วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33 : 3 (9 - 18)

ผลของอุณหภูมิและสาร 1-methylcyclopropene ต่ออายุการเก็บรักษาผักแขยง

Effect of Temperature and 1-methylcyclopropene on Shelf Life of *Limnophila geoffrayi* Bonati.

วนิดา คงรักษ์[1] ธิดารัตน์ พสุมาตร์[1] และ ลำแพน ขวัญพูล[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิและสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ต่ออายุการเก็บรักษาของผักแขยง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาผักแขยงโดยทำการบรรจุผักในถุง polyethylene ผนึกปากถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม) บันทึกผลการทดลองทุก 3 วัน จนกระทั่งผักเสื่อมสภาพมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นวันสิ้นอายุการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าผักแขยงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ ค่า a* และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ลดลง ส่วนค่า L* และค่า b* พบว่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุการเก็บรักษาและพบว่าผักแขยงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษานาน 18 วันและ 9 วัน ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 89.12 และ 86.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสาร 1-MCP ต่ออายุการเก็บรักษาผักแขยงโดยทำการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าผักแขยงที่รม 1-MCP มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนาน 20 วัน และการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 300 nL/L สามารถช่วยลดการหลุดร่วงของใบผักแขยงได้ดีกว่าที่ความเข้มข้น 150 nL/L

คำสำคัญ: การรมสาร การเสื่อมสภาพ อนุมูลอิสระ คลอโรฟิลล์

Abstract

The effect of temperature and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on shelf life of *Limnophila geoffrayi* Bonati were separately studied in 2 experiments. Firstly, the effect of temperature on shelf life of *Limnophila geoffrayi* Bonati was carried out, samples were packed in PE bag, sealed, then stored at 13°C and room temperature (control). Quality parameters were recorded every 3 days until appeared the senescence up to 25% was represented the end of shelf life. The results found that *Limnophila geoffrayi* Bonati stored at room temperature had increased in CO_2 content, L* and b* values while decreased in chlorophyll content, a* value and inhibition percentage of free radical (DPPH) as extended storage duration. The shelf life of samples stored at 13°C and room temperature were justified for 18 and 9 days respectively, and the percentage of free radical scavenging were 89.12 and 86.13%, respectively. Secondly, the effect of 1-MCP on shelf life of *Limnophila geoffrayi* Bonati was also studied. The samples were fumigated with 1-MCP at 150 and 300 nL/L for 6 hours then kept at 13°C. The results found that an average shelf life of fumigated *Limnophila geoffrayi* was 20 days, and the fumigation at 300 n L/L 1-MCP could reduce leaves abscission better than 150 nL/L.

Keyword: fumigation, deterioration, free radical, chlorophyll

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักแขยง (*Limnophila geoffrayi* Bonati) มีการปลูกกระจายทั่วไปทุกภูมิภาคของประเทศไทยแต่พบมากในภาคอีสานและภาคเหนือ ในบริเวณที่มีน้ำขังเล็กน้อย ลำต้นมีลักษณะอวบน้ำ มีกลิ่นแรง รสเผ็ดร้อน ช่วยดับกลิ่นคาวและชูรส ส่วนมากนิยมรับประทานเป็นผักจิ้มร่วมกับ แจ่ว ป่น ส้มตำ ลาบ อ่อม แกงหน่อไม้ เป็นต้น (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2541)

ปัจจุบันคนส่วนใหญ่นิยมหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น และให้ความสนใจเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระ ที่สามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจและโรคสมองเสื่อม เป็นต้น รวมทั้งช่วยชะลอกระบวนการบางขั้นตอนที่ทำให้เกิดความชรา (พีระพรรณ, 2548) สารต้านอนุมูลอิสระพบได้ในผัก ผลไม้ และกลุ่มผักพื้นบ้านบางชนิด (ชุติกาญจน์, 2551) หนึ่งในผักพื้นบ้านคือผักแขยง ซึ่งผักแขยงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและต้านการเจริญของเชื้อโรค (โอภา และคณะ, 2549)

อย่างไรก็ตามปัญหาของผักแขยง คือมีลักษณะอวบน้ำ อายุการเก็บรักษาสั้น มีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานผักจะแสดงอาการเหี่ยว ใบเหลืองและหลุดร่วง เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำ สูญเสียคลอโรฟิลล์อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการสร้างเอทิลีนซึ่งไปเร่งปฏิกิริยาการเสื่อมสภาพของผักแขยง โดยวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผักชนิดต่างๆ ที่เสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพของใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาใบมะกรูดไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาใบมะกรูดไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 5,10 และ 15 องศาเซลเซียส นั้น มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกันโดยมีอายุการเก็บรักษา และการวางจำหน่ายเท่ากันคือ 21 วัน (ทิตา, 2555) และมีรายงานผลของอุณหภูมิและบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาโหระพาโดยบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน (polyethelene) และถุงโพลีโพรพีลีน (polypropylene) สามารถรักษาคุณภาพและช่วยยืดอายุได้นาน 10 และ 14 วัน ตามลำดับ (ปฐมพงศ์, 2546) อีกวิธีที่จะช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของผัก คือ การใช้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน เช่นสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) (Blankenship and Dole, 2002; Blankenship, 2001) โดยการใช้ 1-MCP ความเข้มข้น 250 nL/L รมเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดฮ่องเต้ได้นาน 15 วัน (มยุรี, 2555) ส่วนการศึกษาในบร็อคโคลีท็อปกรีน พบว่า การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1000, 1200 และ 2400 nL/L ช่วยชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ การเหลืองของดอก การสูญเสียวิตามินซีและสามารถยืดอายุบร็อคโคลีท็อปกรีนได้นานถึง 7 วัน (ดุสิต, 2546) สำหรับแนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาผักแขยงในครั้งนี้ ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาและสาร 1-MCP ซึ่งเป็นสารที่ยับยั้งการทำงานของ เอทิลีนเพื่อช่วยชะลอกระบวนการเสื่อมสภาพจะช่วยให้ผักแขยงมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น และเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาใช้ประโยชน์ในการยืดอายุการเก็บรักษาผักแขยงสำหรับการบริโภคและวางจำหน่ายต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำตัวอย่างผักแขยงมาตัดแต่งให้มีความยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร นำไปล้างด้วยน้ำยาล้างผัก แล้วผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักแขยง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยทำการทดลองทั้งหมดมี 2 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 เก็บรักษาผักที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส

ทรีทเมนต์ที่ 2 เก็บรักษาผักที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส

โดยนำผักแขยงมาบรรจุลงในถุง PE ผนึกปากถุง นำไปเก็บรักษาที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ทำการบันทึกผลทุกๆ 3 วัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุด้วยเครื่อง GAS ANALYSER

2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง และคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

ดังสูตรที่ 1 การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{\text{(น้ำหนักเริ่มต้น - น้ำหนักสุดท้าย)}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$ .....(1)

3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (Whitham *et al*., 1971)

นำผักแขยงหนัก 0.50 กรัม บดด้วยโกร่งแล้วผสมกับเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 10 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วกรองเอาส่วนของสารละลายที่สกัดด้วยผ้าขาวบาง วัดปริมาตรของสารละลายที่สกัดได้ เติมเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงตั้งแต่ช่วงคลื่น 200-700 นาโนเมตร ของสารละลายเพื่อหาช่วงคลื่นที่เหมาะสมในการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดด้วยเครื่อง Spectophotometer โดยได้ช่วงคลื่นแสงของผักแขยงอยู่ที่ 436 และ 668 นาโนเมตร จากนั้นวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในตัวอย่างผักแขยงโดยเจือจาง 6 เท่า ด้วยน้ำกลั่นแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตรที่ 2 และรายงานค่าที่ได้เป็นหน่วย µg/gFW (µg/gFW)

Total chlorophyll = $(15.65\times A_{436}) - (7.340\times B_{668})\times(6)\times(2)$ .....(2)

4. การเปลี่ยนแปลงค่าสี

วัดการเปลี่ยนแปลงสีของใบผักแขยง โดยรายงานเป็นค่า L*, a* และ b* โดยค่า L* คือค่าความสว่าง มีค่าเข้าใกล้ 0คือสีดำ และเข้าใกล้ 100 คือสีขาว ค่า a* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน โดยใช้เครื่อง Color Flex รุ่น Hunter Lab ทำการวัดด้านบนของใบ โดยสุ่มวัดใบที่อยู่บริเวณกลางก้านของผักแขยงประมาณคู่ใบที่ 4-5 โดยในแต่ละทรีทเมนต์จะสุ่มวัดใบผักแขยงทั้งหมด 9 ใบ

5. การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (Murakami *et al*., 2004)

นำชิ้นส่วนตัวอย่างจำนวน 3 กรัม หั่นให้ละเอียด แล้วแช่ในเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 30 มิลลิลิตร ทำการสกัดทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในที่มืด เมื่อครบ 24 ชั่วโมงจึงนำสารสกัดที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบาง นำไปวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ปิเปตสารสกัดตัวอย่างผักแขยงมาเจือจางด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ให้มีความเข้มข้นต่างๆ กัน 5 ระดับ โดยปิเปตสารสกัดตัวอย่างปริมาตรที่เหมาะสมลงในหลอดทดลอง ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ให้มีปริมาตรรวมเท่ากับ 5.4 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์) ลงไปให้ครบ 6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และเตรียมปฏิกิริยาควบคุม (control) โดยใช้เอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ แทนตัวอย่างสารสกัด จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้สูตรที่ 3

เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH = $1- \left(\frac{[DPPH]_T}{[DPPH]_{T-0}}\right)\times 100$ .....(3)

โดยที่ $[DPPH]_T$ = ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH ของตัวอย่างสารสกัด

$[DPPH]_{T=0}$ = ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH ของปฏิกิริยาควบคุม (control)

6. ลักษณะการเสื่อมสภาพ

โดยทำการเก็บรักษาผักแขยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผักเสื่อมสภาพมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของคุณภาพสินค้าที่ผู้บริโภครับได้ หรือผักมีลักษณะใบเหลือง ใบร่วง ใบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้นมีลักษณะเน่าเละ ถือเป็นวันสิ้นอายุการเก็บรักษา

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสาร 1-MCP ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่ออายุการเก็บรักษาผักแขยง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยทำการทดลองทั้งหมดมี 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่รมสาร)

ทรีทเมนต์ที่ 2 รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 nL/L

ทรีทเมนต์ที่ 3 รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 300 nL/L

นำผักแขยงมารมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L เปรียบเทียบกับตัวอย่างผักที่ไม่รมสาร (ชุดควบคุม) ในถังพลาสติกปิดสนิทปริมาตร 20 ลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บรรจุผักในถุง PE ผนึกปากถุง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส บันทึกผลทุก 5 วัน โดยทำการบันทึกปริมาณก๊าซ O_2 และ CO_2 ภายในภาชนะบรรจุ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด การเปลี่ยนแปลงค่าสี และลักษณะการเสื่อมสภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาผักแขยง

1. ปริมาณก๊าซ O_2 และ CO_2 ภายในภาชนะบรรจุ

ปริมาณก๊าซ O_2 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยผักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศา-เซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาเพียง 9 วัน ส่วนผักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเก็บรักษาได้นาน 18 วัน เมื่อเก็บรักษาไปแล้ว 9 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายในภาชนะบรรจุมีก๊าซ O_2 เท่ากับ 18.1 และ 13 องศาเซลเซียส ค่าอยู่ที่ 19.33 ตามลำดับ โดยผักแขยงเมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการลดลงของปริมาณก๊าซ O_2 ได้ ส่วนผักแขยงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และในวันที่ 9 พบว่าผักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซ CO_2 น้อยกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสอยู่ประมาณ 2 เท่า (Figure 1)

2. การสูญเสียน้ำหนักสด

จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผักแขยงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จาก 5.74 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาเป็น 17.66 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 9) ส่วนผักแขยงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศา-เซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นจาก 2.98 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เป็น 6.62 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 18 ของการเก็บรักษา) (Figure 2)

3. การเปลี่ยนแปลงค่าสี

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน พบว่ามีค่า L* เท่ากับ 26.94 และ 24.59ตามลำดับ ค่า a* อยู่ที่ -3.81 และ -3.89 ตามลำดับ ค่า b* อยู่ที่ 13.09 และ 10.94 ตามลำดับ ทั้งนี้ ค่า L* a* และ b* ของผักแขยงที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (data not show)

4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งชุดควบคุมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และชุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส โดยหลังจากเก็บรักษาไปแล้ว 9 วัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยชะลอการเสื่อมสลายของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดได้ดีกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องประมาณ 24 µg/gFW (Figure 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH)

ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาผักแขยงที่อุณหภูมิ 13 และ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 91.89 และ 89.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวันที่ 18 ซึ่งเป็นวันสิ้นอายุการเก็บรักษาของผักแขยงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ เท่ากับ 86.13 เปอร์เซ็นต์ (data not show)

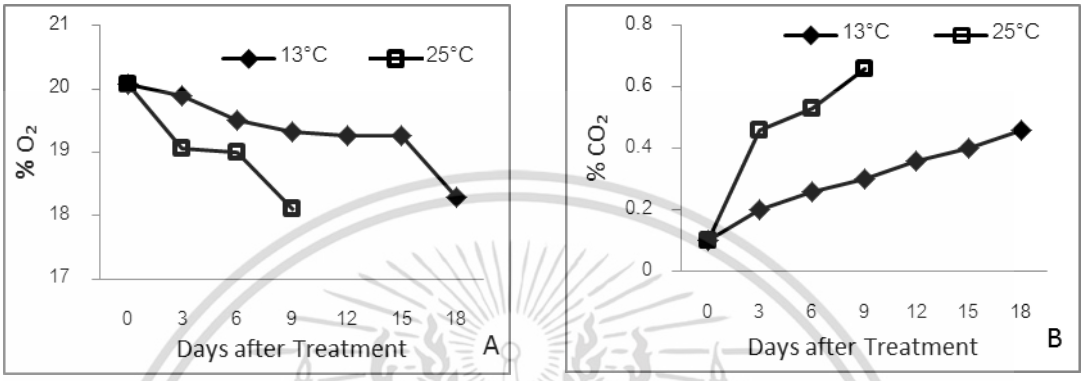

Figure 1 The percentage of O_2 (A) and CO_2 (B) in packaging of *Limnophila geoffrayi* stored at 13 °C and 25 °C.

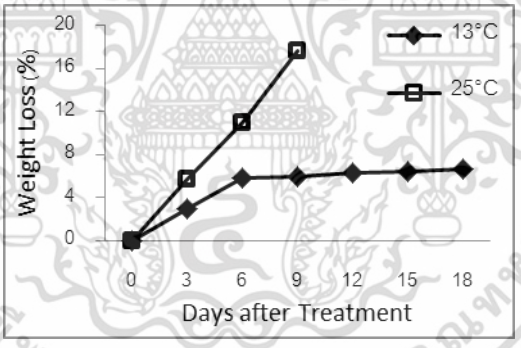

Figure 2 The percentage of weight loss of *Limnophila geoffrayi* stored at 13 °C and 25 °C.

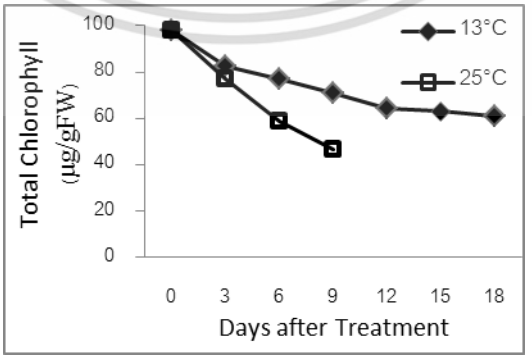

Figure 3 Total chlorophyll content of *Limnophila geoffrayi* stored at 13 °C and 25 °C .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ลักษณะการเสื่อมสภาพ

ลักษณะการเสื่อมสภาพของผักแขยง คือมีการฉ่ำน้ำ ลำต้น ใบมีสีน้ำตาล เน่าเละ มีกลิ่นเหม็น เปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง จนเกิดเป็นสีน้ำตาลดำ (Figure 4)

Figure 4 Physical appearance of *Limnophila geoffrayi* on day 0 (A) of experiment, 9 days in storage at 25 °C (B), 9 days at 13 °C (C) and 18 days at 13 °C (D).

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสาร 1-MCP ต่ออายุการเก็บรักษาผักแขยง

1. ปริมาณก๊าซ O_2 และ CO_2 ภายในภาชนะบรรจุ

ปริมาณก๊าซ O_2 ในภาชนะบรรจุที่ไม่ได้รมสาร และรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบในวันสิ้นอายุการเก็บรักษาของชุดควบคุม (วันที่ 10) และในวันสุดท้ายของชุดที่รมสาร 1-MCP (วันที่ 20) พบว่าปริมาณก๊าซ O_2 ในภาชนะบรรจุมีค่าเท่ากับ 18.15 เปอร์เซ็นต์ 18.40 และ 19.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการรมด้วย 1-MCP สามารถช่วยชะลอการลดลงของปริมาณก๊าซ O_2 ได้ดีกว่าที่ไม่ทำการรมสาร 1-MCP (Figure 5A)

ปริมาณก๊าซ CO_2 ในภาชนะบรรจุที่ไม่ได้รมสาร และรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อเทียบในวันสิ้นอายุการเก็บรักษาของชุดควบคุม (วันที่ 10) และในวันสุดท้ายของชุดที่รมสาร 1-MCP (วันที่ 20) พบว่าปริมาณก๊าซ CO_2 ในภาชนะบรรจุมีค่าเท่ากับ 0.60 เปอร์เซ็นต์ 0.50 และ 0.45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L ตามลำดับ (Figure 5B) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 300 nL/L ช่วยชะลอการลดลงของปริมาณ O_2 และช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ CO_2 ในภาชนะบรรจุได้ดีกว่าที่ความเข้มข้นอื่นๆ

2. การสูญเสียน้ำหนักสด

การสูญเสียน้ำหนักสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยหลังจากเก็บรักษานาน 10 วัน พบว่าชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 6.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 nL/L มีการสูญเสียน้ำหนักสด 3.61 เปอร์เซ็นต์ และการรมผักแขยงด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 300 nL/L มีการสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 2.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่า การรมผักแขยงด้วยสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 300 nL/L มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 3.28 เปอร์เซ็นต์ (Figure 6)

3. การเปลี่ยนแปลงค่าสี

หลังจากเก็บรักษาไปแล้ว 10 วัน ค่า L* ของผักแขยงที่ไม่ได้รมสาร และรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L มีค่าเท่ากับ 25.50, 24.49 และ 24.26 ตามลำดับ สำหรับค่า a* มีค่าเท่ากับ -3.85, -4.23 และ -3.67 ตามลำดับ และค่า b* มีค่าเท่ากับ 10.94, 10.64 และ 9.13 ตามลำดับ (data not show)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

ผักแขยงที่ไม่ได้รมสาร และรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา โดยชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 300 nL/L มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงน้อยที่สุด จากวันที่เริ่มทำการเก็บรักษา คือ 98.12 µg/gFW เป็น 85.43 µg/gFW ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 20) ส่วนชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 150 nL/L พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงจาก 98.12 µg/gFW เป็น 61.68 µg/gFW ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 20) และชุดควบคุมพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงมากที่สุด จาก 98.12 µg/gFW เป็น 69.49 µg/gFW ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 10) (Figure 7)

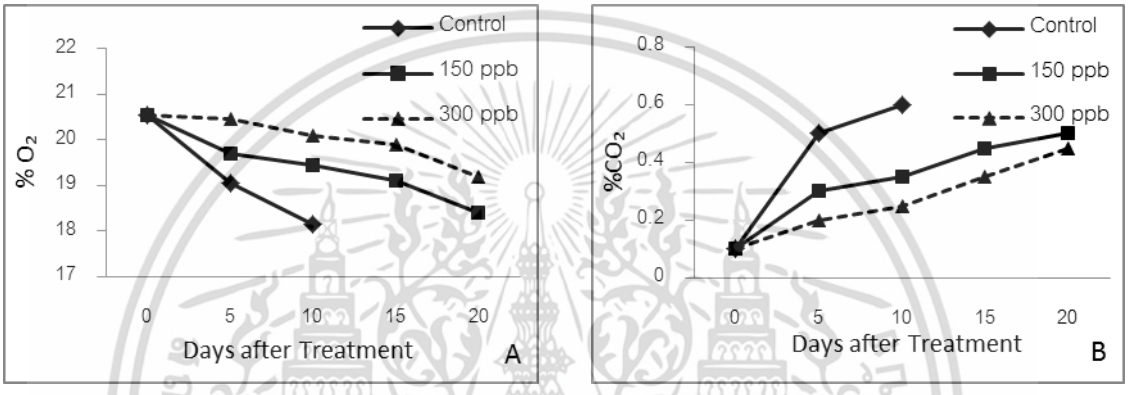

Figure 5 The percentage of O_2 (A) and CO_2 (B) in packaging of *Limnophila geoffrayi* stored at 13 °C until the end of shelf life.

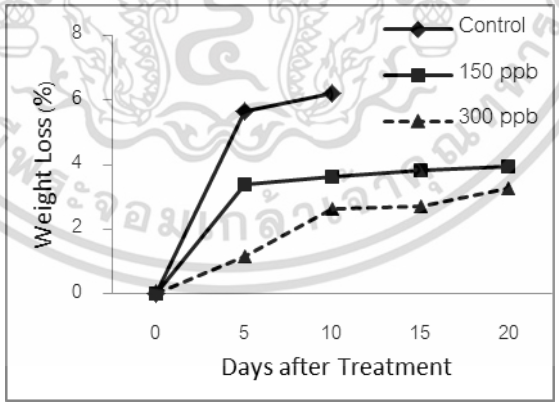

Figure 6 The percentage of weight loss of *Limnophila geoffrayi* stored at 13 °C until the end of shelf life.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

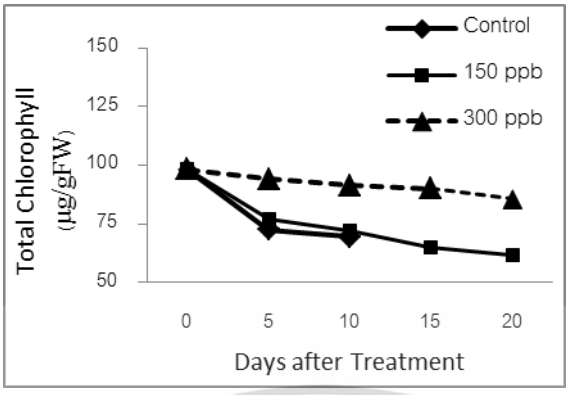

Figure 7 Total chlorophyll content of *Limnophila geoffrayi* stored at 13 °C until the end of shelf life.

5. อายุการเก็บรักษา

จากการทดลองพบว่า ผักแขยงในชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้นาน 10 วัน โดยมีลักษณะการเสื่อมสภาพดังนี้ ลำต้นเริ่มมีอาการฉ่ำน้ำ ใบเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองจนเกิดเป็นสีน้ำตาลดำ เน่าเละมีกลิ่น และชุดที่ผ่านการรมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของผักแขยงได้ สามารถเก็บรักษาได้นาน 20 วัน และที่ระดับความเข้มข้น 300 nL/L จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผักแขยง และชะลอการเสื่อมสภาพของผักได้ดีที่สุด (Figure 8)

10 days in storage (A) 20 days in storage (B)

Figure 8 Physical appearance of *Limnophila geoffrayi* stored at 13 °C on day 10 (A) and day 20 (B) of the experiment.

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาผักแขยงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส โดยทำการเก็บรักษาผักแขยงจนกระทั่งเสื่อมสภาพมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของคุณภาพสินค้าที่ผู้บริโภครับได้ (วันสุดท้ายของการเก็บรักษา) จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิต่ำช่วยในการชะลอการเสื่อมสภาพของผักแขยงได้มากกว่า 2 สัปดาห์ (Figure 4D) นอกจากการใช้อุณหภูมิในการช่วยชะลอการเสื่อมสภาพ ยังมีการนำสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นสาร 1-MCP นำมาใช้เป็นวิธีการเก็บรักษาผักแขยงอีกด้วย

ที่ผ่านมามีการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของโหระพา ที่อุณหภูมิ 7, 10, 12, 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพของโหระพาได้ดีที่สุด ชะลออัตราการหายใจ และการสูญเสียน้ำหนักได้ และสามารถเก็บรักษานาน 14 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7-12 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส จะมีอาการรุนแรงที่สุด ทำให้มีอายุการเก็บรักษาเพียง 4 วัน (ปฐมพงศ์, 2546) จากการศึกษาการสูญเสียคลอโรฟิลล์ การเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัด และอาการเหี่ยวของผักแขยง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบความสอดคล้องในลักษณะเช่นเดียวกัน โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของผลผลิตลงได้ และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สามารถรักษาคุณภาพของผักแขยงได้ดีที่สุดคือ 13 องศาเซลเซียส โดยสามารถช่วยชะลออัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงการเปลี่ยนแปลงค่าสีของลักษณะกายภาพ และสามารถเก็บรักษานาน 18 วัน และการนำสาร 1-MCP ไปใช้ในการช่วยยืดอายุการเสื่อมสภาพของผลผลิต พบว่า สาร 1-MCP มีคุณสมบัติในการยับยั้งการผลิต เอทิลีนของผลิตผล ช่วยชะลอหรือยังยั้งการหายใจที่เกิดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ซึ่งส่งผลทำให้ผลิตผลสร้างพลังงานความร้อนและเกิดการหายใจเพิ่มขึ้น และพบว่าเมื่อทำการรมสาร 1-MCP ระดับความเข้มข้น 300 nL/L นาน 6 ชั่วโมง แล้วไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผักแขยง โดยจะช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดอาการสะท้านหนาว ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และยืดอายุการเก็บรักษาผักแขยงนาน 20 วัน สอดคล้องกับผลงานวิจัยของขนิษฐา (2546) พบว่าการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น1000 nL/L เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase และเอนไซม์ peroxidase ส่งผลต่อการชะลอการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์ในเซเลอรี

ข้อมูลผลการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมการบริโภคผักพื้นบ้าน อย่างผักแขยงได้ เพื่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ห่างไกลจากโรคต่างๆ และเป็นการส่งเสริมเกษตรกรให้หันมาปลูกผักแขยงเพื่อจำหน่ายในประเทศ โดยในปัจจุบันผักแขยงกำลังเป็นที่ต้องการของตลาดโลก อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์พันธุ์พืชพื้นบ้านที่มีประโยชน์ทางคุณสมบัติทางยาและส่งเสริมให้เภสัชกรหันมาใช้ข้อมูลพื้นฐานข้างต้นในการศึกษาค้นคว้าหาสรรพคุณยาเพื่อผลิตเป็นยารักษาโรคสามัญหรือเป็นอาหาร เสริมสำหรับผู้รักสุขภาพ การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นในการหาประโยชน์จากผักพื้นบ้านในด้านปริมาณคลอโรฟิลล์ที่มีในผักแขยง รวมไปถึงกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญเท่านั้นเอง ยังไม่สามารถให้คำตอบที่แน่นอนถึงชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระได้ และการศึกษาครั้งนี้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักแขยง ให้มีคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสมต่อการบริโภคและวางจำหน่ายต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. เก็บรักษาผักแขยงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วัน ขณะที่การเก็บรักษาผักแขยงที่อุณหภูมิห้อง พบการเสื่อมสภาพของผักอย่างรวดเร็ว และมีอายุการเก็บรักษาเพียง 9 วัน

2. การรมสาร 1-MCP ระดับความเข้มข้น 150 และ 300 nL/L นาน 6 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานาน 20 วัน โดยเฉพาะผักแขยงที่รมสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 300 nL/L สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงได้ดีที่สุด และชุดควบคุม (ไม่รมสาร 1-MCP) มีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วกว่าชุดที่รมสาร 1-MCP มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ขนิษฐา นามแป้น. 2546. “ผลของ 1-MCP ต่อการสูญเสียคลอโรฟิลล์ของเซเลอรี่ (*Apium graveolen* Linn.)”. วิทยานิพนธ์, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชุติกาญจน์ ศักดิ์สิงห์. 2551. การศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้าน. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสำหรับครู คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดุสิต ประดับศรี. 2546. ผลของการใช้สาร 1-methylcyclopropene ต่อการสังเคราะห์เอทิลีนและคุณภาพของบล็อกโคลี (ท็อปกรีน) (*Brassica oleraceae* cv. Top greens) ระหว่างการวางจำหน่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ทิตา สุนทรวิภาต. 2555. ผลของภาชนะบรรจุดัดแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อคุณภาพของใบมะกรูด. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา. 2546. ผลของสภาพบรรยากาศควบคุม อุณหภูมิ และบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและ อายุการเก็บรักษาของโหระพา. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พีระพรรณ โพธิ์ทอง. 2548. สารต้านอนุมูลอิสระช่วยต้านโรค. นิตยสารหมอชาวบ้าน. 316. 2548. [Online]. Available: https://www.doctor.or.th/article/detail/1346. [10 ม.ค.2558].

มยุรี กระจายกลาง. 2555. ผลของการใช้ 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดฮ่องเต้. KKU Res. J. 2012;17(5):725-723.

สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2541. ผักพื้นบ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ “ผักแขยง” 279 หน้า.

โอภา วัชระคุปต์, ปรีชา บุญจง, จันทนา บุญยะรัตน์ และ มาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ. พี.เอส.พริ้นท์, กรุงเทพฯ. 200 หน้า.

Blankenship, S.M. 2001. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. Perishables handling quarterly. 108: 2-4.

Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2002. 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biol.Technol. 28: 1-25.

Murakami ,M.,Yamaguchi,T.,Takamura,H.,Matoba,T. 2004. “Effects of thermal treatment on radical scarvenging activity of single and mixed polyphenolic compounds”. J. Food Sci. 69:FCT7- FCT10.

Whitham, F. H., D. H. Blaydes, R. M. Devin and D. Van. 1971. Experiments in Plant Physiology. Nostrandcompany, New York. 245 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้