P-ISSN 0858-4435
E-ISSN 2651-1231
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Homepage : *http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj*
ปีที่ 30 ฉบับที่ 5 (กันยายน-ตุลาคม 2565) หน้า [80-91]

ผลของไคโตซานและอุณหภูมิต่อการยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อม (*Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil)

Effects of Chitosan Films and Temperatures on Shelf Life of Kratom (*Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil) Leaves

เวธนี พรหมจันทร์, อดิเรก รักคง, ระวี เจียรวิภา*
สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110
Wethanee Phromchan, Adirek Rugkong, Rawee Chiarawipa*
Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources,
Prince of Songkla University, Songkhla 90110
Received 22 October 2021; Received in revised 8 June 2022; Accepted 19 July 2022

บทคัดย่อ

พืชกระท่อมเป็นพืชสมุนไพรที่นิยมบริโภคใบสด หลังการเก็บเกี่ยวใบกระท่อมจะเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุใบพืชกระท่อมหลังการเก็บเกี่ยวให้ยังคงมีสภาพดี โดยใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษา คือ 15 และ 25°ซ (อุณหภูมิห้อง) และอัตราความเข้มข้นของไคโตซาน 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% พบว่า การเก็บรักษาใบที่อุณหภูมิ 15°ซ ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้น 0.5% ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ ขณะเดียวกัน พบว่า การเก็บรักษาใบพืชกระท่อมที่อุณหภูมิ 15 และ 25 °ซ ทำให้ใบเปลี่ยนสี (a*, b* และ L*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใช้ไคโตซานทำให้เกิดการเปลี่ยนสีใบไม่แตกต่างกันทุกระดับความเข้มข้น ส่วนด้านการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า การเก็บรักษาใบที่อุณหภูมิ 15°ซ ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ ทำให้มีค่าไม่ต่างกัน (20.05-26.57 มก./ตร.ซม.) ซึ่งต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°ซ (19.44-34.06 มก./ตร.ซม.) แสดงให้เห็นว่า การใช้อุณหภูมิต่ำร่วมกับการใช้สารไคโตซานเคลือบผิวสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อมได้ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้น 0.5% ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 15 วัน เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°ซ จึงควรมีการศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาและปริมาณสารสำคัญในใบต่อไป

คำสำคัญ: พืชสมุนไพร; การเสื่อมสภาพของใบ; สรีรวิทยาของใบ; พืชกระท่อม

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** rawee.c@psu.ac.th **doi:**

Abstract

Kratom is a traditional medicinal plant widely consumed as fresh green leaves. As kratom leaves degrade rapidly after harvesting, preservation is required to prolong the shelf life and quality of the leaves. In this study, the temperatures used to store kratom leaves were 15°C and 25°C (room temperature), and the five levels of chitosan concentration (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%) were applied to the leaves before the storage. It was found that the storage of the leaves at 15°C with 0.5% chitosan concentration resulted in a lower weight loss percentage than the storage at 25°C. The storages of kratom leaves at 15, and 25°C showed a significant difference in leaf color (a*, b*, and L*). However, the different concentrations of chitosan applications caused no difference in leaf color change. Regarding the chlorophyll content, it was found that the storage at 15°C with varying concentrations of chitosan resulted in different values of leaf chlorophyll. The values ranged between 20.05 and 26.57 mg/cm^2, lower than those of the 25°C storage, which were in the range of 19.44-34.06 mg/cm^2. The results showed that the shelf life period of kratom leaves was associated with low temperature and chitosan application. The storage of kratom leaves at 15°C with 0.5% chitosan extended the shelf life by approximately 15 days longer than the storage at 25 °C. Therefore, it indicates that the effective packaging system to minimize phytochemical changes during the storage period should be studied further.

Keywords: Medicinal plant; Leaf senescence; Leaf physiology; *Mitragyna speciosa* (Korth.)

1. บทนำ

พืชกระท่อม (*Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil) เป็นพืชยืนต้นแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในประเทศไทยพบได้บริเวณภาคกลางและภาคใต้ เช่น อยุธยา ปทุมธานี ยะลา ปัตตานี นราธิวาส พัทลุง สงขลา ตรัง สตูล นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี [1-3] พืชกระท่อมมีชื่อเรียกท้องถิ่น เช่น อีถ่าง ท่อม คอยโดน กระทุ่มโคก ฯลฯ ซึ่งมีความสำคัญทางเภสัชวิทยาและตำรายาไทย นิยมใช้พืชกระท่อมเป็นยารักษาโรค ได้แก่ อาการท้องเสีย ปวดท้อง ปวดเมื่อยตามร่างกาย และระงับประสาท อีกทั้งช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและบรรเทาอาการของโรคเบาหวานได้ [4-5] นอกจากนี้ ยังมีการนำไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารเสริมสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องด้วย [6] โดยใบพืชกระท่อมมีสารพฤกษเคมีที่สำคัญ คือ สารกลุ่มอัลคาลอยด์ (Terpenoid indole และ Alkaloids) ได้แก่ Mitragynine, Paynantheine, Speciogynine และ Mitraciliatine เป็นต้น [7] โดยในกลุ่มสารอัลคาลอยด์ทั้งหมด มีรายงานวิจัยพบ Mitragynine เป็นสารสำคัญหลักสูงถึง 66.2% [8]

ปัจจุบันมีการนำสมุนไพรท้องถิ่นตามภูมิปัญญาท้องถิ่นของแต่ละภูมิภาคมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับการให้ความสำคัญกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรที่มีส่วนให้พืชสมุนไพรเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตในอุตสาหกรรมยาในอนาคตได้ [9] โดยเฉพาะพืชกระท่อมที่มีการนำมาแปรรูปเพื่อใช้ในทางการแพทย์ในรูปแบบต่างๆ เช่น ใบพืชกระท่อมบดละเอียด ใบแห้ง น้ำพืชกระท่อม และแคปซูล [4] เป็นต้น

ไคโตซาน (Chitosan) จัดเป็นสารโพลีแซ็กคาร์ไรด์และพอลิเมอร์ชีวภาพที่เป็นส่วนประกอบของไคติน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่สกัดได้จากเปลือกกุ้ง แกนของแมงกะพรุน หรือกระดองปู ไคโตซานจัดเป็นสารที่ไม่มีอันตราย จึงนิยมใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาพืชผักและผลไม้ [10-11] ไคโตซานยังสามารถย่อยสลายได้ง่าย มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมสูง รวมถึงมีคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์ และกระตุ้นการเกิดกระบวนการป้องกันตนเองของเนื้อเยื่อพืช [12, 13] ในการผลิตพืชปลูกมีการนำไคโตซานมาใช้ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การป้องกันโรคในผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว [9] การลดการสูญเสียน้ำหนัก การชะลออัตราการหายใจ และการคายน้ำ เป็นต้น [14] โดยในผักและผลไม้เขตร้อนนิยมใช้วิธีการพ่นหรือจุ่ม ร่วมกับเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลผลิต [15-18]

โดยทั่วไปใบพืชกระท่อมนิยมเก็บเกี่ยวและบริโภคสดตามภูมิปัญญาท้องถิ่นทางภาคใต้ ภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงจำเป็นต้องมีการเก็บรักษาใบให้มีสภาพปกติได้นานขึ้น อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยด้านการเก็บรักษาหรือการยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อม จึงศึกษาระดับของอุณหภูมิและความเข้มข้นของไคโตซานที่ใช้ในการเคลือบผิว ยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อม ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเก็บรักษาเป็นวัตถุดิบใบสดสำหรับการแปรรูปใบพืชกระท่อมต่อไปในอนาคตได้

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ตัวอย่างพืช

เก็บเกี่ยวใบพืชกระท่อมในบริเวณจังหวัดสงขลาที่ตำแหน่งคู่ใบที่ 2-5 จากปลายยอด คัดเลือกเฉพาะใบที่สมบูรณ์ ไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง และมีสีใบสม่ำเสมอ จำนวน 60 ใบ วางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial 2x5 in CRD) โดยมีปัจจัย A คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา คือ 15 และ 25°ซ (อุณหภูมิห้อง) และปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของไคโตซานที่ใช้เคลือบผิว 5 ระดับ คือ 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% แช่เป็นเวลา 5 นาที เพื่อเคลือบผิวใบ ผึ่งให้แห้งก่อนเก็บรักษาในถุงแบบดัดแปลงบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging : MAP) ประกอบด้วย 10 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 2 ใบ) บันทึกผลการทดลองทุก 0, 1, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน หรือจนกระทั่งใบพืชกระท่อมเสื่อมสภาพ

2.2 น้ำหนักใบ

บันทึกค่าน้ำหนักใบพืชกระท่อมก่อนการเก็บรักษา (วันที่ 0) และระหว่างการเก็บรักษา จำนวน 60 ใบ ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (PA214, Pioneer, Ohaus, USA) สุ่มวัดข้อมูลโดยนำใบออกมาวัดค่าต่างๆ ในแต่ละครั้งที่ทำการวัดข้อมูล จำนวน 3 ซ้ำ และคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียหนัก ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

2.3 ค่าสีใบ

บันทึกค่าสีของใบด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter รุ่น CR-400, Minolta, Japan) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงก่อนการเก็บรักษาและระหว่างการเก็บรักษา ใบละ 2 ตำแหน่งบริเวณกลางแผ่นใบ และสีที่สม่ำเสมอ หลีกเลี่ยงบริเวณเส้นใบ [19] โดยแบ่งระดับการประเมินช่วงสี ดังนี้

a* = -a (สีเขียว) และ +a (สีแดง)
b* = -b (สีน้ำเงิน) และ +b (สีเหลือง)
L* = เข้าใกล้ 0 (สีขาวหรือสว่างมาก) และ เข้าใกล้ 100 (สีคล้ำหรือสว่างน้อย)

2.4 ค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์

บันทึกค่าความเขียวใบ (Leaf greenness) ด้วย Chlorophyll meter (Force-A Multiplex 330TM, France) เพื่อบ่งบอกความเขียวของใบก่อนการเก็บรักษา และระหว่างการเก็บรักษา จำนวน 60 ใบ ใบละ 2 ตำแหน่ง บริเวณกลางแผ่นใบ และสีที่สม่ำเสมอ นำค่าที่ได้เปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้จากการสกัดในห้องปฏิบัติการ โดยนำตัวอย่างใบสกัดด้วยสารละลาย *N,N*-dimethylformamide (DMF) ปริมาตร 3 มล./ตร.ซม. (n=370) แช่สกัดตัวอย่างในที่มืดเป็นเวลา 24 ชม. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS spectrophotometer รุ่น UV-1900i, Shimadzu, Japan) ที่ความยาวคลื่น 647 และ 664 น.ม. คำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ [20] ดังสูตรคำนวณคลอโรฟิลล์ ดังนี้

โดยที่ (Chl_{total}) = $((20.27\times A_{647}) + (7.04\times A_{664})) \times Vol / (Area \times 100)$

Chl_{total} = ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มก./ตร.ซม.)
Vol = ปริมาณสาร DMF ที่ใช้สกัด (3 มล.)
Area = พื้นที่ใบที่ใช้สกัด (1 ตร.ซม.)
A_{647} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 น.ม.
A_{664} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 664 น.ม.

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป R เวอร์ชั่น 2.14.0

3. ผลการวิจัย

3.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบพืชกระท่อม

การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักใบพืชกระท่อมหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ สามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าที่อุณหภูมิ 25°ซ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่การเก็บรักษาวันที่ 1 ถึง 15 (Figure 1A) ส่วนการเคลือบผิวใบพืชกระท่อมโดยการจุ่มแช่ไคโตซาน พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักลดลง โดยที่ระดับความเข้มข้นของไคโตซาน 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ (Figure 1B) ทั้งนี้ปัจจัยความเข้มข้นของไคโตซานทุกระดับความเข้มข้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ พบว่า อุณหภูมิและระดับความเข้มข้นของไคโตซานไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบพืชกระท่อม

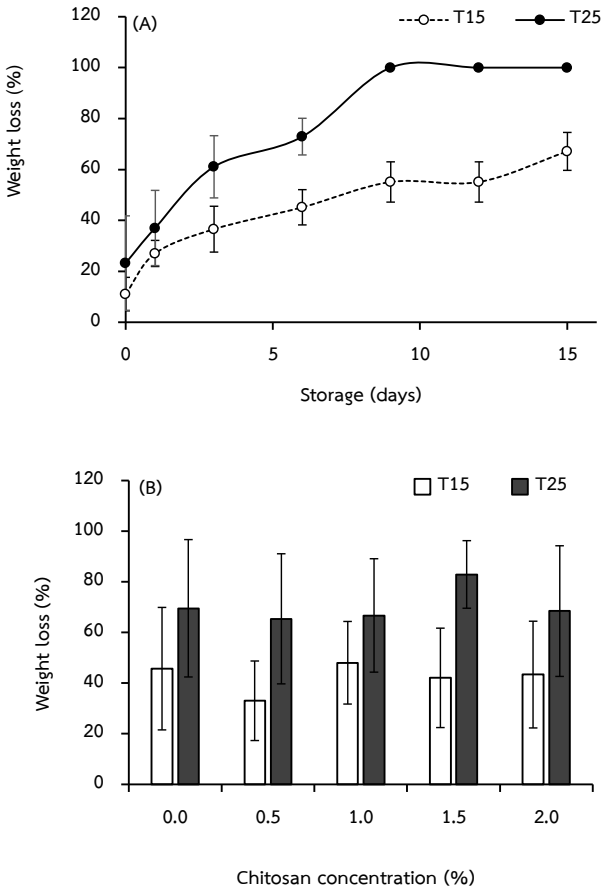

Figure 1 Weight losses of kratom leaves at 15°C (T15) and 25°C (T25) during the storage period of 15 days (A), and under the different chitosan concentrations (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0%) (B) .

3.2 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของใบพืชกระท่อม

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของใบพืชกระท่อม พบว่า อุณหภูมิและระดับความเข้มข้นของไคโตซานไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L*, a* และ b* ของใบพืชกระท่อม โดยการเปลี่ยนแปลงค่า L* ที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ ตามความเข้มข้นของไคโตซานทุกระดับ พบว่า ที่อุณหภูมิ 15°ซ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยที่การเก็บรักษา 0, 1, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน เท่ากับ 33.06, 35.40, 36.59, 37.57, 38.40, 32.04 และ 32.28 ตามลำดับ ขณะที่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°ซ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ตั้งแต่ วันที่ 1, 3, 6 และ 9 วัน คือ 33.88, 36.82, 32.53 และ 28.98 ตามลำดับ ซึ่งการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้มีสีใบพืชกระท่อมมีสีเข้มหรือเป็นสีคล้ำขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยระดับของไคโตซานแต่ละระดับ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 34.58 - 37.40 ทั้งนี้ ค่า L* มีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเก็บรักษานานเกินกว่า 6 วัน ที่อุณหภูมิ 25°ซ (Figure 2 A1 - A2)

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ ตามความเข้มข้นของไคโตซานทุกระดับ พบว่า ที่อุณหภูมิ 15°ซ ค่า a* มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่วันที่ 3-15 โดยมีค่าเท่ากับ -11.27, -10.96, -8.00, -6.32 และ -4.90 ตามลำดับ ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°ซ ค่า a* มีค่าเฉลี่ยแตกต่างทางสถิติหลังการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1, 3, 6 และ 9 วัน หรือเท่ากับ -11.39, -10.54, -5.40 และ -2.86 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 15°ซ มีค่าความเขียวใบสูงกว่าที่ 25°ซ โดยที่ระยะเวลา 9 วัน พบว่า ใบพืชกระท่อมเริ่ม

มีค่าเข้าใกล้ 0 หรือมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลแกมแดง โดยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของไคโตซานทั้ง 5 ระดับ คือ 0.0, 0.5, 1.0, 1.5% และ 2.0% พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ -11.59, -8.65, -8.67, -8.29 และ -9.93 ตามลำดับ ส่วนที่ 25°ซ มีค่าเท่ากับ -8.49, -11.46, -9.81, -8.81 และ -5.53 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความเข้มข้น 2% ส่งผลให้ a* มีค่าต่ำ หรือมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลแกมแดงมากที่สุด ซึ่งเป็นใบที่มีลักษณะเหี่ยวและแห้งกรอบ ทั้งนี้ ค่า a* มีแนวโน้มมีค่าสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานกว่า 9 วัน (Figure 2 B1 - B2)

เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่า b* ที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ ตามความเข้มข้นของไคโตซานทุกระดับ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิ 15°ซ ค่า b* มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่วันที่ 3-15 โดยมีค่าเท่ากับ 16.44, 16.83, 14.75, 11.94 และ 16.82 ตามลำดับ ส่วนที่อุณหภูมิ 25°ซ แตกต่างทางสถิติหลังระยะเวลา 1, 3, 6 และ 9 วัน หรือเท่ากับ 13.28, 12.50, 8.04 และ 10.21 ตามลำดับ จึงทำให้ที่อุณหภูมิ 15°ซ มีค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าที่ 25°ซ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของไคโตซานทั้ง 5 ระดับ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของไคโตซานที่ระดับสูงส่งผลให้มีค่าความเป็นสีเหลืองลดลง ทั้งนี้ค่า b* มีแนวโน้มลดลงเช่นกันเมื่อเก็บรักษาได้นานเกินกว่า 6 วัน (Figure 2 C1 - C2)

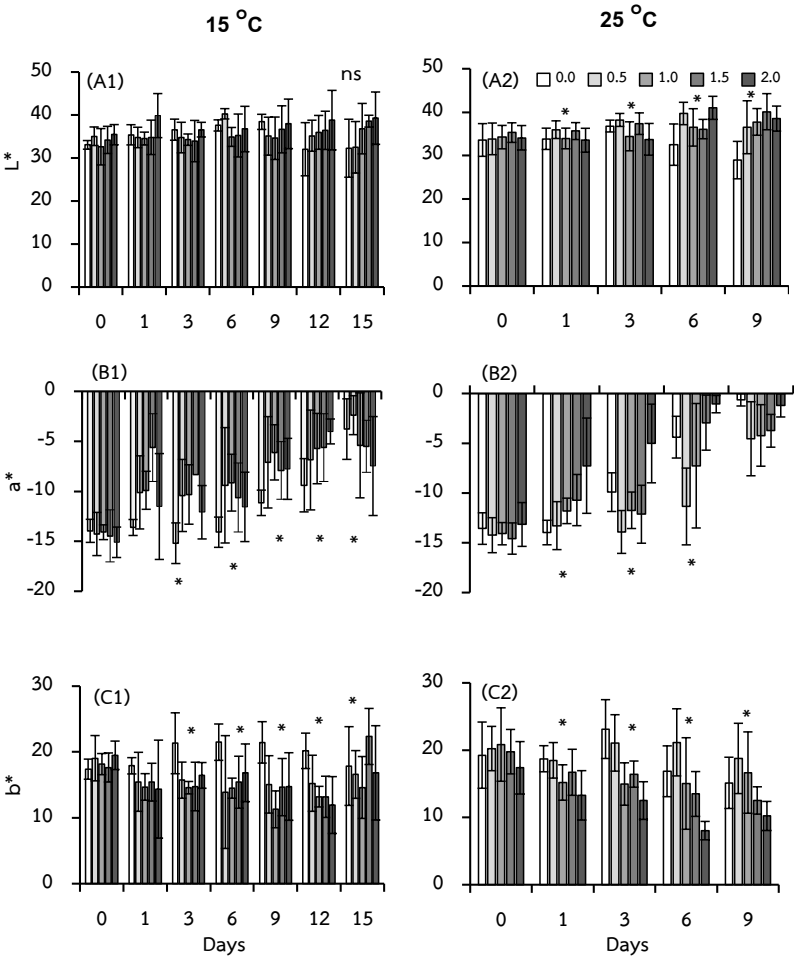

Figure 2 Changes in brightness (L*) (A1 and A2), greenness (a*) (B1 and B2), and yellowness (b*) (C1 and C2) at 15°C and 25°C, with varying chitosan concentrations (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0%) during the storage period of 0, 1, 3, 6, 9, 12 and 15 days ; * = Significant differences at 0.05, ns = Not significant.

3.3 การเปลี่ยนแปลงค่าคลอโรฟิลล์ของใบพืชกระท่อม

การประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบพืชกระท่อมด้วย Chlorophyll meter สามารถคำนวณได้จากสมการ y = 0.6207x - 1.461 (r^2 = 0.890) พบว่าสามารถประเมินค่าคลอโรฟิลล์ของใบพืชกระท่อมที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ ตามความเข้มข้นของไคโตซานทุกระดับได้ โดยเมื่อเปรียบเทียบในช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษาตรงกัน 0, 1, 3, 6, และ 9 วัน ที่ อุณหภูมิ 15°ซ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.05, 20.98, 21.61, 23.71 และ 26.57 มก./ตร.ซม. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงและไม่แตกต่างกับที่อุณหภูมิ 25°ซ คือ 19.44, 22.40, 25.65, 33.88 และ 34.06 มก./ตร.ซม. ตามลำดับ ในขณะที่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 15 วัน โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 34.22 มก./ตร.ซม. ทั้งนี้ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคลอโรฟิลล์ของใบพืชกระท่อมระหว่างอุณหภูมิและระดับความเข้มข้นของไคโตซาน (Table 1)

Table 1 Changes in chlorophyll content in Kratom leaves stored at 15 and 25°C applied with different chitosan concentrations (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%).

Temperature (°C)	Chitosan (%)	Chlorophyll content (mg/cm^2)						
		Storage (days)						
		0	1	3	6	9	12	15
15	0.0	19.47±2.45	20.03±4.15	19.36±7.68^{B}	19.86±7.42^{Ba}	22.13±8.04	27.54±11.94^{A}	34.56±11.94^{A}
	0.5	21.96±5.30	20.31±9.33	21.23±11.2^{B}	23.85±13.31^{Ba}	27.37±15.46	29.70±16.88^{A}	34.42±15.85^{A}
	1.0	21.33±5.23	22.1±13.09	25.24±7.11^{B}	27.21±9.35^{Ba}	30.24±9.93	33.77±11.24^{A}	35.10±11.05^{A}
	1.5	18.90±5.02	23.41±5.37	21.78±7.02 ^{B}	24.62±9.92^{Ba}	27.79±10.47	29.49±9.914^{A}	34.87±10.63^{A}
	2.0	18.59±5.7	18.95±6.85	20.43±7.35^{B}	23.04±7.59^{Ba}	25.34±9.46	32.41±8.65^{A}	32.17±10.51^{A}
	Mean[(1)]	20.05±2.71	20.98±5.21	21.61±10.54	23.71±9.67	26.57±5.94	30.58±2.01	34.22±2.87
25	0.0	20.77±7.50	22.48±5.03	24.59±4.46^{A}	37.76±10.58^{Aa}	39.83±10.28	na	na
	0.5	17.38±6.93	19.25±7.44	20.28±11.20^{A}	26.66±16.49^{Aa}	30.57±16.99	na	na
	1.0	18.03±9.60	20.51±6.76	21.73±6.49^{A}	29.73±19.60^{Aa}	33.37±11.1	na	na
	1.5	19.81±2.94	22.03±5.98	24.82±6.12^{A}	33.67±14.83^{Aa}	33.43±12.42	na	na
	2.0	21.23±4.22	27.71±7.03	36.84±11.53^{A}	41.60±7.23^{Aa}	32.89±20.77	na	na
	Mean[(1)]	19.44±2.43	22.44±2.89	25.65±3.59	33.88±4.29	34.06±4.89		
T		ns	ns	*	**	ns	*	*
I		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T x I		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		13.96	16.74	19.04	21.68	16.81	2.10	2.87

T = Temperature; I = Concentration

The average values are ranked with letters in each row.

The uppercase letter (first) is represents the temperature difference.

The lowercase letter (after the letter) is represents the difference in concentration.

[(1)]Means (±SD) within the same column followed by the same letters indicate no significant differences among treatments, using by DMRT.; *, ** = Significant differences at 0.05 and 0.01 probability levels, ns = Not significant, na = Not available

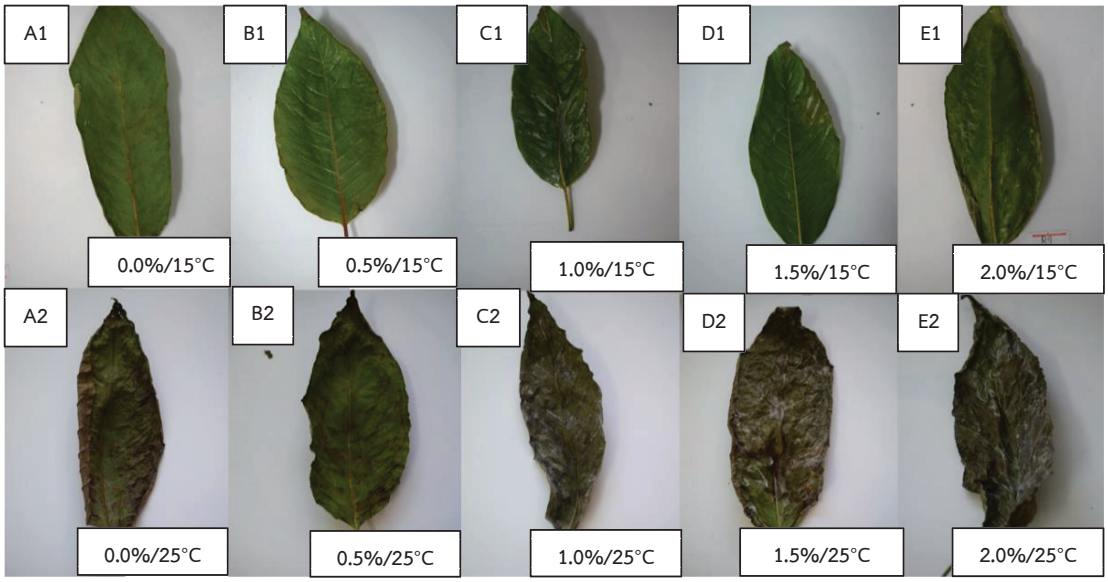

Figure 3 Characteristics of Kratom leaves after the applications of different chitosan concentrations (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%), and stored at the temperature of 15°C (A1-E1) and 25°C (A2-E2) for 9 days.

3.4 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลักษณะใบพืชกระท่อม

จากการเปรียบเทียบลักษณะใบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ เป็นเวลา 9 วันเท่ากัน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ ทุกระดับความเข้มข้นของไคโตซานส่งผลให้ใบพืชกระท่อมสามารถรักษาความสดได้ดีและยังคงเป็นสีเขียว โดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้นของไคโตซานที่ระดับ 0.5% ยังมีลักษณะแผ่นใบสมบูรณ์มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 25°ซ ทุกระดับความเข้มข้นของไคโตซาน พบว่า ใบพืชกระท่อมมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล ใบเหี่ยวและแห้งกรอบ (Figure 3)

4. วิจารณ์

4.1 การยืดอายุการเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิต่ำต่อความสดของใบพืชกระท่อม

การเก็บรักษาใบพืชกระท่อมภายหลังจากการเก็บเกี่ยว ส่งผลให้มีการเสื่อมสภาพได้แตกต่างกันทั้งที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ สามารถเก็บรักษาใบพืชกระท่อมได้นานถึง 15 วัน ซึ่งมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 9 วัน สอดคล้องกับการเก็บรักษาใบผักเหลียงในอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 13°ซ ที่สามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 7 และ 20°ซ หรือเก็บรักษาได้นานเพียง 5 และ 10 วัน [21] ทั้งนี้ จากการสังเกตการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องอาจส่งผลให้ใบพืชกระท่อมมีอาการเน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากใบพืชกระท่อมมีการคายน้ำสูงทำให้มีความชื้นและอาจก่อให้เกิดเชื้อราและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี [22] แสดงให้เห็นว่าใบพืชกระท่อมมีการหายใจสูง จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักและเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพได้รวดเร็ว ขณะเดียวกัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องยังอาจส่งผลให้ใบพืชกระท่อมเสื่อมสภาพเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้เร็วขึ้น เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันพืชจากความเครียดจนเนื้อเยื่อพืชเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล [23] ส่วนในสภาพอุณหภูมิต่ำ 15°ซ สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อมได้ดีกว่า เนื่องจากช่วยลดอัตราการหายใจ รวมทั้งอาจมีส่วนช่วยลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ [21] ดังนั้น เมื่อพิจารณาอายุ

การเก็บรักษาของใบพืชกระท่อมในสภาพอุณหภูมิต่ำหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นการช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ดี และคงสภาพความสมบูรณ์ของใบได้นานขึ้น

4.2 การยืดอายุการเก็บรักษาด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานต่อความสดของใบพืชกระท่อม

การใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่ำหรือ 0.5% สามารถทำให้ใบพืชกระท่อมมีความสดมากกว่าที่ไม่ได้เคลือบไคโตซาน จึงช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวของใบพืชกระท่อมระหว่างการเก็บรักษาได้ขณะเดียวกัน ไม่พบอาการผิดปกติจากเชื้อราเข้าทำลาย [23] เนื่องจากไคโตซานมีคุณสมบัติช่วยเสริมกลไกการป้องกันจุลินทรีย์และการเกิดเชื้อราได้ [24, 25] เช่นเดียวกับการใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1.0% ที่สามารถช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในหน่อไม้ฝรั่ง [26] ส่วนการใช้ไคโตซานที่ระดับ 0.5% ทำให้ใบพืชกระท่อมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด จึงส่งผลให้มีการยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุดถึง 15 วัน แสดงให้เห็นว่า การใช้ไคโตซานในระดับความเข้มข้นต่ำ สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักการเปลี่ยนแปลงของสี และรักษาความสดของใบพืชกระท่อมได้ดีขึ้น (Table 1) เมื่อพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสีของใบพืชกระท่อม พบว่า ทำให้แผ่นใบเปลี่ยนสีช้าลงในระหว่างการเก็บรักษา (Figure 3) เช่นเดียวกับการใช้ไคโตซานในการยืดอายุใบมอนสเตอร่า ทำให้มีประสิทธิภาพในการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพใบและการสูญเสียคุณภาพใบได้ [27] เนื่องจากสารเคลือบไคโตซานสร้างฟิล์มแบบกึ่งซึมผ่านได้บนพื้นผิว จึงชะลออัตราการหายใจ ทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนัก และยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รี่ [28] กล้วย และมะม่วง ที่มีลักษณะสีของผลและภายหลังเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงสีที่ช้าลง [29, 30]

ดังนั้น การยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อมจึงควรนำไปใช้ประโยชน์เพื่อช่วยยืดอายุระหว่างการขนส่งเป็นวัตถุดิบในระยะไกล ซึ่งนอกจากรักษาคุณภาพด้านน้ำหนักผลผลิตแล้ว ยังอาจส่งผลต่อรูปลักษณ์รสชาติ และเนื้อสัมผัสด้วย เช่นเดียวกับในพืชผักต่างๆ [31, 32] โดยเฉพาะการประเมินคุณภาพสีของแผ่นใบพืชกระท่อม จากค่าความเขียวและความเป็นสีเหลือง หรือสีน้ำตาลแกมแดง อาจใช้เป็นเกณฑ์คุณภาพความสดที่ช่วยเพิ่มราคาผลผลิตใบพืชกระท่อมได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องศึกษาช่วงอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารพฤกษเคมีในใบ รวมถึงการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาต่อไป

5. สรุป

การใช้อุณหภูมิต่ำร่วมกับการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานระดับความเข้มข้นต่ำ สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อมได้ โดยการเก็บรักษาใบพืชกระท่อมที่อุณหภูมิ 15°ซ ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้น 0.5% ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบพืชกระท่อมได้นาน 15 วัน ขณะที่อุณหภูมิ 25°ซ ร่วมกับไคโตซานทุกความเข้มข้นเก็บรักษาใบพืชกระท่อมได้ 9 วัน

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยบัณฑิตศึกษาด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร จากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ 2565

7. References

[1] Panyaphu, D., Namkeard, S., Inchai, W. and Yossathera, K., 2016, Kratom: Herbal medicine or narcotic drug, J. Thai. Trad. Alt. Med. 14: 242-256.

[2] Akaphan, T., Teerachaisakul, M., Puttum, S., Sompimai, K. and Nootim, P., 2016, Traditional uses of kratom (*Mitragyna speciosa* Korth.) among folk healers in southern Thailand, J. Thai. Trad. Alt. Med. 14: 274-285.

[3] Kuriwan, O., 2017, Purification and determination of mitragynine from *Mitragyna speciosa* Korth leaves Pathumthani province, Master Thesis, Silpakorn University, Nakhon Pathom, (in Thai)

[4] Muandao, K., 2018, Comparative extraction method of mitragynine for forensic science and their antibacterial properties of *Mitragyna speciosa* Korth., Master Thesis, Silpakorn University, Nakhon Pathom, (in Thai)

[5] Purintrapiban, J., Keawpradub, N., Kansenalak, S., Chittrakarn, S., Janchawee, B. and Sawangjaroen, K. 2011. Study on glucose transport in muscle cells by extracts from *Mitragyna speciosa* (Korth.) and mitragynine, Nat. Prod. Res. 25: 1379-1387.

[6] Todd, D.A., Kellogg, J.J., Wallace, E.D., Khin, M., Flores Bocanegra, L., Tanna, R.S., McIntosh, S., Raja, H.A., Graf, T.N., Hemby, S.E., Paine, M.F., Oberlies, N.H. and Cech, N.B., 2020, Chemical composition and biological effects of kratom (*Mitragyna speciosa*): In vitro studies with implications for efficacy and drug interactions, J. Nat. Sci. Res. DOI: 10.1038/s41598-020-76119-w

[7] Ilmie, M.U., Mansor, S.M. and Abdullah, J.M., 2015, Behavioural and electrophysiological evidence of impaired learning and memory in male sprague dawley rats following subchronic exposure to standardised methanolic extract of *Mitragyna speciosa* Korth, Malays J. Med. Sci. 22: 45-51.

[8] Effect of feed supple ment containing dried kratom leaves on apparent digestibility, tument fermentation, Serum antioxidants, hematology, and nitrogen balance in goats, Fementation, 8(3): 131. DOI: 103390/fermentation 8030131.

[9] Seidl, P.R. 1999. Prospects for Brazilian natural products. Anais da Academia Brasileira de Ciencias. 71: 239-247.

[10] Department of Primary Industries and Reional Development, 2016, Storage of Fresh Fruit and Vegetables, Available Source: https://www.agric.wa.gov.au/fruit/storage-fresh-fruit-and-vegetables, July 8, 2021.

[11] Romanazzi, G., Feliziani, E., Baños, S.B. and Sivakumar, D., 2015, Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment, Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. DOI: 10.1080/10408398.2014.900474.

[12] Devlieghere, F., Vermeulen, A., and Debevere, J., 2004, Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables, Food Microbiol. 21: 703-714.

[13] Fisk, C.L., Silver, A.M., Strik, B.C. and Zhao Y., 2008, Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* "Ananasnaya") associated with packaging and storage conditions, Postharvest Biol. Technol. 47: 338-345.

[14] Chootummatat, S., Kangkamanee, S., Dum-ampai, N., Suphatthra, L., Rugkong,

A., Chanaweerawan, S., Surawut, A., Joodkong, A., Sankaew, N., Tunthai, P., Tirapat, P., Chareaunsang, U., Charigkapakorn, N. and Patchimkul, S., 2011, Testing of appropriate stage of fruit set by chitosan coating at pre-harvest to pro-long storage life of longkong (*Lansium domesticum* Corr.), Available Source: https://www.doa.go.th/hort/, July 7, 2021. (in Thai)

[15] Kwanhong, P. and Ratanachinakorn, B., 2014, Effect of low concentration of chitosan on storage quality of rose apple cv. Thong Sam Sri, Khon Kaen Agr. J. 42: 180-185. (in Thai)

[16] Pengnet, N., Sang-On, B. and Chaiprasart, P., 2015, Effect of a chitosan-based coating on physical and chemical change of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L.) cv. Nam Dok Mai#4 stored at 5oC, Agricultural Sci. J. 46: 172-175. (in Thai)

[17] Aiamla-or, S., Uthairatanakij, A., Jitareerat, P. and Pasanphan, W., 2015, Effect of nano-chitosan coating on physical and chemical changes of gamma ray lrradiated mango cv. 'Nam Dok Mai No.4', Agricultural Sci. J. 46: 109-112. (in Thai)

[18] Luo, T., Li, S., Han, D., Guo, X., Shuai, L. and Wu, Z., 2018, The effect of desulfurization on the postharvest quality and sulfite metabolism in pulp of sulfitated "Feizixiao" Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruits, Food Sci. Nutr. 7: 1715-1726.

[19] Hamathulin, A., Simla, S., Boontang, S. and Inchuen, S., 2012, Relationship between color value and anthocyanin content in purple waxy corn germplasm, Khon Kaen Agr. J. 4: 59-64.

[20] Chiarawipa, R. and Sirikantayakul, C., 2015, Phenotypic plasticity in Robusta coffee trees in a mixed orchard system, Agricultural Sci. J. 46: 433-436. (in Thai)

[21] Bunya-atichar, K., 2017, Effects of low temperatures and storage duration on shelf life of ready to cook melinjo (*Gnetum gnemon* L.) leaves, Songklanakarin J. Pl. Sci. 4: 55-59. (in Thai)

[22] Lattanzio, V., Lattanzio, V.M.T. and Cardinali, A., 2006, Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects, Recent Adv. Phytochem. 2: 23-67.

[23] Watada, A.E., Ko, N.P. and Minott, D.A., 1996, Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products, Postharvest Biol. Technol. 9: 115-125.

[24] Schmitz, F.R.W., Carvalho, L.F.D., Bertoli, S.L. and Souza, C.K.D., 2019, Effect of refrigerated storage conditions on leafy vegetables, MOJ Food Process Technol. 7: 75-77.

[25] Badawy, M.E.I. and Rabea, E.I., 2009, Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit, Postharvest Biol. Technol. 51: 110-117.

[26] Poubol, J. and Boonyaritthongchai, P., 2011, Chitosan coating on physiological and quality changes of asparagus spears, J. Agric. Sci. 42: 569-572. (in Thai)

[27] Zhang, D. and Quantick, P.C., 2015, Antifungal effects of chitosan coating on

fresh strawberries and raspberries during storage, J. Hortic. Sci. 73: 763-767.

[28] Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Ocio, M.J. and Gavara, R., 2006, Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria × ananassa*), Postharvest Biol. Technol. 39: 247-253.

[29] Altieri, C., Scroco, C., Sinigaglia, M. and Nobile, M.A.D., 2005, Use of chitosan to prolong mozzarella cheese shelf life, Int. J. Dairy Sci. 88: 2683-2688.

[30] Kittur, F.S., Saroja Habibunnisa, N.S. and Tharanathan, R.N., 2001, Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango, Eur. Food Res. Technol. 213: 306-311.

[31] Baez-sanudo, M., Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D. and Heredia, J.B., 2009, Extending the shelf-life of bananas with 1-methyl cyclopropene and a chitosan-basededible coating, J. Sci. Food Agric. 89: 2343–2349.

[32] Lueangprasert, K. and Puttha, R., 2015, Effects of leaf-age stages on postharvest quality changes of leaf chicory during storage, Agricultural Sci. J. 46: 137-140. (in Thai)