

ผลของการใช้น้ำร้อนต่อการเกิดสีน้ำตาลแดงที่รอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นขึ้น  
Effect of Hot Water Treatment on Reddish Brown Color Development of Fresh-Cut Head Lettuce  
Cut Surface

ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน<sup>1</sup> และดนัย บุญเกียรติ<sup>2,3</sup>  
Chaipichit Chuamuangphan<sup>1</sup> and Danai Boonyakiat<sup>2,3</sup>

Abstract

This research was studied in order to determine the optimum water temperature and water dipping duration for delaying reddish brown color development on fresh-cut head lettuce. Hot water temperatures were made up at 45, 50 and 55 °C in which each level was set up for 1, 2 and 3 minutes in order to compare with control treatment (not dipped in hot water). Afterward, vegetable was drained and packed in 16x21x5 cm. opaque white case and covered with a clear plastic PET. All samples were stored at 4 °C and analysed for physico-chemical quality, evaluated for cut surface and overall quality every day until the end of storage. The results showed that dipping fresh-cut head lettuce into hot water at 50 °C for 1 and 2 minutes were the best for delaying reddish brown color development. Fresh-cut head lettuce had the highest score of overall quality evaluation and the longest storage life which was 7 days. The hot water temperature of 55 °C for 1, 2 and 3 minutes obviously damaged fresh-cut head lettuce while fresh-cut head lettuce in control treatment and dipped into hot water at 45 °C for 1 minute had storage life of 1.8 day. In addition, the hot water treatment reduced contamination of *Enterobacteriaceae* microorganisms.

**Keywords:** head lettuce, hot water, reddish brown

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาระดับอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นในน้ำร้อนเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลแดงบริเวณรอยตัด โดยใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส และจุ่มเป็นเวลา 1, 2 และ 3 นาทีสำหรับแต่ละระดับอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการจุ่มน้ำร้อน จากนั้นทำให้สะเด็ดน้ำ แล้วบรรจุผักกาดหอมห่อหั่นลงในกล่องสีขาวทึบแสงขนาด 16x21x5 เซนติเมตร และปิดฝาด้วยพลาสติกใส PET (polyethylene terephthalate) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ-เคมี ประเมินการเกิดสีน้ำตาลแดงและคุณภาพโดยรวมทุกวันตลอดอายุการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่า การจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลแดงบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นได้ดีที่สุด ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นได้คะแนนการประเมินคุณภาพโดยรวมและมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 7 วัน การใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระดับอุณหภูมิที่ทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นเกิดความเสียหายจากอุณหภูมิสูงหลังจากจุ่มเป็นเวลา 1, 2 และ 3 นาที ในขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นชุดควบคุมและที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีอายุการเก็บรักษาเพียง 1.8 วัน การใช้น้ำร้อนยังมีผลทำให้การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ *Enterobacteriaceae* ลดลง

**คำสำคัญ:** ผักกาดหอมห่อ, น้ำร้อน, สีน้ำตาลแดง

คำนำ

ผักกาดหอมห่อ (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) เป็นผักที่มีการบริโภคกันแพร่หลายทั่วโลก นิยมบริโภคในรูปผักสด เช่น อาหารประเภทสลัดผัก (Mou, 2008) ในกระบวนการจัดการหลังเก็บเกี่ยวผลหรือรอยตัดของผักกาดหอมห่อมักเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือสีแดงเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20-24 ชั่วโมง และพัฒนาเป็นสีน้ำตาลแดงภายใน 2-3 วัน การเกิดสี

<sup>1</sup> ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวงเชียงใหม่, มูลนิธิโครงการหลวง, จ.เชียงใหม่ 50100

<sup>1</sup> Chiang Mai Royal Project Produce Center, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50100

<sup>2</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

<sup>2</sup> Department of Plant Science and Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200

<sup>3</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

<sup>3</sup> Postharvest Technology Innovation Center

น้ำตาลแดงของรอยตัดที่เกิดจากการหั่นขึ้นเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพของผักกาดหอมห่อลดลง มีผลทำให้รสชาติเปลี่ยนแปลงไปบ้างและที่สำคัญทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Fillion and Kilcast, 2002) ซึ่งการเกิดบาดแผลจะกระตุ้นให้เกิดการเมแทบอลิซึมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) ทำให้มีการสะสมสารประกอบฟีนอล และยังทำให้เซลล์ถูกทำลายส่งผลให้สารประกอบฟีนอลสัมผัสกับเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เป็นควิโนนแล้วเปลี่ยนเป็นสารที่มีสีน้ำตาลแดงหรือสีดำ (Sapers and Hicks, 1989) การใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ 45-55 องศาเซลเซียส สามารถป้องกันและชะลอการเกิดสีน้ำตาลแดงบริเวณบาดแผลของผลิตภัณฑ์หลายชนิด (Martin-Diana et al., 2005) ดังนั้นจึงนำมาสู่การศึกษาผลของการใช้น้ำร้อนต่อการเกิดสีน้ำตาลแดงที่รอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นขึ้น

### อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 10 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผักกาดหอมห่อหั่นขึ้น 250 กรัม

นำผักกาดหอมห่อมาตัดแต่งและแยกออกจากกันตามวิธีที่ใช้ในการเตรียมผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นเพื่อจำหน่าย จากนั้นนำไปจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส และแต่ละระดับอุณหภูมิใช้เวลาในการจุ่ม 1, 2 และ 3 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน ทำให้สะดุ้งน้ำ แล้วบรรจุผักกาดหอมห่อหั่นลงในกล่องสี่เหลี่ยมที่ผลิตจากสังกะสีขนาดกว้างยาวสูงเท่ากับ 16x21x5 เซนติเมตร และปิดฝาด้วยพลาสติก PET ([polyethylene terephthalate](#)) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของการสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟีนอล การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ *Enterobacteriaceae* ประเมินการเกิดสีน้ำตาลแดง และคุณภาพโดยรวมทุกวัน

### ผลการทดลอง

ผลของการใช้น้ำร้อนเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลแดงที่รอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นขึ้น โดยการจุ่มผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2 และ 3 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้จุ่มในน้ำร้อนแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 วัน ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2 และ 3 นาที และชุดควบคุมสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.26-0.31 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที มีค่าเท่ากับ 0.021, 0.021 และ 0.020 mg./100g.fw ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.015 และ 0.016 mg./100g.fw ตามลำดับ (Table 1)

ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นในชุดควบคุมมีปริมาณสารประกอบฟีนอล 451.41  $\mu\text{g.GAE/g.fw}$  ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณสารประกอบฟีนอลในผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที และผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 441.49, 440.63 และ 440.34  $\mu\text{g.GAE/g.fw}$  ตามลำดับ (Table 1)

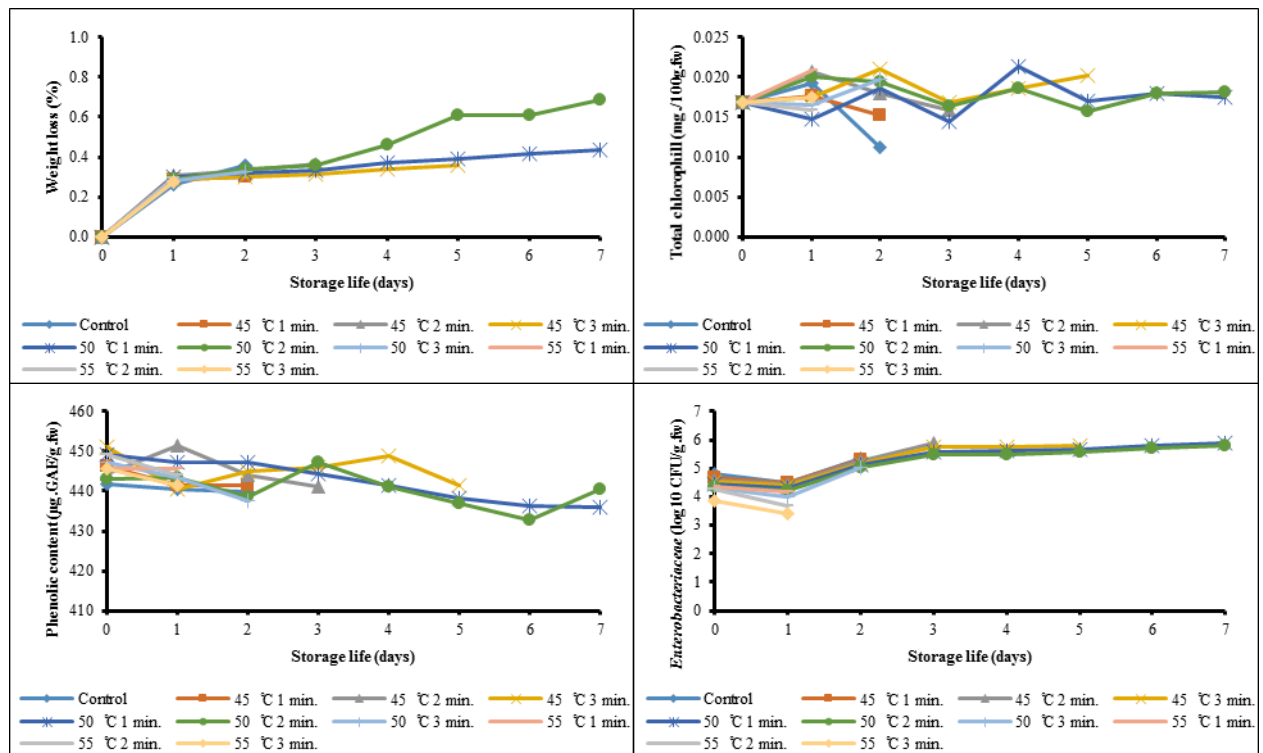
ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นที่จุ่มในน้ำร้อนมีผลทำให้การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ *Enterobacteriaceae* ลดลง ซึ่งผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นชุดควบคุมและที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ *Enterobacteriaceae* มากที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าเท่ากับ 4.49, 4.49 และ 4.44  $\log_{10}$  CFU/g.fw ในขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ *Enterobacteriaceae* น้อยที่สุด คือ 3.40  $\log_{10}$  CFU/g.fw (Table 1)

การจุ่มผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลแดงบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นได้ดีที่สุด ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพโดยรวม (ไม่ได้แสดงข้อมูล) และมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 7 วัน ในขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นชุดควบคุมและที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที มีอายุการเก็บรักษาเพียง 1.8 วัน ส่วนการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นขึ้นเกิดความเสียหายจากอุณหภูมิสูงหลังจากจุ่มทั้ง 3 ช่วงเวลา (Table 2)

**Table 1** Weight loss, total chlorophyll content, phenolic content and *Enterobacteriaceae* of fresh-cut head lettuce dipped in hot water compared with control treatment (not dipped in hot water) and stored at 4 °C for 1 days

Method	Weight loss (%)	Total chlorophyll (mg./100g.fw)	Phenolic (µg.GAE/g.fw)	<i>Enterobacteriaceae</i> (log <sub>10</sub> CFU/g.fw)
Control	0.26	0.019 <sup>abc</sup>	451.41 <sup>a</sup>	4.49 <sup>a</sup>
45 °C 1 min.	0.29	0.018 <sup>abcd</sup>	447.24 <sup>ab</sup>	4.49 <sup>a</sup>
45 °C 2 min.	0.31	0.021 <sup>ab</sup>	443.51 <sup>ab</sup>	4.44 <sup>ab</sup>
45 °C 3 min.	0.29	0.017 <sup>abcd</sup>	441.49 <sup>b</sup>	4.39 <sup>b</sup>
50 °C 1 min.	0.30	0.021 <sup>ab</sup>	440.63 <sup>b</sup>	4.29 <sup>c</sup>
50 °C 2 min.	0.29	0.020 <sup>abc</sup>	440.34 <sup>b</sup>	4.22 <sup>d</sup>
50 °C 3 min.	0.28	0.017 <sup>abcd</sup>	443.51 <sup>ab</sup>	4.01 <sup>e</sup>
55 °C 1 min.	0.29	0.015 <sup>d</sup>	445.52 <sup>ab</sup>	4.19 <sup>d</sup>
55 °C 2 min.	0.29	0.016 <sup>cd</sup>	444.08 <sup>ab</sup>	3.70 <sup>f</sup>
55 °C 3 min.	0.28	0.018 <sup>abcd</sup>	441.49 <sup>b</sup>	3.40 <sup>g</sup>
LSD <sub>0.05</sub>	0.06	0.005	8.40	0.07
C.V. (%)	15.16	0.000	1.63	1.11

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



**Figure 1** Weight loss, total chlorophyll content, phenolic content and *Enterobacteriaceae* of fresh-cut head lettuce dipped in hot water compared with control treatment (not dipped in hot water) and stored at 4 °C for 7 days

**Table 2** Shelf life of fresh-cut head lettuce dipped in hot water compared with control treatment and stored at 4 °C

Method	Shelf life (days)
Control	1.80 <sup>d</sup>
45 °C 1 min.	1.80 <sup>d</sup>
45 °C 2 min.	3.00 <sup>c</sup>
45 °C 3 min.	4.60 <sup>b</sup>
50 °C 1 min.	7.00 <sup>a</sup>
50 °C 2 min.	7.00 <sup>a</sup>
50 °C 3 min.	1.40 <sup>d</sup>
55 °C 1 min.	0.00 <sup>e</sup>
55 °C 2 min.	0.00 <sup>e</sup>
55 °C 3 min.	0.00 <sup>e</sup>
LSD <sub>0.05</sub>	0.39
C.V. (%)	7.25

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

### วิจารณ์ผล

ผลของการใช้น้ำร้อนเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลแดงที่รอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น โดยการจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2 และ 3 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน พบว่า การจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลแดงบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นได้ดีที่สุด ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นได้รับคะแนนผลการประเมินคุณภาพโดยรวมและมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 7 วัน ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนที่เหมาะสมสามารถชะลอปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแดงบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นได้ โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PAL เพราะความร้อนที่ได้รับจะทำให้เกิดโปรตีนชนิดใหม่ที่เรียกว่า heat shock protein (HSP) มีผลทำให้การสร้างสารประกอบฟีนอลลดลง (Saltveit, 2000) สอดคล้องผลการศึกษาก่อนของ Martin-Diana *et al.* (2005) ที่รายงานว่า การใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลแดงที่รอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นได้ แต่การใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระดับอุณหภูมิที่ทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเกิดความเสียหายจากอุณหภูมิสูงหลังจากจุ่มนาน 1, 2 และ 3 นาที เพราะระดับอุณหภูมิที่สูงเกินไปทำให้โปรตีนในเนื้อเยื่อพืชเกิดการเสื่อมสภาพและสูญเสียสมดุลตามธรรมชาติ ทำให้พืชสูญเสียคลอโรฟิลล์ ความแน่นเนื้อ และเกิดสีน้ำตาล (Saltveit, 2000)

### สรุปผล

การจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 นาที สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลแดงบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นได้ดีที่สุด และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีอายุการเก็บรักษาได้ 7 วัน

### เอกสารอ้างอิง

- Fillion, L. and D. Kilcast. 2002. Consumer perception of crispiness and crunchiness in fruits and vegetables. *Food Quality and Preference* 13: 23-29.
- Martin-Diana A.B., D. Rico, C. Barry-Ryan, J. Mulcahy, J. Frias and G.T.M. Henehan. 2005. Effect of heat shock on browning-related enzymes in minimally processed iceberg lettuce and crude extracts. *Biosci. Biotechnol Biochem* 69(9): 1677-1685.
- Mou, B. 2008. Lettuce. pp.75-116. *In*: J. Prohens-Tomás and F. Nuez (eds.). *Handbook of plant breeding : Vegetables I*. New York, USA.
- Saltveit, M.E. 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biology and Technology* 21: 61-69.
- Sapers, G.M. and K.B. Hicks. 1989. Inhibition of enzymatic browning in fruits and vegetables. pp. 29-43. *In* J.J. Jen (Ed.). *Quality factors of fruits and vegetables: Chemistry and Technology*. American Chemical Society. Washington DC, USA.