คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลีฟที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์

Postharvest Quality of Hydroponic Lettuce cv. Green Oak Leaf

วารินทร์ ใจวิเสน[1/]และ ดนัย บุณยเกียรติ[1/]
Warin Jaivisen[1/] and Danai Boonyakia[1/]

Abstract: Postharvest quality of lettuce leaves cv. Green Oak Leaf stored at various temperatures was studied. Results showed that after storing the leaf for 2 days, conventional grown lettuce showed lower weight loss and shorter storage life than hydroponic grown lettuce. The conventional grown lettuce had higher vitamin C than the hydroponic grown lettuce, but total soluble solids, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and nitrate content were not significant different from the hydroponic grown lettuce. Lettuce leaves that stored at ambient temperature for 2 days showed the highest weight loss which was 4.86±1.63 %. Lettuce leaves stored at 0, 4 and 8 °C showed higher vitamin C than lettuce leaves which stored at ambient temperature, the vitamin C content were 9.43±1.39, 9.59±2.04, 10.38±2.05 and 8.18±1.47 mg/100 g fresh weight, respectively. Lettuce leaves stored at 4 °C showed the highest chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll contents which were 0.15±0.04, 0.07±0.02 and 0.22±0.06 mg/100 g fresh weight, respectively. However, storage temperature did not show any affect on nitrate content.

Keywords: Lettuce, hydroponic, postharvest

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลีฟ ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าเมื่อ เก็บรักษานาน 2 วัน ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่า และมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ นอกจากนี้ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมียังปริมาณวิตามินซีสูงกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณไนเตรท ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 4.86±1.63 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณวิตามินซีของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง คือ 9.43±1.39, 9.59±2.04, 10.38±2.05 และ 8.18±1.47 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับใบผักกาดหอมเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 0.15±0.04, 0.07±0.02 และ 0.22±0.06 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรท

คำสำคัญ: ผักกาดหอม ไฮโดรโพนิกส์ หลังการเก็บเกี่ยว

คำนำ

ปัจจุบันมีการปลูกผักในระบบไฮโดรโพนิกส์ในระดับการค้า โดยผักกาดหอมเป็นผักที่ได้รับความนิยมในการผลิตด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์ เนื่องจากการปลูกด้วยวิธีนี้ให้ผลผลิตสม่ำเสมอคงที่ สามารถควบคุมธาตุอาหารและมีการจัดการที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อพืชได้ ทำให้ผลิตผลมีขนาด รูปร่าง น้ำหนักสม่ำเสมอ และสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล นอกจากนี้ยังทำให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็ว (ถวัลย์, 2543) อีกทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช (นพดล, 2538) และลดปัญหาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช (อารักษ์, 2544) ในขณะที่การปลูกพืชในระบบปกติมีขีดจำกัดเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพภูมิอากาศและพันธุ์พืชที่ใช้ในการเพาะปลูก จึงทำให้พืชส่วนมากสามารถปลูกได้ดีในฤดูหนาว ทำให้ผลิตผลออกมาล้นตลาด นอกจากนี้ปัจจุบันดินเสื่อมคุณภาพ ทำให้ดินในแต่ละพื้นที่มีคุณสมบัติที่ไม่แน่นอนแตกต่างกันไป เช่น โครงสร้างของดิน ปริมาณธาตุอาหาร ระดับความเป็นกรดด่างไม่เหมาะสม ทำให้ยุ่งยากต่อการปรับปรุงคุณภาพและเสียค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้ได้ผลิตผลในปริมาณที่ไม่แน่นอน (ดิเรก, 2547) ผักกาดหอมเป็นผักที่นิยมปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ซึ่งจัดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae (Compositae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. ผักกาดหอมมีหลายพันธุ์ เช่น Red Coral, Red Oak, Green Oak, Bathavia, Butterhead และ Green Cos เป็นต้น (มนูญ, 2544) เป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภคสดและประกอบอาหาร ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 1-2 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 1-2 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีวิตามินซี และมีสารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) หลายชนิด ซึ่งจะจับอนุมูลอิสระที่เกิดจากสิ่งเป็นพิษต่าง ๆ ทำให้ร่างกายปลอดภัยจากมะเร็ง (คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการหนูรักผักสีเขียว, 2540) แต่มีข้อเสียคือผักกาดหอมเป็นพืชที่ เน่าเสียง่าย เนื่องจากมีน้ำเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 90 นอกจากนี้หลังจากการเก็บเกี่ยวมีอัตราการคายน้ำและอัตราการหายใจสูง ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเหี่ยวได้รวดเร็ว (นิพนธ์, 2547) ซึ่งส่งผลให้มีอายุเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้นลง ปัจจุบันยังไม่ทราบข้อมูลแน่ชัดเกี่ยวกับการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและยังขาดข้อมูลพื้นฐานในด้านคุณภาพของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ และผู้บริโภคยังขาดความมั่นใจเกี่ยวกับสารพิษตกค้างในผัก โดยเฉพาะสารประกอบพวกไนเตรทซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ ซึ่งเป็นข้อมูลเพื่อนำไปสู่การลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลีฟที่ปลูกในระบบปกติและปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะความแก่ทางการค้า จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ส่งมาที่งานคัดบรรจุมูลนิธิโครงการหลวง แล้วส่งมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยรถขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ มี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ

ปัจจัยที่ 1 ชนิดผักมี 2 ระดับ คือ ผักที่ปลูกในระบบปกติ และผักที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามี 4 ระดับ คือ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

นำใบผักกาดหอมบรรจุลงในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน เจาะรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เซนติเมตร ขนาด 9 รู แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30±2 องศาเซลเซียส) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่อง Refractometer ปริมาณวิตามินซีโดยวิธี Indophenol ปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Whitham *et al.* (1971) และปริมาณไนเตรทโดยวิธี Colorimetric

นำใบผักกาดหอมมาหาอัตราการหายใจดัดแปลงตามวิธีของ Claypool and Keefer (1942) ที่อุณหภูมิ 4 องศา-เซลเซียส โดยนำใบผักกาดหอมที่มีน้ำหนัก 100 กรัม บรรจุลงในกล่องพลาสติกขนาด 13×18.7×9.5 เซนติเมตร นำกล่องพลาสติกที่บรรจุใบผักกาดหอมแล้วต่อกับชุดแผงควบคุมอัตราการไหลของอากาศ วัดอัตราการ หายใจทุกวันจนหมดอายุการเก็บรักษา แล้วนำมาคำนวณอัตราการหายใจโดยคำนวณจากสูตร (Smith, 1995)

อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง)

$$= \frac{(\%CO_2 - \text{blank}\%CO_2) \times \text{flow rate (ml/min)} \times 321750}{\text{weight (g)} \times (273 + \text{measured flow rate Temp } ^\circ C)} \text{ mg/kg/hr}$$

ผลการทดลอง

การศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลีฟซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่า เมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ คือ 3.49±1.43 และ 4.32±1.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ คือ 4.08±1.24 และ 7.08±2.18 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 10.22±2.00 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ที่มีค่าเท่ากับ 8.57±1.36 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณไนเตรท มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด 4.86±1.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าการสูญเสียน้ำหนักของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส คือ 3.88±1.38, 3.15±1.04 และ 3.57±0.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการเก็บรักษาใบผักกาดหอมไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีผลต่ออายุการเก็บรักษาคือสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศา-เซลเซียสและอุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 6.17±2.14, 7.00±2.97, 7.00±1.90 และ 2.17±0.41 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สำหรับปริมาณวิตามินซีของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง คือ 9.43±1.39, 9.59±2.04, 10.38±2.05 และ 8.18±1.47 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Table 1 Storage life of lettuce cv. Green Oak Leaf stored at 0, 4, 8 °C and ambient temperature.

Treatment	Storage life (day)
Factor 1 : type of vegetable production	
conventional	4.08±1.24[b]
hydroponic	7.08±2.18[a]
C.V. (%)	43.18
Factor 2 : Storange temperature	
0	6.17±2.14[a]
4	7.00±2.97[a]
8	7.00±1.90[a]
ambient temperature	2.17±0.41[b]
C.V. (%)	37.07
Factor 1	*
Factor 2	*
Factor 1 x 2	*

มีค่าสูงที่สุด คือ 0.15±0.04, 0.07±0.02 และ 0.22±0.06 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทของใบผักกาดหอม (ตารางที่ 2) ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีอัตราการหายใจสูงกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ตั้งแต่วันเริ่มต้นจนหมดอายุการเก็บรักษา

วิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผักที่ปลูกในระบบปกติ (ตารางที่ 2) เพราะการปลูกผักในระบบไฮโดรโพนิกส์มีการเจริญเติบโตเร็ว ผักได้รับธาตุไนโตรเจนซึ่งมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งในสารละลายที่ใช้ในระบบนี้ธาตุไนโตรเจนอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ทำให้พืชอวบน้ำ ต้นอ่อน และกรอบ (ยงยุทธ, 2546) จึงทำให้สูญเสียน้ำได้ง่าย แต่มีอายุการเก็บรักษานานกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติ (ตารางที่ 1) เนื่องจากการปลูกผักในระบบไฮโดรโพนิกส์ พืชได้รับสาร ละลายที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ซึ่งอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที เพราะ ว่ามีการปรับค่า EC และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชตลอดเวลา ทำให้พืชมีความสมบูรณ์ (ดิเรก, 2547) นอกจากนี้ผลิตผลพืชสวนจะมีคุณภาพดีและเก็บรักษาได้นาน หากเก็บเกี่ยวในระยะที่มีความแก่สมบูรณ์ เพราะการเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีอายุอ่อนหรือยังแก่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพต่ำและเก็บรักษาได้ไม่นาน (นิธิยาและดนัย, 2548) การปลูกผักในระบบไฮโดรโพนิกส์สามารถกำหนดวันเก็บเกี่ยวผลผลิตได้แน่นอนและผลผลิตมีความสม่ำเสมอ (ดิเรก, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับ McDougall (2006) ที่รายงานว่าระยะความสุกแก่ที่เหมาะสมมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผักกาดหอมพันธุ์ Iceberg และผักกาดหวานที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ ส่วนอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งอุณหภูมิต่ำจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ยาวนานขึ้น เช่นเดียวกับยงยุทธ (2539) ศึกษาการเก็บ

Table 2 Physico–chemical quality of lettuce leaves cv. Green Oak Leaf stored at 0, 4, 8 °C and ambient temperature for 2 days.

Treatment	Weight loss[1/] (%)	Vitamin C (mg/100 g)	TSS (%)	Chlorophyll a (mg/100 g)	Chlorophyll b (mg/100 g)	Total Chlorophyll (mg/100 g)	Nitrate (mg/kg)	Storage life (day)
Factor 1 : type of vegetable production								
conventional	3.49±1.43[b]	10.22±2.00[a]	2.50±0.24	0.12±0.04	0.06±0.02	0.18±0.06	215.52±77.28	4.08±1.24[b]
hydroponic	4.32±1.22[a]	8.57±1.36[b]	2.32±0.26	0.20±0.03	0.06±0.02	0.18±0.04	186.43±42.83	7.08±2.18[a]
C.V. (%)	34.31	18.20	10.54	29.80	28.96	28.22	31.09	43.18
0	3.88±1.38[ab]	9.43±1.39[ab]	2.20±0.17[b]	0.11±0.01[b]	0.05±0.01[c]	0.16±0.02[b]	179.26±36.78	6.17±2.14[a]
4	3.15±1.04[b]	9.59±2.04[ab]	2.43±0.24[ab]	0.15±0.04[a]	0.07±0.02[a]	0.22±0.06[a]	188.03±43.23	7.00±2.97[a]
8	3.57±0.95[b]	10.38±2.05[a]	2.62±0.29[a]	0.12±0.03[b]	0.06±0.02[ab]	0.19±0.04[b]	235.83±72.15	7.00±1.90[a]
ambient temperature	4.86±1.63[a]	8.18±1.47[b]	2.38±0.18[ab]	0.10±0.03[b]	0.05±0.01[bc]	0.16±0.05[b]	200.78±86.83	2.17±0.41[b]
C.V. (%)	33.19	18.81	9.69	26.13	23.65	24.12	31.44	37.07
Factor 1	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
Factor 2	*	*	*	*	*	*	ns	*
Factor 1 x 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

Different letters in the same column denote significant differences at $P = 0.05$

* = significant, ns = non- significant

รักษาใบผักกาดหอมห่อนาน 6 วันที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า ใบผักกาดหอมห่อมีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก 1.91 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับอุณหภูมิห้อง ซึ่งใบผักกาดหอมห่อมีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก 13.07 เปอร์เซ็นต์ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้ใบผักกาดหอมห่อมีคุณภาพดีกว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจากใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์มีการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลมากกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติ ทำให้ผลิตผลมีการสูญเสียวิตามินซีเพิ่มมากขึ้นด้วย (สายชล, 2528) แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณไนเตรทไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณไนเตรทมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของผัก พันธุกรรม การเขตกรรม สภาพแวดล้อม ความแก่ทางสรีรวิทยา และความเข้มแสง (Gurses, 1983) ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีแสงแดดจัดตลอดทั้งวันในธรรมชาติ กระบวนการเจริญเติบโตของพืช เมื่อได้รับไนเตรทเข้าไปแล้วพืชจะรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นแอมโมเนีย เพื่อให้เปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปอินทรียสารต่อไป ซึ่งแสงมีผลต่อปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในกระบวนการนี้ให้เป็นไปตามปกติ ทำให้ไม่เกิดการสะสมของไนเตรทในผลิตผล (ดิเรก, 2547) และแสงยังมีผลกระทบทางอ้อมกับการสะสมไนเตรทด้วย เพราะแสงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของเอนไซม์ไนเตรท- รีดักเทส ซึ่งเอนไซม์นี้จะมีกิจกรรมช้าลงหรือไม่ทำงานเมื่อพืชอยู่ในที่มืด (Maynard and Barker, 1972) สอดคล้องกับการทดลองของ Burns *et al*. (2004) ซึ่งพบว่า ในช่วงฤดูร้อนเมื่อให้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนเกินความต้องการ ผักกาดหอมจะสะสมไนเตรทในก้านและใบ โดยจะมีการสะสมไนเตรทเมื่อแสงสว่างลดลงหรือเกิดจากส่วนหัวผักกาดหอมเองบังแสง ในช่วงฤดูหนาวการสะสมไนเตรทเพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตของพืชช้าลง เมื่อเทียบกับอัตราการดูดใช้ไนเตรทเพราะมีพลังงานแสงน้อยในการเปลี่ยนรูปไนเตรทให้อยู่ในรูปไนโตรเจน ซึ่งมีผลต่อปริมาณผลผลิตทำให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งในประเทศอังกฤษได้มีการกำหนดว่า ในฤดูร้อนผักกาดหอมหลังจากการเก็บเกี่ยวควรมีปริมาณไนเตรทไม่เกิน 3,000 ส่วนต่อล้าน และในฤดูหนาวควรมีปริมาณไนเตรทไม่เกิน 4,500 ส่วนต่อล้าน (Tosun and Ustun, 2004) นอกจากนี้ปริมาณไนเตรทยังขึ้นอยู่กับอายุของพืช ฤดูกาลปลูก และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับพืช

สำหรับใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากผักและผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีชีวิตอยู่มีการหายใจตลอดเวลา จึงทำให้ผลิตผลเสื่อมสภาพเร็ว (จริงแท้, 2544) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งอุณหภูมิต่ำจะช่วย ยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ยาวนานขึ้น (Lipton, 1987) เพราะทำให้ใบผักกาดหอมมีอัตราการหายใจและกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆภายในเซลล์เกิดขึ้นได้ช้าลง ช่วยชะลอการแก่และการสุกให้ช้าลง นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการคายน้ำและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ต่าง ๆ (นิธิยาและดนัย, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jacxsens *et al*. (2002) พบว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำช่วยลดการสูญเสียของผลิตผล เนื่องจากทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลดลง เช่น *Pseudomonas* spp. ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของการเน่าเสีย ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาผลิตผลสั้นลง

สรุป

1.ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์มีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติ

2.ระบบการผลิตผักและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณวิตามินซี และอัตราการหายใจของใบผักกาดหอม แต่ไม่มีผลต่อปริมาณไนเตรท

เอกสารอ้างอิง

คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการหนูรักผักสีเขียว. 2540. มหัศจรรย์ผัก 108. มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทยและโครงการจัดพิมพ์คบไฟ, กรุงเทพฯ. 516 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการจัดการ การผลิต และเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. ธรรมรักษ์การพิมพ์, ราชบุรี. 724 หน้า.

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พรานนกการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 127 หน้า.

นพดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2547. เทคโนโลยีการผลิตผัก (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.mju.ac.th/fac-agr/hort/vegetable/ (26 ธันวาคม 2547).

มนูญ ศิรินุพงศ์. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: สู่การปฏิบัติในประเทศไทย. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 90 หน้า.

ยงยุทธ ข้ามสี่. 2539. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 312 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 364 หน้า.

อารักษ์ ธีรอำพน. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. บริษัทโชคเจริญมาร์เก็ตติ่ง จำกัด, นครราชสีมา. 128 หน้า.

Burns, I.G., A. Lee and A.J. Escobar-Gutierrez. 2004. Nitrate accumulation in protected lettuce. Acta Hort. 633: 271-278 .

Claypool, L.L. and R.M. Keefer. 1942. A Colorimetric method for CO_2 determination in respiration studies. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40: 177-186.

Gurses, O.L.1983. Cayda nitrat miktarlari ve saglik acisindan irdelenmesi. Gida 8: 275-278.

Jacxsens, L., F. Devlieghere and J. Debevere. 2002. Temperature dependence of shelf-life as affected by microbial proliferation and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh produce. Postharvest Biology and Technology 26: 59-73.

Lipton, W.J. 1987. Senescence of leafly vegetable. HortScience 22: 854-859.

Maynard, D.N. and A.V. Barker. 1972. Nitrate content of vegetable crops. HortScience 7(3): 224-226.

McDougall, S. 2006. Location and agronomic influences on shelf–life in cos and iceberg lettce.National Vegetable Industry Centre Newsletter 25: 1-2.

Tosun, I. and N.S. Ustun. 2004. Nitrate content of lettuce grow in the greenhouse. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 72: 109-113.

Smith, L. 1995. Calculations for Research Experiments Using Stored Fruit. Volume I. Queensland Department of Postharvest Industries Horticulture Group, Hamilton, Queensland, Australia. 34 pp.

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