Agricultural Sci. J. 52 : 2 (Suppl.) : 73-76 (2021) ว. วิทย. กษ. 52 : 2 (พิเศษ) : 73-76 (2564)

# ผลของอุณหภูมิและบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่น
# Effects of Temperature and Packaging on the Quality and Storage Life of Sea Grapes

**นิภาพร ธรรมโชติ[1] กัลยา ศรีพงษ์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1, 2] และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1, 2] ***
Nipaporn Thammachote[1], Kanlaya Sripong[1], Apiradee Uthairatanakij[1, 2] and Pongphen Jitareerat[1, 2] ***

**Abstract**

The aim of this research was to study the effects of storage temperature and packaging type on shelf life and quality of sea grapes. The sea grapes stored at room temperature (28±2 ºC) and 25 ºC had shelf life of 9 days, while storing at lower temperature; namely, 20, 12 and 4 ºC had shortened shelf lives to 5, 1 and 1 day, respectively. The effect of packaging type on shelf life of sea grapes was investigated during storage at 25°C. The locked-clamshell box and polypropylene (PP) tray covered with PP film could extend the shelf life for 9 days, while sea grapes packed in staples-sealed clamshell box and PP tray wrapped with polyvinyl chloride ( PVC) lasted for only 6 days. Changes of physico-chemical quality were also investigated. Sea grapes stored in PP tray wrapped with PP film had the lowest percentage of fresh weight loss (0-3.51%) as well as, respiration rate (31.97-99.26 mg $CO_2$/kg.hr), and salinity (4.67-5.17%) compared to ones in control treatment. For instance, fresh weight loss of sea grapes from all treatments gradually increased upon storage as well as the presence of yellowish green color. Vitamin C and phenolic compound contents, on the other hand, declined by storage time and were not significantly different among treatments.

**Keywords**: *Caulerpa lentillifera* J. Agardh, packaging, phenolic compounds

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสาหร่ายพวงองุ่น พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28±2 °C) และที่ 25 °C มีอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง โดยผลิตผลที่อุณหภูมิ 20, 13 และ 4 °C มีอายุการเก็บรักษาเพียง 5, 1 และ 1 วัน ตามลำดับ การศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า สาหร่ายที่บรรจุในกล่อง locked clamshell, ถาดพลาสติก Polypropylene (PP) ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม polypropylene (PP) มีอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน ในขณะที่การบรรจุในถาดพลาสติก PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม Polyvinyl chloride (PVC) และในกล่อง clamshell และปิดผนึกด้วยลวดเย็บกระดาษ (ชุดควบคุม) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่บรรจุในถาดพลาสติก polypropylene (PP) ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด (0-3.51%) มีอัตราการหายใจต่ำสุด (31.97-99.26 mg $CO_2$/kg.hr) และ มีการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มน้อยที่สุด (4.67-5.17%) เมื่อเทียบกับสาหร่ายพวงองุ่นในชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม สาหร่ายทุกชุดการทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น และมีสีเป็นเขียวอมเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ในขณะปริมาณวิตามินซีและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าลดลงในระหว่างการเก็บรักษาและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ**: *Caulerpa lentillifera* J. Agardh บรรจุภัณฑ์ สารประกอบฟีนอลิก

## คำนำ

สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ มีลักษณะเป็นเม็ดกลมเล็ก สีเขียว รวมกันเป็นช่อคล้ายกับพวงองุ่น หรือไข่ปลาคาเวียร์ แพร่กระจายอยู่ในเขตร้อนและกึ่งร้อน (Guo *et al*., 2015) ในประเทศไทยพบบริเวณอ่าวไทย ทะเลอันดามัน ชายฝั่งทะเลตะวันตก และตะวันออก เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 49 ซ.เทียนทะเล 25 ถ. บางขุนเทียน-ชายทะเล แขวงท่าข้าม กทม.10150
[1] School of Bioresource and Technology, King Mongkut's University of Technology Thoburi, 49 Thian Thale 25, Bangkhun-thien rd., Thakam, Bangkok, 10150 Thailand
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพมหานคร 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand

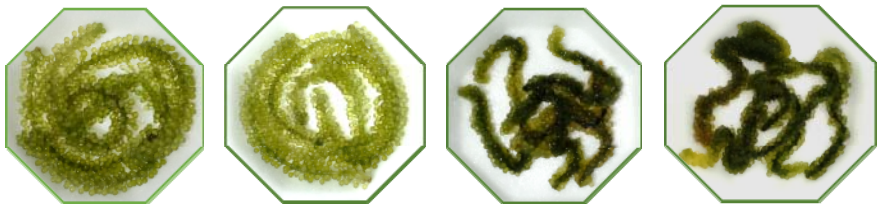
มีแสงแดดส่องถึง สาหร่ายพวงองุ่นอุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และยังสามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำ และเป็นอาหารสัตว์น้ำ (Xiaolin *et al*., 2018) ปัจจุบันสาหร่ายพวงองุ่นกำลังได้รับความสนใจจากผู้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ จึงเป็นเหตุให้เกษตรกรจำนวนมากสนใจเพาะเลี้ยงและแปรรูป โดยปกติสาหร่ายพวงองุ่นจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นและควรบริโภคภายใน 3-7 วัน ปัจจุบันการจำหน่ายสาหร่ายพวงองุ่นส่วนใหญ่ทำโดยบรรจุในกล่องพลาสติก Polyethylene (PE) ชนิด Clamshell ที่ปิดผนึกด้วยลวดเย็บกระดาษหรือในถุงพลาสติกใสชนิด Polypropylene (PP) และวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งทำให้มีอายุการวางจำหน่าย 5-7 วัน ทั้งนี้ยังไม่มีการศึกษาอุณหภูมิและผลบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษา ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิและชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของสาหร่ายพวงองุ่นให้นานขึ้นโดยยังคงสรีรวิทยาและปริมาณสารพฤกษเคมีไว้เช่นเดิมมากที่สุด

## อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกสาหร่ายพวงองุ่นที่มีอายุ 2 สัปดาห์ มีสาย (branch) ยาวประมาณ 8-13 เซนติเมตร สีเขียวใส ทัลลัส (thallus) เรียงตัวกันหนาแน่น ไม่มีร่องรอยการเข้าทำลายจากปลาหรือหอย การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา ทำโดยบรรจุสาหร่ายพวงองุ่นในถุง PE ขนาด 15x23 ซม.ถุงละ 50±1 กรัม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 20, 13 และ 4 ºC แต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ทำการสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 3 วัน เพื่อประเมินคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค คะแนน 5 = รามูลัสใส เต่ง มีสีเขียวเสมอกันทั้งสาย, 4 = รามูลัสใส สีเขียวอ่อน เต่ง สายมีสีเขียวเข้ม 3 = รามูลัส เริ่มสลด ปลายสายมีสีเขียวเข้ม 2 = รามูลัส สลดมากกว่า 25 % และ 1 = รามูลัส สลดมากกว่า 75 % โดยกำหนดให้สาหร่ายพวงองุ่นที่หมดอายุการเก็บรักษาเมื่อมีคะแนนการยอมรับโดยรวม ต่ำกว่า 3 คะแนน สำหรับการศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของสาหร่ายพวงองุ่น ทำโดยบรรจุสาหร่ายพวงองุ่นจำนวน 50±1 กรัม ในบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ กล่อง Clamshell box ที่ผนึกด้วยลวดเย็บกระดาษ (ชุดควบคุม) (10x15.5x4 ลบ.ซม.) กล่อง Locked clamshell (11x16x4 ลบ.ซม.) ถาด PP (6x10x5 ลบ.ซม.) ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP และถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PVC แล้วเก็บรักษาที่ 25±2 ºC นาน 9 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 3 วัน เพื่อวิเคราะห์ การสูญเสียน้ำหนักสด อัตราการหายใจ ค่าความเค็ม ค่าสี ปริมาณวิตามินซี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และอายุการเก็บรักษา (วัน) แต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD)

## ผลการทดลอง

การศึกษาผลอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่น พบว่าที่อุณหภูมิห้อง (28±2 ºC) และที่ 25 ºC เหมาะสำหรับเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่นมากที่สุด โดยสาหร่ายมีอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน ส่วนที่ 20 ºC มีอายุ 5 วัน และที่ 13, 4 ºC มีอายุเพียง 1 วัน (Figure 1) การศึกษาผลของชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของสาหร่ายพวงองุ่น พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บรักษาในกล่อง Locked clamshell และถาดพลาสติก PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP มีอัตราการหายใจน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บรักษาในกล่อง Locked clamshell มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาค่าความเค็ม พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บรักษาภายในกล่อง Locked clamshell และถาดพลาสติก PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเค็มน้อยที่สุดเช่นกัน ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงค่าสีของสาหร่ายพวงองุ่น พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บรักษาภายในกล่อง Locked clamshell มีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด นั่นแสดงว่าสาหร่ายพวงองุ่นมีสีเขียวอมเหลืองเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ชุดควบคุมที่มีค่า L* ต่ำลง และแสดงอาการสลด (Figure 2) นอกจากนี้พบว่าการเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่นในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซี และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณวิตามินซี และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา (ไม่ได้แสดงผลการทดลอง) เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บใน Locked clamshell และในถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP มีอายุการเก็บรักษา 9 วัน ในขณะที่การเก็บในถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PVC และในกล่อง Clamshell ที่ผนึกด้วยลวดเย็บกระดาษ (ชุดควบคุม) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน



(A) 9 days (B) 5 days (C) 1 day (D) 1 day

**Figure 1** Appearance of sea grapes and their shelf lives obtained from different storage temperature; 25 °C (A), 20 °C (B), 13 °C (C), and 4 °C (D).

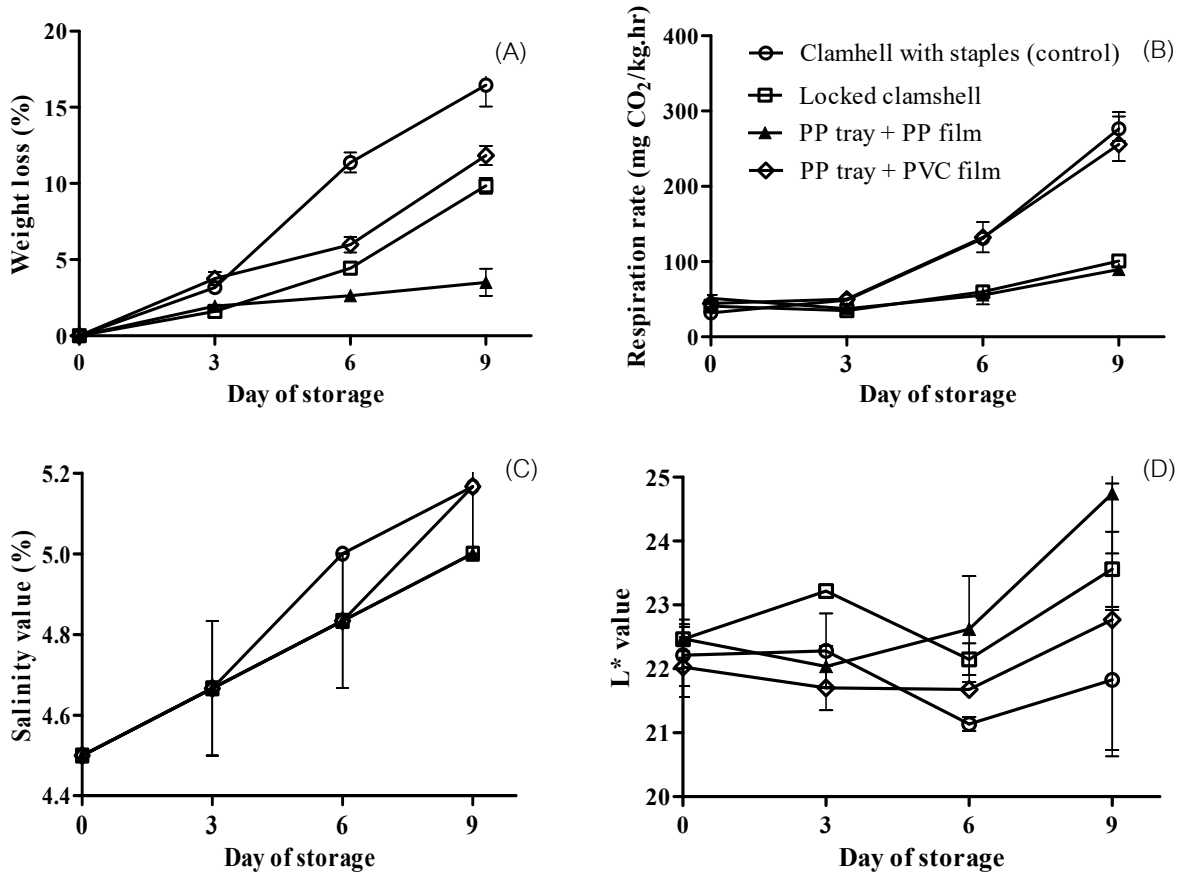



**Figure 2** Weight loss (A), respiration rate (B), salinity value (C) and L* value (D) of sea grapes packed in different packaging treatment; i.e., clamshell with staples (control), locked clamshell, PP tray wrapped with PP film, and PP tray wrapped with PVC film and stored at 25ºC for 9 days.

## วิจารณ์ผลการทดลอง

การเก็บสาหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 25 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนาน 9 วัน และสาหร่ายที่เก็บที่อุณหภูมิ 13, 4 °C มีอายุเพียง 1 วัน เนื่องจากสาหร่ายพวงองุ่นเจริญเติบโตได้ในพื้นที่เขตกึ่งร้อนถึงร้อน มีผิวบอบบาง นุ่ม ฉ่ำน้ำ อ่อนแอได้ง่าย โดยสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิสูง สภาพที่มีแรงดันออสโมติก น้ำจืด หรือสารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ มีรายงานว่าการเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 °C ทำให้ผนังเซลล์เสียหายไม่สามารถควบคุมการผ่านเข้าออกของน้ำได้ (Xiaolin *et al.*, 2018) และพบว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่น โดยสาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บในกล่อง Locked clamshell และถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 9 วัน ส่วนการเก็บในถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PVC และกล่อง Clamshell box ที่ผนึกด้วยลวดเย็บกระดาษ (ชุดควบคุม) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน เนื่องจากฟิล์มชนิด PP มีคุณสมบัติในการยอมให้ความชื้น ไอน้ำ ถ่ายเทออกไปได้ต่ำ และยอมให้เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สได้บางส่วน (gas permeable) จึงส่งผลให้ภายในกล่องมีออกซิเจนผ่านเข้าออกได้น้อย ทำให้สาหร่ายพวงองุ่นมีการหายใจลดลง ในขณะที่การใช้ฟิล์ม PVC ทำให้

สาหร่ายพวงองุ่นมีอัตราการหายใจสูง เนื่องจากฟิล์ม PVC มีคุณสมบัติยอมให้ไอน้ำ และก๊าซผ่านได้ดีมาก (American Chemistry Council, 2015; ธนาวดี, 2546) จึงส่งผลให้ก๊าซออกซิเจนจากภายนอกกล่องสามารถผ่านเข้ามาภายในบรรจุภัณฑ์ได้มาก ทำให้สาหร่ายพวงองุ่นมีการหายใจเพิ่มขึ้น ในส่วนของ Clamshell box ที่ผนึกด้วยลวดเย็บกระดาษ (ชุดควบคุม) พบว่ามีอัตราการหายใจสูงที่สุด เนื่องมาจากกล่องมีช่องว่างรอยต่อระหว่างฝา ทำให้ออกซิเจนเข้าไปภายในกล่องได้มากกว่ากล่อง Locked clamshell จึงส่งผลให้เกิดอัตราการหายใจสูง ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้สาหร่ายพวงองุ่นที่เก็บรักษาในถาดพลาสติก PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP และกล่อง Locked clamshell มีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าทุกทรีตเมนต์ โดยมีอัตราการหายใจ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดต่ำเมื่อเทียบกับชุดควบคุม และพบว่า บรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (วิตามินซีและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด) เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระทั้ง 2 ชนิดมีการสลายตัวหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทั้งนี้เพราะวิตามินซีถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจ และสารฟีนอลิกมีฤทธิ์ในการชะลอและป้องกันการเสื่อมสภาพของผลผลิตจากการเกิดออกซิเดชัน อีกทั้งยังเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ในขณะเดียวกันระหว่างกระบวนการหายใจมักเกิดความร้อนขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งวิตามินซีและสารฟีนอลิกจะสลายตัวตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น หรือตามการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้สารต้านอนุมูลอิสระมีคุณสมบัติในการดักจับ ดูดซับ หรือลดปริมาณของอนุมูลอิสระที่พืชผลิตขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงอาจส่งผลต่อการลดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Murcia *et al*., 2009; Jirumand and Srihanam, 2011) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tuong *et al*. (2016) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่นในพลาสติกชนิด PP สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 10 วัน แต่การเก็บรักษาในพลาสติก PVC มีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักสด ลักษณะทางกายภาพของสาหร่ายพวงองุ่น และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นสดที่เก็บรักษาด้วยบรรจุภัณฑ์ชนิด Polyamide (PA) ให้ผลดีกว่า PP

## สรุปผลการทดลอง

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสาหร่ายพวงองุ่นคือ 25 °C และชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา คือ กล่อง Locked clamshell และถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน ส่วนการเก็บในถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PVC และกล่อง Clamshell box ที่ผนึกด้วยลวดเย็บกระดาษ (ชุดควบคุม) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วันโดยการบรรจุสาหร่ายพวงองุ่นในกล่อง Locked clamshell และถาด PP ร่วมกับการหุ้มฟิล์ม PP สามารถชะลออัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำหนักสดได้ รวมทั้งสาหร่ายมีค่าความเค็มต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและทรีตเมนท์อื่น ๆ ในขณะที่พบว่าปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงตามอายุการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดที่ทำการทดสอบ

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ UGSAS, Gifu University, Japan ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

ธนาวดี ลี้จากภัย. 2546. PVC: พลาสติกที่มีการใช้งานหลากหลาย. วารสารเทคโนโลยีวัสดุ. หน้า 71-85.

American Chemistry Council. 2015. Resins and Types of Packaging. [Online]. Available source: https://www.plasticpackagingfacts.org. (22 March 2020).

Chen, X., Y. Sun, H. Liu, S. Liu, Y. Qin and P. Li. 2018. Advances in cultivation, wastewater treatment application, bioactive components of *Caulerpa lentillifera* and their biotechnological applications. Peer Journal 2: 1-15.

Guo, H., J. Yao, Z. Sun and D. Duan. 2015. Effect of temperature, irradiance on the growth of the green alga *Caulerpa lentillifera* (Bryopsidophyceae, Chlorophyta). Journal of Applied Phycology 27: 879-885.

Jirumand, J. and P. Srihanam. 2011. Oxidants and Antioxidants: Sources and Mechanism. Acad. Kalasin Rajabhat University 1: 59-70.

Murcia, M.A., A.M. Jiménez and M. Martínez-Tomé. 2009. Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. Food Research International 42(8): 1046-1052.

Tuong, L.T., N.T. M. Trang, V. N. Boi and N. H. Dai. 2016. Effect of packaging to quality and shelf-life of fresh sea grapes (*Caulerpa lentillifera* J. agardh, 1837). Journal of Fisheries science and Technology 3: 69-76.