

อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่น้ำร้อนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา  
ผลมะเขือเทศพันธุ์สีดา

Effects of Temperature and Hot Water Soaking Duration for Extension of  
Storage Life of “Si Da” Tomato Fruits

พรอนันต์ บุญก่อน<sup>1</sup> ธัญพิชชา อุตสาห์<sup>1</sup> และ หฤทัย ไทยสุชาติ<sup>1</sup>  
Pomanan Boonkorn<sup>1</sup> Thanpitcha Autsa<sup>1</sup> and Haruthai Thaisuchat<sup>1</sup>

Abstract

The effects of temperature and hot water soaking duration for the storage life extension of tomato fruits kept at room temperature were studied. Mature green tomato fruits (“Si Da”) were soaked in various hot water temperature regimens; 35, 45, 55°C or 28°C (control group) for 10 or 30 minutes. After hot water treatment, tomato fruits were then kept at room temperature (32 ± 2°C). The result was found that soaked fruits in 35°C for 10 minutes could extend the storage life of tomato fruits longer than other treatments. The treatment could reduce disease percentage (33.3%) and weight loss percentage (1.68%) and also delayed changes of fruit color and fruit firmness significantly with high vitamin C content ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** tomatoes, hot water soaking, storage

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่น้ำร้อนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิห้อง โดยแช่ผลมะเขือเทศพันธุ์สีดาในระยะแก่เขียว (mature green) ในน้ำอุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 28 (ชุดควบคุม) องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง (32±2 องศาเซลเซียส) จากการทดลองพบว่าชุดที่แช่น้ำอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาทีก่อนการเก็บรักษา สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศให้นานกว่าการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิและระยะเวลาอื่น ๆ โดยลดค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเหลือ 33.3 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก 1.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น นอกจากนี้ยังสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีและความแน่นเนื้อของผล ดีกว่าชุดการทดลองอื่นและมีปริมาณวิตามินซีสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**คำสำคัญ:** มะเขือเทศ การแช่น้ำร้อน การเก็บรักษา

คำนำ

มะเขือเทศเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง รับประทานได้ทั้งในรูปของผลสดและแปรรูปในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น ปัจจุบันมีการบริโภคมะเขือเทศในรูปผลสดและส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากมะเขือเทศมีปัญหาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ผลเกิดการอ่อนตัวอย่างรวดเร็ว เน่าเสียได้ง่าย ความเสียหายดังกล่าวจึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ปัจจุบันทางเลือกในการเก็บรักษาผักผลไม้สดคือการใช้สารเคมีรักษาหรือช่วยชะลอการสุกรวมทั้งช่วยคงคุณภาพของผักผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว แต่ปัจจุบันเรามีความกังวลถึงสารตกค้างซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เพราะฉะนั้นจึงมีกระบวนการหรือวิธีอื่น ๆ ใช้ทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งการใช้ความร้อนเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ ทดแทนสารเคมี การใช้ความร้อนนอกจากมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อ ยังสามารถกระตุ้นความต้านทานของพืชต่อการเข้าทำลายด้วย มีรายงานว่า การจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สามารถควบคุมโรคแอนแทรกคโนสของมะม่วงได้ (Sangchote, 1989) Oladale and Olayinka (2011) พบว่าการแช่ผลมะเขือเทศพันธุ์เซอวีในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาทีก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถลดการเกิดโรคได้ อย่างไรก็ตามการใช้น้ำร้อนไม่สามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคที่จะเกิดขึ้นใหม่และอาจทำให้เนื้อเยื่อผลิตผลเสียหายจากความร้อนและอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์อื่นได้เช่นกัน ในที่นี้ผู้วิจัยสนใจการใช้น้ำร้อนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ โดยศึกษา

<sup>1</sup> สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง 52100

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100

อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่น้ำร้อนที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพบางประการของผลมะเขือเทศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

### อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมผลมะเขือเทศพันธุ์สีดาในระยะแก่เขียว (mature green) ที่มีขนาดใกล้เคียงกันนำไปล้างทำความสะอาดแล้วผึ่งให้แห้ง นำไปแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส ส่วนชุดควบคุมแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง (28 องศาเซลเซียส) โดยแต่ละอุณหภูมิแช่เป็นระยะเวลา 10 และ 30 นาที เมื่อครบเวลาแช่น้ำผลมะเขือเทศออกมาผึ่งให้แห้ง นำมาใส่ตะกร้าหุ้มด้วยถุงพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ( $32 \pm 2$  องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 77 เปอร์เซ็นต์ วัดผลการทดลองทุก 2 วัน วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) ค่าความแน่นเนื้อของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ปริมาณวิตามินซี และปริมาณแคโรทีนอยด์ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ  $p < 0.05$

### ผลและวิจารณ์ผล

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $32 \pm 2$  องศาเซลเซียส) นานขึ้น ผลมะเขือเทศในทุกชุดการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มขึ้น (Table 1) โดยพบว่าผลมะเขือเทศในชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสและชุดควบคุมเกิดโรคก่อนชุดการทดลองอื่น โดยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาผลมะเขือเทศในชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที มีค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ขณะที่ชุดควบคุมที่แช่นาน 30 นาทีมีค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 63.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งสองชุดการทดลองนี้มีค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเกิน 60 เปอร์เซ็นต์ จึงถือว่ามีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน และในวันที่ 6 หลังการเก็บรักษา พบว่าผลมะเขือเทศในชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสนาน 10 นาทีและชุดควบคุมที่แช่นาน 10 นาทีมีค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 63.3 เปอร์เซ็นต์จึงมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน ขณะที่ผลมะเขือเทศในชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสทั้งสองช่วงเวลาของการแช่มีค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากันคือ 66.7 เปอร์เซ็นต์ และชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสทั้งสองช่วงเวลาเป็นชุดที่เกิดโรคน้อยที่สุดคือ 33.3 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา จึงถือได้ว่ามีอายุการเก็บรักษา 8 วัน จึงเห็นได้ว่าการแช่ผลมะเขือเทศในน้ำร้อนอุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียสสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ มัลลิกาและคณะ (2554) ที่พบว่าการจุ่มผลมะเขือเทศในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาทีสามารถลดการเกิดโรคได้ดีกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้จุ่มน้ำร้อน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Oladale and Olayinka (2011) ซึ่งพบว่าการนำผลมะเขือเทศพันธุ์เชอร์รี่ไปแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถลดการเกิดโรคได้

Table 1 Percentage of disease incidence of tomato fruits after soaked in various hot water temperature regimens and kept at room temperature for 10 days

Treatment	% Disease incidence					
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10
Control (28°C)/10 min	0.0	0.0	0.0	63.3	63.3	100.0
Control (28°C)/30 min	0.0	0.0	63.3	100.0	100.0	100.0
35°C/10 min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3
35°C/30 min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3
45°C/10 min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7
45°C/30 min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7
55°C/10 min	0.0	0.0	26.6	63.3	100.0	100.0
55°C/30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0

จาก Figure 1 ผลการวัดค่าสีผิวของผลมะเขือเทศพบว่าชุดที่แช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสนาน 10 นาทีสามารถชะลอการสุกของผลได้ โดยมีค่า  $L^*$  และ  $b^*$  ที่สูง และมีค่า  $a^*$  ที่ต่ำกว่าผลมะเขือเทศในชุดการทดลองอื่น โดยจากการสังเกตพบว่าผลมะเขือเทศในชุดนี้ยังคงมีสีเขียวอมเหลืองและเริ่มมีสีส้มเกิดขึ้นเล็กน้อย ขณะที่ผลในชุดการทดลองอื่นเริ่มมีสี

เหลืองอมส้ม สำหรับผลการวัดค่าความแน่นเนื้อพบว่าสอดคล้องกับค่าสีผิวของผล โดยชุดที่แช่ในน้ำร้อน 35 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีสามารถชะลอการอ่อนนุ่มของผลลงได้ อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าชุดที่แช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีนั้นมีค่า  $a^*$  ที่ติดลบ แสดงว่าผลมีสีเขียวจนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่าผลมะเขือเทศไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการสุกตามปกติได้และมีเนื้อผลที่นิ่มและทำให้เชื้อก่อโรคเข้าทำลายอย่างรวดเร็วจนเน่าเสียในที่สุด สำหรับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะเขือเทศพบว่าภายหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน ผลมะเขือเทศในทุกชุดการทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.5$ ) โดยผลมะเขือเทศในชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงสุดคือ 15.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือชุดควบคุมที่ใช้เวลาแช่ 30 นาที มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 12.02 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาทีที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำสุดคือเท่ากับ 1.68 เปอร์เซ็นต์ การที่ผลมะเขือเทศชุดที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 และ 30 นาทีที่มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำ สันนิษฐานว่าเนื่องจากความร้อนของน้ำที่แช่มีส่วนช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างก๊าซเอทิลีนและกระบวนการสุกของมะเขือเทศ และอุณหภูมิสูงยังสามารถชักนำสารแอนติออกซิแดนซ์บางชนิดในมะเขือเทศให้เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการชะลอการสุกของมะเขือเทศระหว่างการเก็บรักษา (Boonkom, 2016) โดยผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิระมิตและคณะ (2553) ซึ่งจุ่มผลมะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด ขณะที่ ศรีธญา (2556) รายงานว่าการล้างผลฝรั่งด้วยสารละลายเกลือและการจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที สามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้ จากการที่พบว่าผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีความแน่นเนื้อที่ลดลงอย่างรวดเร็วแม้ว่าผลจะไม่ได้เข้าสู่กระบวนการสุกก็ตาม สันนิษฐานว่าระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่นั้นไม่เหมาะสมและก่อให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อของผลมะเขือเทศทำให้เชื้อโรคจากสิ่งแวดล้อมเข้าทำลายผลอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับรายงานของ มัลลิกาและคณะ (2554) ที่ทดสอบการจุ่มผลมะนาวในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 , 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 5 นาที พบว่าการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที ช่วยในการเก็บรักษาได้ดีกว่าเมื่อนานไม่ได้จุ่มน้ำร้อน ในขณะที่หากมีการใช้อุณหภูมิสูงเกินไปทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้

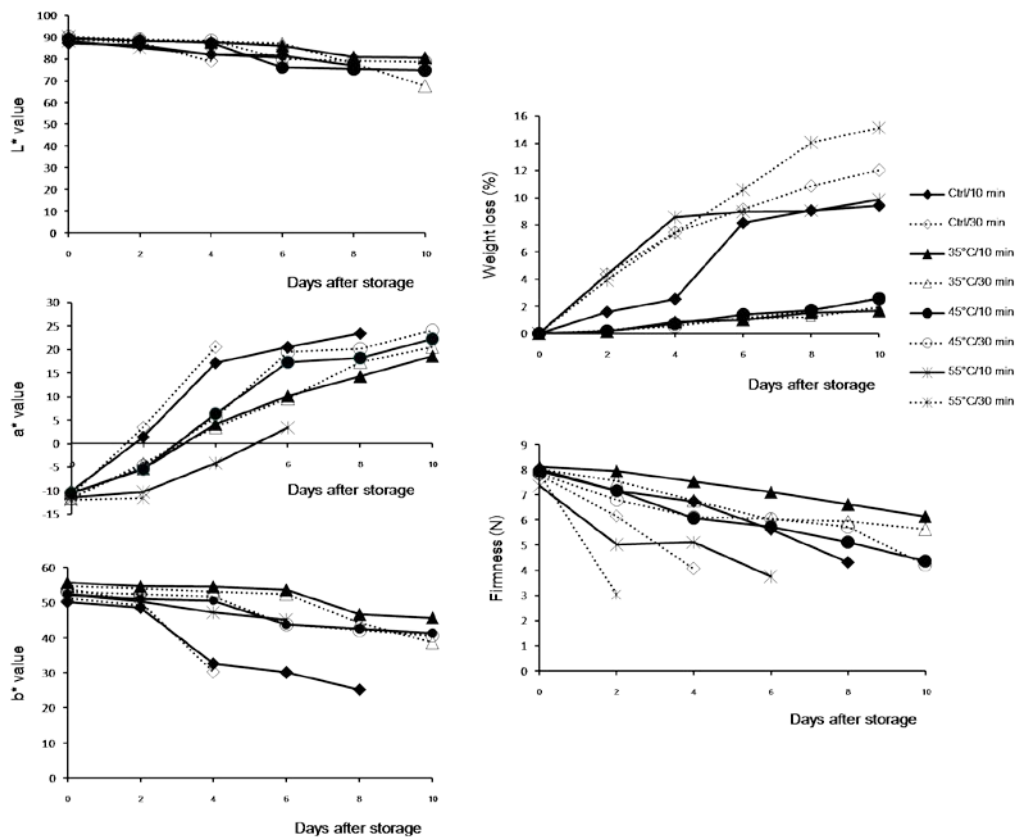


Figure 1 Color measurement ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  value), weight loss percentage and firmness of tomato fruits after soaked in various hot water temperature regimens and kept at room temperature for 10 days

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีบางประการเมื่อวัดผลในวันที่ 8 หลังการเก็บรักษา (Table 2) พบว่ากรรมวิธีทดลองไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมะเขือเทศ แต่การแช่ผลในน้ำอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสพบว่ามีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าชุดการทดลองอื่น สำหรับปริมาณแคโรทีนอยด์ในชุดควบคุมที่แช่นาน 10 นาทีพบว่ามีค่าสูงกว่าในชุดการทดลองอื่น สันนิษฐานว่าเป็นเพราะผลมะเขือเทศในชุดการทดลองนี้เข้าสู่กระบวนการสุกเร็วกว่าชุดการทดลองอื่นสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า  $a^*$  และการลดลงของค่าความแน่นเนื้อ

**Table 2** Total Soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), vitamin C content and carotenoids content of tomato fruits after soaked in various hot water temperature regimens and kept at room temperature for 8 days

Treatment	TSS (%Brix)	TA (%)	Vitamin C (mg/100 ml)	Carotenoids (mg/g)
Control (28°C)/10 min	4.10a	9.67a	24.26b	0.44a
Control (28°C)/30 min	4.72 a	ND	ND	ND
35°C/10 min	4.07 a	8.33a	28.73a	0.25b
35°C/30 min	3.95 a	9.17a	27.06ab	0.23b
45°C/10 min	3.80 a	9.67a	25.33b	0.27b
45°C/30 min	4.06 a	9.72a	24.50b	0.22b
55°C/10 min	ND	ND	ND	ND
55°C/30 min	ND	ND	ND	ND

**Notes:** ND means No data because the storage life of the tomatoes in that treatment ceased before day 8

Means with difference letters within the same column represent significant differences at  $p < 0.05$

### สรุป

การแช่ผลมะเขือเทศพันธุ์สีดาในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาทีสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศได้ดีกว่าการแช่ในน้ำร้อนในอุณหภูมิและระยะเวลาอื่น ๆ โดยลดค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักลง รวมทั้งสามารถชะลอกระบวนการสุกได้อย่างมีนัยสำคัญ

### คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยวิจัยและสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- ปิระมิต จิตมาตรา, ผ่องพิญ จิตอารีย์รัตน์ และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2553. ผลของการจุ่มน้ำร้อนและระยะเวลาสุกแก่ต่อคุณภาพมะเขือเทศอินทรีย์พันธุ์ทับทิมแดง. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 41(3/1 พิเศษ): 581-584.
- มัลลิกา บุญฤทธิ์, ชีรดา หวังสมบุญดี และ กนกวรรณ เสรีภาพ. 2554. ผลของการจุ่มน้ำร้อนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของมะนาว. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 42(2 พิเศษ): 17-20.
- ศรันธยา เฟ่งผล. 2556. ผลของการล้างด้วยสารละลายเกลือและการจุ่มในน้ำร้อนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลฝรั่งพันธุ์บ้านสีทองระหว่างการเก็บรักษา. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 44(3 พิเศษ): 182-185.
- Boonkorn, P. 2016. Impact of hot water soaking on antioxidant enzyme activities and some qualities of storage tomato fruits. International Food Research Journal 23(3): 934-938.
- Oladale, O.O and J.O. Olayinka. 2011. Quality of ripe tomato (*Lycopersicon esculentum*) following hot water treatment. Annals of Science and Biotechnology 2(1): 36-39.
- Sangchote, S. 1989. Effect of postharvest treatments on anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) and stem and rot (*Dothiorella dominicana* Pet. et Cif) of mangoes stored in air or modified atmosphere. Asean Food J. 4(4): 142-144.