Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 161-164 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 161-164 (2558)

ผลของระยะเวลาการให้ออกซิเจนในระบบไฮโดรพอนิกส์ด้วยเทคนิคน้ำลึกต่อผลผลิตและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของคะน้าซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

Effects of Oxygen Delivery Time in Deep Water Technique Hydroponic System on Yield and Postharvest Quality of Chinese Kales Stored at Different Temperatures

วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์[1]
Wutthirat Phatnibool[1]

Abstract

The purpose of this research was to study the influence of oxygen (air) delivery time in deep water technique hydroponic system on yield and postharvest quality of Chinese kales grown for five weeks. A randomized complete block design consisting of three methods of oxygen delivery: 24-hr continuous delivery (O24), 7-hr. delivery alternated with 1 hr pause (O7/1) and 5-hr alternated with 3 hr (O5/3), with three replications was utilized in the experiment. After harvest, the samples in each treatment were stored at 10°C and room temperature for postharvest quality evaluation. The results showed that Chinese kale yields, in terms of plant height, stem diameter, leaf chlorophyll content, root length, fresh and dry weight were not statistically different among the three methods of aeration. Though postharvest weight loss was not significantly different among treatments, the Chinese kales stored at room temperature were unacceptable on day 6, while up to 10 days of shelf life was observed on the samples stored at 10°C. The effects of oxygen delivery on postharvest quality were detected only on the first-two days after harvest. Particularly, the Chinese kales in O24 treatment had significantly lower petiole hardness and higher leaf chlorophyll content as compared to O5/3 method, regardless of storage temperature. After the second day, the storage temperature had more pronounced effects and played a significant role in postharvest quality. Longer freshness and slower changes in carotenoid content and hue angle were observed on the samples stored at 10°C as compared to those stored at room temperature.

Keywords: DWT-hydroponics, oxygen aeration, yield and postharvest quality

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของเวลาการให้ออกซิเจน (อากาศ) ในระบบไฮโดรพอนิกส์ด้วยเทคนิคน้ำลึกต่อผลผลิตและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของคะน้าที่ปลูกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ แผนการทดลองประกอบด้วยเวลาการให้ออกซิเจน 3 วิธี : ให้อย่างต่อเนื่อง 24 ชม. (O24) ให้ 7 ชม. หยุด 1 ชม. สลับกัน (O7/1) และให้ 5 ชม. หยุด 3 ชม. สลับกัน (O5/3) สุ่มในบล็อกสมบูรณ์จำนวน 3 ซ้ำ หลังการเก็บเกี่ยว นำคะน้าในแต่ละตำรับการทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 10°ซ เพื่อการประเมินคุณภาพ ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตของคะน้าในด้านความสูง ขนาดลำต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ความยาวของราก น้ำหนักสดและแห้ง ในแต่ละวิธีการให้ออกซิเจน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และการสูญเสียน้ำหนักของผักหลังการเก็บเกี่ยวในแต่ละตำรับการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะน้าที่อุณหภูมิห้องได้หมดอายุลงในวันที่ 6 ในขณะที่ 10°ซ คะน้ามีอายุได้นานถึง 10 วันของการเก็บรักษา การให้ออกซิเจนมีอิทธิพลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเฉพาะสองวันแรกเท่านั้น กล่าวคือ การให้ออกซิเจนอย่างต่อเนื่อง (O24) ทำให้เนื้อสัมผัสด้านความแข็งของก้านใบมีน้อยกว่าและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการให้ออกซิเจนแบบ O5/3 ไม่ว่าจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิใด หลังจากวันที่สองอุณหภูมิมีอิทธิพลมากขึ้น และมีนัยสำคัญต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ที่อุณหภูมิ 10°ซ คะน้ามีความสดมากกว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์และค่า hue angle มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า เมื่อเทียบกับคะน้าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

คำสำคัญ: ไฮโดรพอนิกส์เทคนิคน้ำลึก การเติมอากาศ ผลผลิตและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

[1] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง 52100
[1] Agriculture Program, Faculty of Agricultural Technology, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100

คำนำ

ในปัจจุบันระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีแนวโน้มได้รับความนิยมจากทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากระบบการผลิตดังกล่าวมีประสิทธิภาพ ปลูกได้ทุกฤดูกาล พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเร็ว ผลผลิตมีคุณภาพสูงและสม่ำเสมอกัน (ถวัลย์, 2543) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่รู้จักกันมาก คือการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์หรือการปลูกพืชโดยให้รากพืชแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งทำได้หลายเทคนิควิธี แต่เทคนิคที่ง่ายและใช้ต้นทุนต่ำที่สุดคือ deep water technique (DWT) หรือเทคนิคน้ำลึกแบบเติมอากาศ ซึ่งเป็นวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารในภาชนะที่ไม่มีการหมุนเวียนของน้ำ ดังนั้นสิ่งจำเป็นที่สุดสำหรับการปลูกพืชด้วยเทคนิคนี้ คือการเติมอากาศลงในสารละลายเพื่อให้ออกซิเจน (O_2) เพียงพอกับความต้องการของรากพืช เพราะถ้ารากพืชได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ จะทำให้ประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารลดลง การเจริญเติบโตของพืชจะหยุดชะงัก (รวี, 2540; ธรรมศักดิ์,2551) และยังส่งผลให้รากพืชอ่อนแอต่อการเข้าทำลายซ้ำของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Pythium* เชื้อสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่า ทำให้รากพืชเกิดการเน่าตายในที่สุด นอกจากนี้สภาวะดังกล่าวยังอาจส่งผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวด้วย ตามปกติแล้วการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ด้วยเทคนิค DWT นี้ต้องใช้ปั๊มอากาศในการเติม O_2 แก่สารละลายอยู่ตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและปั๊มอากาศมีอายุการใช้งานสั้น ดังนั้น หากกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้ O_2 แก่รากพืชได้ จะช่วยประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการผลิตพืชด้วยเทคนิคนี้ได้ แต่อย่างไรก็ตาม จะต้องไม่ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลด้วย การศึกษาในครั้งนี้ได้ทดลองกับผักคะน้าซึ่งเป็นผักที่นิยมปลูกด้วยระบบไฮโดรพอนิกส์ เนื่องจากให้ผลผลิตเร็วและปลูกได้หลายฤดูกาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการให้ออกซิเจนในระบบไฮโดรพอนิกส์แบบ DWT ต่อผลผลิตและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของคะน้าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ได้ทำการทดลองปลูกคะน้าในระบบไฮโดรพอนิกส์ด้วยเทคนิคน้ำลึก (DWT) ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ในปี พ.ศ. 2556 แผนการทดลองประกอบด้วยเวลาของการให้ออกซิเจน (อากาศ) 3 วิธี : ให้อย่างต่อเนื่อง 24 ชม. (O24) ให้ 7 ชม. หยุด 1 ชม. สลับกัน (O7/1) และให้ 5 ชม. หยุด 3 ชม. สลับกัน (O5/3) สุ่มในบล็อกสมบูรณ์จำนวน 3 ซ้ำ ในการปลูกได้ใช้สารละลายธาตุอาหาร (บริษัท ศูนย์เกษตรอุตสาหกรรมบางไทร จำกัด) ความเข้มข้น 0.5% ลึก 20 ซม. โดยต่อท่ออากาศเข้าสู่ภาชนะปลูก 2 จุด ให้มีระยะห่างเท่ากันตามแนวยาว ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งต่อเข้าปั๊มอากาศ ตั้งเวลาปิดเปิดได้ตามเวลาที่กำหนด ปลูกคะน้า (พันธุ์ยอด) โดยการย้ายกล้าอายุ 2 สัปดาห์ จำนวน 18 ต้น ในแต่ละทรีตเมนต์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ วัดและควบคุมความเข้มข้นของสารละลายให้คงที่ตลอดการทดลอง หลังการเก็บเกี่ยว นำคะน้าในแต่ละทรีตเมนต์เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 32.26°ซ) และที่ 10°ซ เพื่อการประเมินคุณภาพในด้านการสูญเสียน้ำหนัก เนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (hardness) ของก้านใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณแคโรทีนอยด์ (Whitman *et al*., 1971) ค่า hue angle และความสด เปรียบเทียบความแตกต่างของ treatment mean ด้วยวิธี least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$ (LSD.05)

ผล

จากการศึกษาพบว่า คะน้าที่ปลูกในทุกตำรับการทดลอง มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในระหว่างสัปดาห์ที่ 3-4 อย่างไรก็ตาม ผลผลิตคะน้าที่อายุ 5 สัปดาห์ ในด้านความสูง ขนาดลำต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ความยาวของราก น้ำหนักสดและแห้ง ในแต่ละวิธีของการให้ออกซิเจนในระบบไฮโดรพอนิกส์ด้วยเทคนิคน้ำลึก ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (Table 1) และเมื่อนำคะน้าที่ปลูกด้วยวิธีการต่างๆ ไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ 10°ซ เปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้อง พบว่า คะน้าในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและ 10°ซ ได้หมดอายุลง (เบญจมาศ, 2549) ในวันที่ 6 และ 10 ตามลำดับ โดยคะน้าทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1A) และจากการวัดค่าความแข็งของก้านใบคะน้า พบว่า มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในสองวันแรกของการเก็บรักษา ซึ่งเป็นอิทธิพลของระยะเวลาการให้ออกซิเจนในระหว่างการปลูก โดยคะน้าในกรรมวิธี O24 มีค่าความแข็งของก้านใบ เฉลี่ย 20.33 N น้อยกว่า O5/3 และ O7/1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.16 และ 29.36 N ตามลำดับ (Figure 1B) นอกจากนั้น ยังพบว่า หลังการเก็บเกี่ยว ใบคะน้ามีคลอโรฟิลล์ลดลงอย่างรวดเร็ว และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยปัจจัยด้านระยะเวลาการให้ออกซิเจนในระหว่างการปลูกมีอิทธิพลทำให้ใบคะน้ามีปริมาณคลอโรฟิลล์แตกต่างกันเฉพาะในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งคะน้าในกรรมวิธี O24 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยสูงที่สุดคือ 7.05 µL/mg มากกว่า O5/3 และ O7/1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.66 และ 6.21 µL/mg ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ พบว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลสำคัญต่อการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบคะน้า

ระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งคะน้าที่อุณหภูมิ 10°ซ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมากกว่าคะน้าที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเมื่อเก็บรักษาคะน้าเป็นระยะเวลา 6 วัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบเท่ากับ 4.39 และ 2.59 µL/mg ตามลำดับ (Figure 1C) ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบคะน้า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและแตกต่างกันเฉพาะวันที่ 2 ซึ่งเป็นอิทธิพลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดยคะน้าที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบมากกว่าคะน้าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°ซ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 และ 0.51 µL/mg ตามลำดับ (Figure 1D) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กันกับการเปลี่ยนแปลงสีของใบคะน้า ซึ่งเห็นได้จากค่า hue angle ที่มีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้น อิทธิพลของอุณหภูมิในการเก็บรักษามีมากขึ้น โดยคะน้าที่อุณหภูมิห้องมีค่า hue angle ต่ำกว่าคะน้าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°ซ อย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1E) เป็นผลทำให้สีของใบเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด (Figure 2) และด้วยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จึงส่งผลที่สอดคล้องกันในทางสถิติต่อคะแนนด้านความสดของคะน้าด้วย (Figure 1F)

Table 1 Average yields of Chinese kales grown for five weeks in each oxygen delivery treatment

Treatment	Height (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll (CCI)	Root length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
O24	46.13	14.45	23.22	34.87	102.73	7.14
O7/1	49.87	13.27	23.79	42.47	80.05	5.47
O5/3	44.00	12.96	26.80	27.07	82.43	6.23
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	15.02	19.73	20.66	17.82	18.96	25.37

ns = no significant difference

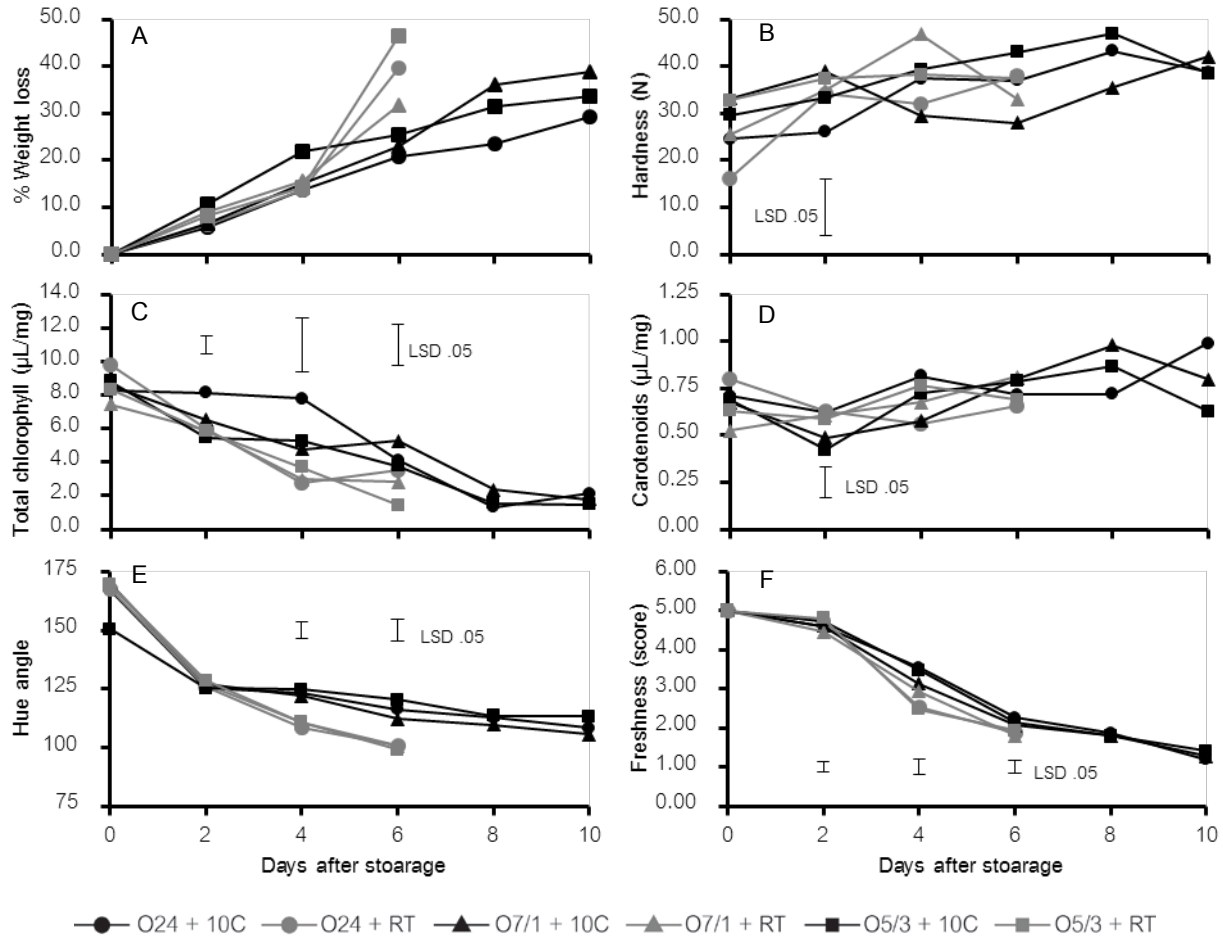

Figure 1 Weight loss (A), hardness (B), total chlorophyll (C), carotenoids (D), hue angle (E) and freshness (F) of DWT hydroponic Chinese kales in each treatment during postharvest storage at 10°C (T10) and room temperature (RT).

Figure 2 DWT hydroponic Chinese kales in each treatment after six days in storage at 10°C (T10) and room temperature (RT).

วิจารณ์ผล

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า คะน้าที่ปลูกในทุกกรรมวิธีในการทดลอง เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะสัปดาห์ที่ 3-4 ตามลักษณะรูปแบบที่รายงานโดย Gardner *et al*. (1985) อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ผลผลิตสะท้อนให้เห็นว่า การหยุดให้ออกซิเจนในระบบการปลูกคะน้าไฮโดรพอนิกส์ด้วยเทคนิค DWT แบบครั้งคราว คือ 1 และ 3 ชม. ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้า ทั้งนี้อาจเนื่องจากในสารละลายธาตุอาหารยังคงมีปริมาณความเข้มข้นของ O_2 ในระดับที่รากพืชยังสามารถทำงานโดยดูดน้ำและธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ได้ตามปกติ และไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นคะน้า แต่เมื่อพิจารณาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ระยะแรกของการเก็บรักษาคะน้ามีค่าความแข็งของก้านใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบแตกต่างกัน โดยเฉพาะในกรรมวิธี O5/3 มีค่าความแข็งมากที่สุด และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะว่าการขาดออกซิเจนในระหว่างการปลูกส่งผลให้คะน้าเกิดความเครียดที่อาจส่งผลต่อการผลิตเอทิลีน (Hogan, 2008) ซึ่งกระตุ้นให้คะน้าในกรรมวิธีดังกล่าวเสื่อมคุณภาพเร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อคุณภาพคะน้าเพียงเล็กน้อย เฉพาะในระยะแรกของการเก็บรักษาเท่านั้น แต่ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อการเสื่อมคุณภาพของคะน้าหลังการเก็บเกี่ยว คือ อุณหภูมิ คะน้าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและหมดอายุการเก็บรักษาเร็วกว่าคะน้าที่เก็บไว้ที่ 10°ซ ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า การลดระยะเวลาการให้ออกซิเจนในระบบการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์แบบ DWT 1-3 ชม. เป็นครั้งคราว ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า แต่มีอิทธิพลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย เฉพาะในระยะแรกของการเก็บรักษาเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตอบสนองทางชีวเคมีและสรีรวิทยาของพืชปลูกทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งควรจะต้องมีการศึกษารายละเอียดเพิ่มมากขึ้นในระยะต่อไป

สรุป

การหยุดให้ออกซิเจนในระบบการปลูกคะน้าไฮโดรพอนิกส์ด้วยเทคนิค DWT แบบครั้งคราว คือ 1 และ 3 ชม. ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต แต่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของคะน้าเพียงเล็กน้อย เฉพาะในระยะแรกของการเก็บรักษาเท่านั้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีงบประมาณ 2555

เอกสารอ้างอิง

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2543. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พรานนกการพิมพ์, กรุงเทพ. 127 น.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2551. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

เบญจมาศ กรส่งแก้ว. 2549. ผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น และบรรจุภัณฑ์บรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักคะน้าแปรรูปพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 113 น.

รวี เสรฐภักดี. 2540. ต้นไม้ผลในสภาวะถูกน้ำท่วมขังและแนวทางการแก้ไข. น. 9-20. *ใน:* อุทกภัยผลกระทบต่อสวนไม้ผลและแนวทางแก้ไข. สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Gardner, F. P., R. B. Pearce and R. L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press, Ames. pp.164-186.

Hogan, J. D. 2008. Ethylene Production as an Indicator of Stress Conditions in Hydroponically-grown Strawberries. Thesis, Dissertations and Capstones. Marshall university. 173p.

Whitman, F. H., D. F. Blaydes and R. Denin. 1971. Experiments in Plant Physiology. Von Nostrand, New York. 456 p.