether ปริมาตร 50 ml ผสมให้เข้ากัน
8. นำไป centrifuge ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสความเร็ว 3,000rpm เป็นเวลา 5 นาที
9. แยกสารละลายใสชั้นบน (Diethyl ether) ใส่ลงในขวดก้นกลม
10. นำไประเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
11. นำสารละลายที่เหลือไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยน้ำที่เหลือออก

ก.2 การวิเคราะห์ค่าFree Fatty Acid (AOCS Official Method Ca 5a-40, 1989)

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำมัน 5.00 ± 0.05 กรัม แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
2. นำ 95% ethanol ปริมาตร 50 ml มาปรับสภาพให้เป็นกลางโดยหยดสารละลาย 0.1 M NaOH และใช้ phenolphthalein เป็นอินอิเคเตอร์ (จนสารละลายเป็นสีชมพูอ่อนๆ)
3. เติม 95% ethanol ที่ปรับสภาพให้เป็นกลางแล้วลงในตัวอย่างน้ำมันแล้วเขย่า อย่างแรงให้ตัวอย่างละลายในแอลกอฮอล์
4. ไทเทรตสารละลายตัวอย่างด้วย 0.1 M NaOH จนกระทั่งได้สีชมพูที่คงตัวนาน 15 วินาที บันทึกปริมาตรสารละลาย NaOH ที่ใช้ไป

$$\% \text{ Free fatty acid (as lauric)} = \frac{\text{M NaOH x ml NaOH x 0.200 x 100}}{\text{g. Sample}}$$

ก.3 การวิเคราะห์ค่า Peroxide value ดัดแปลงจากวิธีของ Waisundara and Perera (2007)

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำมัน 5.00 ± 0.05 กรัม แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
2. เติมสารละลาย KI อิ่มตัว 2 ml และสารละลาย acetic-chloroform (2:1) ปริมาตร 20 ml ผสมให้เข้ากัน
3. นำไปเข้าเครื่อง water bath ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 1 นาที
4. เติมสารละลาย KI อิ่มตัว 4 ml และน้ำกลั่น 10 ml ผสมให้เข้ากัน
5. เติมน้ำแป้ง 1% ปริมาตร 1 ml เป็นอินดิเคเตอร์
6. ไทเทรตสารละลายตัวอย่างด้วย 0.203 N Na_2S_2O3 จุดยุติคือจุดที่สารละลาย เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสารละลายใส บันทึกปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

$$\text{Peroxide value (meq. Peroxide/Kg oil)} = \frac{\mathbf{S \times M \times 100}}{\mathbf{g.\ Sample}}$$

เมื่อ s = mL $Na_2S_2O_3$

M = Molarity $Na_2S_2O_3$ solution

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอร์ไรส์

ชื่อผู้ทดสอบ ..... วันที่ทดสอบ ..... / ..... / .....

วิธีการทดสอบ : ให้ผู้ทดสอบกรอกรหัสตัวอย่างที่ได้รับทั้ง 4 ตัวอย่างตามลำดับที่เรียงไว้ หลังจากนั้นให้ทำประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะทิโดย**ไม่ต้องชิม** โดยประเมินตัวอย่างกะทิทีละตัวอย่างเรียงจากซ้ายไปขวา หลังจากนั้นให้ระบุระดับความพึงพอใจตามหมายเลย 1 – 9 ในแต่ละคุณลักษณะ โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะคุณภาพ	**ตัวอย่าง**			
	รหัส_____	**รหัส_____**	**รหัส_____**	**รหัส_____**
สี				
ลักษณะปรากฏ				
กลิ่น				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ค
การคำนวณหาอายุการเก็บ

ค.1 การหาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส

การคำนวณหาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานที่เก็บที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส สามารถคำนวณได้จากการนำค่า free fatty acid ที่เท่ากับ 0.3 แทนค่าลงในสมการอายุการเก็บ (ตารางที่ 4.11)

ตัวอย่างเช่น การคำนวณหาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v ที่เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากสมการอายุการเก็บ y = 0.0149x – 2.7329 ที่แกน y แทน ln %FFA และแกน x แทนเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)

แทนค่า $\ln(0.3) = 0.0149x - 2.7329$

$x = 102.61$ ชั่วโมง

ดังนั้น กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v ที่เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บเท่ากับ 102.61 ชั่วโมง

ค.2 การคำนวณอายุการเก็บรักษาของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การคำนวณหาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v และกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมไคโตซานที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถคำนวณได้โดยใช้ค่า Q_{10} (ดวงกมล ชัชชวลิตสกุล, 2549) จากการเขียนกราฟ Shelf life plot (รูปที่ 4.9) แล้วหาค่าความชันของกราฟ ซึ่งความชันของกราฟมีค่าเท่ากับ

$$\text{Slope} = \frac{ln\mathbf{Q10}}{\mathbf{10}}$$

จากรูปที่ 4.9 กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส (อยู่ในรูปลอกกอริทึม : log t_s) กับอุณหภูมิในการเก็บ คือ y = 0.0265x + 0.7725 และมีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.0265 ดังนั้นจะหาค่า Q_{10} ได้จากสมการ

$$\text{Slope} = \frac{ln\mathbf{Q10}}{\mathbf{10}}$$

แทนค่า slope = 0.0265 ลงในสมการ จะได้

$$\text{Slope} = 0.0265 = \frac{ln\mathbf{Q10}}{\mathbf{10}}$$

$$Q_{10} = 1.31$$

ดังนั้นค่า Q_{10} ของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v เท่ากับ 1.31

เมื่อทราบค่า Q_{10} จะสามารถหาอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้โดยแทนค่าลงในสมการ

$$Q_{10}^{\Delta/10} = \frac{\text{อายุการเก็บที่ } \boldsymbol{T1}}{\text{อายุการเก็บที่ } \boldsymbol{T2}}$$

เมื่ออายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซาน 3% v/v ที่เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 102.61 ชั่วโมง จะได้

อายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส $= Q_{10}^{(25-4)/10} \times 102.61$

$= 1.31^{(25-4)/10} \times 102.61$

$=$ 180 ชั่วโมง

ภาคผนวก ง
ข้อเสนอโครงการ

รายละเอียดโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ประจำปีงบประมาณ 2563
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ การยืดอายุกะทิพาสเจอร์ไรส์ด้วยไคโตซาน (Shelf life extension of pasteurized coconut milk with chitosan)

นิสิตผู้ร่วมโครงการ นายวรพล บุญมีสุข เลขประจำตัวนิสิต 6032559523
นางสาวสิรามล ประนิธิ เลขประจำตัวนิสิต 6032573223

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ

มูลเหตุจูงใจในการนำเสนอโครงการ

ในปัจจุบันไคโตซาน (Chitosan) ถูกนำใช้กันมากทั้งด้านเกษตรกรรม การแพทย์และเภสัชกรรม เครื่องสำอาง และในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากเป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งที่เป็นสารโพลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) ที่พบได้ในธรรมชาติ เช่น เปลือกกุ้ง กั้ง หอย ปู สามารถย่อยสลายได้เอง มีความปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ไคโตซานมีฤทธิ์ต้านจุลชีพและสารอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียในอาหาร จึงนิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการถนอมอาหาร

อาหารหลายชนิดไม่สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลานานโดยไม่ให้เกิดความเสื่อมเสีย จึงมีการคิดค้นกระบวนการถนอมอาหารเพื่อยืดเวลาเก็บรักษาให้ได้ยาวนานยิ่งขึ้น โดยการถนอมอาหารนั้นต้องอยู่ในสภาพใกล้เดิมมากที่สุด สูญเสียคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด และมีลักษณะทางคุณภาพที่ผู้บริโภคยอมรับได้ มีหลักการคือ กำจัด ยับยั้ง หรือทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดความเสื่อมเสียของอาหาร รวมทั้งป้องกันการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ที่มีผลให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหาร (จันทนี ธีรเวชเจริญชัย, 2560) ในปัจจุบันการถนอมอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้นมีหลากหลายวิธี เช่น การใช้ความร้อน การทำแห้ง การฉายรังสี และการเติมสารเคมีฯ ผู้วิจัยเห็นว่าไคโตซานมีฤทธิ์ต้านจุลชีพหรือต้านอนุมูลอิสระ มีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จึงนำมาศึกษาในการใช้เพื่อยืดอายุผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอร์ไรส์

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

กะทิ คือของเหลวที่ได้จากการใช้น้ำคั้นหรือสกัดส่วนเนื้อแก่ของมะพร้าว มีส่วนประกอบหลักคือไขมัน ซึ่งอยู่ในรูปของอิมัลชันและของแข็งต่างๆเช่น โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ เป็นของเหลวสีขาวขุ่นที่ได้จากการบีบคั้นเนื้อมะพร้าวขูดโดยการเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำ ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำกะทิคือ น้ำมัน น้ำ โปรตีน และ

น้ำตาล อยู่รวมกันเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำโดยมีโปรตีนทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ความเข้มข้นของน้ำกะทิขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำกะทิเมื่อตั้งทิ้งไว้จะแยกเป็นชั้นหัวกะทิและชั้นหางกะทิ โดยความหนาของชั้นหัวกะทิจะแสดงถึงความเข้มข้น การใช้กะทินั้นแพร่หลายในประเทศที่มีการปลูกมะพร้าว เช่น ไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อินเดีย ศรีลังกาเป็นต้น โดยใช้ประกอบเป็นอาหารคาวหวาน ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่ต้องการใช้น้ำกะทิในปริมาณมากก็สามารถใช้น้ำกะทิอุตสาหกรรมเป็นการลดภาระในการเตรียมน้ำกะทิทั้งเป็นการกระจายรายได้อีกด้วย น้ำกะทิอุตสาหกรรมแบ่งได้เป็น 5 แบบคือ น้ำกะทิสด น้ำกะทิพาสเจอร์ไรซ์ น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง น้ำกะทิบรรจุกระป๋องยูเอชที และกะทิผง (นัยวิท เฉลิมนนท์, 2559)

วิธีพาสเจอร์ไรซ์ เป็นกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2554)

ไคโตซาน (Chitosan) มีลักษณะเป็นสีขาวหรือสีครีม ไม่มีกลิ่น เป็นอนุพันธ์ของไคติน (Chitin) ซึ่งเป็นสารโพลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) และพบมากเป็นอันดับสองของโลกรองจากเซลลูโลส (Cellulose) พบได้ในเปลือกของกุ้ง ปู ปลาหมึก และแมลง เป็นต้น ไคโตซานเป็นอนุพันธ์ของไคติน (Chitin) มีโครงสร้างเคมีคล้ายเซลลูโลส (Cellulose) จัดเป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นโพลิเมอร์ที่มีสายยาวที่มีประจุบวกเนื่องจากหมู่อะมิโน (Amino group) สามารถละลายได้ในสารละลายกรดอินทรีย์อ่อน (สุธิดา คงทอง, 2552)

ไคโตซานเป็นสารที่มีอยู่ในธรรมชาติ ย่อยสลายได้ง่าย ไม่เป็นพิษ ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและร่างกาย มีคุณสมบัติต้านจุลชีพและสารอนุมูลอิสระ ไคโตซานจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมอาหารมากมาย ทั้งใช้ในการยืดอายุของอาหารและเครื่องดื่มเป็นสารกันเสีย (Preservative) สารให้ความคงตัว (Stabilizing agent) สารเคลือบผักผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา สารตกตะกอน (Flocculants) รวมถึงใช้ผลิตแผ่นฟิล์มในรูปรับประทานได้ (Edible film) เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร (ชื่นจิต สีพญา และ อุดมลักษณ์ เวียนงาม., 2557)

การเสื่อมเสียของอาหาร หมายถึง การที่อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคุณภาพซึ่งรวมถึง สี กลิ่น รส รูปร่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารและคุณค่าทางอาหารตลอดถึงความปลอดภัยในการบริโภค การเสื่อมเสียของอาหารมีสาเหตุได้ทั้งทางจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา สาเหตุทางเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดสีน้ำตาลในอาหาร (Browning reaction) และ การเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการเหม็นหืน (Rancidity) และสาเหตุทางกายภาพ เช่น การแตกหัก การช้ำ ที่มีสาเหตุจากแรงกล (พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล, 2551)

อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร (Shelf life) หมายถึง ระยะเวลาที่อาหารมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งในด้านความปลอดภัยและด้านประสาทสัมผัสขึ้นอยู่กับสี่ปัจจัยหลัก ได้แก่ องค์ประกอบของอาหาร, กระบวนการแปรรูปอาหาร, บรรจุภัณฑ์อาหาร และสภาวะในการเก็บรักษา (Gallagher et al., 2011)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของไคโตซานในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอไรส์
2. เพื่อใช้เป็นแนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้เป็นแนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์
2. สามารถเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล ได้แก่ เปลือกของสัตว์ทะเล เช่น ปู กุ้ง

วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกะทิ ไคโตซาน การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์และการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส และวิธีการคำนวณหาอายุการเก็บของอาหาร
2. วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ วางแผนการทดลอง และออกแบบการทดลองให้เหมาะสมกับตัวแปรที่กำหนด รวมทั้งจัดเตรียมวัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมีที่จำเป็นต่อการทดลอง
3. ดำเนินการทดลองตามแผนการที่จัดวางไว้ และเก็บบันทึกผลการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

   3.1 การเตรียมกะทิ

   นำมะพร้าวที่ปอกเปลือกแล้วมาขูดให้เป็นเนื้อฝอย แล้วนำมะพร้าวขูดฝอยที่ได้ใส่ลงไปในถุงผ้าขาวบาง และนำไปคั้นให้เป็นน้ำกะทิโดยใช้เครื่องคั้นกะทิระบบไฮดรอลิค เก็บน้ำกะทิที่คั้นได้เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

   3.2 การเตรียมสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิค ดัดแปลงจากวิธีของ (Seo et al., 2011)

   1) นำผงไคโตซานมาละลายในกรดแอสคอร์บิค โดยนำผงไคโตซาน 0.5 g เติมลงไปในสารละลายกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้น 1% (w/v) ปริมาตร 100 ml และ glycerol ความเข้มข้น 0.1% (w/v)
   2) นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่อง water bath shaker ที่ความเร็ว 180 rpm อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
   3) นำสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 2) ไปปั่นเหวี่ยง โดยใช้ความเร็ว 2,500 rpm เป็นเวลา 5 นาที เก็บสารละลายส่วนใสที่ได้เพื่อนำไปใช้

   3.3 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายไคโตซานที่เติมลงในกะทิ

   1) นำสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิคที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.3 มาเติมในกะทิโดยปรับให้ส่วนผสมกะทิให้มีความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานในกรดแอสคอร์บิคเป็น 0% 1% 3% และ 5% (v/v) ตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปทำพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำกะทิที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์แล้วบรรจุลงในถุง polypropylene และทำการปิดผนึก แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
   2) นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 1) ไปวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ โดยตรวจวิเคราะห์ทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 7 วัน

2.1) วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate count)

2.2) การวิเคราะห์ทางเคมี

- การสกัดน้ำมัน ดัดแปลงจากวิธีของ (Waisundara et al., 2007)
- การวิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) (A.O.A.C., 2000)
- การวิเคราะห์ค่า Peroxide value ดัดแปลงจากวิธีของ (Waisundara et al., 2007)

2.3) วัดค่า pH โดยใช้ pH meter

2.4) สังเกตการแยกชั้นของกะทิ

2.5) วัดค่าสี CIE L*, a*, b* โดยใช้ Minolta Colorimeter

2.6) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี Hedonic measurement โดยจะแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 7 ระดับ คือ ไม่ชอบอย่างมาก ไม่ชอบ ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบ ชอบเล็กน้อย และชอบอย่างมาก (Cardello et al., 2010)

3.4 ศึกษาอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์

1) นำกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมไคโตซานความเข้มข้นและสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4 มาทำการเก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45 องศาเซลเซียส แล้วหาสมการที่เหมาะสมในการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมสารละลายไคโตซาน (Phimolsiripol and Suppakul, 2016)
2) เปรียบเทียบอายุการเก็บของกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมสารละลายไคโตซานกับกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เติมสารละลายไคโตซาน

4. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
5. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ และนำเสนอผลงาน

ระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2563										พ.ศ.2564				
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ															
วิเคราะห์ข้อมูล วางแผนการทดลอง และจัดเตรียมวัตถุดิบอุปกรณ์															
ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง															
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองที่ได้															
จัดทำรายงานและนำเสนอผลการวิจัย															

งบประมาณ

รายการ	ราคา (บาท)
วัตถุดิบและสารเคมี	8,000
ค่าจัดทำเอกสารรายงาน	1,000
เงินสำรอง	1,000
<u>รวม</u>	<u>10,000</u>

ภาคผนวก จ
ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นายวรพล บุญมีสุข

ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2564

โทรศัพท์ 085-182-6633

E-mail my.m416416@gmail.com

ชื่อ – สกุล นางสาวสิรามล ประนิธิ

ตำแหน่ง ผู้วิจัยร่วม

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2564

โทรศัพท์ 085-131-8825

E-mail siramonpraniti@gmail.com