Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 444-447 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 444-447 (2555)

ผลของสารละลายแคลเซียมโบรอน (Ca-B)ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงมหาชนก

Effect of Ca-B on Extending the Shelf Life and Postharvest Qualities of Mango Fruits cv. Mahajanok

รัฐพล เมืองแก้ว[1,2,3] และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท[1,2,3]

Ratthaphol Muengkaew[1,2,3] and Peerasak Chaiprasart [1,2,3]

Abstract

The experiment was done in 5x2 factorial in randomized complete block design (RCB). The first factor was the 40% calcium (Ca) and 0.3 % boron (B) solution (1cc/1 liter) at 1, 2, 3 and 4 times of the concentration and the spraying times were 60 and 90 days after anthesis compared with non-treated (control). The second factor was the different storage temperatures at 15 and 27°C. Uniform and non-defected mango fruits were harvested at 115 days after anthesis. Chemical and physical properties were determined every 3days. The results showed that the 1 time concentration Ca-B sprayed mango fruits and kept at 15 °C could be extended the shelf life for 24 days due to the titratable acidity, firmness of peel, firmness of pulp were higher than other treatments. It was also found that the ratio of SS/TA, L* and b* values of peel were less than other treatments. Moreover, the same concentration Ca-B of mango fruits and kept at 27 °C had the shelf life of 9 days. It was also found that the peel firmness of those mango fruits was higher than other treatments but the ratio of SS/TA and soluble solids were lowest. The shelf life of all Ca-B sprayed mango fruits could be extended longer than the control.

Keywords: Ca-B, quality, mango

บทคัดย่อ

การทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ 5x2 factorial in randomized complete block design (RCB) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ สารละลายแคลเซียม 40%-โบรอน 0.3% (อัตรา 1 ซีซีต่อน้ำ 1 ลิตร) ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เท่า โดยทำการฉีดพ่นต้นมะม่วง 2 ครั้ง ที่ 60 และ 90 วัน หลังดอกบาน เปรียบเทียบกับต้นชุดควบคุม (control)ที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลาย Ca-B ปัจจัยที่ 2 คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา มี 2 ระดับ 15 และ 27 องศาเซลเซียส ทำการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงมหาชนกที่อายุ 115 วันหลังดอกบาน การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพทุก 3 วัน ผลการทดลองพบว่า การฉีดสารละลายแคลเซียม-โบรอน ความเข้มข้น 1 เท่า ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษามะม่วงได้นาน 24 วัน เนื่องจากทำให้มะม่วงที่เก็บรักษามีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ความแน่นเนื้อเปลือกและเนื้อมากกว่ากรรมวิธีอื่น และยังพบว่ามีปริมาณ SS/TA การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือก ค่า L* และค่า b* มีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม-โบรอนที่ความเข้มข้น 1 เท่า ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เก็บรักษามะม่วงได้นาน 9 วัน พบว่าความแน่นเนื้อของเปลือกและของเนื้อ ปริมาณกรดที่ไทเทรตมีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณ SS/TA และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม-โบรอนทุกทรีตเมนต์ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงได้มากกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ: แคลเซียม-โบรอน คุณภาพ การยืดอายุการเก็บรักษา มะม่วง

คำนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ที่นิยมปลูกกันแพร่หลายในทุกภูมิภาค และเป็นพืชที่มีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความต้องการมะม่วงทั้งในตลาดภายในประเทศและต่างประเทศค่อนข้างสูง ในปี พ.ศ. 2554 มูลค่าส่งออกผลมะม่วงสดประมาณ 37,500,735 ตัน มูลค่า 703,469,045 ล้านบาทซึ่งมีปริมาณมากขึ้นทุกปี ตลาดที่สำคัญในการส่งออก ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สิงคโปร์ ฮ่องกง และมาเลเซีย (กรมศุลกากร, 2553) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

[1] Graduate Student, Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

[2] สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

[2] Center of Academic Excellence in Postharvest Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000

[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาคีมหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

[3] Postharvest Technology Innovation Center, Naresuan University, Phitsanulok 65000

และพันธุ์มหาชนก เป็นที่รู้จักในกลุ่มผู้บริโภคและผู้ประกอบการเอกชนญี่ปุ่นเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามมะม่วงน้ำดอกไม้ของไทย มีผิวบาง บอบช้ำง่าย และราคาสูง จึงมีแนวคิดจะนำมะม่วงมหาชนกไปดำเนินการตลาดทดแทนมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง หลังจากได้ทดสอบกับผู้บริโภคชาวฮ่องกงและจีน พบว่ามะม่วงมหาชนกมีรสชาติถูกใจผู้บริโภคและมีสีสันสวยงาม อีกทั้งมีผิวค่อนข้างหนาทำให้การดูแลขณะขนส่งทางเรือสะดวก แต่ปัญหาที่พบมากในการผลิตมะม่วงพันธุ์มหาชนก คือคุณภาพของผลมะม่วงที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก เช่น ผลมีขนาดเล็ก มีอาการเป็นรูโพรงในผล มีอายุการเก็บรักษาสั้น เป็นต้น (บรรจง , 2554) ดังนั้นหากมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ดีและเหมาะสมจะสามารถผลิตมะม่วงมหาชนกที่มีคุณภาพและมาตรฐานเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศได้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นมะม่วงพันธุ์มหาชนกอายุประมาณ 10 ปี บนต้นต่อพันธุ์แก้วจำนวน 28 ต้น ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงพันธุ์มหาชนกเพื่อการส่งออก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้สารพาโคลบิวทราโซล 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารออกฤทธิ์ต่อต้น เพื่อบังคับให้ออกดอกในเดือนตุลาคม ทำการดึงดอกโดยใช้โพแทสเซียมไนเทรตอัตรา 12.5 กิโลกรัม และไทโอยูเรียอัตรา 2.5 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1,000 ลิตร วางแผนการทดลองแบบ 5x2 factorial in randomized complete block design (RCB) โดยมี2 ปัจจัย คือปัจจัยที่ 1 คือการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม($Ca(NO_3)_2 4H_2O$) 40 % (w/v)ร่วมกับโบรอน (H_3BO_3)0.3% (w/v)ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2, 3, 4 มิลลิลิตร/ลิตร และชุดควบคุม ทำการฉีดพ่น 2 ครั้งคือ 60 และ 90 วันหลังดอกบาน ทำการฉีดพ่นทั่วทรงพุ่มอัตรา 5 ลิตร/ต้นโดยแบ่งออกเป็น 5 ทรีตเมนต์ๆ 6 ซ้ำๆละ 1 ต้น ปัจจัยที่ 2 คือการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 15 และ 27 องศาเซลเซียส โดยเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุ 115 วันหลังดอกบาน และทำการตรวจคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีทุกๆ 3 วัน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* a* b* และ H^o โดยใช้เครื่อง Minolta รุ่น DP-1000 ความแน่นเนื้อโดยใช้ Texture analyser ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (AOAC, 1984)ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซีโดยใช้ HPLC(ดัดแปลงจากวิธีของ Zapata and Dufour, 1992) ทำการสุ่มจากแต่ละทรีตเมนต์ๆละ 6 ซ้ำๆละ 3 ลูก

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม-โบรอนที่ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร/ลิตร ทำให้ ความยาว ความกว้าง และน้ำหนักของผลมีค่ามากกว่าชุดควบคุม (Table1)เนื่องจากแคลเซียมมีบทบาทต่อการเจริญของเนื้อเยื่อพืช เพราะแคลเซียมจำเป็นสำหรับการสร้างcalcium pectate ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ middle lamella ในผนังเซลล์และยังช่วยในการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของผล (Rajbir, 2007)ส่วน โบรอนนั้นจะช่วยในการใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนในการแบ่งเซลล์และยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายแคลเซียมไปใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Dale *et al*., 1998)มะม่วงมหาชนกที่ฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน-ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร/ลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีความแน่นของเนื้อของเปลือก (Table 4) มากกว่าชุดควบคุม และมีปริมาณ SS/TA (Table 5) น้อยกว่าชุดควบคุม เพราะแคลเซียมและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการสุก ลดอัตราการหายใจและชะลอการชราภาพ (senescence) ของผลไม้ นอกจากนี้แคลเซียมยังช่วยรักษาความแน่นเนื้อของผลไม้ไว้ได้นานกว่าปกติ โดยแคลเซียมเข้าไปเชื่อมโมเลกุลของเพกตินที่หมู่ carboxyl อิสระและลดอัตราการสลายตัวของเพกตินลงเนื่องจากไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ polygalacturonase (PG) โดยตรงและทางอ้อม ซึ่งในระหว่างการสุกของผลไม้แคลเซียมจะถูกดึงออกไปจากผนังเซลล์และยอมให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ PG เข้าไปทำงานใน middle lamella ทำให้เกิดการอ่อนนุ่มของผลไม้ได้ (Poovaiah *et al*., 1997)และช่วยในการลดอัตราการหายใจ จากการศึกษาการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน-ความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร/ลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 24 วันมากกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เพียง 9 วัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ ศิวพรและพีระศักดิ์ (2553) พบว่าการฉีดสารละลาย แคลเซียม-โบรอน ความเข้มข้น 2 และ 3 มิลลิลิตร/ลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเหมาะสมที่สุดโดยการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 21 วันมากกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสซึ่งเก็บรักษาได้เพียง 9 วัน ในบางกรณีพบว่าแคลเซียมที่ได้จากภายนอกเข้าสู่ผลได้ไม่เท่ากันในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของผล(Van, 1973) โดยขึ้นอยู่กับการดูดซึมผ่านชั้นคิวติเคิลที่ผิวผลที่ผ่านทางช่องเปิดตามธรรมชาติได้แก่ ปากใบ และ lenticel (Price, 1982) หรืออาจจะเป็นการตอบสนองของพืชที่แตกต่างกันซึ่งจะทำให้การดูดซึมของสารละลายแคลเซียมโบรอนเข้าสู่ผลได้แตกต่างกัน

Table 1 Length, width, thickness and weight of Ca-B-sprayed mango fruits cv. Mahajanok at 115 days after anthesis.

Treatment	Length	Width	Thickness	Weight
Control	13.83±0.35 b[1/]	5.60±0.43 b[1/]	4.67±2.48 a[1/]	295.00±13.08 b[1/]
1 ml/l	15.00±0.32 a	6.37±0.15 a	5.70±3.11 a	366.00±16.37 a
2 ml/l	15.07±0.20 a	5.77±0.11 ab	5.00±0.28 a	332.67±19.63 a
3 ml/l	15.27±0.10 a	6.13±0.51 ab	5.70±4.60 a	344.00±20.78 a
4 ml/l	15.30±0.50 a	6.20±0.45 ab	5.30±2.01 a	362.67±20.23 a

1 / Means with different letters within a column are significantly different (P<0.05)

Table2 Firmness of Ca-B-sprayed mango fruits cv. Mahajanok kept at 27°C.

Treatment	0 day	3 days	6 days	9 days	12 days
Control	3.06±1.40 a[1/]	2.75±0.57 a[1/]	1.31±0.09 a[1/]	0.94±0.12 a[1/]	0.76±0.11 a[1/]
1 ml/l	2.43±0.36 a	3.56±1.66 a	1.22±0.50 a	1.05±0.08 a	0.62±0.27 a
2 ml/l	2.67±0.22 a	4.07±1.32 a	1.03±0.31 a	0.79±0.18 b	0.70±0.01 a
3 ml/l	2.75±0.58 a	3.44±1.54 a	1.37±0.24 a	0.77±0.08 b	0.74±0.08 a
4 ml/l	3.24±0.59 a	3.48±1.34 a	1.35±0.26 a	0.70±0.10 b	0.73±0.09 a

[1/] Means with different letters within a column are significantly different *(P<0.05)*

Table 3 SS/TA of Ca-B-sprayed mango fruits cv. Mahajanok kept at 27°C.

Treatment	0 day	3 days	6 days	9 days	12 days
Control	6.06±0.07 a[1/]	12.45±0.09 bc[1/]	31.51±2.48 a[1/]	61.91±14.62 b[1/]	67.95±7.65 a[1/]
1 ml/l	4.61±0.04 c	22.01±5.07 a	20.76±3.11 c	37.57±4.04 c	63.40±15.09 ab
2 ml/l	4.74±0.10 bc	8.76±0.44 c	31.91±0.28 a	51.84±12.05 bc	57.64±4.69 ab
3 ml/l	5.05±0.14 c	16.13±1.27 b	25.87±4.60 bc	50.12±10.60 bc	47.19±5.54 b
4 ml/l	4.45±0.39 c	9.57±1.19 c	29.69±2.01 ab	85.37±3.10 a	59.22±6.15 ab

[1/] Means with different letters within a column are significantly different *(P<0.05)*

Table 4 Peel firmness of Ca-B-sprayed mango fruits cv. Mahajanok kept at 15°C

Treatment	0 day	3 days	6 days	9 days	12 days	15 days	18 days	21 days	24 days	27 days
Control	3.06±1.40 a[1/]	3.42±1.17 a[1/]	4.88±0.09 ab[1/]	3.16±0.12 b[1/]	1.19±0.79 c[1/]	0.83±0.09 b[1/]	0.68±0.12 b[1/]	0.13±0.03 b[1/]	0.49±0.06 b[1/]	0.08±0.05 b[1/]
1 ml/l	2.43±0.36 a	2.92±0.60 a	3.39±0.50 b	3.97±0.08 ab	2.84±1.36 ab	3.65±0.89 a	2.49±1.46 a	0.87±0.94 a	0.65±0.14 a	0.07±0.03 a
2 ml/l	2.67±0.22 a	2.75±0.54 a	4.60±0.31 ab	5.22±0.18 ab	3.98±2.57 ab	3.08±1.54 a	1.26±0.32 b	0.20±0.11 b	0.51±0.09 b	0.07±0.01 b
3 ml/l	2.75±0.58 a	2.86±0.45 a	5.75±0.24 a	3.74±0.08 ab	3.38±1.66 b	2.85±1.12 a	0.95±0.82 b	0.09±0.02 b	0.52±0.07 b	0.09±0.04 b
4 ml/l	3.24±0.59 a	2.64±0.39 a	6.38±0.26 a	6.12±0.10 b	5.46±0.85 a	1.08±0.59 b	0.95±0.11 b	0.27±0.32 b	0.47±0.04 b	0.12±0.09 b

1 / Means with different letters within a column are significantly different (P<0.05)

Table 5 The ratio of SS/TA of Ca-B-sprayed mango fruits cv Mahajanok kept at 15°C

Treatment	0 day	3 days	6 days	9 days	12 days	15 days	18 days	21 days	24 days	27 days
Control	3.06±1.40a[1/]	6.42±0.28ab[1/]	13.28±0.64a[1/]	10.66±0.47ab[1/]	16.63±0.39a[1/]	19.15±0.24a[1/]	29.92±0.66a[1/]	37.53±2.09a[1/]	50.09±6.41a[1/]	47.01±4.60a[1/]
1 ml/l	2.43±0.36 a	6.32±0.18 ab	7.29±0.32 b	9.74±0.31 bc	8.44±0.27 d	9.73±0.94 c	11.64±0.43 c	21.99±1.86cd	26.30±1.06 d	23.48±1.33 d
2 ml/l	2.67±0.22 a	6.04±0.30 b	7.86±0.27 b	8.97±0.98 cd	10.81±0.34 c	11.85±0.18 b	14.53±1.10 c	17.95±.43 d	36.92±1.11 c	34.48±0.96 c
3 ml/l	2.75±0.58 a	6.97±0.44 a	7.89±0.66 b	11.18±0.52 a	15.24±1.12 b	11.64±0.26 b	20.31±0.59 b	28.44±3.79 b	40.74±1.51bc	37.27±0.07bc
4 ml/l	3.24±0.59 a	5.87±0.46 b	7.04±0.64 b	8.17±0.37 d	9.92±0.24 c	19.32±0.69 a	21.51±3.34 b	24.36±5.83bc	43.53±2.45 b	39.33±0.66 b

[1/] Means with different letters within a column are significantly different *(P<0.05)*

สรุป

การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม ($Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$) 40 % (w/v) ร่วมกับโบรอน (H_3BO_3) 0.3% (w/v) ที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร แก่ต้นมะม่วงเมื่อติดผลอายุ 60 และ 90 วันหลังดอกบาน ร่วมกับการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 24 วัน ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษาเพียง 18 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน ไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส โดยมีอายุการเก็บรักษาเพียง 9 วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2553. สถิติส่งออกมะม่วง. กรุงเทพมหานคร. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.idis.ru.ac.th/report/index.php action=dlattach;topic=4060.0;attach=3821;image. (1 พฤษภาคม 2554).

บรรจง จงพิทักษ์พงศ์. 2554. เชียนมะม่วงมหาชนกนอกฤดูส่งออกญี่ปุ่น. เมืองไม้ผล. 121(270) : 24-30.

ศิวพร มินรินทร์ และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท. 2553. การศึกษาผลของการใช้สารละลายแคลเซียม-โบรอน ที่มีผลต่อการลดการผิดปกติทางสรีรวิทยาและเพิ่มคุณภาพของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง. วิทยาศาสตร์เกษตร 41(1 พิเศษ) : 51-54

A.O.A.C. (Assocration of Official Analytical Chemists). 1984. Official Method of Analysis. George Banta Co., Inc., Washington D.C.,I. 141p.

Dale G. Blevins and K. M. Lukaszewski. 1998. Boron in plant structure and function. Plant Physiology. Plant Molecular Biology 49: 481-500.

Poovaiah, B.W., G.M. Glenn and A.S.N. Reddy. 1988. Calcium and fruit softening. Physiology and biochemistry. Horticulture Reviews 10: 107-152.

Price, C.E. 1982. A review of factor influencing the penetration of pesticides through plant leaves, The Plant Cutler Cuticle, Academic Press, New York. pp. 237-252.

Singh, R, R.R. Sharma and S.K. Tyagi. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). Scientia Horticulturae 112: 215–220.

Van Goor, B.J. 1973. Penetration of surface applied ^{45}Ca into apple fruit. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology 48: 261-270.

Zapata, S. and J.P. Dufour. 1992. Ascorbic, Dehydroascorbic and Isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. Journal of Food Science 57 (1): 506-511.