Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 580-583 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 580-583 (2555)

อิทธิพลของอุณหภูมิและ $CaCl_2$ ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154

Effect of Temperature and $CaCl_2$ on Chilling Injury of Cherry Tomato cv. CH154

ปริญญา เทพณรงค์[1] เรณู ขำเลิศ[1] และ อัศจรรย์ สุขธำรง[1]

Parinya Thepnarong[1], Renu Khumlert[1] and Aschan Sukthumrong[1]

Abstract

Effects of temperatures on chilling injury (CI) of cherry tomato fruits cv. CH154 during storage at 5, 10 and 25°C were observed. It was found that the cherry tomato fruits stored at 5 °C for 20 days clearly showed CI symptoms. The obvious symptoms were surface pitting and water soaking. Reductions of symptoms were tried by dipping the fruits in 0, 1 and 2% $CaCl_2$ for 20 minutes before storing at 5, 10 and 25 °C. Results showed that dipping the fruits in 1% $CaCl_2$ for 20 minutes significantly reduced the CI symptoms, weight loss and best maintained the firmness and could prolong the shelf life up to 25 days over control.

Keywords: cherry tomato, chilling injury, $CaCl_2$

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (CI) ของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 °C พบว่าผลมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 5 °C นาน 20 วัน เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาว อาการที่ปรากฏชัดเจนคือการยุบตัวของเนื้อเยื่อบริเวณผิว และเกิดอาการฉ่ำน้ำ การทดลองลดอาการสะท้านหนาวโดยนำผลมาจุ่มสารละลาย $CaCl_2$ 0, 1 และ 2% นาน 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 °C ผลการศึกษาพบว่าการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 1% นาน 20 นาที สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาว การสูญเสียน้ำหนัก และรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่าชุดควบคุมถึง 25 วัน

คำสำคัญ: มะเขือเทศเชอรี่ สะท้านหนาว $CaCl_2$

คำนำ

ปัจจุบันผู้คนหันมาสนใจต่อสุขภาพ ผักและผลไม้จึงเป็นสิ่งที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีประโยชน์ต่อร่างกาย มะเขือเทศเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยม โดยเฉพาะการบริโภคแบบผลสดจะทำให้ได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งได้แก่ ไลโคปีน มากกว่าการบริโภคในรูปอื่น ไลโคปีนเป็นสารที่พบในผักผลไม้หลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกันไป มีคุณสมบัติลดการเกิดมะเร็งลำไส้และมะเร็งลูกหมากได้ และยังพบกรดอะมิโนกลูตามิกโมโนโซเดียมกลูตาเมต ซึ่งช่วยเพิ่มรสชาติของอาหาร (เมฆ, 2544)

มะเขือเทศเชอรี่เป็นมะเขือเทศที่ได้รับความนิยมเพิ่มสูงมากขึ้น เนื่องจากมีรสชาติดี และมีปริมาณไลโคปีนมากกว่ามะเขือเทศสดชนิดอื่น (Tawfik, 2001) แต่ก็มีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเป็นแนวทางหนึ่งที่แก้การสูญเสียที่เกิดขึ้นได้ (จริงแท้, 2549; Kader, 1992) แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปมักก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว

การเกิดอาการสะท้านหนาวเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายและความผิดปกติทางสรีรวิทยา มักเกิดในผลิตผลเขตร้อนและกึ่งร้อน ซึ่งเกิดจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 °C (Chaplin and Scott, 1980) แต่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็ง การเพิ่มความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวจะส่งผลทางลบต่อทั้งคุณภาพภายในและนอกของผลิตผลสด (Al-Qurashi, 2012) ในการลดอาการสะท้านหนาวนั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยการใช้สารละลายแคลเซียมเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากแคลเซียมมีบทบาทสำคัญต่อความไวของการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chaplin and Scott, 1980) โดย Wang (1990) รายงานว่าการประยุกต์ใช้แคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการได้ใน อะโวกาโด กระเจี๊ยบเขียว ลูกพีช และมะเขือเทศ

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวในการลดความเสียหายและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

[1] School of Crop Production Technology, Faculty of Agriculture, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 ที่อายุ 85 วัน อยู่ในระยะสุก (red stage) ซึ่งปลูกในฟาร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมา หลังจากนั้นนำผลมาทำความสะอาด คัดขนาดให้สม่ำเสมอ ปราศจากบาดแผล ตำหนิ โรคแมลง ไปทำการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 เป็นอุณหภูมิที่เก็บรักษามี 3 ระดับคือ 5, 10 และ 25 °C ปัจจัยที่ 2 การแช่สารละลาย $CaCl_2$ มี 3 ระดับคือ 0, 1 และ 2% โดยแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จำนวนซ้ำละ 100 ผล จากนั้นสุ่มผลมาศึกษาการเกิดอาการสะท้านหนาวบันทึกผลทุก 5 วัน โดยให้คะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาว ซึ่งการให้คะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาว คะแนน 0 สำหรับผลมะเขือเทศเชอรี่ไม่พบการยุบตัวของผิวและฉ่ำน้ำ, คะแนน 1 พบการยุบตัวของผิวและฉ่ำน้ำ ร้อยละ 10, คะแนน 2 พบการยุบตัวของผิวและฉ่ำน้ำ ร้อยละ 10-20, คะแนน 3 พบการยุบตัวของผิวและฉ่ำน้ำ ร้อยละ 20-40, คะแนน 4 พบการยุบตัวของผิวและฉ่ำน้ำ มากกว่าร้อยละ 50 และทำการบันทึกการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษา นำผลการทดลองเปรียบเทียบความแตกต่างของทรีตเมนต์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

การเก็บรักษาผลมะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C นาน 20 วัน จะเริ่มแสดงอาการสะท้านหนาว คือ เกิดการยุบตัวของเนื้อเยื่อ และการฉ่ำน้ำ มีแนวโน้มรุนแรงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% และ 2% ก่อนการเก็บรักษา จะแสดงอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าชุดควบคุม (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ ที่สามารถทำนายการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (McCollum and McDonald, 1991) เมื่อมะเขือเทศเชอรี่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 5 °C ในที่ไม่ได้แช่สารละลาย $CaCl_2$ จะแสดงอาการสะทานหนาวมากที่สุด และมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงสุดเท่ากับ 38-69 % เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% และ 2% จะมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 28.59 และ 32.86 % ตามลำดับ (Table 1) โดยการแช่สารละลาย $CaCl_2$ สามารถชะลอการสูญเสียการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ออกจากเซลล์เนื่องจากการยึดเกาะของแคลเซียมใน lipid bilayer (อนันต์ และคณะ, 2545)

การศึกษาการสูญเสียน้ำหนัก การเก็บรักษาผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ อุณหภูมิ 5 °C จะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าอุณหภูมิ 10 และ 25 °C (Table 2) และยังพบว่าการสูญเสียน้ำหนักมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว (เพชรดา, 2540) โดยการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% และ 2% ก่อนการเก็บรักษา ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวต่ำ ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าชุดควบคุม (Table 2) เนื่องจากแคลเซียมมีผลต่อการทำงานและรักษาสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ จึงทำให้การสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าชุดควบคุม (Shirzadeh *et al*., 2011) และการศึกษาความแน่นเนื้อของผลมะเขือเทศเชอรี่มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% และ 2% ก่อนการเก็บรักษา สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าชุดควบคุม (Table 2) เนื่องจากแคลเซียมจะทำหน้าที่ดึงหมู่คาร์บอกซิลบนสาย polygalacturonide ทั้งสองสายให้เชื่อมกัน ทำให้เกิดโครงสร้าง egg-box model ของแคลเซียมเพคเตท ซึ่งจะไม่ละลายน้ำทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง (พรรณจิรา และคณะ, 2552) ซึ่งตรงกับรายงานว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ในผลโลควอท (Akhtar *et al*., 2010) และมะเขือเทศ (Senevirathna and Daundasekera, 2010) สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด

สรุป

มะเขือเทศเชอรี่ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C นาน 20 วัน จะเริ่มแสดงอาการสะท้านหนาว และเมื่อนำผลมะเขือเทศเชอรี่มาแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% และ 2% นาน 20 นาที ก่อนการเก็บรักษา พบว่าการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 1% สามารถช่วยรักษาคุณภาพผลมะเขือเทศเชอรี่และลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุด โดยมีผลลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ รักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่าชุดควบคุมถึง 25 วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับการสนับสนุนทุนและเครื่องมือวิจัย และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนและเครื่องมือในการวิจัยนี้

Table 1 Chilling injury index and electrolyte leakage of cherry tomato fruits dipped in 0, 1 and 2% $CaCl_2$ for 20 minutes before storing at 5, 10 and 25 °C.

Parameter	Treatment	Day in storage[1/]									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Chilling	5°C + 0% $CaCl_2$	-	-	-	0.33	1a	1.66a	2a	2.33a	3a	
injury	5°C + 1% $CaCl_2$	-	-	-	-	-	0.33c	0.33c	0.33d	0.67c	1b
Index	5°C + 2% $CaCl_2$	-	-	-	-	0.33b	0.67b	0.67b	0.67c	1b	1.33a
	10°C + 0% $CaCl_2$	-	-	-	-	-	0.33c	0.67b	1b	-	-
	10°C + 1% $CaCl_2$	-	-	-	-	-	-	0.33c	0.67c	1b	-
	10°C + 2% $CaCl_2$	-	-	-	-	-	-	0.67b	0.67c	1b	-
	25°C + 0% $CaCl_2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25°C + 1% $CaCl_2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25°C + 2% $CaCl_2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	F-test	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
Electrolyte	5°C + 0% $CaCl_2$	21.19b	22.12d	24.15e	27.03d	30.84c	34.01a	34.55a	34.94a	38.69a	-
Leakage	5°C + 1% $CaCl_2$	14.55g	16.03i	18.44i	19.26h	22.33g	26.79f	27.54f	28.11f	28.34f	28.59b
(%)	5°C + 2% $CaCl_2$	19.73c	19.88h	20.68h	23.43g	25.21f	28.49e	30.04d	32.27c	32.45c	32.86a
	10°C + 0% $CaCl_2$	18.62d	21.52e	23.77f	24.63f	25.21f	31.22b	32.56b	33.35b	-	-
	10°C + 1% $CaCl_2$	15.35f	23.11b	26.38c	27.04d	28.32e	30.54c	30.86c	31.22d	31.73e	-
	10°C + 2% $CaCl_2$	19.69c	20.34g	21.42g	25.63e	28.87d	29.39d	29.61e	30.01e	33.11b	-
	25°C + 0% $CaCl_2$	21.9a	27.15a	32.14a	33.36a	-	-	-	-	-	-
	25°C + 1% $CaCl_2$	21.78a	22.79c	29.15b	30.98b	31.15b	-	-	-	-	-
	25°C + 2% $CaCl_2$	15.81e	21.03f	24.16d	30.31c	33.11a	-	-	-	-	-
	F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

[1/]Means in the same column with the different letter are significantly different at P ≤ 0.05 by DMRT

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 453 หน้า.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, มณฑิรา นพรัตน์, พัชยา วิริยะประกอบ และริสสา ดิษฐ์น้อย. 2552. ฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภค: ตอนที่ 1 ผลของแคลเซียมคลอไรด์และการใช้ความร้อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของฝรั่ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40 (3 พิเศษ): 125-128.

เพชรดา อยู่สุข. 2540. ผลของการใช้ความร้อนและสารละลายแคลเซียมต่ออาการสะท้านหนาวในพริกหวาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 118 หน้า.

เมฆ จันทร์ประยูร. 2544. ผักสวนครัว. สำนักพิมพ์ไททรรศน์, กรุงเทพฯ. 98 หน้า.

อนันต์ จิตรธรรม, ศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์ และเฉลิมชัย วงษ์อารี. 2545. ผลของ Heat treatment และ $CaCl_2$ ต่ออาการ Chilling injury ของผลละมุดพันธุ์มะกอก (Archras sapota Linn.). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33 (6 พิเศษ): 122-126.

Akhtar, A., N. A. Abbasi and A. Hussain. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany 42: 181-188.

Al-Qurashi, A. D. 2012. Effect of pre-storage salicylic acid, calcium chloride and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid dipping on chilling injury and quality of 'Taify' cactus pear fruit during cold storage. African Journal of Agricultural Research 11(24): 6501-6509.

Chaplin, G. R. and K. J. Scott. 1980. Association of calcium in chilling injury susceptibility of stored avocados. HortScience 15(4): 514-515.

Kader, A. A. 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crop. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, California, USA. 296 p.

McCollum, T. G. and R. E. McDonald. 1991. Electrolyte leakage, respiration and ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. HortScience 26: 1191-1192.

Shirzadeh, E., V. Rabiei and Y. Sharafi. 2011. Effect of calcium chloride ($CaCl_2$) on postharvest quality of apple fruits. African Journal of Agricultural Research 6(22): 5139-5143.

Senevirathna, P. A. W. A. N. K. and W. A. M. Daundasekera. 2010. Effect of postharvest calcium chloride vacuum infiltration on the shelf life and quality of tomato. Ceylon Journal of Science (Biological Sciences) 39(1): 35-44.

Tawfik, E. M. 2001. Determination of lycopene content in raw tomato varieties and tomato products. Masters Abstracts International. 140 p.

Wang, C. Y. 1990. Chilling injury of horticultural crops. Florida. CRC Press. 313 p.

Table 2 Weight loss and firmness of cherry tomato fruits dipped in 0, 1 and 2% $CaCl_2$ for 20 minutes before storing at 5, 10 and 25 °C.

Parameter	Treatment	Day in storage[1/]									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
weight loss (%)	5°C + 0% $CaCl_2$	0.291g	0.774f	1.442d	1.785d	1.843c	1.927a	1.995a	2.068b	2.432b	-
	5°C + 1% $CaCl_2$	0.259h	0.501i	0.710i	0.908i	1.162g	1.589e	1.591f	1.646f	1.952e	2.220b
	5°C + 2% $CaCl_2$	0.328f	0.629h	0.796h	0.997h	1.075h	1.635c	1.720c	1.948d	2.411c	2.341a
	10°C + 0% $CaCl_2$	0.485e	0.963d	1.050f	1.244g	1.343f	1.539f	1.611e	2.379a	-	-
	10°C + 1% $CaCl_2$	0.637b	0.854e	1.194e	1.348f	1.433e	1.627d	1.698d	1.749e	2.275d	-
	10°C + 2% $CaCl_2$	0.538d	0.717g	0.881g	1.275e	1.651d	1.815b	1.878b	2.067c	2.472a	-
	25°C + 0% $CaCl_2$	0.607c	1.890a	2.409a	2.469a	-	-	-	-	-	-
	25°C + 1% $CaCl_2$	0.684a	1.283b	1.569c	1.785c	1.965b	-	-	-	-	-
	25°C + 2% $CaCl_2$	0.654b	1.064c	1.748b	1.948b	2.099a	-	-	-	-	-
	F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Firmness (N)	5°C + 0% $CaCl_2$	8.2bc	7.36c	7b	6.76b	6.16c	6c	5.6c	4.2c	3.5d	-
	5°C + 1% $CaCl_2$	8.43a	8a	7.06ab	7a	6.46ab	6.33b	6.1a	5.5a	5.1a	4.16a
	5°C + 2% $CaCl_2$	8.36ab	7.7b	7b	6.83b	6.5a	6.53a	6.1a	4.7b	4b	3.6b
	10°C + 0% $CaCl_2$	8.1cd	7.63b	7.2a	6.3c	6.23c	5d	4.3d	3.63e	-	-
	10°C + 1% $CaCl_2$	8.06cd	7.7b	7.16ab	6.86b	6.46ab	6.36ab	5.8b	4.13c	3.8c	-
	10°C + 2% $CaCl_2$	8d	7.43c	7.1ab	6.73b	6.3bc	6c	5.5c	3.9d	3.56d	-
	25°C + 0% $CaCl_2$	7.66e	7d	6.53d	4.96e	3e	-	-	-	-	-
	25°C + 1% $CaCl_2$	7.56e	7.1d	6.73c	5.66d	4.2d	3.2e	-	-	-	-
	25°C + 2% $CaCl_2$	7.66e	7.03d	6.53d	5.13f	4.16d	3f	-	-	-	-
	F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

[1/]Means in the same column with the different letter are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT