

## ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะการเก็บรักษาต่ออายุการเก็บรักษาของสาหร่ายเกลียวทองสด

### Effects of packaging types and storage conditions on shelf life of fresh *Spirulina platensis*

พรชัย ราชตะนัพันธุ์<sup>1</sup>, นิชา เมืองสุวรรณ<sup>1</sup> และ สุทธิสุดา วานิช<sup>1</sup>  
Pornchai Rachatanapun<sup>1</sup>, Nicha Muangsuvan<sup>1</sup> and Sudsuda Vanit<sup>1</sup>

#### Abstract

Effects of packaging types (aluminum foil bags and high density polyethylene, HDPE bag) and storage conditions (at 4°C and 25°C) on shelf life of fresh *Spirulina platensis* were studied. Sensory test was used to evaluate shelf life of fresh spirulina. Shelf life of fresh spirulina at 25°C was only 3 days, but at low temperature (at 4°C) shelf life of fresh spirulina was more than 7 days. Fresh Spirulina packed in aluminum foil bags was more acceptable than those of HDPE bags. Moreover, effect of packaging for transportation on fresh spirulina was also investigated. The study also included searching the suitable packaging for transportation. To study the suitable quantity of dry ice (600, 700, 800, 900, 1,000, 1,100, 1,200, 1,300, 1,400 และ 1,500 grams) as well as the proper kinds of insulator (foam, ethylene vinyl acetate (EVA), newspaper, sponge sheet) were studied. The process includes wrapping insulator around the plastic can containing fresh spirulina in aluminum foil bag; which helped to maintain the fresh spirulina temperature below 18°C within 48 hours. It is discover that quantity of dry ice suitable for controlling the temperature was 1,300 grams in accordance with insulator as 2 centimeter thick of newspaper wrapping around the products.

**Keywords:** Fresh *Spirulina platensis*, packaging materials, insulator, shelf life

#### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะการเก็บรักษาที่มีต่ออายุการเก็บรักษาของสาหร่ายเกลียวทองสดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาสาหร่ายสด โดยศึกษาอายุการเก็บรักษาของสาหร่ายสดที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด aluminum foil และถุงพลาสติกชนิด high density polyethylene (HDPE) ใน 2 สภาวะ คือ ที่อุณหภูมิ 4°C และอุณหภูมิ 25°C โดยใช้การประเมินทางประสาทสัมผัสในการบ่งถึงอายุการเก็บรักษาสาหร่ายเกลียวทองสด พบว่าที่อุณหภูมิ 25°C สาหร่ายสดจะเกิดการเน่าเสียภายหลังจากการเก็บเพียง 3 วัน แต่ที่อุณหภูมิ 4°C สาหร่ายสดมีอายุการเก็บมากกว่า 7 วัน และสาหร่ายสดที่บรรจุด้วยถุง aluminum foil เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าสาหร่ายสดที่บรรจุด้วยถุง HDPE นอกจากนี้ยังศึกษาหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อการขนส่งสาหร่ายสด ทำการศึกษาปริมาณน้ำแข็งแห้ง (600, 700, 800, 900, 1,000, 1,100, 1,200, 1,300, 1,400 และ 1,500 กรัม) และชนิดของฉนวนที่เหมาะสม (โฟม ethylene vinyl acetate (EVA), กระดาษหนังสือพิมพ์และฟองน้ำแผ่น) โดยหุ้มฉนวนรอบกระป๋องพลาสติกที่บรรจุสาหร่ายสดในถุง aluminum foil เพื่อรักษาอุณหภูมิของสาหร่ายสดให้ไม่เกิน 18°C ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณของน้ำแข็งแห้งที่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมิ คือ 1,300 กรัม โดยใช้ร่วมกับฉนวนชนิดกระดาษหนังสือพิมพ์หนา 2 เซนติเมตรในการหุ้มผลิตภัณฑ์

**คำสำคัญ:** สาหร่ายเกลียวทองสด ชนิดบรรจุภัณฑ์ ฉนวน และอายุการเก็บรักษา

#### คำนำ

สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina*) เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยเฉพาะโปรตีนที่มีปริมาณสูงถึง 70% นอกจากนี้ยังประกอบด้วย แร่ธาตุและวิตามิน ด้วยคุณค่าทางอาหาร สาหร่ายเกลียวทองจึงถูกนำมาแปรรูปเพื่อการบริโภค ในลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมซึ่งได้รับการยอมรับ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่เนื่องด้วยสภาวะการแข่งขันทางการตลาดของสาหร่ายเกลียวทองแปรรูปที่สูง กอปรกับข้อจำกัดของกฎหมาย ในการกำหนดปริมาณการบริโภคของอาหารเสริม ส่งผลให้ผู้ประกอบการบางรายต้องการที่จะผลักดันให้สาหร่ายเกลียวทองเป็นมากกว่าอาหารเสริม จึงได้เพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย และเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค ได้แก่ การนำสาหร่ายสดไปใช้

<sup>1</sup>ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

<sup>1</sup>Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100

ประโยชน์ ในการดูแลรักษาผิวพรรณในธุรกิจสปา และได้มีการส่งออกสาหร่ายสดไปยังต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แต่ปัญหาของการขนส่งสาหร่ายสด คือ ง่ายเสียง่าย ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงศึกษาถึงผลการใช้บรรจุภัณฑ์และสภาวะการเก็บที่เหมาะสมต่อการขนส่งสาหร่ายเกลียวทองสด

**อุปกรณ์และวิธีการ**

สาหร่ายสดถูกบรรจุในถุง 2 ชนิด คือ aluminum foil และ HDPE ถุงละ 50 กรัม เก็บสาหร่ายสดที่ 2 สภาวะ คือ ที่ 25°C และที่ 4°C เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสี โดยใช้เครื่องวัดสีของ HUNTER LAB รุ่น COLOR QUEST II วัดโดยใช้ระบบ CIELAB และบันทึกผลประเมินทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น และลักษณะโดยรวม สำหรับบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง เปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนทั้ง 4 ชนิด คือ โฟม ethylene vinyl acetate (EVA), กระดาษหนังสือพิมพ์ และฟองน้ำแผ่น โดยหุ้มฉนวนรอบกระป๋องพลาสติกซึ่งภายในบรรจุน้ำ 500 มิลลิลิตร บรรจุในกล่องโฟมทั้งที่บุ aluminum foil และไม้บุ โดยใช้ปริมาณน้ำแข็งแห้ง 1,500 กรัม บันทึกอุณหภูมิทุกๆ 2 ชั่วโมง พิจารณานิตกกล่องโฟมและชนิดฉนวนที่เหมาะสม ทำการทดลองเช่นเดิมโดยใช้กล่องโฟมและชนิดของฉนวนที่เหมาะสมนั้น เพื่อพิจารณาปริมาณน้ำแข็งแห้งโดยใช้น้ำแข็งแห้งตั้งแต่ 600, 700, 800, 900, 1,000, 1,100, 1,200, 1,300, 1,400 และ 1,500 กรัม พิจารณาช่วงปริมาณน้ำแข็งแห้งที่เหมาะสม แล้วทำการทดลองโดยบรรจุสาหร่ายสดปริมาณ 500 กรัมแทนน้ำ

**ผล**

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของสาหร่ายสด ซึ่งพิจารณาจากค่า a\* และ b\* ซึ่งสาหร่ายสดมีแนวโน้มที่จะสูญเสียสีเขียว (ค่า a\* ที่ลดลง) และมีแนวโน้มของการเกิดสีน้ำตาล (ค่า b\* ที่เพิ่มขึ้น) โดยที่สาหร่ายสดที่เก็บที่ 4°C ในถุง aluminum foil มีการสูญเสียสีเขียว และเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่า สาหร่ายสดที่เก็บที่สภาวะอื่นๆ (Figure 1)

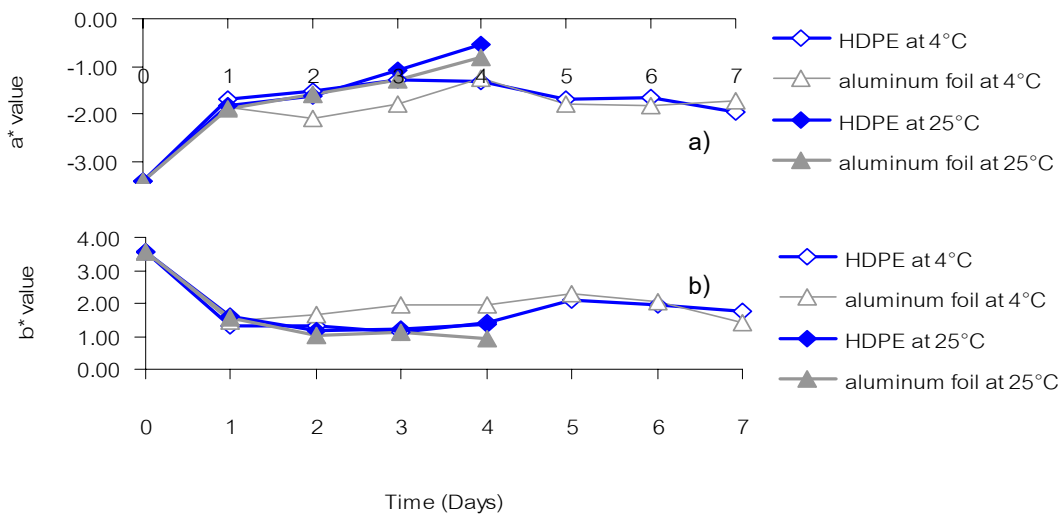


Figure 1 Change of a\* and b\* in fresh spirulina packed in aluminum foil and HDPE stored at 4°C and 25 °C  
a) a\* value and b) b\* value

การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสาหร่ายเกลียวทองสดในด้าน สี กลิ่น และลักษณะโดยรวม ลดลงในทุกสภาวะการเก็บรักษา โดยที่สาหร่ายสดที่เก็บที่ 25°C ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (คะแนนการยอมรับน้อยกว่า 2) ในวันที่ 4 ด้านของกลิ่นและลักษณะโดยรวม สาหร่ายเกลียวทองสดที่เก็บที่ 4°C ในถุง aluminum foil ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะการเก็บอื่นๆ (Figure 2)

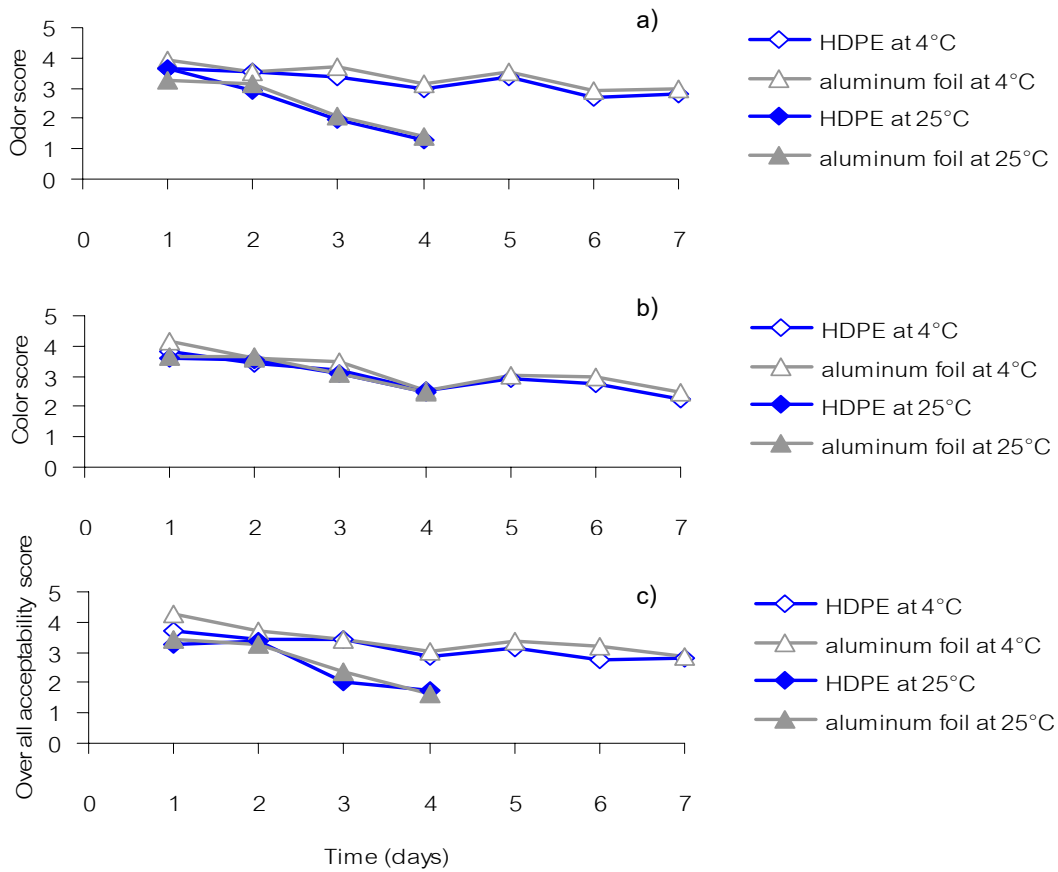


Figure 2 Acceptance of consumer on odor, color and over all acceptability on fresh spirulina.  
 a) odor score, b) color score, and c) over all acceptability

ที่ปริมาณน้ำแข็ง 1,500 กรัม โฟม EVA เป็นฉนวนในการป้องกันการแพร่ผ่านของความเย็นที่แย่ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่นๆ เนื่องจากมีช่วงอุณหภูมิที่ติดลบที่มากกว่า และกล่องโฟมบุ aluminum foil สามารถรักษาความเย็นได้ดีกว่ากล่องโฟมที่ไม่ได้บุ เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำในกระป๋องที่หุ้มด้วยฉนวนทุกชนิดติดลบ และกระดาษหนังสือพิมพ์เป็นฉนวนที่ดีที่สุดเนื่องจากสามารถรักษาอุณหภูมิได้ต่ำที่สุดที่ 48 ชั่วโมง (Figure 3) ดังนั้นจึงใช้กระดาษหนังสือพิมพ์เป็นฉนวน เพื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้น้ำแข็งแห้งที่เหมาะสมต่อไป

จาก Figure 4 แสดงให้เห็นว่าช่วงปริมาณน้ำแข็งแห้งที่ 1,100-1,500 กรัม สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำในกระป๋องให้ต่ำกว่า 18°C ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ดังนั้นจึงนำน้ำแข็งแห้งในช่วงนี้มาศึกษาผลของปริมาณน้ำแข็งแห้งต่อการเก็บสาหร่ายเกลียวทองสด

ปริมาณน้ำแข็งแห้งที่ 1,300 กรัม สามารถควบคุมอุณหภูมิสาหร่ายให้ต่ำกว่า 18°C ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ได้โดยมีอุณหภูมิช่วงที่ติดลบน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ปริมาณน้ำแข็งแห้งที่ 1,500 กรัม (Figure 5)

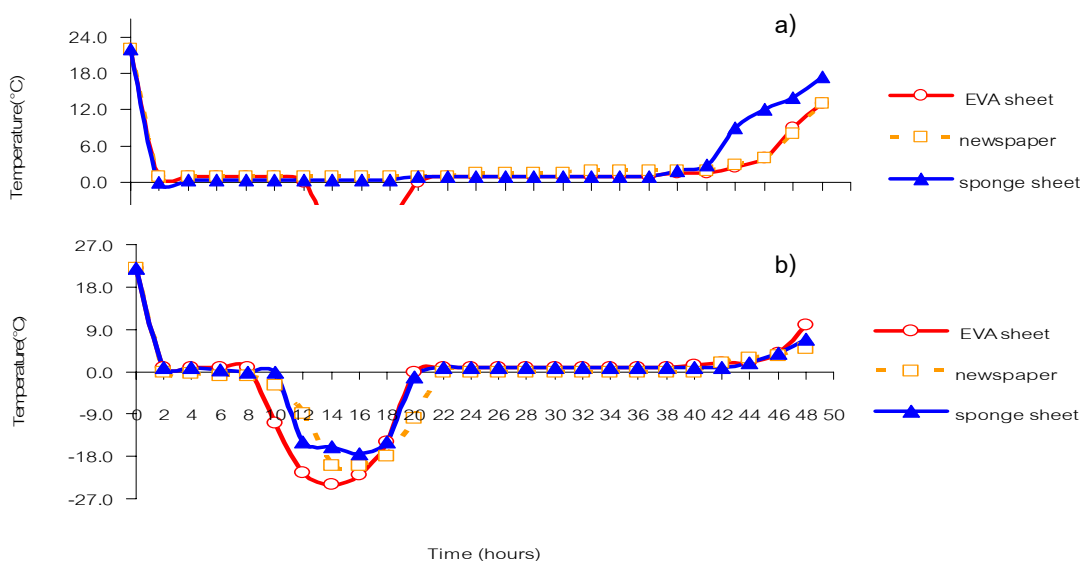


Figure 3 Change of temperature of water inner plastic can packed with 1,500 g. of dry ice in unlined and lined up foam box with aluminum foil. a) unlined up foam box, and b) lined up foam box

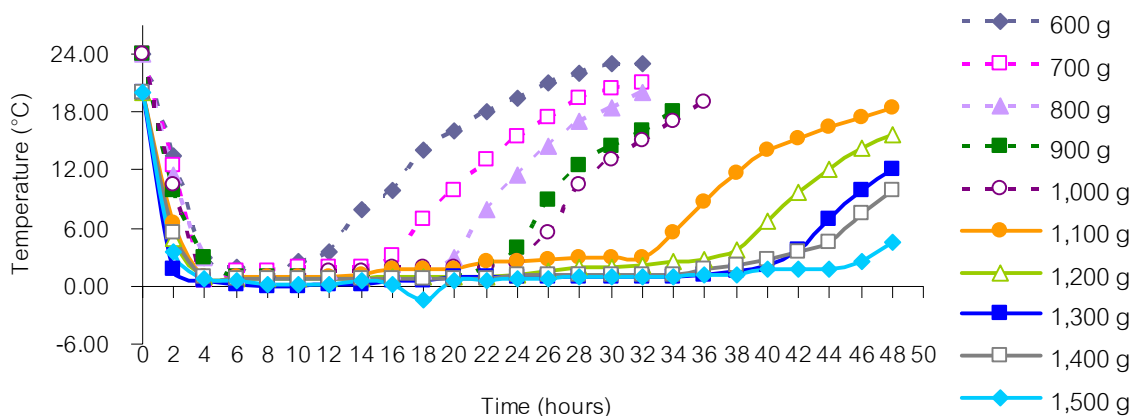


Figure 4 Change of temperature of water inner plastic can which using newspaper as an insulator, packed with various amount of dry ice in lined up foam box with aluminum foil.

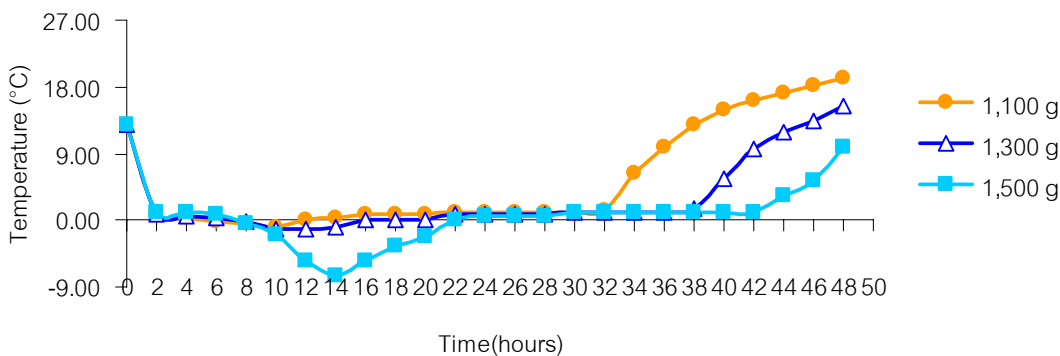


Figure 5 Change of temperature of fresh spirulina inner plastic can, which using newspaper as an insulator, packed with various amount of dry ice in lined up foam box with aluminum foil.

### วิจารณ์ผล

สาหร่ายเกลียวทองสด จะมีการสูญเสียสีเขียว และมีแนวโน้มการเกิดสีน้ำตาลเงิน ในทุกสภาวะการเก็บรักษา ซึ่งเป็นผลมาจากการที่องค์ประกอบของโปรตีนในสาหร่ายเริ่มมีการสลายตัว ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือ รงควัตถุสีน้ำตาลเงิน ที่เรียกว่า phycocyanin (สมศักดิ์, 2547) สาหร่ายเกลียวทองสดที่เก็บในถุง aluminum foil ที่เก็บที่ 4°C มีการสูญเสียสีเขียวน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการสูญเสียสีเขียว เป็นการเสื่อมสภาพทางธรรมชาติอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับผัก การเก็บรักษาผักสดที่อุณหภูมิไม่เกิน 5°C สามารถที่จะชะลอการเสื่อมสภาพทางธรรมชาติได้ (สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2550) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีของสาหร่ายเกลียวทองสดได้

สาหร่ายเกลียวทองสดที่เก็บที่ 25°C ในถุงทั้งสองชนิด ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในวันที่ 4 ในด้านกลิ่น เนื่องจากสาหร่ายเกลียวทองมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นโปรตีน ซึ่งง่ายต่อการสลายตัว ทำให้เกิดกลิ่นที่เรียกว่า กลิ่นคาวปลา (สมศักดิ์, 2547) และเกิดการสลายตัวของโปรตีน ที่เรียกว่า putrefaction ทำให้เกิดก๊าซ SO<sub>2</sub> (Answer Corporation, 2007) ส่งผลให้มีกลิ่นเหม็น แต่สาหร่ายสดบรรจุในถุง aluminum foil ที่เก็บที่ 4°C ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำ สามารถที่จะชะลอการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเน่าเสียตามธรรมชาติ (John Wiley & Sons Inc., 2007)

กล่องโฟมที่บุด้วยแผ่น aluminum foil สามารถเก็บรักษาความเย็นได้ดีกว่ากล่องโฟมที่ไม่ได้บุ ทั้งนี้เนื่องจาก aluminum foil มีคุณสมบัติความเป็นฉนวน คือ เป็นวัสดุที่ใช้ในการป้องกัน การถ่ายเทความร้อน จากสสารหนึ่งไปยังอีกสสารหนึ่ง อันเนื่องมาจาก ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสสารทั้งสองนั้น (Farlex, 2007) จึงส่งผลให้สามารถรักษาความเย็นไว้ได้

การป้องกันการแพร่ความเย็นจากน้ำแข็งแห้งที่มีอุณหภูมิต่ำถึง -79°C สู่อากาศโดยตรง จึงจำเป็นต้องใช้ฉนวนเพื่อป้องกันการเกิดการเสียหายของเซลล์ของสาหร่ายเกลียวทองสด และฉนวนที่ดีที่สุด คือ กระจกหน้าต่างสีอิมพ์ เนื่องจากสามารถป้องกันไม่ให้ความเย็นแพร่เข้าสู่สาหร่ายสดมากเกินไป สังเกตได้จากการที่อุณหภูมิของสาหร่ายสดไม่ได้ลดต่ำเกินไป ในขณะที่เดียวกันก็สามารถรักษาความเย็นของสาหร่ายสดให้มีอุณหภูมิต่ำกว่า 18°C ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมงได้ โดยใช้ปริมาณน้ำแข็งแห้งในการบรรจุที่ 1,300 กรัม

### สรุป

สาหร่ายเกลียวทองสดมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน เมื่อเก็บที่ 25°C แต่ที่อุณหภูมิ 4°C จะมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 7 วัน และสาหร่ายเกลียวทองสดที่บรรจุในถุง aluminum foil เก็บที่ 4°C เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด การบรรจุสาหร่ายเกลียวทองสดเพื่อการขนส่ง ใช้กระจกหน้าต่างสีอิมพ์ (ความหนา 2 เซนติเมตร) เป็นฉนวน บรรจุด้วยน้ำแข็งแห้งปริมาณ 1,300 กรัม ในกล่องโฟมที่บุด้วยแผ่น aluminum foil สามารถรักษาอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 18°C ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมงได้

### คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณ บริษัท กรีนไดมอนด์ จำกัด ที่ให้โอกาสและการสนับสนุนในด้านวัตถุดิบ และงบประมาณในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นสาเหตุให้ผลิตผลเสื่อมสภาพ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : [http://www.tistr-foodprocess.net/vegetable\\_fresh.html#m5](http://www.tistr-foodprocess.net/vegetable_fresh.html#m5) (20 มีนาคม 2550)  
สมศักดิ์ วรคามิน.(2547). สาหร่ายอาหารของอนาคต. กรุงเทพฯ : สามเจริญพาณิชย์. 124 หน้า.  
Answer Corporation. Putrefaction. (Online). Available: <http://www.answers.com/topic/putrefaction> (2007, March 20)  
Farlex. Insulation. (Online). Available: <http://columbia.thefreedictionary.com/insulant> (2007, February 8)  
John Wiley & Sons, Inc. Concepts in biochemistry. (Online). Available: [http://www.wiley.com/legacy/college/boyer/0470003790/reviews/kinetics/kinetics\\_effectors.htm](http://www.wiley.com/legacy/college/boyer/0470003790/reviews/kinetics/kinetics_effectors.htm) (2007, March 20)