ผลของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

EFFECT OF PRE- AND POST-HARVEST CALAIUM APPLICATION ON GROWTH AND FRUIT QUALITIES OF CHERRY TOMATO CV. RED LADY

ดลวรรณ เพ็ชรหงษ์
DOLLAWAN PETCHHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AG-M-021-284

ผลของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

EFFECT OF PRE- AND POST-HARVEST CALAIUM APPLICATION ON GROWTH AND FRUIT QUALITIES OF CHERRY TOMATO CV. RED LADY

ดลวรรณ เพ็ชรหงษ์

DOLLAWAN PETCHHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AG-M-021-284

EFFECT OF PRE- AND POST-HARVEST CALAIUM APPLICATION ON GROWTH AND FRUIT QUALITIES OF CHERRY TOMATO CV. RED LADY

DOLLAWAN PETCHHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-AG-M-021-284

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้
นักศึกษา	นางสาวดลวรรณ เพ็ชรหงษ์
รหัสนักศึกษา	57604048
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขา	พืชสวน
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. ลำแพน ขวัญพูล

บทคัดย่อ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นพืชที่สามารถออกดอกได้โดยขึ้นกับอายุ แต่เจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูงในสภาพอากาศเย็น แคลเซียมมีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผนังเซลล์เนื้อเยื่อ และต้นพืชแข็งแรง นอกจากนี้ระดับแคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพในการเก็บรักษา ในงานทดลองนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ โดยการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม โบรอนความเข้มข้น 40 พีพีเอ็ม ตราม้าคาวบอย หลังออกดอกทุกสัปดาห์ต่อเนื่องเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จนถึงเก็บเกี่ยวในระยะ table ripe (สีแดงทั้งผล) ทำการบันถึงผลทุก 7 วัน พบว่าการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม โบรอนความเข้มข้น 40 พีพีเอ็ม ส่งผลให้มีจำนวนผลต่อช่อดอก และเปอร์เซ็นต์การติดผลเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อความยาวช่อดอก ขนาดของช่อดอก และจำนวนดอกต่อช่อดอก นอกจากนี้ยังพบว่ามีน้ำหนักผลต่อช่อดอกและต่อต้น ค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณแคลเซียมในผล และเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA สูงกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอน และมะเขือ-เทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณแคลเซียมในผล และปริมาณเพคลตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA ได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับมะเขือเทศในชุดการทดลองอื่น และยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศได้ถึง 49 วัน

Thesis	Effect of pre- and post-harvest calcium solution application on growth and fruit quality of cherry tomato cv. Red Lady
Student	Miss Dollawan Petchhong
Student ID.	57604048
Degree	Master of Science
Program	Horticulture
Year	2018
Thesis advisor	Assist.Prof.Dr. Lampan Khurnpoon

ABSTRACT

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) can flowering depending on age but give high yield in cool weather. Calcium plays an important role in making cell walls, tissues and plant tissues stronger. In addition, pre-harvest calcium levels are an important factor affecting storage capacity. The objective of this research was to study the effect of pre- and post-harvest calcium application on growth and fruit quality of cherry tomato cv. Red Lady. Tomatoes were sprayed with 600 ppm calcium and 40 ppm boron after flowering in every week up to 8 weeks after flowering until harvest at the table ripe (100% of tomato surface is red). The results showed that plant sprayed with calcium boron increased fruit per inflorescence and percentage of fruit set. Non significantly different between sprayed and non-sprayed with calcium boron solution in length and diameter of inflorescence and number of flower per inflorescence. The results for fruit quality after harvest showed that plant sprayed with calcium boron solution had higher in fruit weight per inflorescence and per plant, fruit firmness, calcium content in fruit and CDTA soluble pectin than non-sprayed. The tomato sprayed with 600 ppm calcium boron before harvest and immersed in 3% calcium chloride for 5 minute before storage could better reduce percentage of weight loss, fruit firmness, calcium content and CDTA soluble pectin than other treatment. It was also increases the storage life of tomatoes up to 49 days.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ลำแพน ขวัญพูล อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณที่ให้คำปรึกษา คำเสนอแนะ และการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กัญจนา แซ่เตียว ดร.อรอุมา รุ่งน้อย รศ.ดร.พรหมมาศ คูหากาญจน์ และ ผศ.ดร.วชิรญา อิ่มสบาย คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ ดร.พัชราภรณ์ สุวอ และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้อนุเคราะห์เมล็ดมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบุคลากรทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์อุปกรณ์ต่างๆ เกี่ยวกับงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ คุณลุง และคุณป้าคนงานระดับปฏิบัติการแปลงของคณะเทคโนโลยีการเกษตรที่ให้คำแนะนำ การดูแล และช่วยเหลือข้าพเจ้าในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้โอกาส กำลังใจ และการสนับสนุนในทุกๆ ด้าน สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ พี่ เพื่อนน้องและทุกๆคนที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วยดีเสมอมา

ดลวรรณ เพ็ชรหงษ์

กันยายน 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาพ..... VII

สารบัญตารางภาคผนวก..... XI

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา..... 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 ข้อมูลทั่วไปของมะเขือเทศ..... 4

2.1.1 การจำแนกสายพันธุ์ตามลักษณะของผลและการใช้ประโยชน์..... 4

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศ..... 5

2.1.3 วิธีการปลูกและดูแลรักษา..... 6

2.2 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต..... 10

2.3 บทบาทของแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว 13

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 15

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 15

3.2 วิธีการดำเนินการ..... 16

3.3 การปฏิบัติและการดูแลรักษา..... 20

3.4 การบันทึกผลการทดลอง..... 20

3.5 การวิเคราะห์ผล..... 26

3.6 สถานที่ทำการทดลอง..... 26

บทที่ 4 ผลการวิจัย…..... 27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1 ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทางใบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้..... 27

4.2 ผลการทดลองที่ 2.1 ศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้..... 38

4.3 ผลการทดลองที่ 2.2 ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้..... 48

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 58

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย..... 61

บรรณานุกรม..... 62

ภาคผนวก..... 68

ประวัติผู้เขียน..... 101

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณสารอาหารต่อน้ำหนักแห้งในต้นมะเขือเทศที่สมบูรณ์ ปริมาณที่พืชแสดงอาการขาดสารอาหารและปริมาณที่เป็นพิษต่อพืช (น้ำหนักแห้งระหว่าง 90-120 กรัม/กิโลกรัม หรือน้ำหนักสดเฉลี่ย 116 กรัมต่อกิโลกรัม).....	10
2	ค่า Hue angle.....	21

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การตัดแต่งต้นมะเขือเทศ และการเด็ดแขนง	7
2	ลักษณะอาการของโรคก้นผลเน่า (A) ใบไหม้ (B) ใบจุด (C) และรากเน่าโคนเน่า (D) ในมะเขือเทศ	8
3	ข้อมูลทางโภชนาการของมะเขือเทศ	9
4	ลักษณะอาการของพืชที่ขาดธาตุแคลเซียม	12
5	ลักษณะอาการมะเขือเทศที่ขาดธาตุโบรอน	13
6	การเกิด crosslink ระหว่างหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) และแคลเซียมไอออน เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า egg box model	14
7	ลักษณะแปลงปลูก (A) ต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 20 วัน (B) ลักษณะดอกมะเขือเทศที่เริ่มทำการฉีดแคลเซียมโบรอน (C) และระยะ table ripe ของมะเขือเทศ (D)	16
8	การเก็บรักษามะเขือเทศในการทดลอง	18
9	hue angle chart	21
10	การสกัดผนังเซลล์เพื่อหาปริมาณเพคตินในแต่ละ fractions	25
11	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (A) และความยาวก้านช่อดอก (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก	29
12	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (A) และค่า Hue angle (B) ของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ในวันที่ 34, 41 และ 48 ก่อน การเก็บเกี่ยว	30
13	จำนวนดอกต่อช่อดอก จำนวนผลต่อช่อดอก และเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	14 การติดผลของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ในชุดควบคุม (A) และที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนทุก 7 วัน หลังออกดอก.....	31
15	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้วผล ความยาวขั้วผล และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก.....	32
16	น้ำหนักต่อผล น้ำหนักผลต่อช่อ และน้ำหนักผลต่อต้นของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรด-เลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก.....	32
17	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (B) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตรเตรตได้ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก…….....	34
18	ปริมาณแคลเซียมในผล (A) และความแน่นเนื้อ (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุด 7 วัน หลังออกดอก…….....	35
19	ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (A) และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก.....	36
20	ปริมาณไลโคปีน (A) ปริมาณวิตามินซี (B) และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก.....	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

21 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (A) ค่า hue angle (B) และปริมาณไลโคปีน (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน……..... 39

22 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (B) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 41

23 การสูญเสียน้ำหนักสด (A) ปริมาณแคลเซียม (B) และความแน่นเนื้อ (C) ของมะเขือ-เทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 43

24 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (A) และปริมาณเพคตินที่ละลานได้ในสารละลาย CDTA (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน…..... 45

25 ปริมาณวิตามินซี (A) และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

26 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A) ค่า hue angle (B) และปริมาณไลโคปีน (C) ของมะเขือ-เทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน……..... 49

27 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (B) และสัดส่วนปริมาณ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 51

28 การสูญเสียน้ำหนักสด (A) ปริมาณแคลเซียม (B) และความแน่นเนื้อ (C) ของมะเขือ-เทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 54

29 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (A) และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 55

30 ปริมาณวิตามินซี (A) และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 57

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (มิลลิเมตร) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 69

2 ความยาวก้านช่อดอก (เซนติเมตร) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 69

3 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ในวันที่ 34, 41 และ 48 ก่อนการเก็บเกี่ยว..... 70

4 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ในวันที่ 34, 41 และ 48 ก่อนการเก็บเกี่ยว..... 70

5 จำนวนดอกต่อช่อดอก จำนวนผลต่อช่อดอก และเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศ-เชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 71

6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้วผล (มิลลิเมตร) ความยาวขั้วผล (มิลลิเมตร) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล (มิลลิเมตร) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 72

7 น้ำหนักต่อผล (กรัม) น้ำหนักผลต่อช่อ (กรัม) และน้ำหนักผลต่อต้น (กรัม) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 72

8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตรเตรตได้ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 73

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

9 ปริมาณแคลเซียมในผล (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุด 7 วัน หลังออกดอก..... 73

10 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 74

11 ปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศ-เชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก..... 74

12 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 75

13 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 76

14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศ-เชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 77

15 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 78

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

16 ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 79

17 สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 80

18 การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 81

19 ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 82

20 ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 83

21 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 84

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

22 ปริมาณเพคตินที่ละลานได้ในสารละลาย CDTA (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 85

23 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 86

24 กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 87

25 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศา-เซลเซียส นาน 49 วัน..... 88

26 ค่า hue angle ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน.... 89

27 ปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 90

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

28 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน 91

29 ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน 92

30 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน 93

31 การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน 94

32 ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่น แคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน 95

33 ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน 96

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

34 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 97

35 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 98

36 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 99

37 กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน..... 100

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่ง ซึ่งมีผู้นิยมปลูกและบริโภคกันอย่างแพร่หลายสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิดเป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะไลโคปีน วิตามินเอ และวิตามินซี นอกจากการปลูกมะเขือเทศเพื่อขายส่งเพื่อบริโภคผลสดแล้วในปัจจุบันได้มีการผลิตสำหรับส่งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อการแปรรูปในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ และซ้อสมะเขือเทศ เป็นต้น มะเขือเทศเป็นพืชที่ออกดอกได้โดยไม่ต้องรับการกระตุ้นจากอุณหภูมิต่ำและช่วงแสงที่เหมาะสม หรืออาจกล่าวได้ว่า การออกดอกขึ้นกับอายุของมะเขือเทศ แต่สามารถเจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูงในสภาพอากาศเย็น เช่นในฤดูหนาว มะเขือเทศจะติดผลดี มีโรค และแมลงรบกวนน้อยกว่าฤดูร้อน และฤดูฝน โดยในภาคกลาง ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไป โดยมีฝนตกหนักในเดือนกันยายนและตุลาคมบางปีอาจเลยไปถึงกลางเดือนพฤศจิกายน ช่วงที่อุณหภูมิลดลงต่ำสุดอยู่ระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคม แต่ช่วงที่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียสค่อนข้างสั้นมาก ฤดูร้อนอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม โดยเดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิสูงที่สุดประมาณ 35-38 องศาเซลเซียส จึงเห็นได้ว่าช่วงที่ปลูกมะเขือเทศได้ง่ายที่สุด และให้ผลผลิตสูงสุดมีเพียงช่วงสั้นๆ ในฤดูหนาว (กรุง สีตะธนี. 2555) โดยผลผลิตลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น (Watt. 1962) และอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 18.3 องศาเซลเซียส อับละอองเกสรจะเปิดช้า อุณหภูมิสูงกว่า 32.2 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการติดผลต่ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 21.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการติดและพัฒนาของผลคือ อุณหภูมิกลางคืน 15-20 องศาเซลเซียส (Iwahori. 1965)

พืชสามารถสร้างอาหารได้เอง โดยอาศัยพลังงานและธาตุอาหารที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ดินและอากาศ โดยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชมีเพียง 17 ชนิดเท่านั้น โดยจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) มหธาตุ (macroelements) ซึ่งมี 9 ธาตุ คือ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน 2) จุลธาตุ (microelements) มีอยู่ 8 ธาตุ คือ โบรอน คลอรีน ทองแดง แมงกานีส โมลิบดีนัม สังกะสี เหล็ก และนิกเกิลจากไอออนของดิน โดยพืชได้รับธาตุอาหารทุกธาตุในรูปนอกจากนี้พืชยังสามารถดูดใช้ไอออนจากสารละลายธาตุอาหารโดยการให้ปุ๋ยทางใบ ซึ่งสามารถฉีดพ่นสารละลายนี้เป็นละอองไปยังใบ และลำต้น เพื่อให้ส่วน

เหนือดินของพืชดูดใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับที่พืชดูดใช้ทางราก แคลเซียม (calcium) เป็นโลหะแอลคาไลน์ ที่มีอยู่ในธรรมชาติพบได้ทั่วไปในพืชและสัตว์ แคลเซียมที่พืชดูดซึมไปใช้ได้อยู่ในรูปของไดวาเลนต์แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายยาก ดังนั้นเมื่อ Ca^{2+} เข้าสู่เนื้อเยื่อพืชจะไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปส่วนอื่น (สมบุญ, 2544) และมีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อและต้นพืชแข็งแรง มีรายงานว่าในมะเขือเทศ และแตงกวา ที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมสามารถเพิ่มการผสมเกสร ลดการหลุดร่วงของขั้วดอกและขั้วผล ขยายขนาดผล กระตุ้นการแตกตาดอก และทำให้โครงสร้างพืชแข็งแรงต้านทานโรคได้ดี และสามารถเพิ่มปริมาณ และน้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตได้ (สุนทร พิพิธแสงจันทร์. 2555; Melek *et al*. 2014) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับแคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพในการเก็บรักษา (Fallahi *et al*. 1997; Lester. 1996; Lamikanra and Watson. 2004) ในขณะที่มะเขือเทศกำลังพัฒนา ปริมาณแคลเซียมในผลจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงจุดสูงสุดเมื่อผลแก่เต็มที่ ก่อนผลสุกแคลเซียมในผลจะเริ่มลดลง ช่วงเวลาเดียวกันนั้นแคลเซียมในผนังเซลล์ก็แปรสภาพจากที่เคยเกาะอยู่อย่างเหนียวแน่นมาเป็นสารที่ละลายน้ำได้ ตามมาด้วยการเพิ่มขึ้นของเอทิลีนในเนื้อผล หากมีการฉีดพ่นด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยให้เนื้อของผลแน่นขึ้นหรือยืดเวลาการสุกออกไป (Wills *et al*. 1977) และการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมทางใบนั้นสามารถช่วยเพิ่มระดับแคลเซียมภายในผลและทำให้มีค่าความแน่นเนื้อสูง (Gastoly and Domagala. 2006) ขณะที่โบรอนช่วยส่งเสริมกระบวนการ absorption, translocation และ metabolism ของน้ำตาลในละอองเรณู หากพืชเกิดอาการขาดธาตุโบรอนจะพบว่าการเกิดของละอองเรณูและอัตราการงอกของหลอดเรณูลดลง ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาของผลและยังพบว่าผลผลิตลดลง (Sharma *et al*. 2004) และโบรอนยังมีส่วนร่วมในการสังเคราะห์เพคตินที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างผนังเซลล์อีกด้วย (El-Khawaga. 2003) ในงานทดลองนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้สารละลายแคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทางใบต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาผลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทางใบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ผลของความเข้มข้นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ และผลของสารละลายแคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงแนวทางการเพิ่มคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้โดยการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทางใบ

1.4.2 ทราบถึงแนวทางการยืดอายุการเก็บรักษา และคุณภาพของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ โดยใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

1.4.3 ทราบถึงแนวทางการใช้สารละลายแคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของมะเขือเทศ (นิพนธ์ ไชยมงคล. 2526)

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum Mill Lycopersicon)* มาจากภาษากรีกหมายถึง wolf peach เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่แถบชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้แถบเปรู ชิลี และอีเควเตอร์ มีโครโมโซม 2n = 24 ตระกูล Lycopersicon ซึ่งเป็นตระกูลที่เล็กมาก มีเพียง 6 species และ 2 subgenera หรือ section เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่ง ซึ่งมีผู้นิยมปลูก และบริโภคกันอย่างแพร่หลายสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิดเป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะไลโคปีน วิตามินเอ และวิตามินซี นอกจากการปลูกมะเขือเทศเพื่อขายส่งเพื่อบริโภคผลสดแล้วในปัจจุบันได้มีการผลิตสำหรับส่งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อการแปรรูปในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ และซ้อสมะเขือเทศ เป็นต้น ดังนั้น ความต้องการของตลาดมะเขือเทศจึงมีอยู่ตลอดทั้งปี แต่ในบางฤดูมะเขือเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด เนื่องจากมะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงในสภาพอากาศเย็น เช่นใน ฤดูหนาว มะเขือเทศจะติดผลดี และมีโรคและแมลงรบกวนน้อยกว่าฤดูอื่นผลผลิตที่ได้จึงมีปริมาณ และคุณภาพดีส่วนในฤดูร้อนและฤดูฝนมะเขือเทศจะเจริญเติบโตไม่ดี ผลผลิตต่ำเนื่องจากมีโรคและแมลงรบกวนมาก

2.1.1 การจำแนกสายพันธุ์ตามลักษณะของผล และการใช้ประโยชน์

1. มะเขือเทศรับประทานสด (table tomato) ผลขนาดใหญ่ มีโพรงในผลมาก รสชาติดี แต่จะมีปัญหาหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากเมื่อแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ผลจะนิ่มเร็ว (3-4 วัน) ปัจจุบันมีการปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถเก็บรักษาได้นาน

2. มะเขือเทศแปรรูป (processing tomato) ช่องในผลจะน้อย ผลแข็ง ขบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลจะช้ามี total soluble solid content สูงใช้สำหรับโรงงานแปรรูป เช่น เนื้อมะเขือเทศเข้มข้น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ มะเขือเทศดองทั้งผล เป็นต้น

3. มะเขือเทศผลเล็ก (cherry tomato) มะเขือเทศผลเล็ก ช่อดอกยาว มีจำนวนผล 15-20 ผลต่อช่อ มีสีผลหลากหลาย ตั้งแต่ เหลือง แดง ม่วง ม่วงเข้มจนเกือบเป็นสีดำ รูปร่างผลแตกต่างกันเช่น กลม ยาวรี รูปไข่ หัวใจ ลักษณะเด่นของมะเขือเทศเชอรี่ คือรสชาติหวานอมเปรี้ยว มี Soluble Solid Content หรือค่า Brix 6-9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ามะเขือเทศทั่วไป

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศ

1. ลำต้น (stem) มะเขือเทศสร้างลำต้น และระบบกิ่งก้านที่แตกแขนง สลับกันเป็นจำนวนมาก ลำต้นอ่อนมีขนปกคลุม ลำต้นแก่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ในระยะแรกของการเจริญลำต้นตั้งตรงระยะหนึ่ง ต่อมาเมื่อลำต้นสูง 1-2 ฟุต จะทอดไปในแนวราบในบางสายพันธุ์จะมีลำต้นสั้น โดยจะเจริญทางด้านลำต้นระยะหนึ่ง ต่อจากนั้นดอกจะเจริญตรงส่วนยอดทำให้อัตราการเจริญหยุดชะงัก เรียกว่า การเจริญแบบจำกัด หรือสายพันธุ์พุ่ม (determinate type) เป็นพืชฤดูเดียว บางสายพันธุ์จะมีลำต้นทอดยาว การปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถเจริญได้หลายฤดู ดอกจะเจริญทางด้านข้างห่างกันทุก 3 ข้อ เรียกว่าการเจริญแบบไม่จำกัด สายพันธุ์ทอดยอดหรือ ขึ้นค้าง (indeterminate type)

2. ใบ (leaf) เจริญสลับกันเป็นแบบ odd-pinnately compound leaves (Muller,1940) เป็นใบประกอบค่อนข้างใหญ่ บางพันธุ์มีใบย่อยกว้าง บางสายพันธุ์ใบจะยาวและแคบ มีขนอ่อนขึ้นบนใบและมีต่อม สารระเหยที่ขน เมื่อถูกรบกวนจะปลดปล่อยสารที่มีกลิ่นออกมา สายพันธุ์ส่วนใหญ่ขอบใบเป็นหยัก นอกจากกลุ่ม *Lycopersicon esculentum* L. var. gradiforium Bailey และ L.*pimpinelliforium* Mill จำนวนใบที่เจริญก่อนที่ช่อดอกเจริญแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และสายพันธุ์พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่จะมีใบประมาณ 7 ใบ ต่อจากนั้นจะปรากฏช่อดอกเจริญห่างกัน 3-5 ใบ

3. ราก (root system) ระบบรากแก้วเจริญเติบโตได้เร็ว แข็งแรง โดยทั่วไปรากแก้ว จะขาดในระหว่างย้ายปลูก ทำให้เกิดรากแขนง และรากพิเศษ (adventitious and fibrous roots) เป็นจำนวนมาก ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มะเขือเทศจะสร้างรากแขนงพิเศษที่ลำต้น ซึ่งจะช่วยในการดูดอาหารไปเลี้ยงต้น รากมะเขือเทศจะเจริญในแนวดิ่ง ลึกลงไป 2-3 ฟุต ต่อจากนั้น จะเจริญในแนวนอน 4-5 ฟุตหรือกล่าวได้ว่า มีระบบรากกว้าง 4-5 ฟุต และลึก 2-3 ฟุต

4. ดอก (flower) อยู่สลับกันในช่อ เรียก raceme หรือ monochasialcyne ช่อดอกสามารถแตกกิ่งมากกว่าสองกิ่ง และการเจริญของกิ่งจะดำเนินต่อไปจนกระทั้งดอกช่อแรกบาน การเพิ่มจำนวนช่อดอกอาจจะทำได้โดยการใช้อุณหภูมิต่ำ สายพันธุ์โดยทั่วไปจะมีจำนวน 4-5 ดอกต่อช่อ แต่บางสายพันธุ์มีมากกว่า โดยเฉพาะสายพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก ในสภาพอากาศที่เหมาะสมช่อดอกบางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ตลอดเวลา เรียกลักษณะช่อดอกแบบไม่จำกัด (indeterminate) บางสายพันธุ์มีจำนวนดอกต่อช่อมาก จนกระทั้งมีดอกเจริญบนยอดช่อดอก ซึ่งจำกัดการเจริญของช่อดอกเรียกช่อดอกแบบจำกัด (determinate หรือ self running) ดอกมะเขือเทศเป็นแบบสมบูรณ์เพศ (complete or perfect flower) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (calyx, sepal) สีเขียว กลีบดอก (corolla, petals)

สีเหลือง จำนวน 5 - 6 กลีบ เกสรตัวผู้ (stamen) จำนวน 5 อัน อยู่ถัดจากกลีบรองดอก ล้อมรอบเกสรตัวเมีย (style) ปกติก้านเกสร ตัวเมีย (pistill) จะอยู่ต่ำกว่าถุงหรืออับละอองเกสรตัวผู้ (anther) เพื่อที่จะรองรับละอองเกสร เมื่อถุงละอองเกสรเปิดแต่ในบางกรณีที่อุณหภูมิสูงมากทำให้ก้านเกสรตัวเมียเจริญสูงกว่าถุงละอองเกสร ทำให้อัตราการผสมเกสรต่ำ ปกติจะมีการติดผลร้อยละ 60 แต่ในกรณีที่เกสรตัวเมียยาวกว่าเกสรตัวผู้จะมีการติดผลเพียงร้อยละ 16

5. ผล (fruit) มะเขือเทศมีผลเป็นแบบ berry สร้างเมล็ดใน fleshy mesocarp โดยเมล็ดจะเกิดขึ้นบน aplacenta อยู่ในโพรง (pocket or locule) ผลประกอบด้วยโพรง จำนวน 2-15 locules ผลมีลักษณะอวบ สด มีรูปร่าง ขนาด และสี แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ผิวของมะเขือเทศจะไม่มีสีผิว ส่วนผลสีชมพู หรือเหลือง เกิดจากสีของเนื้อ เช่นผิวสีแดง เกิดจากเนื้อสีเหลืองเป็นต้นลักษณะรูปร่างแตกต่างกัน เช่น กลม (globe) กลมแป้น (oblate) กลมยาว (pear shape) หรือเป็นเหลี่ยม (square or blocky shape)

2.1.3 วิธีการปลูก และดูแลรักษา

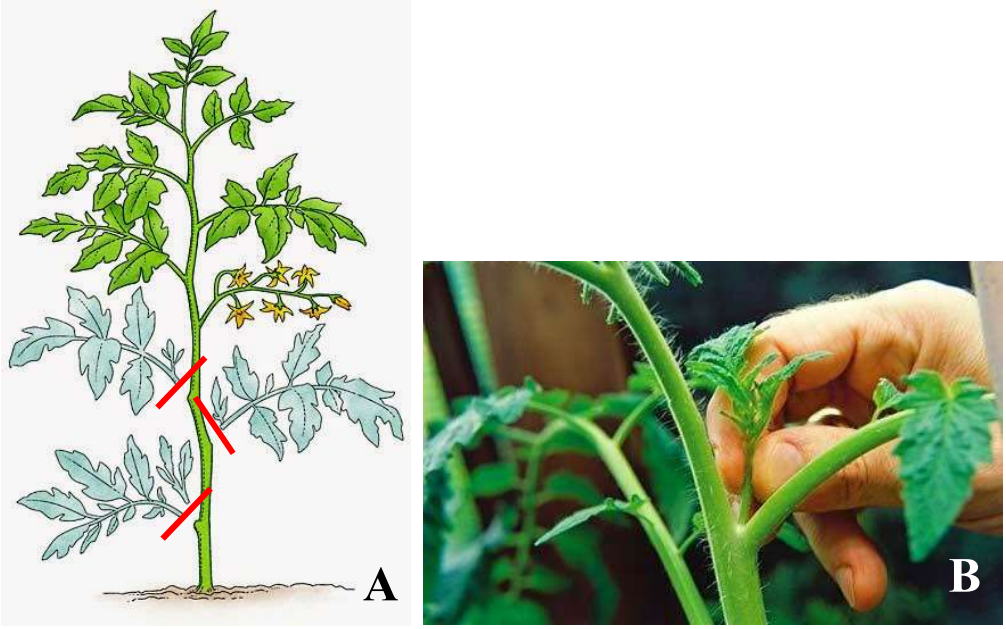
1. สภาพดิน และการเตรียมดิน ดินที่เหมาะสมในการปลูกมะเขือเทศมากที่สุดควรเป็นดินร่วนมีอินทรียวัตถุสูง และมีการระบายน้ำดี ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ประมาณ 4.5-6.8 การปลูกมะเขือเทศโดยทั่วไปไม่ควรปลูกซ้ำที่เดิม หรือในพื้นที่ที่ปลูกพืชในตละกูลเดียวกับมะเขือเทศมาก่อน เช่น พริก มะเขือ และยาสูบ เป็นต้น เพราะอาจมีเชื้อโรคต่างๆ เช่น โรคโคนเน่าสะสมอยู่ในดินซึ่งเป็นสาเหตุให้มะเขือเทศเกิดโรคได้ง่าย โดยการเตรียมดินควรไถดินให้ลึกประมาณ 30-40 เซนติเมตร และตากดินให้แห้ง 3-4 สัปดาห์ แล้วย่อยดินให้ละเอียด เนื่องจากมะเขือเทศต้องการสภาพดินที่มีการระบายน้ำ และถ่ายเทอากาศได้ดี หากดินเป็นกรดให้ใส่ปูนขาว 100-300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูกประมาณ 2-3 สัปดาห์ จากนั้นยกแปลงสูงประมาณ 30 เซนติเมตร กว้าง 100 เซนติเมตร วางระบบน้ำหยด คลุมแปลงด้วยพลาสติกคลุมแปลงเพื่อป้องกันวัชพืชขึ้น และรักษาความชื้นในแปลง เจาะรูพลาสติกคลุมดินระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร รองก้นหลุดด้วยปุ๋ยคอก และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัมต่อหลุม หากปลูกในถุงปลูกพลาสติก ควรเลือกใช้ถุงปลูกสีขาวขุ่น ขนาด 8×13 นิ้ว ผสมขุยมะพร้าวกับดินในอัตราส่วน 3 ต่อ 1 ใส่ถุงปลูก ถุงละประมาณ 7 กิโลกรัม

2. การปลูก หยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้าโดยมีพีทมอสเป็นวัสดุเพาะ หลุมละ 3 เมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน หรือมีใบจริง 2-3 ใบ ย้ายลงปลูกในแปลงที่เตรียมดินไว้ หรือถุงปลูกสีขาวขุ่น ควรย้ายปลูกในเวลาที่อากาศไม่ร้อน เช่น ในตอนเช้าหรือเย็น เมื่อย้ายเสร็จให้รดน้ำตามทันทีจะทำให้ต้นกล้าตั้งตัวได้เร็วขึ้น

3. การขึ้นค้าง มะเขือเทศพันธุ์ที่ทอดยอด หรือพันธุ์เลื้อยจำเป็นต้องมีการปักค้าง โดยใช้ไม้หลักปักค้างต้นก่อนระยะออกดอก ใช้เชือกผูกกับลำต้นให้ไขว้กันเป็นเลขแปด และผูกเงื่อนกระตุก

กับค้าง เพื่อให้ต้นเจริญเติบโตได้ดี สะดวกต่อการดูแลรักษา สามารถฉีดสารป้องกันกำจัดโรคแมลงได้อย่างทั่วถึง และผลไม่สัมผัสกับดินทำให้สะอาด และสะดวกต่อการเก็บเกี่ยว

4. การเลี้ยงลำต้น และกิ่งแขนง หลังย้ายปลูกมะเขือเทศได้ระยะหนึ่ง ต้นมะเขือเทศจะเริ่มแตกแขนงออกมา ควรตัด หรือเด็ดแขนง และใบที่เกิดต่ำกว่าช่อดอกชุดแรกออก หลังจากต้นมะเขือเทศสูงได้ประมาณ 1.8 เมตร ให้ตัดยอดออก เนื่องจากผลผลิตที่ได้จากด้านบนคุณภาพจะเริ่มลดลง (ภาพที่ 1)

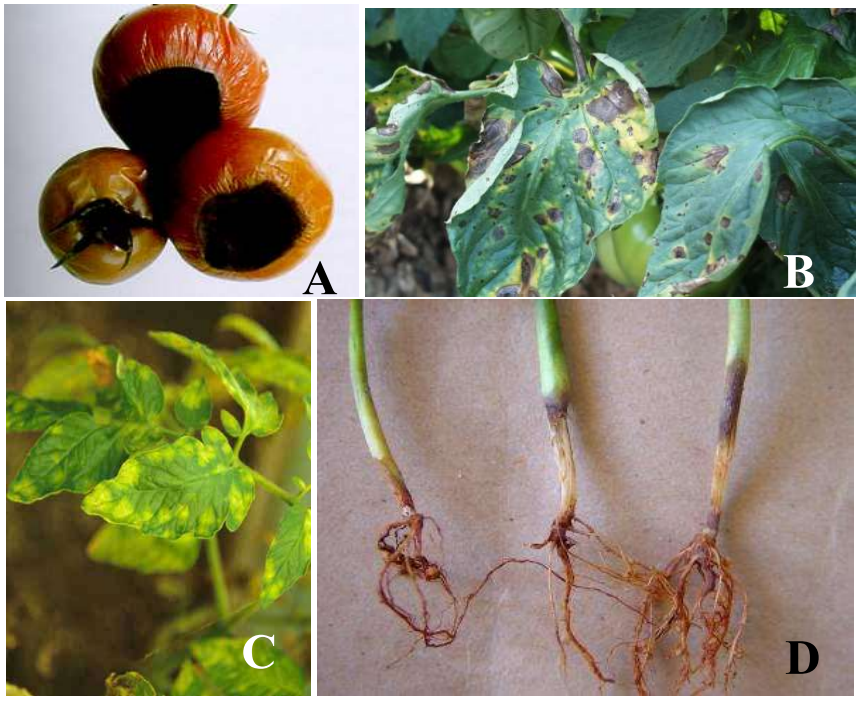


ภาพที่ 1 การตัดแต่งต้นมะเขือเทศ (A) และการเด็ดแขนง (B)

ที่มา : http://zen-hydroponics.blogspot.com/2015/04/sun-cherry-tomato.html

5. การใส่ปุ๋ย นอกจากการใช้ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองก้นหลุมก่อนปลูกแล้ว จำเป็นต้องมีการให้ปุ๋ยเสริมเพื่อให้คุณภาพ และผลผลิตของมะเขือเทศสูงขึ้น โดยขึ้นอยู่กับสภาพดินแต่ละพื้นที่ เช่น สภาพดินเหนียว ควรให้ปุ๋ยสูตร 12-24-14 หรือ 15-30-15 ถ้าเป็นดินร่วนควรให้ปุ๋ยสูตร 10-20-15 และในดินทรายควรใช้ปุ๋ยสูตร 15-20-20, 13-13-21 และ 12-12-17 เป็นต้น แต่ถ้าเป็นการปลูกมะเขือเทศนอกฤดูจะต้องใช้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง เนื่องจากมะเขือเทศจะต้องใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากในช่วงอุณหภูมิสูง แต่ถ้าไม่สามารถหาปุ๋ยสูตรดังกล่าวได้ก็สามารถใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง หลังย้ายปลูก 7, 15 และ 20 วัน

6. โรค และแมลงศัตรู แมลงที่เป็นปัญหาต่อมะเขือเทศที่สำคัญ คือ แมลงปากดูด เช่น แมลงหวี่ขาว เพลี้ยอ่อน ซึ่งเป็นพาหะนำโรคไวรัสมาสู่มะเขือเทศ ทำให้เกิดอาการใบหงิกยอดหด ปลายยอดแหลมเรียวเล็ก สีใบซีดด่าง ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการกำจัดแมลงเหล่านี้ด้วยการใช้สารประเภทดูดซึม สำหรับโรคที่เป็นปัญหาสำคัญในการปลูกมะเขือเทศ มีดังนี้ 1) โรคก้นผลเน่า หรือปลายผลดำ (ภาพที่ 3A) ผลมะเขือเทศแสดงอาการเน่าที่ก้น หรือปลายผลแบบเน่าแห้งเป็นสีน้ำตาล เนื้อเยื่อบุ๋มลึกลง สาเหตุของโรค คือ ขาดธาตุแคลเซียม และความชื้นในดินที่ปลูกแห้งมากเกินไป ป้องกันได้โดยการฉีดพ่นธาตุแคลเซียม โดยเฉพาะในระยะติดผลไปจนถึงเก็บเกี่ยว 2) โรคใบแห้ง หรือใบไหม้ (ภาพที่ 2B) เกิดจากเชื้อรา แสดงอาการได้ทุกส่วนของต้น เช่น ใบมีจุดฉ่ำน้ำ สีเขียวหม่น เป็นต้น ป้องกันได้ด้วยการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราฉีดพ่นทุก 7 วัน 3) โรคใบจุด (ภาพที่ 2C) เกิดจากเชื้อราหลายชนิด โดยมีจุดกลมสีน้ำตาลและจุดเหลี่ยมทำให้ใบแห้งเหลือง และมีเชื้อราขึ้นเป็นผงสีดำคล้ายกำมะหยี่ขึ้น ควรฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดเชื้อราสม่ำเสมอ 4) โรคโคนเน่า (ภาพที่ 2D) มักเกิดจากเชื้อรา วิธีป้องกันกำจัดคือ ใช้ เมทาแลกซิล อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร รดบริเวณโคนต้นหรือให้ยาผสมน้ำในระบบน้ำหยด



ภาพที่ 2 ลักษณะอาการของโรคก้นผลเน่า (A) ใบไหม้ (B) ใบจุด (C) และรากเน่าโคนเน่า (D) ในมะเขือเทศ

ที่มา : http://chaleeprom.com/plantdisease/doku.php/user/ant107/ant107-job_scab_12

7. การเก็บเกี่ยว โดยเฉลี่ยแล้วเมื่อย้ายปลูกได้ประมาณ 30-45 วัน มะเขือเทศจะออกดอก และจะมีเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 70-90 วัน ซึ่งระยะเริ่มปลูกถึงเก็บเกี่ยวนั้นใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน ช่วงเก็บเกี่ยวจะยาวนานประมาณ 1-3 เดือนขึ้นกับสภาพต้น ฤดูกาล การระบาดของโรคแมลงและการปฏิบัติดูแลรักษา ระยะการแก่ของมะเขือเทศแบบออกเป็น

1) immature green ผลมะเขือเทศมีสีเขียว เนื้อรอบๆ เมล็ดยังไม่มีลักษณะเป็นเมือกหรือวุ้น เมื่อผ่าผลเมล็ดจะถูกตัดขาดออกจากกัน

2) mature green ผลมะเขือเทศมีสีเขียวแก่จัด เนื้อรอบๆ เมล็ดมีลักษณะเป็นเมือกหรือวุ้นทำให้เมื่อผ่าผลออกเมล็ดจะไม่ถูกตัดขาด

3) breaker ผลมะเขือเทศเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพูหรือเหลืองในสามส่วน

4) pink ผลมะเขือเทศมีสีสมพูหรือสีแดงอ่อนสามในสี่ส่วนของผล

5) table ripe ผลมะเขือเทศมีสีแดงเต็มที่

8. ประโยชน์ของมะเขือเทศ เป็นพืชผักที่อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามิน โดยมีวิตามินเอถึง 15 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินซี 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ช่วยในการบำสายตา ส่งเสริมการทำงานของกระบวนการพลัดเซลล์ผิว นอกจากนี้ยังมีสารแอนตี้ออกซิแดนท์ คือ ไลโคปีนสูงอีกด้วยจึงทำให้มะเขือเทศเป็นที่นิยมในการบริโภค (ภาพที่ 3)

Nutrition Facts

Serving Size approx 6 tomatoes (105g)

Amount Per Serving	
Calories 20	Calories from Fat 0
	% Daily Value*
Total Fat 0g	**0%**
Saturated Fat 0g	**0%**
Cholesterol 0mg	**0%**
Sodium 5mg	**0%**
Total Carbohydrate 4g	**0%**
Dietary Fiber 1g	**4%**
Sugars 3g	
Protein 1g	
Vitamin A 15% • Vitamin C 20%	
Calcium 2% • Iron 2%	

* Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet.

ภาพที่ 3 ข้อมูลทางโภชนาการของมะเขือเทศ

ที่มา : http://nutritionside.nastya-pashko.com/nutritional-information-on-tomatoes/

2.2 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต

มะเขือเทศต้องการมหาธาตุ (macronutrients) โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ ในปริมาณสูง ส่วนจุลธาตุ (micronutrients) ที่มะเขือเทศต้องการ คือ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โบรอน สังกะสี โมลิบดีนั่ม และคลอร์ไรด์ ดังตารางที่ 1 มะเขือเทศที่ได้รับธาตุอาหาร หรือปุ๋ยน้อยกว่าที่เหมาะสมทำให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตลดลง (Kaviani *et al*. 2014) ซึ่งมะเขือเทศมักเกิดอาการขาดธาตุอาหารพืชชนิดหนึ่งในกลุ่มมหาธาตุ คือ แคลเซียม ส่วนจุลธาตุที่มักพบอาการขาดธาตุ คือ โบรอน

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอาหารต่อน้ำหนักแห้งในต้นมะเขือเทศที่สมบูรณ์ ปริมาณที่พืชแสดงอาการขาดสารอาหารและปริมาณที่เป็นพิษต่อพืช (น้ำหนักแห้งระหว่าง 90-120 กรัม/ กิโลกรัม หรือน้ำหนักสดเฉลี่ย 116 กรัมต่อกิโลกรัม)

Nutrient element	Healthy		Deficiency	Toxicity
	Range	Mean		
Nitrogen (mol/kg)				
total N	2.0-3.5	2.64	<1.7	
nitrate N	0.20-0.70		<0.07	
Phosphorus (mol/kg)	0.13-0.21	0.15	<0.07	
Potassium (mol/kg)	0.7-1.5	0.97	<0.3	
Magnesium (mol/kg)	0.15-0.35	0.28	<0.12-0.15	
Calcium (mol/kg)	0.16-1.8	0.92	<0.17	
Sulfur (mol/kg)				
total S	0.3-1.0	0.55	<0.15	
sulphate S	0.2-0.8	0.45		
Boron (mmol/kg)	3-9	6.9	<2.7	>15
Copper (mmol/kg)	0.16-0.25	0.20	<0.10	
Iron (mmol/kg)	1.8-7.0	4.4	<1.4-1.8	
Zinc (mmol/kg)	0.3-1.3	0.68	<0.3	
Molybdenum (mmol/kg)	0.01-0.10	0.06	<0.002	

ที่มา: Roorda and Smilde (1981)

แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช เป็นธาตุอาหารที่สามารถเคลื่อนที่ได้น้อย (low mobile elements) ซึ่งมักเกิดจากความเข้มข้นของแคลเซียมในน้ำเลี้ยงของโฟลเอมมีต่ำ ดังนั้นแคลเซียมจึงมักถูกส่งเข้าสู่แหล่งรองรับอาหาร (sink) เช่น ตายอด ใบอ่อน หรือผล ทางไซเลมเกือบทั้งหมด Jeschke and Pate (1991) ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารพบว่า โพแทสเซียมและแมกนีเซียมจะเคลื่อนย้ายธาตุอาหารเข้าสู่ตายอดและใบอ่อนทางโฟลเอมเกือบทั้งหมด ในขณะที่แคลเซียมเคลื่อนที่เข้าสู่ตายอดและใบอ่อนทางโฟลเอมน้อยมาก และเมื่อแคลเซียมอยู่ในเนื้อเยื่อพืชแล้วจะไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) และ Marschner (1995) รายงานว่าระดับของความเข้มข้นของแคลเซียมมีผลต่อการเจริญและยืดตัวของหลอดเรณู ดังนั้น แคลเซียมแคลโมดูลิน (calmondulin) มีบทบาทสำคัญในการยืดตัวของหลอดเรณู (Pilbeam and Morley. 2007) แคลเซียมยังมีส่วนในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนในพืชเพื่อนำไปสร้างผลและเมล็ดต่อไป การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมทางใบนั้นสามารถช่วยเพิ่มระดับแคลเซียมภายในผลและทำให้มีค่าความแน่นเนื้อสูง (Gastol and Domagala. 2006) มะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณดอกต่อช่อ ผลต่อต้น น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และลดการเกิดโรคก้นผลเน่า (Abdur and Ihsan. 2012) นภา ขันสุภา และ พิทักษ์ พุทธวรชัย (2545) ศึกษาระดับความเข้มข้นของสารแคลเซียมโบรอน พบว่า การใช้สารแคลเซียมโบรอนโดยราดทางดินที่ระดับความเข้มข้น 1.5 กรัมต่อต้น มีแนวโน้มที่จะเพิ่มน้ำหนักผลมะเขือเทศได้ถึง 44.25 กรัมต่อผล และสารแคลเซียมโบรอนที่ระดับความเข้มข้น 1.5 และ 2.0 กรัมต่อต้น มีแนวโน้มยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศไว้ในห้องปกติได้นานถึง 19 วัน เช่นเดียวกับมะเขือเทศพันธุ์ Debora Max ที่ได้รับแคลเซียม 60 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตร และโบรอน ที่ 150 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ส่งผลให้มีจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้น (Cardozo *et al*. 2001) และยังพบว่าในพืชชนิดอื่น เช่น มะม่วงเมื่อฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีการติดผลเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่น (Kamal. 2000) และสตอเบอรี่ที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอน หลังดอกบาน 5 และ 10 วัน สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมในผล ความแน่นเนื้อและยังต้านทานโรคเน่าที่เกิดจากราสีเทา (Pawel and Mariusz. 2003) อาการขาดแคลเซียมเริ่มปรากฏชัดที่เนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอด ปลายรากหรือเกิดที่ใบอ่อนก่อน ในใบอ่อนจะแสดงอาการ shade chlorosis คือ อาการเขียวซีด ไม่ถึงกับเหลือง ลักษณะผิดปกติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ ใบอ่อนหงิกงอ แผ่นใบขาด เจริญไม่ครบใบ เนื่องจากมีการขยายและแบ่งเซลล์ในใบอ่อนจำนวนมากในแต่ละวัน ในขณะที่มีการกระจายตัวของแคลเซียมไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช เนื่องจาก

แคลเซียมจำเป็นต่อการสร้าง spindle fiber และ middle lamella เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นจึงมีอาการผิดปกติ และยังเกิดอาการเน่าที่ปลายผล (ยงยุทธ โอสถสภา. 2546) (ภาพที่ 4)

ภาพที่ 4 ลักษณะอาการของมะเขือเทศที่ขาดธาตุแคลเซียม

ที่มา: http://paccapon.blogspot.com/2015/06/blog-post_11.html

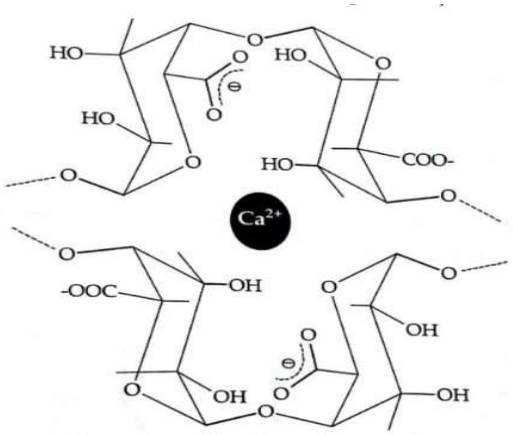
โบรอนมีหน้าที่สำคัญในพืช คือ การดูดซับประจุบวกและประจุลบ ความสัมพันธ์ของน้ำ (water relation) การมีชีวิตของเรณู (pollen viability) และการเผาผลาญของฟอตโฟรัส ไนโตรเจน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรด (Shol'nik, 1965) โบรอนมีผลต่อการแบ่งเซลล์ การขนส่งน้ำตาล การสังเคราะห์ผนังเซลล์ การทำงานของเมนเบรท ควบคุมระดับฮอร์โมนของพืช การยืดยาวของรากและการเจริญเติมโตของพืช (Marschner, 1995) โบรอนมีผลต่อผลผลิต และคุณภาพของมะเขือเทศ (Atillaet al., 2010) และยังมีบทบาทสำคัญในการออกดอกและติดผล (Nonnecke, 1989) จากการศึกษาผลของโบรอนต่อการออกดอกและติดผลของมะเขือเทศ โดยให้โบรอนในปริมาณที่ความแตกต่างกัน คือ 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ พบว่าโบรอนมีผลต่อการเจริญเติมโต และผลผลิตของมะเขือเทศ และการให้โบรอนที่ 2.0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนดอกต่อต้น ร้อยละการติดผล และปริมาณผลผลิตทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ (Nazet al., 2012) การขาดโบรอนมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก และใบอ่อน โดยอาการที่พบในพืชที่ขาดโบรอน ลำต้นจะบิดงอแตก ส่วนปลายใบที่อยู่ด้านล่างของลำต้น จะเริ่มเหลืองและกรอบ และเปลี่ยนเป็นสีม่วง ใบอ่อนเจริญผิดปกติ ใบแก่มีเส้นใบเด่นชัด ขอบใบม้วน ใบขนาดเล็ก กรอบ ใบล่างเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ขอบใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน หลังจากนั้นใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขอบใบม้วนลงด้านในช่อดอกแตกก้านดอกมาก ลำต้นเกิดแผลสะเก็ด ยอดอ่อนแห้งตาย ผลมีขนาดเล็ก และมีรอยแผลแตกตามยาวของผล ยังส่งผลต่อการโยกย้ายของน้ำตาล แป้ง ไนโตรเจน ฟอสโฟรัส การสังเคราะห์กรดอะมิโนและโปรตีน (Stanley et al., 1995) (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 5 ลักษณะอาการมะเขือเทศที่ขาดธาตุโบรอน

ที่มา: https://www.yara.co.th/crop-nutrition/tomato/---tomato/---tomato5/

2.3 บทบาทของแคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

แคลเซียมมีความสำคัญต่อโครงสร้างและหน้าที่ของผนังเซลล์ และเยื่อหุ้มเซลล์ (Palta. 1997) ในกระบวนการอ่อนตัวของผลไม้นั้นจะเกิดการสูญเสียเพคตินในบริเวณช่องว่างระหว่างเซลล์ (middle lamella) และผนังเซลล์ซึ่งทำให้เซลล์เสียความสมบูรณ์ เมื่อมีการให้แคลเซียมกับผลไม้ แคลเซียมส่วนหนึ่งจะเข้าไปอยู่ในบริเวณ middle lamella และผนังเซลล์เกิดปฏิกิริยาเชื่อมข้าม (crosslink) ระหว่างหมู่ carboxyl group บน polygalacturonides และประจุคู่ของแคลเซียมไอออน โดยแคลเซียมไอออนทำหน้าที่ดึงหมูคาร์บอกซิลบนสายโพลีกาแลคทูโรไนด์สายหนึ่งทำให้จับกับหมูคาร์บอกซิลของสายโพลีกาแลคทูโรไนด์อีกสาย เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า egg box model ดังภาพที่ 6 เกิดเป็นสารประกอบซึ่งไม่ละลายน้ำ (Luna *et al*. 1999) ดังนั้นแคลเซียมจึงมีผลต่อความอ่อนนุ่มและความแน่นเนื้อของผล Gastoly and Domagala (2006) พบการใช้แคลเซียมกับผลแพร์หลังการเก็บเกี่ยวพบว่าสามารถควบคุมการพัฒนาอาการผิดปกติของผลระหว่างการเก็บรักษาได้ (Vas and Richardson. 1985) ขณะที่มะเขือเทศกำลังพัฒนาปริมาณแคลเซียมในผลจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงจุดสูงสุดเมื่อผลแก่เต็มที่ ก่อนผลสุกแคลเซียมในผลจะเริ่มลดลง ช่วงเวลาเดียวกันนั้นแคลเซียมในผนังเซลล์ก็แปรสภาพจากที่เคยเกาะอยู่อย่างเหนียวแน่นมาเป็นสารที่ละลายน้ำได้ ตามมาด้วยการเพิ่มความเข้มข้นเอทิลีนในเนื้อผลหากมีการฉีดพ่นด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยให้เนื้อของผลแน่นขึ้นหรือยืดเวลาการสุกออกไป (Will *et al*. 1977) ดังนั้น ระดับแคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพในการเก็บรักษา (Fallahi *et al*. 1997)



ภาพที่ 6 การเกิด crosslink ระหว่างหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) และแคลเซียมไอออน เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า egg box model (Luna *et al*., 1999)

ปัจจุบันแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) นิยมนำมาใช้รักษาและยืดอายุผลผลิตทางการเกษตร เช่น ผัก ผลไม้หลายชนิด โดยการฉีดพ่นทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว หรือจุ่มผลผลิตโดยตรง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการแช่มะเขือเทศด้วยแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ไลโคปีน และอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และยังทำให้มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าชุดควบคุม(Ahmed *et al*. 2014; Ahmed and Tariq. 2014) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Senevirathna และ Daundasekera (2010) พบว่าการแช่มะเขือเทศด้วยแคลเซียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 นาที สามารถรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ชะลอการพัฒนาสีของผล และลดปริมาณเอทิลีนได้ดีกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้แคลเซียมคลอไรด์ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตชนิดอื่นอีก เช่น แอปเปิ้ล มะม่วง และสตอเบอรี่ (Souza *et al*. 1999; Akhtar *et al*. 2010; Hussain *et al*. 2012; Dhillon and Kaur. 2013) การใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุก ส่งเสริมความต้านทานการเข้าทำลายของเชื้อรา และรักษาความสมบูรณ์ของโครงสร้างผนังเซลล์ของสตอเบอรี่นาน 10-20 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (Lara *et al*. 2004) การศึกษาของชลาธร วัฒนากร และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์ (2548) พบว่าการจุ่มชิ้นมะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ ป้องกันการลดลงของเนื้อสัมผัส การเปลี่ยนแปลงสีที่ผิดปกติบริเวณผิวที่ผ่านการตัดแต่ง และสามารถยืดอายุได้ถึง 14 วัน และผลกีวี่ที่พ่นด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการอ่อนนุ่ม และเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้ 10-12 สัปดาห์ (Dimitrios and Pavlina. 2005) เช่นเดียวกับลูกพลับที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มความแน่นเนื้อ ลดการสูญเสียน้ำหนัก และรักษาสารต้านอนุมูลอิสระไว้ได้นาน 120 วัน (Maryam *et al*. 2015) นอกจากนี้ยังพบว่าการให้แคลเซียมคลอไรด์จากภายนอกสามารถลดอัตราการหายใจในลูกแพร (Sam and Conway. 1984)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 พืชทดลอง

1) มะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ จากศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีลักษณะเด่นของสายพันธุ์ คือ พันธุ์เลื้อย ผลกลมเมื่อสุกมีสีแดงเข้ม และมีความหวาน 8 องศาบริกซ์

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) อุปกรณ์ถ่ายภาพ

2) ถุงปลูกขนาด 14 x 22 นิ้ว

3) ถาดหลุมขนาด 104 หลุม

4) อุปกรณ์ตัดแต่ง

5) เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Penetrometer)

6) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (refractometer)

7) เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer รุ่น T90+ UV/VIS Spectrometer)

8) เครื่องวัดสี (color flex® spectrophotometer)

9) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 4 ตำแหน่ง

10) ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

11) เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน (centrifuge)

12) บีกเกอร์

13) บิวเรต

14) กระดาษกรอง whatman No.01

15) บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร

3.1.3 สารเคมี

1) Magic® calcium boron solution ตราม้าคาวบอย ผู้ผลิต บริษัทโกลด์แพลนเน็ทจำกัด

2) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

3) ฟีนอพทาลีน (phenopthalene) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์

4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

5) น้ำกลั่น

6) แอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์

7) ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

8) อะซีโตน (acetone) ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

9) 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์

10) Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

11) ปุ๋ยเคมี 16-16-16

3.2 วิธีการดำเนินการ

3.2.1 การทดลองที่ 1

ศึกษาผลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทางใบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้

ภาพที่ 7 ลักษณะแปลงปลูก (A) ต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 20 วัน (B) ลักษณะดอกมะเขือเทศที่เริ่มทำการฉีดแคลเซียมโบรอน (C) และระยะ table ripe ของมะเขือเทศ (D)

ศึกษาผลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนต่อการเจริญเติบโตของผล โดยนำเมล็ดพันธุ์เพาะลงถาดหลุมขนาด 104 หลุม โดยมีพีทมอสเป็นวัสดุปลูก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 20 วัน หรือมีใบจริง 2-3 ใบ ทำการย้ายปลูกลงถุงปลูก ระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด 2 เวลา คือ เช้าและเย็น นานครึ่งชั่วโมง เริ่มทำการทดลองเมื่อมะเขือเทศมีอายุ 20 วัน หลังย้ายปลูก หรือเริ่มออดดอกชุดที่ 2 โดยฉีดพ่นด้วยสารละลายแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม เตรียมสารละลายแคลเซียมโบรอน (Magic® calcium boron solution ตราม้าคาวบอย) ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 5 ลิตร ทำการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมในช่วงเช้า ฉีดพ่นให้ทั่วทั้งใบและลำต้น ทุก 7 วัน เมื่อต้นมะเขือเทศอายุ 20 27 34 41 และ 48 วันหลังย้ายปลูก โดยเปรียบเทียบกับมะเขือเทศที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน บันทึกผลในวันที่ 20 27 34 41 และ 48 วันหลังย้ายปลูก จากนั้นทำการศึกษาผลของแคลเซียมโบรอนต่อคุณภาพผล โดยทำการเก็บผลมะเขือเทศที่อายุ 48 วันหลังย้ายปลูก หรือสุกที่ระยะ table ripe แล้วนำมาบันทึกผลทันที วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) โดยแบ่งออกเป็น 2 หน่วยการทดลอง แต่ละหน่วยทดลองมี 7 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น ดังนี้

1) ฉีดพ่นน้ำ (ชุดควบคุม)

2) ฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม โบรอนความเข้มข้น 40 พีพีเอ็ม

ทำการบันทึงผลโดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

1) ก่อนการเก็บเกี่ยว

- จำนวนดอกต่อช่อดอก
- เปอร์เซ็นต์การติดผลต่อช่อดอก
- จำนวนผลต่อช่อดอก
- ความยาวของก้านช่อดอก (เซนติเมตร)
- ขนาดของก้านช่อดอก (มิลลิเมตร)
- ความยาวของขั้วผล (มิลลิเมตร)
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล (มิลลิเมตร)
- การเปลี่ยนแปลงของสีผิวผล ในระบบ CIE L a b color space และระบบ Hue angle

2) หลังการเก็บเกี่ยว

- น้ำหนักสดต่อผล ต่อช่อ และต่อต้น (กรัม)
- ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS)

- ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (titratable acidity; TA)
- สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TSS/TA)
- ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)
- ปริมาณแคลเซียมในผล (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)
- กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Torun *et al*. (2013)
- ปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)
- องค์ประกอบของผนังเซลล์ โดยดัดแปลงจากวิธรการของ Melton and Smith (2001)

3.2.2 การทดลองที่ 2

ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ แบบออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ โดยเก็บผลมะเขือเทศสุกระยะ table ripe ที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน จากการทดลองที่ 1 นำขั้วผลออก และล้างทำความสะอาดแล้วผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมาแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำไปบรรจุลงถามโฟมขนาด แรปด้วยฟิล์มชนิด PVC นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 8 การเก็บรักษามะเขือเทศในการทดลอง

โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 40 กรัม หรือประมาณ 10-11 ผล ประกอบด้วย 4 หน่วยการทดลอง ดังนี้

1) แช่น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)
2) แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์
3) แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์

4) แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 3 เปอร์เซ็นต์

ทำการบันทึกผลดังนี้

1) สีผิวผล ในระบบ CIE L a b color space และระบบ Hue angle

2) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

3) ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)

4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS)

5) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (titratable acidity; TA)

6) สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TSS/TA)

7) ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

8) ปริมาณแคลเซียมในผล (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)

9) กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Torun et al. (2013)

10) ปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)

11) องค์ประกอบของผนังเซลล์ โดยดัดแปลงจากวิธรการของ Melton and Smith (2001)

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ โดยเก็บมะเขือเทศสุกระยะ table ripe ที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายแคลเซียมโบรอน จากการทดลองที่ 1 นำขั้วผลออก แล้วล้างทำความสะอาดแล้วผึ่งลมให้แห้งจากนั้นนำมะเขือเทศมาแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ที่ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2.1 เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำไปบรรจุลงถามโฟมขนาดแรปด้วยฟิล์มชนิด PVC นำเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 40 กรัม หรือประมาณ 10-11 ผล ประกอบด้วย 4 หน่วยการทดลอง ดังนี้

1) ไม่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอน + ไม่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ (ชุดควบคุม)

2) ไม่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอน + แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์

2) ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอน + ไม่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์

3) ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอน + แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์

ทำการบันทึกผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1

3.3 การปฏิบัติและการดูแลรักษา

การทดลองที่ 1 มีการดูแลรักษาและป้องกันโรคและแมลง คือ เมื่อมะเขือเทศอายุ 10 วันหลังย้ายปลูก ทำการขึ้นค้างให้กับมะเขือเทศ เด็ดแขนง และใบที่เกิดต่ำกว่าช่อดอกชุดแรกออก หลังจากต้นมะเขือเทศสูงได้ประมาณ 1.8 เมตร ให้ตัดยอดออก การใส่ปุ๋ย เมื่อต้นมะเขือเทศอายุ 3 วันหลังย้ายปลูกเริ่มให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 0.4-1 กรัมต่อต้น ทุกอาทิตย์ การดูแลโรคทางดิน ในระยะต้นกล้า หลังจากการย้ายปลูกจะทำการรดยากำจัดเชื้อราที่บริเวณโคนต้นเพื่อป้องกันโรคเน่าจากเชื้อรา ได้แก่ เมทาแลกซิล อัตรา 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร รดโคนต้นมะเขือเทศปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น และ กับอะบาเม็กติน อัตรา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นเมื่อมีการระบาดของด้วงเต่าแตงและหนอนชอนใบ และมีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด 2 เวลา คือ เช้าและเย็น นานครึ่งชั่วโมง

3.4 การบันทึกผลการทดลอง

1) จำนวนดอกต่อช่อดอก โดยการนับจำนวนดอกของช่อดอกที่ 2 ของมะเขือเทศ

2) จำนวนผลต่อช่อดอก โดยการนับจำนวนผลทั้งหมดต่อช่อดอก

3) เปอร์เซ็นต์การติดผลต่อช่อดอก โดยรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์

4) ความยาวของก้านช่อดอก โดยใช้ไม้บรรทัดวัดห่างจากโคดช่อดอกไปถึงปลายช่อดอก

5) ขนาดของก้านช่อดอก โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดห่างจากโคนช่อดอก 1 เซนติเมตร

6) ความยาวของขั้วผล โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

7) ขนาดของผล โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดตามความยาวของผลที่อยู่กลางช่อดอก

8) น้ำหนักสดต่อผล ต่อช่อ และต่อต้น (กรัม)

9) การเปลี่ยนแปลงของสีผิวผลในระบบ CIE L* a* b* color space โดยค่า L* คือค่าความสว่าง มีค่าเข้าใกล้ คือสีดำ และเข้าใกล้ 100 คือสีขาว ค่า a* โดยถ้าค่า a* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b* โดยถ้าค่า b* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน โดยใช้เครื่องวัดสี Color Flex และค่า Hue angle คือ ค่าที่แสดงสีที่แท้จริงของวัตถุซึ่งเป็นมุมที่ตกกระทบของค่า a* คำนวณได้จากสมการดังนี้

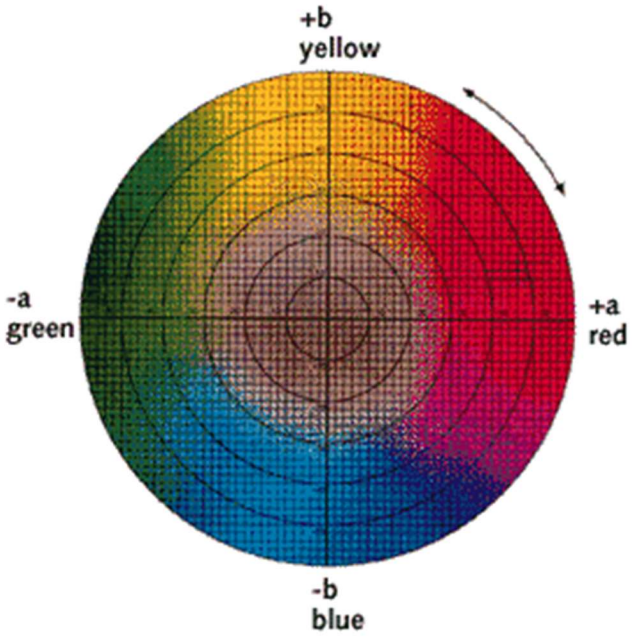
$$\text{Hue angle } (H^{\circ}) = (\tan^{-1} b^*/a^*) \quad \text{เมื่อค่า } a^* > 0 \text{ และ } b^* > 0$$

$$\text{Hue angle } (H^{\circ}) = 180 + (\tan^{-1} b^*/a^*) \quad \text{เมื่อค่า } a^* < 0$$

$$\text{Hue angle } (H^{\circ}) = 360 + (\tan^{-1} b^*/a^*) \quad \text{เมื่อค่า } a^* > 0 \text{ และ } b^* < 0$$

ตารางที่ 2 ค่า Hue angle

องศา	สีที่แสดง
0-45	สีม่วงแดงถึงสีส้มแดง
45-90	สีแดงถึงสีเหลือง
90-135	สีเหลืองถึงสีเขียว
135-180	สีเหลืองเขียวถึงสีเขียว
180-225	สีเขียวถึงสีน้ำเงินเขียว
225-270	สีน้ำเงินเขียวถึงสีน้ำเงิน
270-315	สีน้ำเงินถึงสีม่วง
315-360	สีม่วงถึงสีม่วงแดง



ภาพที่ 9 hue angle chart (Dorald, 1992)

10) ความแน่นเนื้อ ใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ Penetrometer ซึ่งมีหัวเจาะแบบหัวต่อชนิดกรวย กดลงไปบริเวณผลของมะเขือเทศลึกประมาณ 0.5 มิลลิเมตร บันทึกผลโดยมีหน่วยเป็นนิวตัน

11) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS) โดยใช้ Hand Refractometer ด้วยการนำตัวอย่างมะเขือเทศมาคั้นน้ำ จากนั้นนำน้ำคั้นของมะเขือเทศหยดลงบน Hand Refractometer จำนวน 1 หยด อ่านค่าที่ได้ โดยมีหน่วยเป็นองศาบริกซ์

12) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (titratable acidity; TA) นำน้ำคั้นของมะเขือเทศปริมาณ 1 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 20 มิลลิลิตร แล้วหยดฟีนอพทาลีน (Phenopthalene) ความ

เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 2 หยด แล้วนำมาไตเตรตด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่เตรียมใส่บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร ไว้หยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ลงในน้ำคั้น สังเกตดูสีของน้ำคั้นที่เปลี่ยนไปเป็นสีชมพูอ่อนๆ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที จนสีของน้ำคั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{N base} \times \text{ml base} \times \text{meq.wt.})}{\text{ml ของน้ำคั้น}} \times 100$$

N base	=	normality ของ NaOH (0.1 นอร์มอล)
ml base	=	จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรต
meq.wt. ของ malic acid	=	0.067
ml ของน้ำคั้น	=	จำนวนมิลลิลิตรของน้ำคั้นที่ใช้ในการไตเตรต

13) สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TSS/TA) นำค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำและค่าปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ที่วัดได้มาหาสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ซึ่งนิยมใช้เป็นตัวบ่งชี้ดัชนีความแก่ของผลิตผล

14) วัดปริมาณวิตามินซี โดยใช้วิธีการไตเตรต ด้วยการเตรียมสารละลายมาตรฐาน 2,6-Dichlorophenolindophenol (2,6-DCPP) เป็นไทแทรนต์ และปิเปตกรดแอสคอร์บิกมาตรฐาน ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Flask เติม HPO_3 ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตกับ 2,6-DCPP จนได้จุดยุติซึ่งเป็นสีชมพูอ่อนที่ไม่จางหายไป (รอดูผลในเวลา 15 วินาที) บันทึกปริมาณของ 2,6-DCPP ที่ใช้ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราส่วนที่สารทั้งสองทาปฏิกิริยากันพอดีจากนั้นทำการทดลองหาความเข้มข้นวิตามินซีในตัวอย่างโดยปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติม HPO_3 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 5 มิลลิลิตร นำไปไตเตรตกับ 2,6-DCPP จนได้จุดยุติซึ่งเป็นสีชมพูอ่อนที่ไม่จางหายไป บันทึกปริมาณของ 2,6-DCPP ที่ใช้แล้วนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของวิตามินซีในตัวอย่างต่อไป

15) ปริมาณแคลเซียมในผล โดยนำตัวอย่างน้ำคั้น 5 มิลลิลิตร เติมด้วยสารละลาย EDTA ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาณ 2 มิลลิตร จากนั้นหยดด้วย eriochrome black T ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ 3-4 หยด สารละลายตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แล้วนำไปไตเตรตด้วย EDTA ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

จนถึงจุดยุติ อ่านค่าปริมาณ EDTA ที่ใช้ไตเตรตนำมาคูณด้วย 8 จะได้ค่าในหน่วย มิลลิกรัมแคลเซียมต่อลิตร

16) กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ดัดแปลงจากวิธีการของ Torun *et al.* (2013) ดังนี้

เตรียมสารสกัดจากตัวอย่าง 3 กรัม ตวงใส่บีกเกอร์ เติมแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร บดให้ละเอียด จากนั้นนาสารสกัดที่ได้ไปบ่มโดยใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิของสารสกัดเท่ากับ 45±2 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง พร้อมกับคนตัวอย่างทุก 20 นาที แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 จากนั้นปรับปริมาตรด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ปริมาตร 30 มิลลิลิตร

เตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลาย DPPH จากความเข้มข้นเริ่มต้น 0.8 มิลลิโมลาร์ โดยให้มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.08 มิลลิโมลาร์ ด้วยการเติมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรในแต่ละหลอดให้เป็น 6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลาย DPPH (มิลลิโมลาร์)

ปิเปตสารสกัดตัวอย่างมาทำการเจือจางด้วยแอลกอฮอล์ต่างๆ 7 ระดับ ตั้งแต่ 0.025-0.175 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 5.4 มิลลิลิตร ด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และเตรียมปฏิกิริยาควบคุม (control) โดยใช้แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แทนตัวอย่างสารสกัด นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทาลายอนุมูลอิสระ DPPH = [1-(DPPHT/DPPHT = 0)] × 100

โดยที่ $[DPPH]_T$ = ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH ของตัวอย่างสารสกัด

$[DPPH]_{T=0}$ = ความเข้มข้นของสารละลายDPPHของปฏิกิริยาควบคุม

จากการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การทาลายสารอนุมูลอิสระ DPPH ทำการบันทึกค่าความเข้มข้นของปริมาณตัวอย่างที่ทำให้ความสามารถในการทาลายอนุมูลอิสระมีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ (ค่า EC_{50}) มาคำนวณค่า $1/EC_{50}$ โดยใช้สมการเส้นตรง จากการเขียนกราฟระหว่างปริมาตรตัวอย่างสารสกัด (แกน x) และเปอร์เซ็นต์การทำลายสารอนุมูลอิสระ DPPH (แกน y) ซึ่งค่า $1/EC_{50}$ จะใช้ในการประเมินศักยภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ กล่าวคือหากตัวอย่างหรือ ทรีตเมนต์ใดที่มีค่า

$1/EC_{50}$ สูง แสดงว่ามีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีกว่า ทรีตเมนต์ที่มีค่า $1/EC_{50}$ ต่ำ

17) ปริมาณไลโคปีน เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่างมาบดละเอียดด้วยเครื่องบด (blender) ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เทใส่กรวยแยกซึ่งหุ้มอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันแสง จากนั้นเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร เขย่านาน 15 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้แยกชั้นแล้วจึงแยกชั้นของปิโตรเลียมมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 472 nm โดยมีปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นแบลงค์ด้วยเครื่อง spectrophotometer นำผลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณไลโคปีน โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$A = E1\%\ 1cm \times bc$$

A = ค่าการดูดกลืนแสง

E1% 1cm = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง เท่ากับ 3450 ความหมายว่าถ้าวัดการดูดกลืนแสงได้เท่ากับ 3450 โดยใช้คิวเวตต์กว้าง 1 เซนติเมตร แสดงว่าสารละลายนั้นมีความเข้มข้นของไลโคปีนเท่ากับ 1%

b = ความกว้างของคิวเวตต์เท่ากับ 1 เซนติเมตร

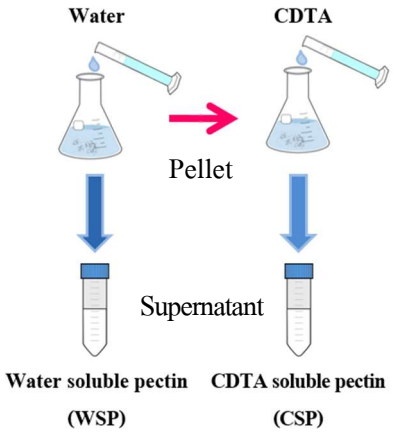
c = ความเข้มข้นของไลโคปีน (%)

18) การสกัดผนังเซลล์ โดยวิธีดัดแปลง Melton and Smith (2001)

นำเนื้อมะเขือเทศจำนวน 5 กรัมมาทำให้อยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (alcohol insoluble solids; AIS) โดยเติมแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 25 มิลลิลิตร บดให้ละเอียดแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 จากนั้นล้างด้วยแอลกอฮอล์ปริมาณ 25 มิลลิลิตร และล้างด้วย acetone ปริมาณ 25 มิลลิลิตร จำนวน 2 รอบ นำไปตัวอย่างที่อยู่ในกระดาษกรองไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วบดด้วยโกร่งให้ละเอียดเก็บในโหลกันความชื้นที่มีสาร silica gel ประมาณ 10 กรัม ตัวอย่างที่ได้คือ AIS

ชั่งตัวอย่าง AIS หนัก 0.05 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ปริมาณ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาณ 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เก็บส่วนใสใส่หลอดพลาสติก นำตะกอนมาสกัดซ้ำด้วยน้ำกลั่นอีก 2 รอบ จากนั้นนำส่วนใสที่ได้เทรวมกันในหลอดพลาสติก โดยส่วนใสที่ได้คือเพคตินที่ละลายน้ำได้ (water soluble fractions; WSF) เก็บในตู้เย็น และเก็บกากที่เหลือนำไปสกัดต่อด้วย CDTA โดยเติมสารละลาย CDTA (ใน 10 mM imidazole) ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ20 มิลลิลิตร ลงใน

ผนังเซลล์ที่ผ่านการสกัด water soluble pectin จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เก็บส่วนใสใส่หลอดพลาสติก ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง นำส่วนใสที่ได้เทรวมกัน โดยส่วนใสที่ได้คือ CDTA soluble fraction (CSF) เก็บไว้ในตู้เย็นรอการวิเคราะห์ปริมาณเพคติน



ภาพที่ 10 การสกัดผนังเซลล์เพื่อหาปริมาณเพคตินในแต่ละ fractions

นำไปวิเคราะห์หาปริมาณเพคติน โดยวิธีดัดแปลง Brummell *et al.* (2004) โดยดูดส่วนใสจากสารละลายที่สกัดได้ในแต่ละ fractions มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ใสหลอดทดลองที่วางไว้ในกะบะน้ำแข็งตลอดเวลาระหว่างทำการทดลอง จากนั้นเติมสารละลาย $Na_2B_4O_7$ (Sodium tetraborate) ความเข้มข้น 0.0125 โมลาร์ ในสารละลายกรด H_2SO_4 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixture แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เสร็จแล้วนำออกมาแช่ในกะบะน้ำแข็งทันที แล้วเติมสารละลาย m-hydroxyphenol ความเข้มข้น 0.15 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixture จากนั้นตั้งทิ้งไว้นอกกะบะน้ำแข็งให้หายเย็น แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 520 นาโนเมตร เทียบกับน้ำกลั่น (Blank) ที่ทำปฏิกิริยาเช่นเดียวกันกับตัวอย่าง แล้วนำปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลายต่างๆ มาเทียบกับค่ามาตรฐาน galaturonic acid

สร้างกราฟมาตรฐาน galaturonic acid เริ่มจากการเตรียมสารละลาย galacturonic acid monohydrate ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาณ 100 มิลลิลิตร (0.01 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร) นำมาเจือจางให้ความความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร จากนั้นดูดสารละลายแต่ละความเข้มข้นในหลอดทดลองปริมาณ 1 มิลลิลิตร นำไปแช่ในกะบะน้ำแข็งตลอดเวลา จากนั้นเติมสารละลาย $Na_2B_4O_7$ ความเข้มข้น 0.0125 โมลาร์ ปริมาณ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixture แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เสร็จแล้วนำออกมาแช่ในกะบะน้ำแข็งทันทีและ

เติมสารละลาย 2-phenylphenol ความเข้มข้น 0.15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 100 ไมโครลิตร (เตรียมในสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์) นำหลอดทดลองออกจากกะบะน้ำแข็ง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixture วางทิ้งไว้จนหายเย็น จึงนำไปวัดค่าดูดกลือแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร เทียบกับน้ำกลั่น (Blank) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณเพคตินในตัวอย่างชิ้น โดยรายงานเป็นหน่วยไมโครกรัม galacturonic ต่อมิลลิกรัม AIS (µg galacturonic acid/mg AIS) มีสมการสำหรับการสร้างกราฟมาตรฐาน ดังนี้

$$y = a(x) + b$$

y = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน

a = ค่าความชันของเส้นกราฟ

x = ปริมาณสารประกอบเพคติน

b = ค่าคงที่ของสมการ

19) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยชั่งผลมะเขือเทศด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก และบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุกสัปดาห์ ตลอดอายุการเก็บรักษา จากนั้นจึงนำค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{(น้ำหนักก่อนการทดลอง - น้ำหนักหลังการทดลอง)}}{\text{น้ำหนักก่อนการทดลอง}} \times 100$$

20) อายุการเก็บรักษา (วัน) โดยใช้การสูญเสียน้ำหนักสด ร่วมกับการสังเกตอาการผิดปกติ เช่น ผลมะเขือเทศแล้วเกิดการยุบตัวลงของชั้น pericarp, มีอาการเน่า หรือมีกลิ่นไม่พึงประสงค์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance(ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ T-Test Independent Samples ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองที่ 1 และ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองที่ 2

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทางใบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้

4.1.1 ด้านการเจริญเติบโต

หลังย้ายปลูก 20 วัน พบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอน 600 พีพีเอ็ม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอกมากกว่าชุดควบคุมอยู่ประมาณ 0.4 มิลลิเมตร และหลังย้ายปลูก 48 วัน มีค่ามากกว่าชุดควบคุมอยู่ 0.2 มิลลิเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 11A, ตารางภาคผนวกที่ 1) และพบความแตกต่างทางสถิติของความยาวก้านช่อดอกในวันที่ 27 หลังย้ายปลูก โดยมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีความยาวก้านช่อดอก 10.9 เซนติเมตร ในขณะที่ชุดควบคุมมีความยาว 7.15 เซนติเมตร จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 12.7 และ 13.24 ในวันที่ 48 ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 11B, ตารางภาคผนวกที่ 2)

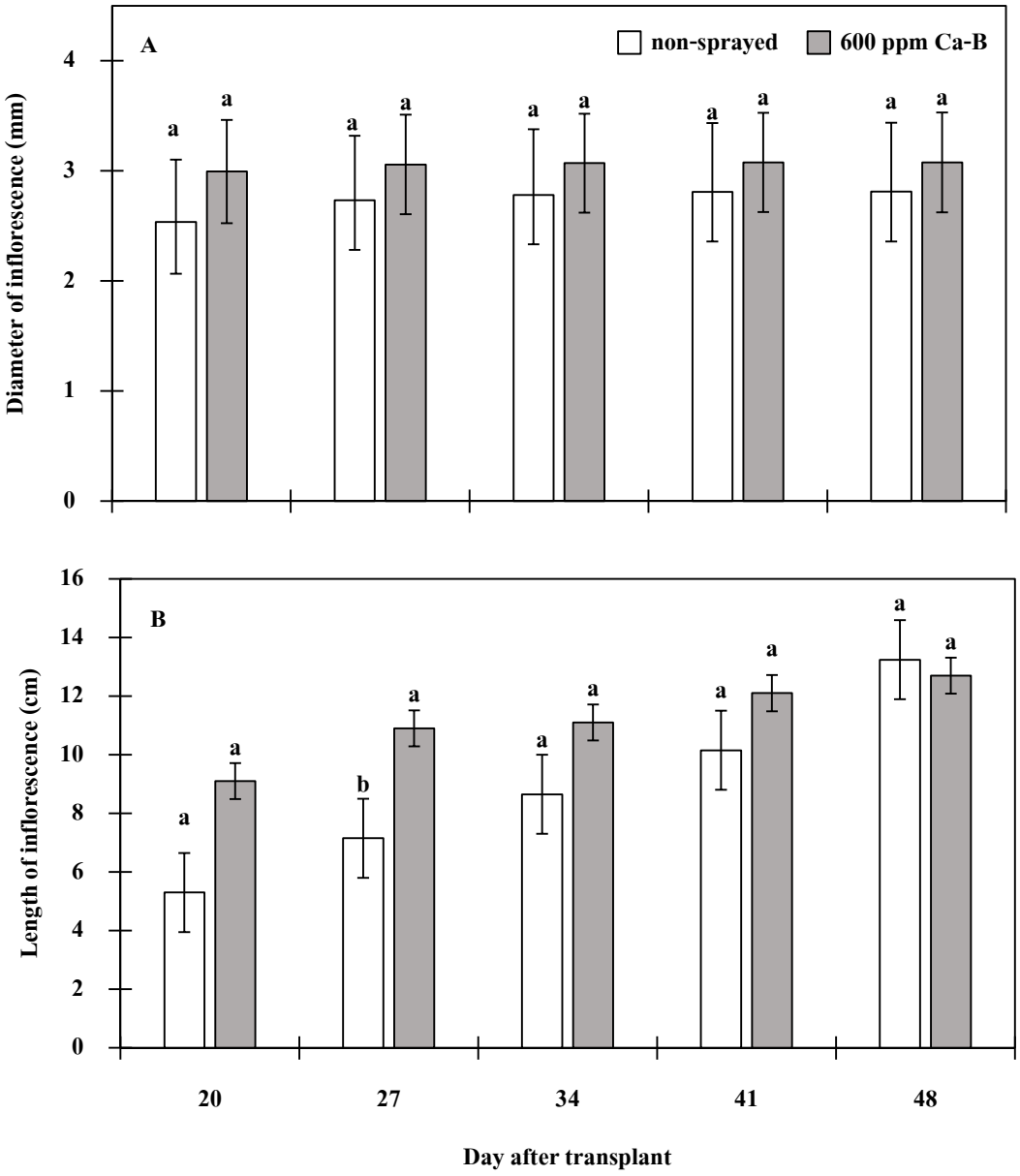
พบความแตกต่างทางสถิติของค่าความสว่าง (L*) ในวันที่ 41 และ 48 หลังย้ายปลูก โดยมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าเท่ากับ 61.77 และ 50.95 ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่า 47.40 และ 34.57 ตามลำดับ (ภาพที่ 12A, ภาพผนวกที่ 3) แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติขอค่า hue angle โดยในวันที่ 48 หลังย้ายปลูกมะเขือเทศในชุดควบคุมพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.65 องศา น้อยกว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนที่มีค่าเท่ากับ 1.02 องศา (ภาพที่ 12B, ตารางภาคผนวกที่ 4)

มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนและมะเขือเทศในชุดควบคุมมีจำนวนดอกประมาณ 11 ดอกต่อช่อ และหลังย้ายปลูก 48 วัน พบว่ามะเขือเทศมีจำนวนผลต่อช่อประมาณ 9 ผล ในขณะที่ชุดควบคุมมีประมาณ 6 ผล จึงทำให้มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากกว่าชุดควบคุมประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 13 และ 14, ตารางภาคผนวกที่ 5)

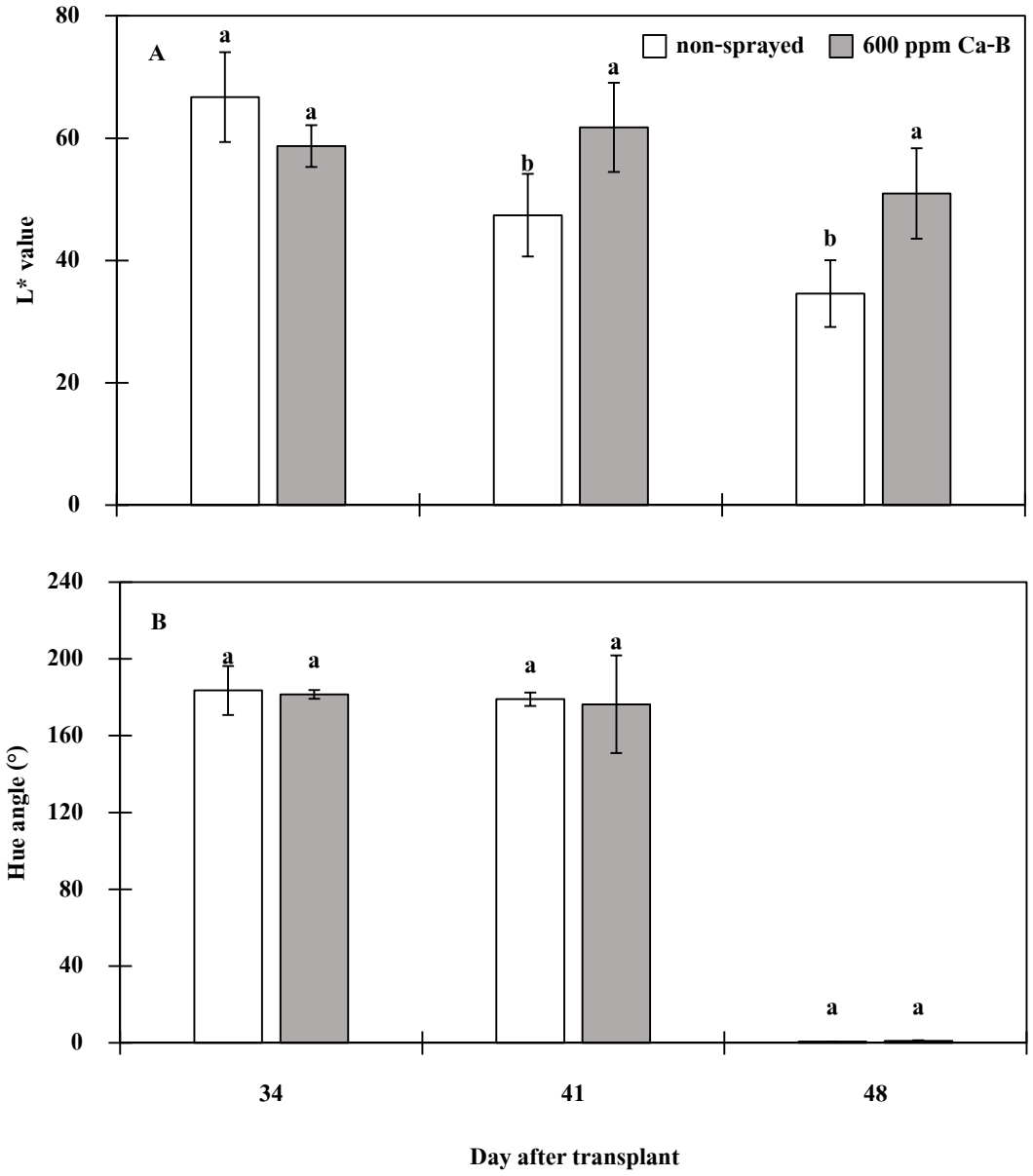
จากการศึกษาพบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีเส้นผ่ายศูนย์กลาง และความยาวขั้วผลเท่ากับ 1.32 และ 1.02 มิลลิเมตร มากกว่าชุดควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.11 และ

0.98 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางของผลโดยมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าเท่ากับ 21.42 มิลลิเมตร และมากกว่าชุดควบคุมที่มีค่า 18.08 มิลลิเมตร (ภาพที่ 15, ตารางภาคผนวกที่ 6)

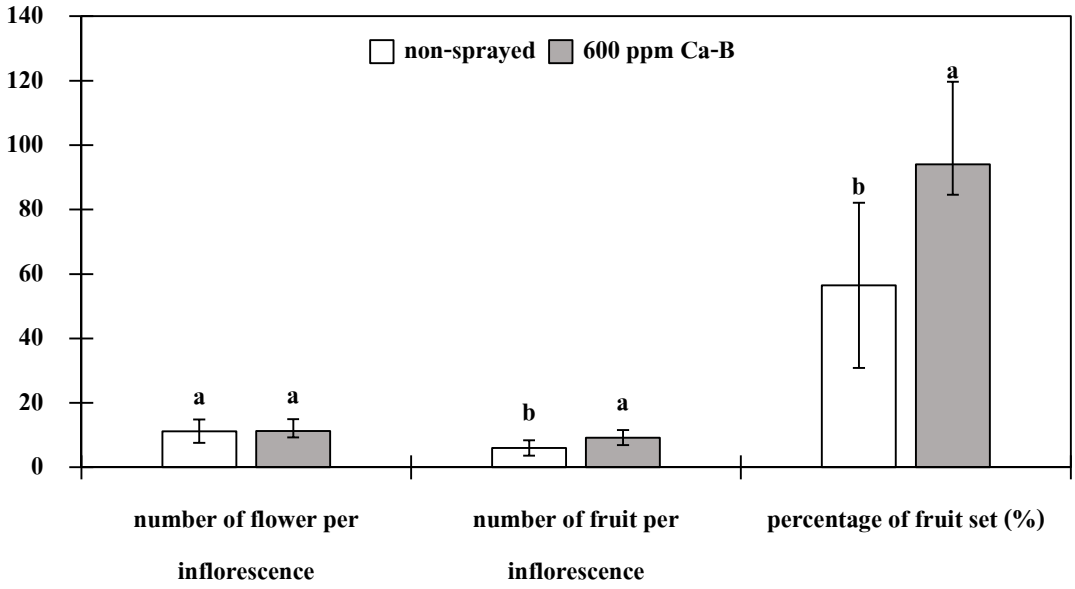
น้ำหนักของผลผลิตพบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีน้ำหนักสดต่อผลเท่ากับ 2.58 กรัม น้ำหนักสดต่อช่อดอกเท่ากับ 23.42 กรัม และมีน้ำหนักสดต่อต้น 223.76 กรัม มีค่ากว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมซึ่งมีน้ำหนักสดต่อผลเท่ากับ 2.20 กรัม น้ำหนักสดต่อช่อเท่ากับ 13.11 กรัม และน้ำหนักสดต่อต้นเท่ากับ 129.65 กรัม และพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 16, ตารางภาคผนวกที่7)



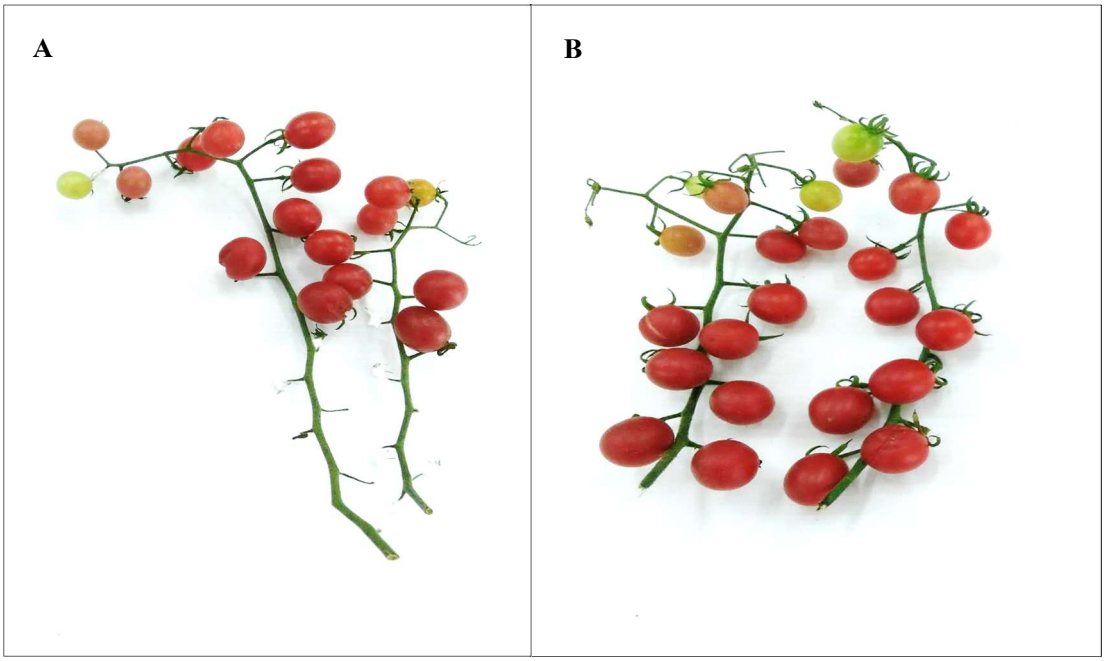
ภาพที่ 11 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (A) และความยาวก้านช่อดอก (B) ของมะเขือเทศ-เชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก



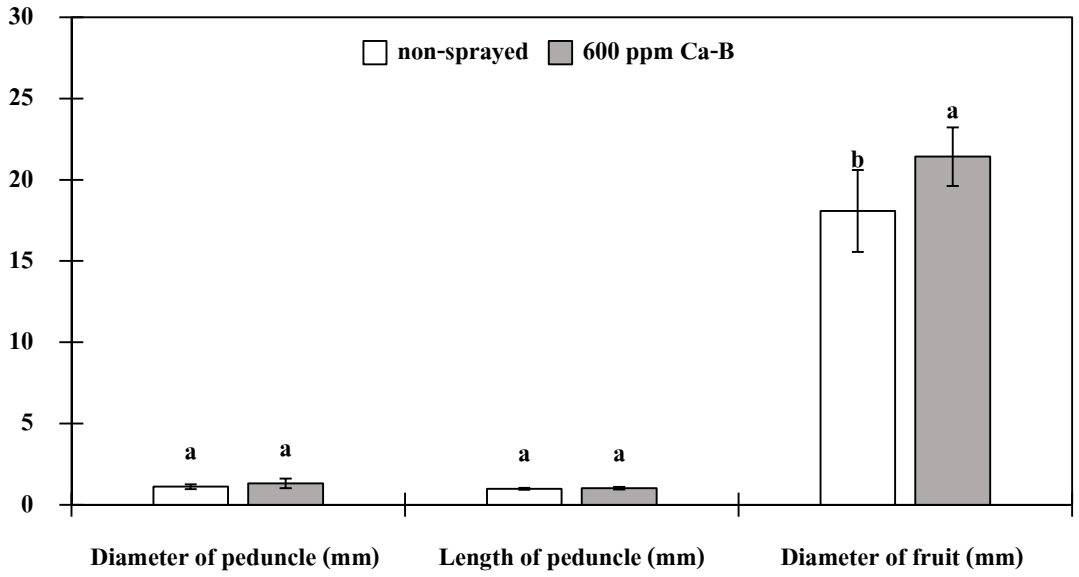
ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (A) และค่า Hue angle (B) ของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ในวันที่ 34, 41 และ 48 ก่อนการเก็บเกี่ยว



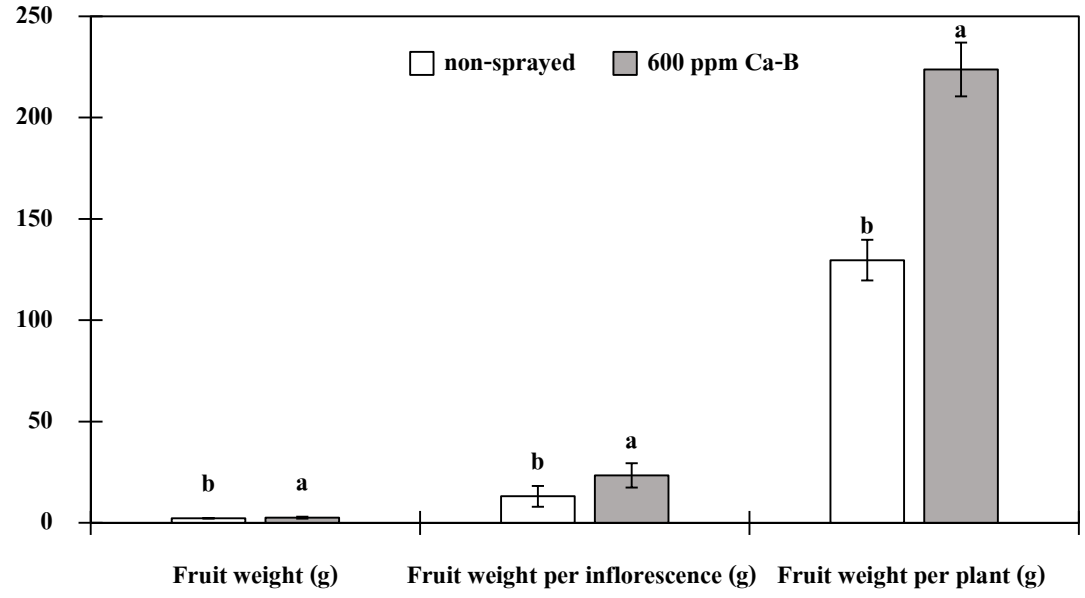
ภาพที่ 13 จำนวนดอกต่อช่อดอก จำนวนผลต่อช่อดอก และเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศเชอ-รี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก



ภาพที่ 14 การติดผลของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ในชุดควบคุม (A) และที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนทุก 7 วัน หลังออกดอก



ภาพที่ 15 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้วผล ความยาวขั้วผล และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก



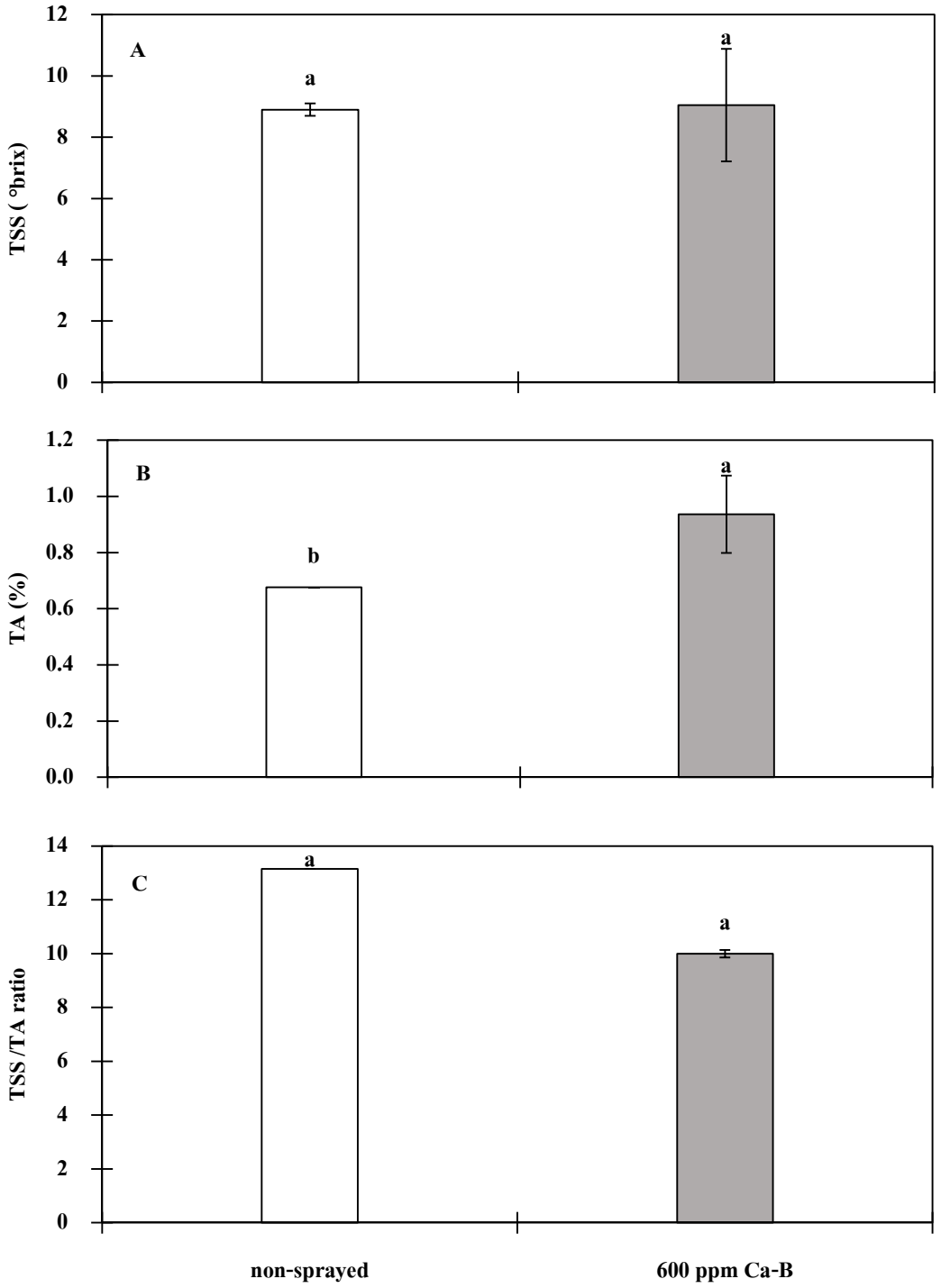
ภาพที่ 16 น้ำหนักต่อผล น้ำหนักผลต่อช่อ และน้ำหนักผลต่อต้นของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

4.1.2 คุณภาพของผลผลิต

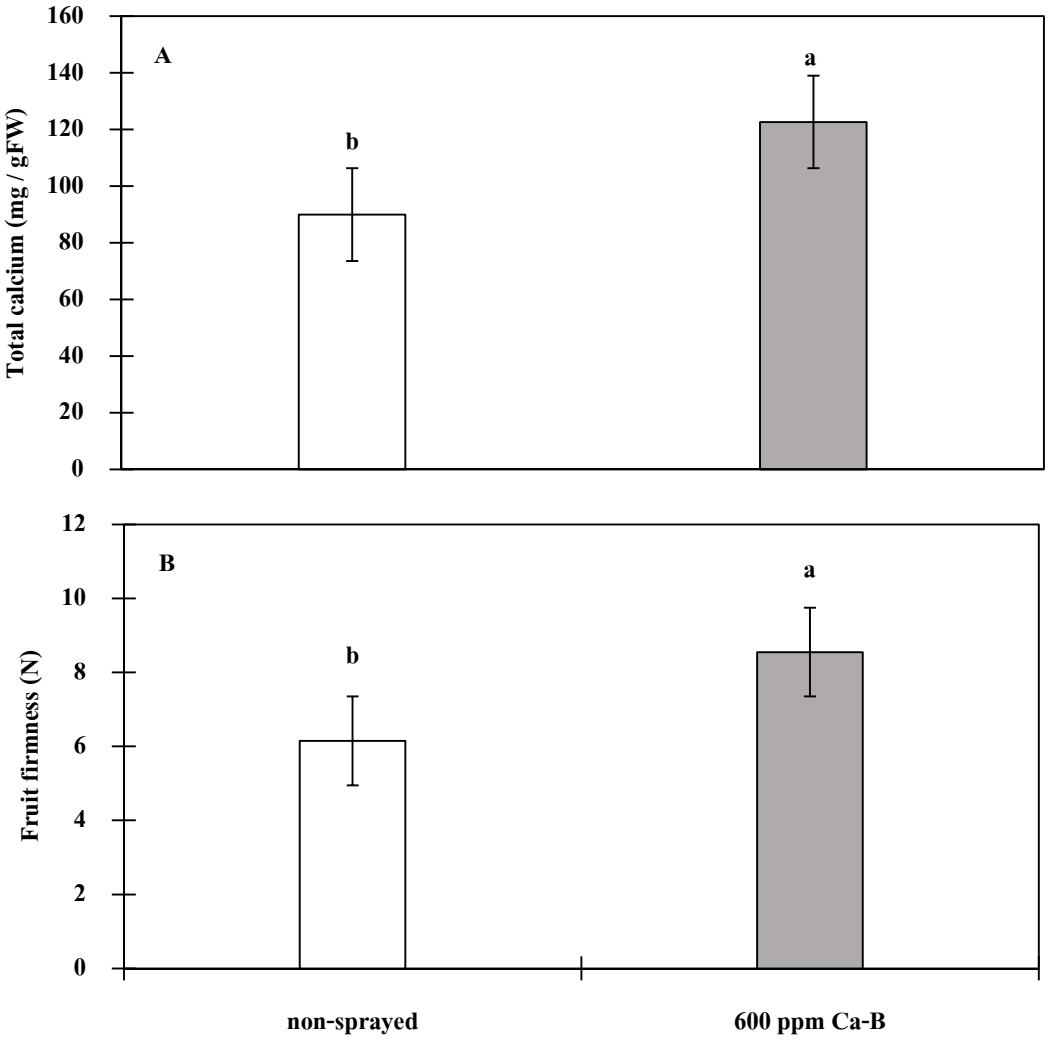
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่า 9.05 องศาบริกซ์ มากกว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมซึ่งมีค่า 8.90 องศาบริกซ์ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 17A, ตารางภาคผนวกที่ 8) เช่นเดียวกับปริมาณกรดที่ไตเตรตได้มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าเท่ากับ 0.93 เปอร์เซ็นต์ มากกว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 0.67 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 17B, ตารางภาคผนวกที่ 8) และพบความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ พบว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 13.15 มากกว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนซึ่งมีค่าเพียง 9.99 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 17C, ตารางภาคผนวกที่ 8)

ปริมาณแคลเซียมในผล พบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีปริมาณมากถึง 122.70 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ขณะที่มะเขือเทศในชุดควบคุมมีเพียง 90 มิลลิกรัมต่อกรับน้ำหนักสด (ภาพที่ 18A, ตารางภาคผนวกที่ 9) และการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนทำให้มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 8.55 นิวตัน มากกว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 6.15 นิวตัน (ภาพที่ 18B, ตารางภาคผนวกที่ 9) เช่นเดียวกับปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (CSP) ที่ค่ามากกว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมประมาณ 0.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS (ภาพที่ 19B, ตารางภาคผนวกที่ 10) จึงมีค่าปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (WSP) น้อยกว่าสุดควบคุมอยู่ประมาณ 0.4 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 19A, ตารางภาคผนวกที่ 10)

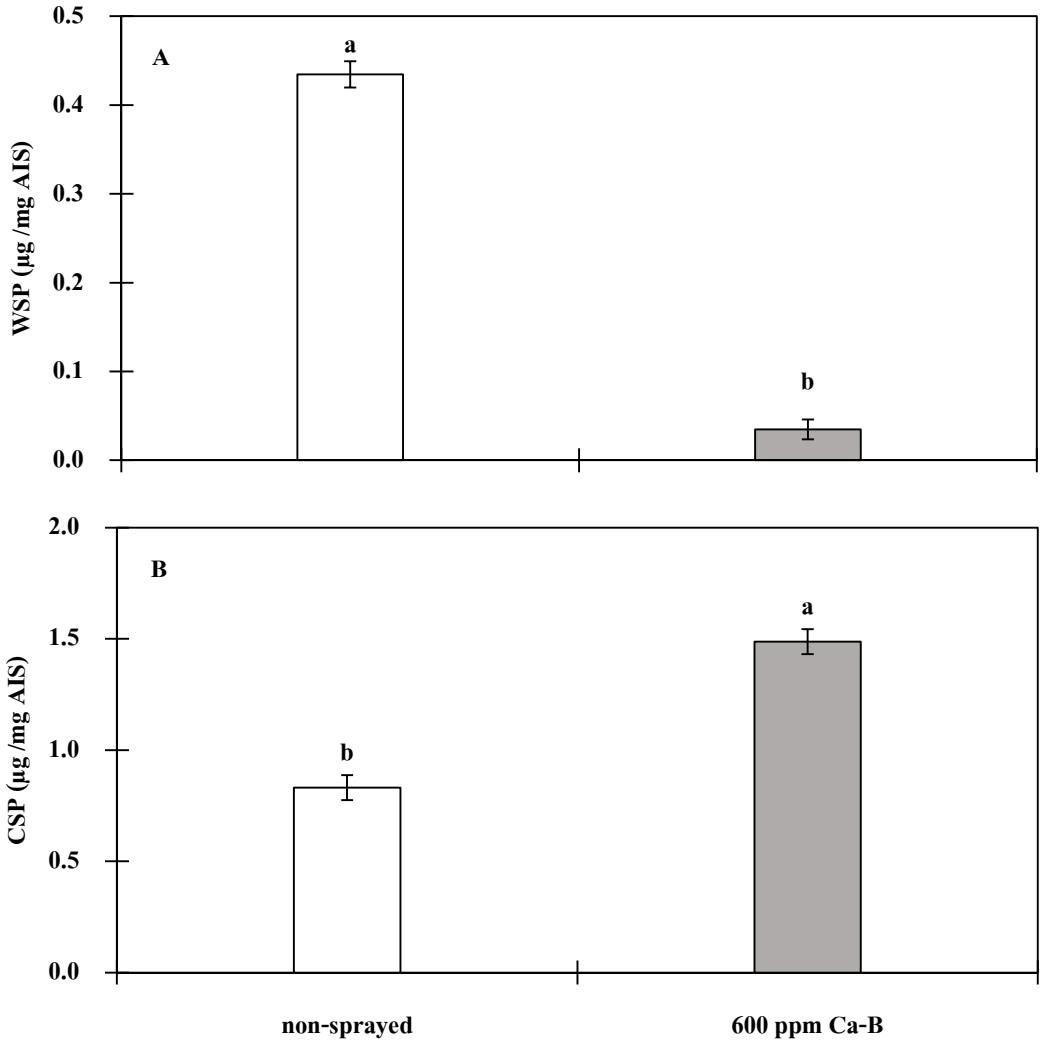
ปริมาณไลโคปีนในผล พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมะเขือเทศในชุดควบคุม และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าประมาณ 0.27 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ 20A, ตารางภาคผนวกที่ 11) เช่นเดียวกับปริมาณวิตามินซี พบว่ามะเขือเทศทั้ง 2 ชุดการทดลองมีค่าประมาณ 1 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ 20B, ตารางภาคผนวกที่ 11) แต่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติในกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระโดยมะเขือเทศที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนมีค่ามากกว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 20C, ตารางภาคผนวกที่ 11)



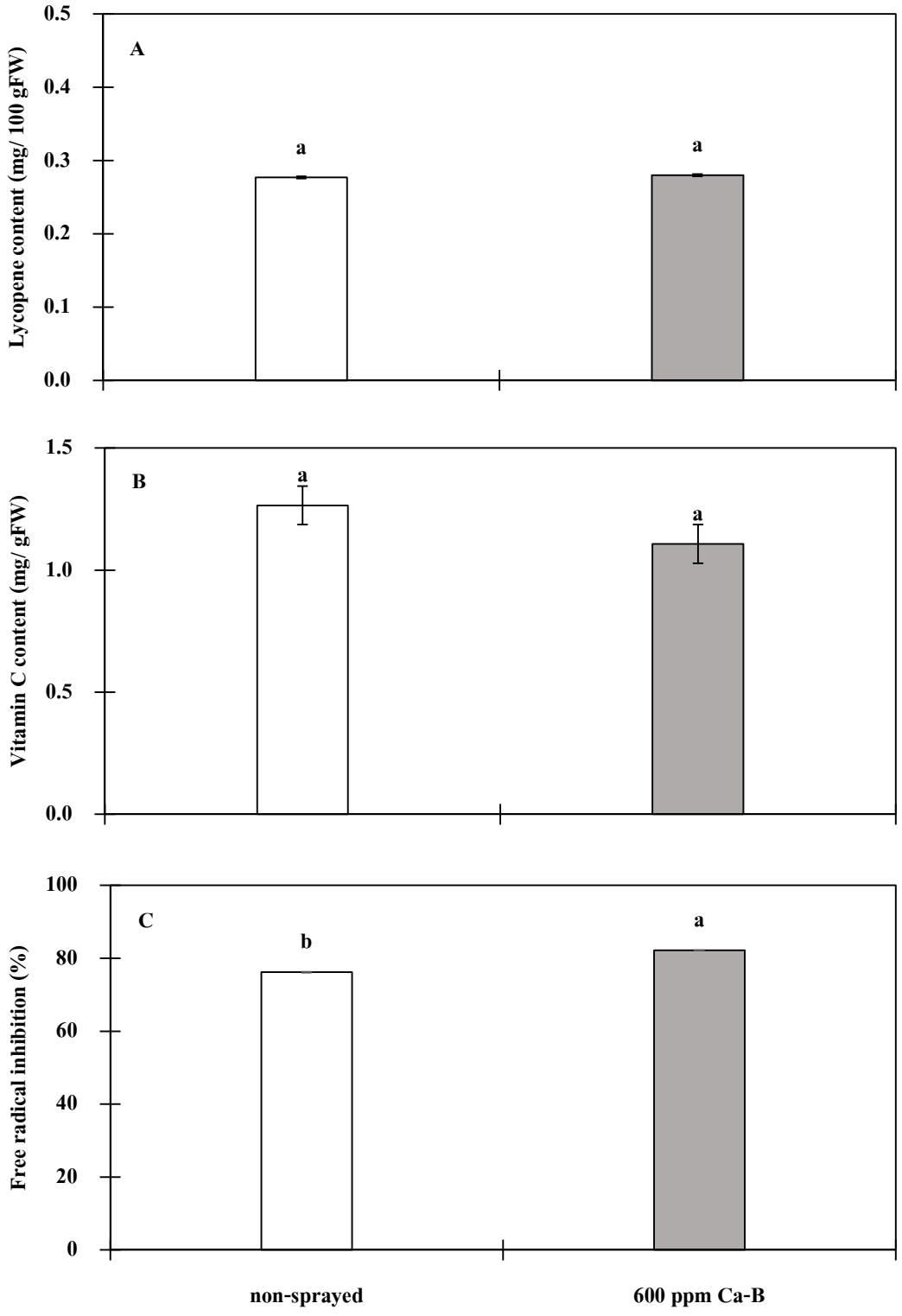
ภาพที่ 17 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (B) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตรเตรตได้ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก



ภาพที่ 18 ปริมาณแคลเซียมในผล (A) และความแน่นเนื้อ (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุด 7 วัน หลังออกดอก



ภาพที่ 19 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (A) และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก



ภาพที่ 20 ปริมาณไลโคปีน (A) ปริมาณวิตามินซี (B) และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

4.2 ผลการทดลองที่ 2.1 ศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้

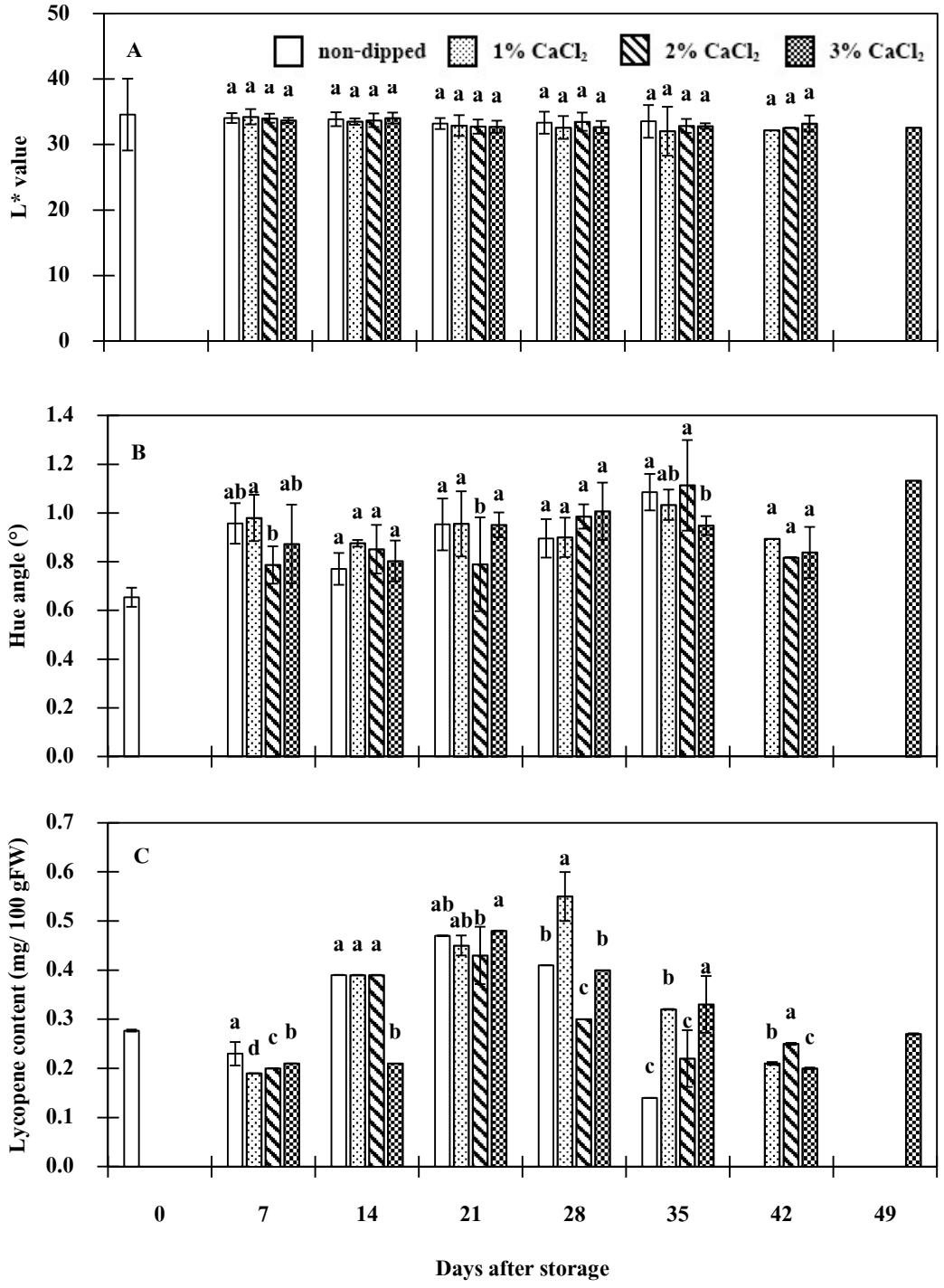
4.2.1 การเปลี่ยนแปลงสี

ค่าความสว่าง (L*) ของผลมะเขือเทศในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาพบว่า มะเขือเทศทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงโดยมะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่าลดลงจาก 45 เป็น 33 ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา ส่วนมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าลดลงจาก 34 เป็น 32 ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าลดลงจาก 33 เป็น 32 ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา แต่ไม่พบว่าความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 21A, ตารางภาคผนวกที่ 12)

ค่า hue angle พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยวันที่ 7 ของการเก็บรักษามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุดคือ 0.98 องศา และเพิ่มขึ้นเป็น 1.08 องศา ในวันที่ 35 ซึ่งในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุดคือ 1.11 องศา ในขณะที่มะเขือเทศในชุดควบคุม และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.95 และ 0.87 องศา เป็น 1.08 และ 1.13 องศา ในวันที่ 35 และ 49 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 21B, ตารางภาคผนวกที่ 13)

4.2.2 ปริมาณไลโคปีน

ปริมาณไลโคปีน พบว่าในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยๆ ลดลงโดยมะเขือเทศในชุดควบคุม มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอกไรด์ความเข้มข้น 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไลโคปีนสูงสุดในวันที่ 21 คือ 0.47, 0.43 และ 0.48 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และลดลงเหลือ 0.14, 0.25 และ 0.27 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 35, 42 และ 49 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ ในขณะที่มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไลโคปีนสูงสุดในวันที่ 28 คือ 0.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด แล้วลดลงเหลือ 0.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 21C, ตารางภาคผนวกที่ 14)



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (A) ค่า hue angle (B) และปริมาณไลโคปีน (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

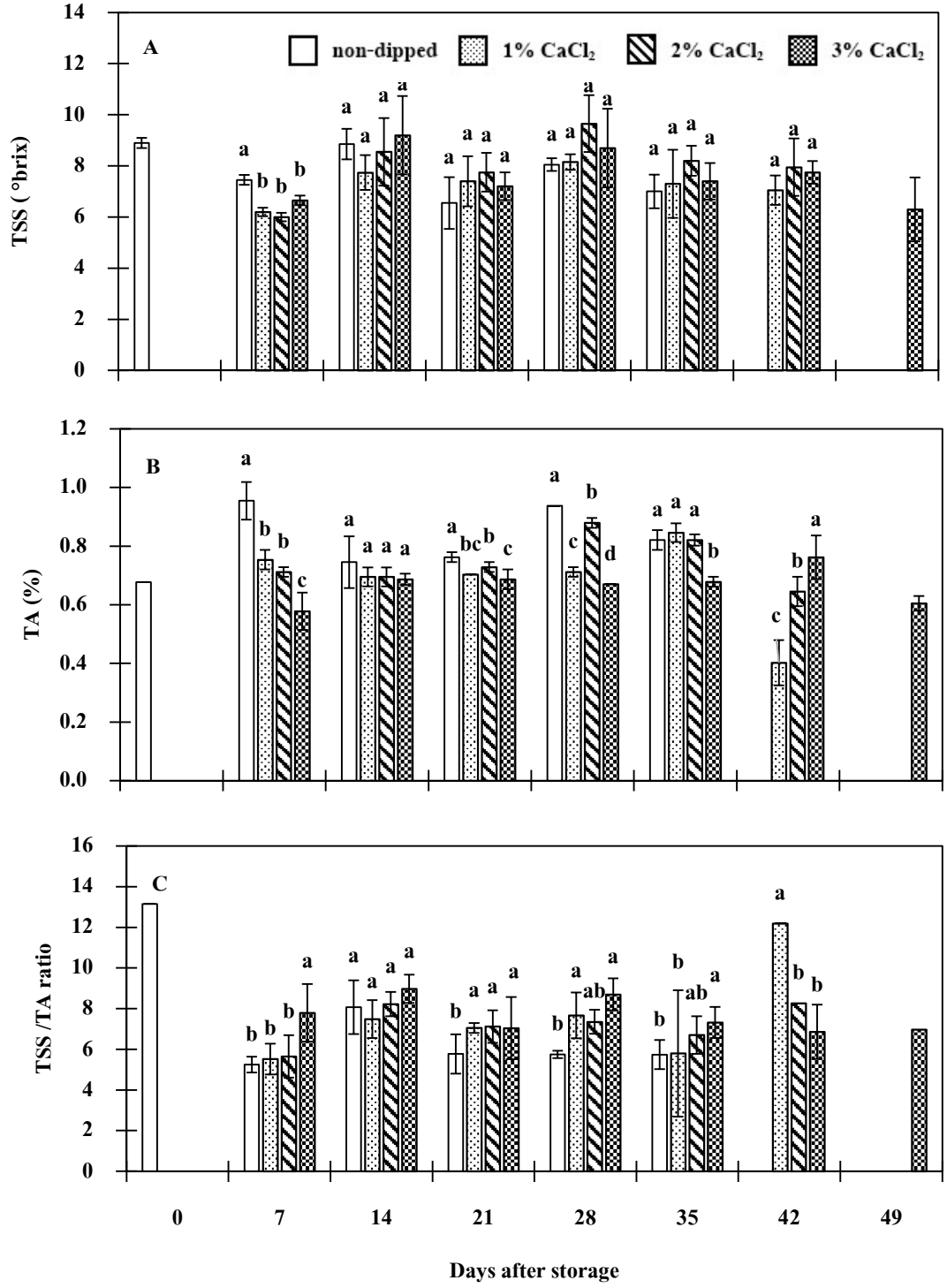
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาพบว่า มะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่ามากที่สุดคือ 7.45 องศาบริกซ์ และแตกต่างกันทางสถิติ พบว่าในวันที่ 14, 21 และ 35 วันของการเก็บเกี่ยว และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดของวันที่ 21 และ 35 คือประมาณ 7.75 และ 8.2 องศาบริกซ์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา โดยมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สูงที่สุดคือ 9.65 องศาบริกซ์ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 6.3 องศาบริกซ์ (ภาพที่ 22A, ตารางภาคผนวกที่ 15)

4.2.4 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาพบว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณมากที่สุด คือ 0.95 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ต่ำที่สุดคือ 0.57 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา ยังพบว่าในวันที่ 21, 28 และ 35 ของการเก็บรักษา มะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงที่สุด คือ 0.74, 0.76, 0.93 และ 0.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่ามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เท่ากับ 0.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 22B, ตารางภาคผนวกที่ 16)

4.2.5 สัดสวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

มะเขือเทศมีสัดส่วน TSS/TA ลดลงให้วันที่ 7 อย่างรวดเร็ว และค่าสัดส่วน TSS/TA ของมะเขือเทศในชุดควบคุมพบว่า มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดตลอดการเก็บรักษา และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติของสัดส่วนของ TSS/TA ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา โดยมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS/TA สูงที่สุด โดยมีค่าประมาณ 12 ในขณะที่มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสัดส่วนของ TSS/TA สูงที่สุดในวันที่ 7, 14, 28, 35 และ 49 ของการเก็บรักษา แต่ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 14, 21 และ 35 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 22C, ตารางภาคผนวกที่ 17)



ภาพที่ 22 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (B) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.2.6 การสูญเสียน้ำหนักสด

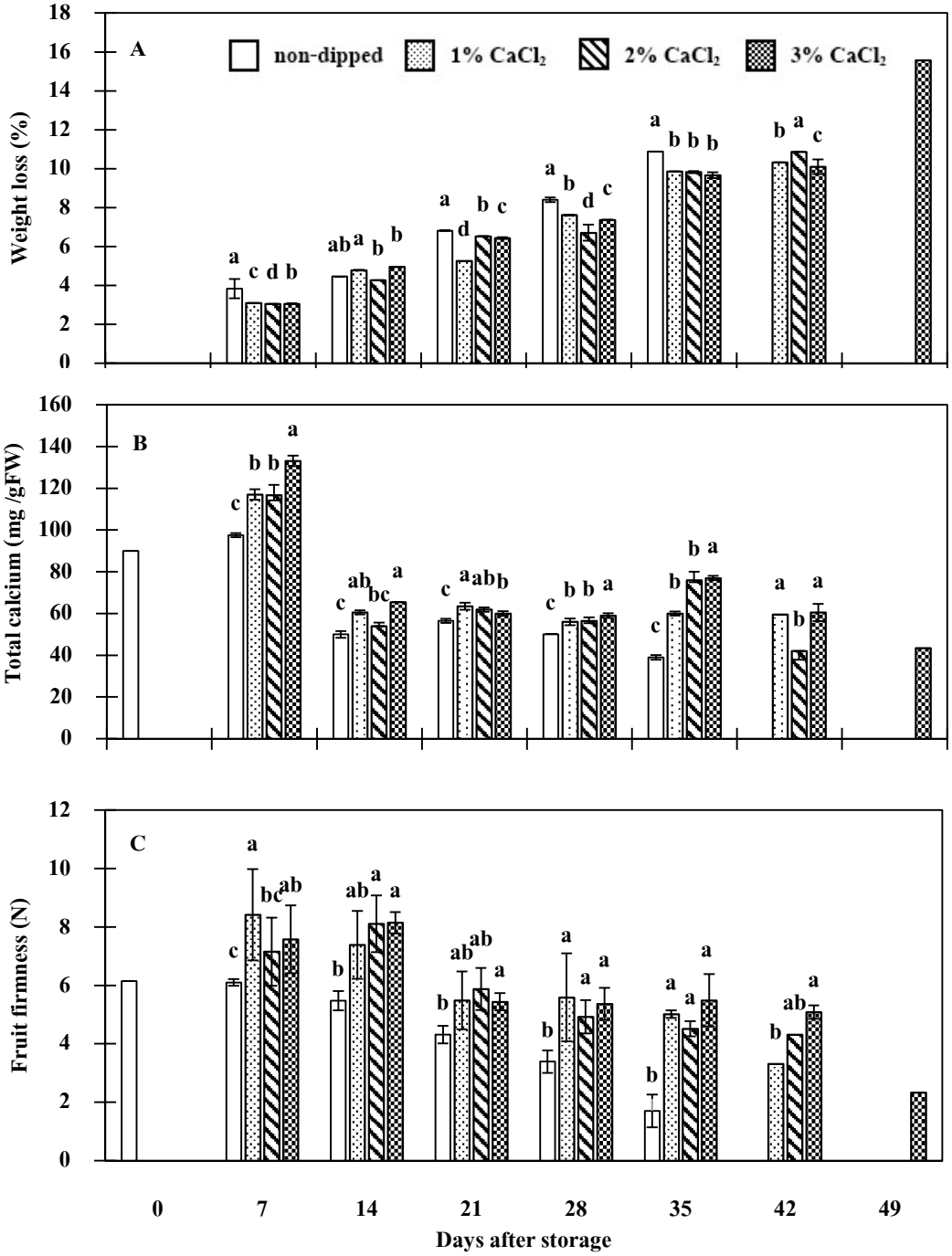
เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาโดนมะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่าเพิ่มจาก 3.84 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.88 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 35 และมีค่าสูงสุด มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3.1 เป็น 10.33 และ 3.06 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.87 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา ส่วน มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3.06 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15.58 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 23A, ตารางภาคผนวกที่ 18)

4.2.7 ปริมาณแคลเซียมในผล

มะเขือเทศมีปริมาณแคลเซียมในผลเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 และลดลงตลอดการเก็บรักษาซึ่งพบว่ามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุดคือ 133.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด แล้วลดลงเหลือ 43.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 49 รองลงมาเป็นมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคลเซียมในผลลดลงจาก 117 เป็น 59.50 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และ 116.80 เป็น 42 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 42 ในขณะที่มะเขือเทศในชุดความคุมมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด คือ 97.50 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และลดเหลือ 39 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 23B, ตารางภาคผนวกที่ 19)

4.2.8 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 แล้วลงลดตลอดการเก็บรักษา ซึ่งมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าลดลงจาก 8.42 เป็น 3.31 นิวตัน และ 7.15 เป็น 4.31 นิวตัน ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 7.57 นิวตัน แล้วลดลงเหลือ 2.33 นิวตัน ในวันที่ 49 ในขณะที่มะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 6.10 นิวตัน เป็น 1.70 นิวตัน ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 13C, ตารางภาคผนวกที่ 20)

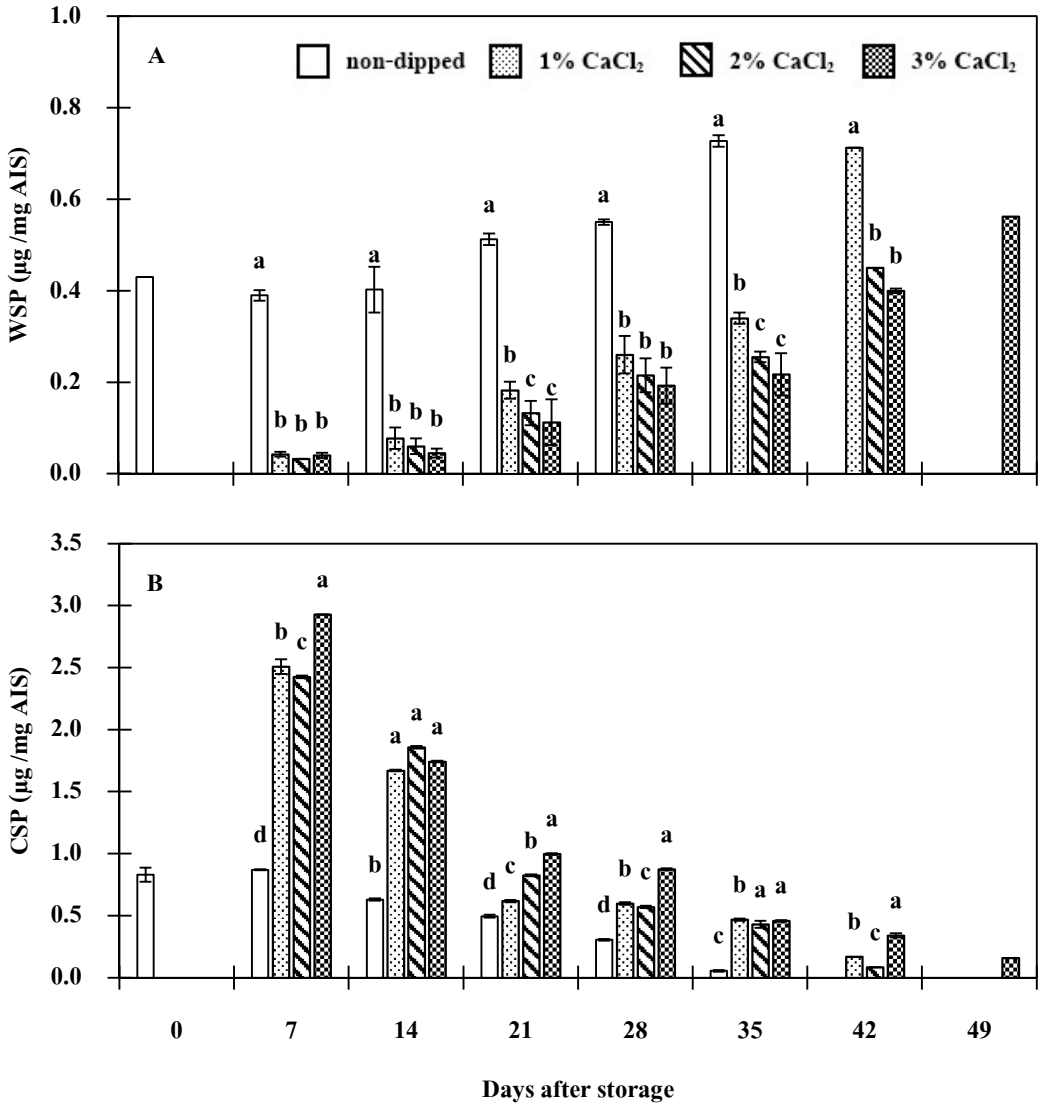


ภาพที่ 23 การสูญเสียน้ำหนักสด (A) ปริมาณแคลเซียม (B) และความแน่นเนื้อ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.2.9 ปริมาณเพคติน

ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (WSP) มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาโดยมะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำสูงสุดตลอดการเก็บรักษาและมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS เป็น 0.72 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 35 มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.04 เป็น 0.71 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS และ 0.03 เป็น 0.45 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 42 และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มจาก 0.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS เป็น 0.40 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 24A)(ตารางภาคผนวกที่ 21)

มะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA (CSP) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 0.83 เป็น 0.87 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 7 และลดลงเหลือ 0.05 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา ในขณะที่มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นมีปริมาณเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 7 แล้วลดลงตลอดการเก็บรักษา โดยมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.50 และ 2.42 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS แล้วลดเหลือ 0.17 และ 0.08 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ตามลำดับ ในวันที่ 35 ของการเก็บเกี่ยว และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มเป็น 2.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 7 และลดเหลือ 0.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 24B)(ตารางภาคผนวกที่ 22)



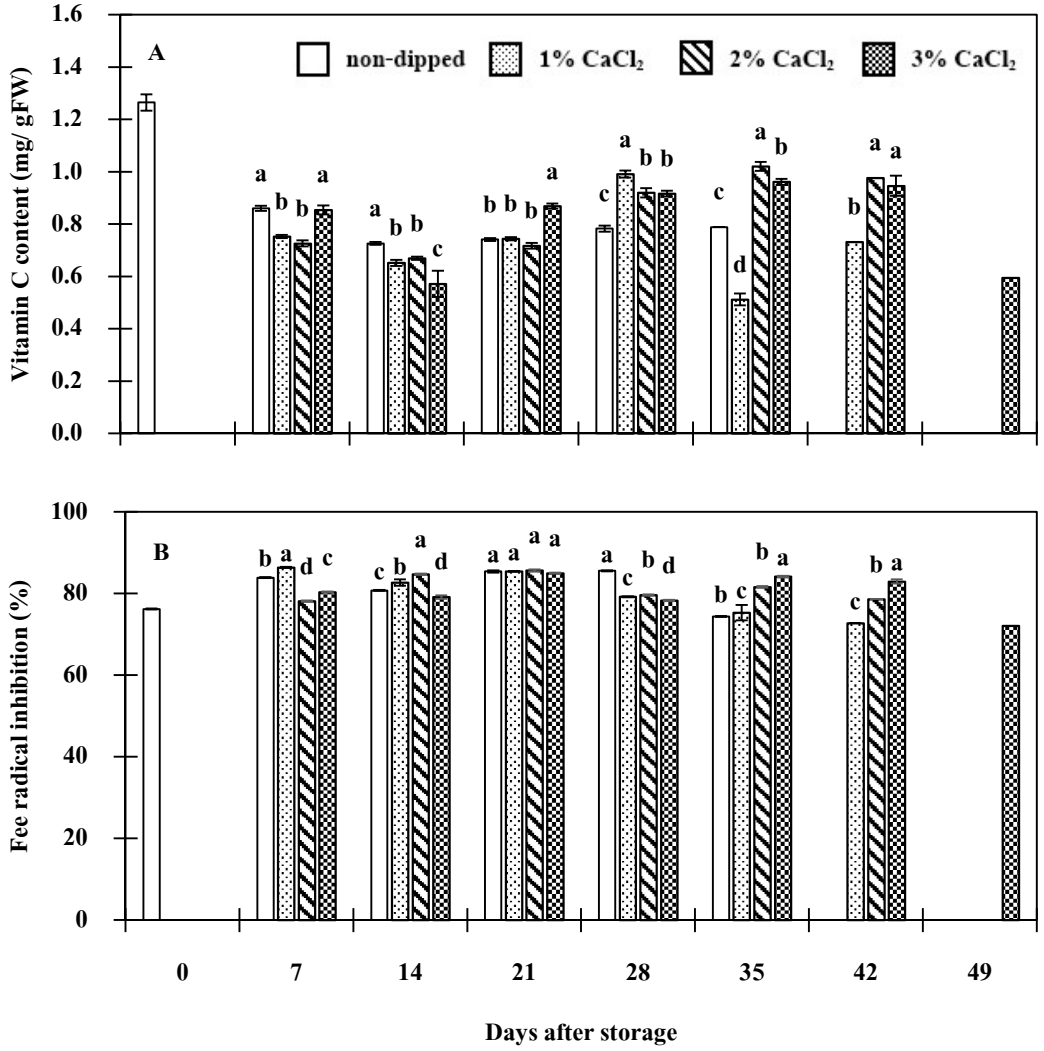
ภาพที่ 24 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (A) และปริมาณเพคตินที่ละลานได้ในสารละลาย CDTA (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.2.10 ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของมะเขือเทศพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา โดยวันที่ 7 ของการเก็บรักษาพบว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ 0.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดในวันที่ 28 และลดลงจาก 0.99 เป็น 0.73 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา ในขณะที่มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ยสูงสุดในวันที่ 35 โดยมีค่าเท่ากับ 1.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และลดลงเหลือ 0.97 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีลดลงจาก 0.96 เป็น 0.59 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ของวันที่ 35 และ 42 ตามลำดับ (ภาพที่ 25A, ตารางภาคผนวกที่ 23)

4.2.11 กิจกรรมาสารต้านอนุมูลอิสระ

กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของมะเขือเทศในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตลอกการเก็บรักษา โดยมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์มีการลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดการเก็บรักษา โดยในวันที่ 7 ของการเก็บรักษามีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 83.88 เปอร์เซ็นต์ ลดเหลือ 85.43 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 21 และ 72.7 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา และมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอ-ไรด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในวันที่ 21 ซึ่งค่าประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 72.7 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับมะเขือเทศที่แช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ที่มีกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในวันที่ 21 ประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเป็น 72.0 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ยังพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 25B, ตารางภาคผนวกที่ 24)



ภาพที่ 25 ปริมาณวิตามินซี (A) และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรด-เลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.3 ผลการทดลองที่ 2.2 ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

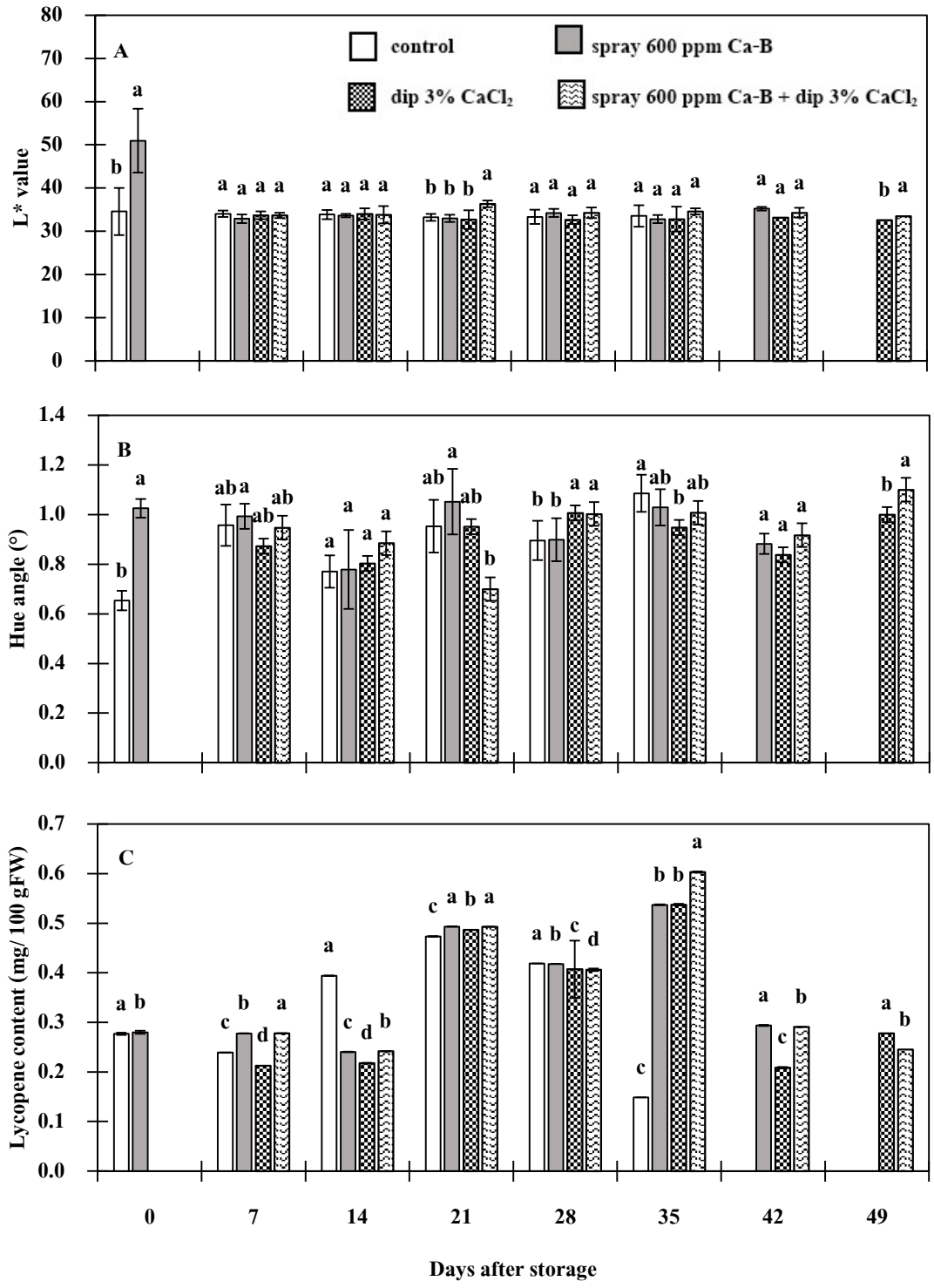
4.3.1 การเปลี่ยนแปลงสี

มะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่า L* ลดลงตลอดการเก็บรักษาเล็กน้อยจาก 34.03 ในวันที่ 7 เป็น 33.54 ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวและแช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเก็บรักษามีค่า L* มีค่าลดลงจาก 33.67 ในวันที่ 7 เป็น 31.48 ในวันที่ 49 และยังพบว่าในวันที่ 21 ของการเก็บรักษามีค่า L* เท่ากับ 36.36 ซึ่งสูงสุด และพบความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยว พบว่ามีค่า L* เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 32.67 และ 32.89 เป็น 33.57 และ 35.22 ตามลำดับ (ภาพที่ 26A, ตารางภาคผนวกที่ 25)

ค่า hue angle ระหว่างการเก็บรักษามีค่าไม่แตกแตกกันมาก แต่พบว่ามะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.65 เป็น 0.96 องศา ในวันที่ 7 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 1.09 ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา ในขณะที่มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าลดลงจาก 1.02 เป็น 0.99 องศา ในวันที่ 7 และ 0.88 ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วนแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.87 และ 0.94 เป็น 1 องศา ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 26B, ตารางภาคผนวกที่ 26)

4.3.2 ปริมาณไลโคปีน

มะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณไลโคปีนสูงสุดในวันที่ 21 คือ 0.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด แล้วลดเหลือ 0.14 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีปริมาณไลโคปีนสูงสุด 0.53 ในวันที่ 35 และลงอย่างรวดเร็วเป็น 0.29 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เช่นเดียวกับมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอ-ไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไลโคปีนสูงสุดในวันที่ 35 คือ 0.53 เป็น 0.27 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และ 0.60 เป็น 0.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 26C, ตารางภาคผนวกที่ 27)



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงค่า L* (A) ค่า hue angle (B) และปริมาณไลโคปีน (C) ของมะเขือเทศ-เชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.3.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

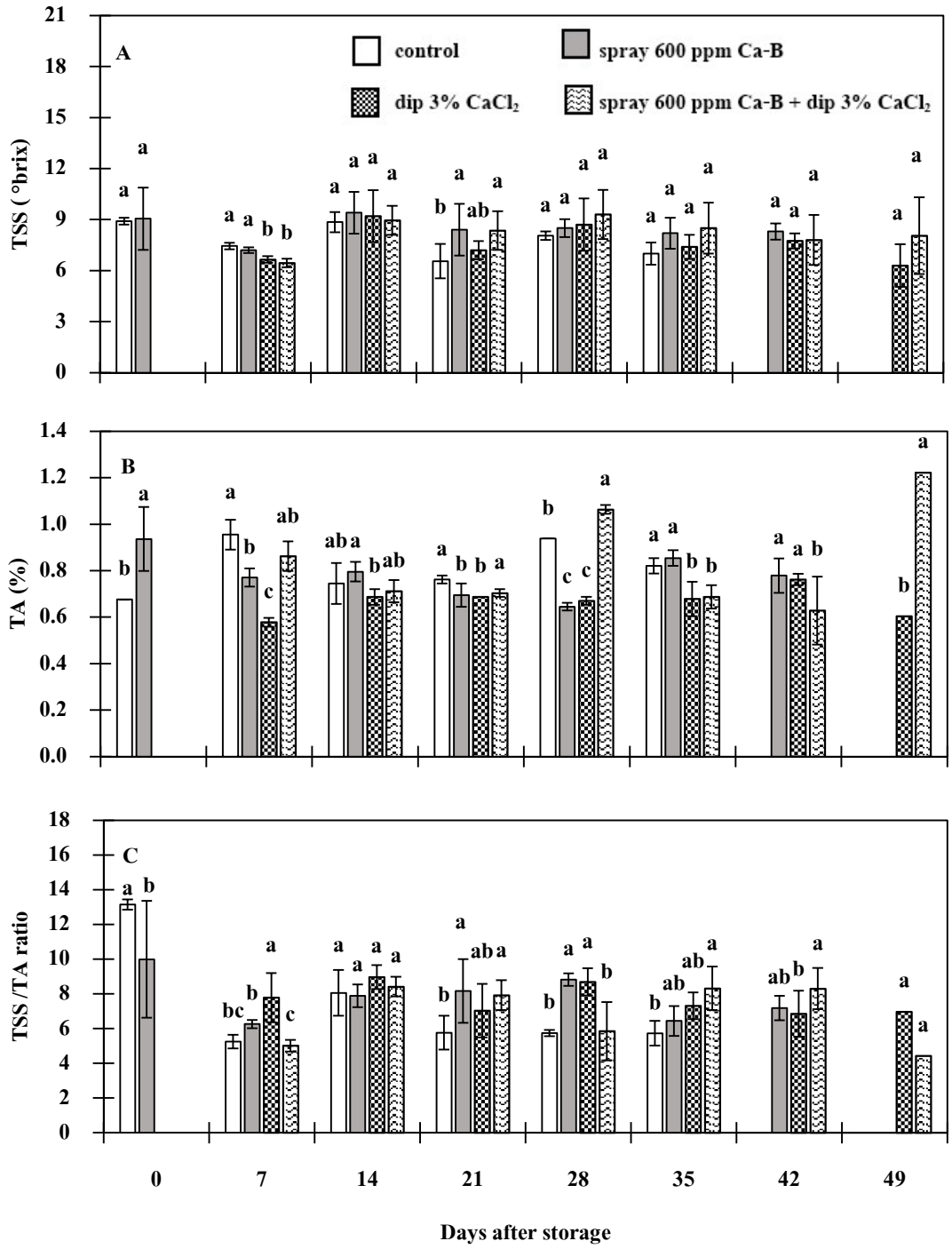
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาพบว่า มะเขือเทศในชุดควบคุม และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดโดยมีค่าประมาณ 7 องศาบริกซ์ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และในวันที่ 14 และ 21 ของการเก็บรักษา พบว่ามะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียม-โบรอนมีค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด คือ 9.4 และ 8.4 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 28, 35, 42 และ 49 ของการเก็บรักษาพบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการเก็บรักษามีค่าสูงที่สุด คือ 9.3, 8.5, 7.8 และ 8.05 องศาบริกซ์ ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 27A, ตารางภาคผนวกที่ 28)

4.3.4 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

มะเขือเทศในทุกชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา โดยมะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงที่สุดในวันที่ 7, 21 และ 28 คือ 0.95, 0.76 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวันที่ 14, 35 และ 42 ของการเก็บรักษา พบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนมีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงที่สุดคือ 0.79, 0.85 และ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มากที่สุดคือ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 27B, ตารางภาคผนวกที่ 29)

4.3.5 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

ค่าสัดสวนของ TSS/TA ในวันที่ 7 และ14 ของการเก็บรักษาพบมะเขือเทศแช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุดประมาณ 7 และพบว่ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าสัดส่วนของ TSS/TA สูงที่สุดในวันที่ 21 และ 28 โดยมีค่าเท่ากับ 8.17 และ 8.82 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวันที่ 35 และ 42 มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสัดส่วน TSS/TA มากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 8.32 แบะ 8.3 ตามลำดับ (ภาพที่ 27C, ตารางภาคผนวกที่ 30)



ภาพที่ 27 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (B) และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (C) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.3.6 การสูญเสียน้ำหนักสด

มะเขือเทศในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุดในวันที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 ของการเก็บรักษาโดยมีค่า 3.84, 4.47, 6.81, 8.40 และ 10.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันที่ 42 และ 49 ของการเก็บรักษา พบว่ามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนังสดสูงที่สุด คือ 10.10 และ 15.58 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพียง 9.11 และ 13.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 28A, ตารางภาคผนวกที่ 31)

4.3.7 ปริมาณแคลเซียมในผล

มะเขือเทศในทุกชุดการทดลองมีปริมาณแคลเซียมในผลเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 จากนั้นลดคงตลอดการเก็บรักษา โดยมะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณแคลเซียมลดลงจาก 97.5 เป็น 39 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีปริมาณแคลเซียมในผลลดลงอย่างรวดเร็วจาก 130.75 เป็น 90 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 14 แล้วลดเหลือ 43.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคลเซียมในผลลดลงจาก 131.75 เป็น 65.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 14 แล้วลดเหลือ 43.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา ในขณะที่มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคลเซียมในผลลดลงจาก 146.25 เป็น 102 และ 53.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 14 และ 49 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีปริมาณแคลเซียมในผลสูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 28B, ตารางภาคผนวกที่ 32)

4.3.8 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

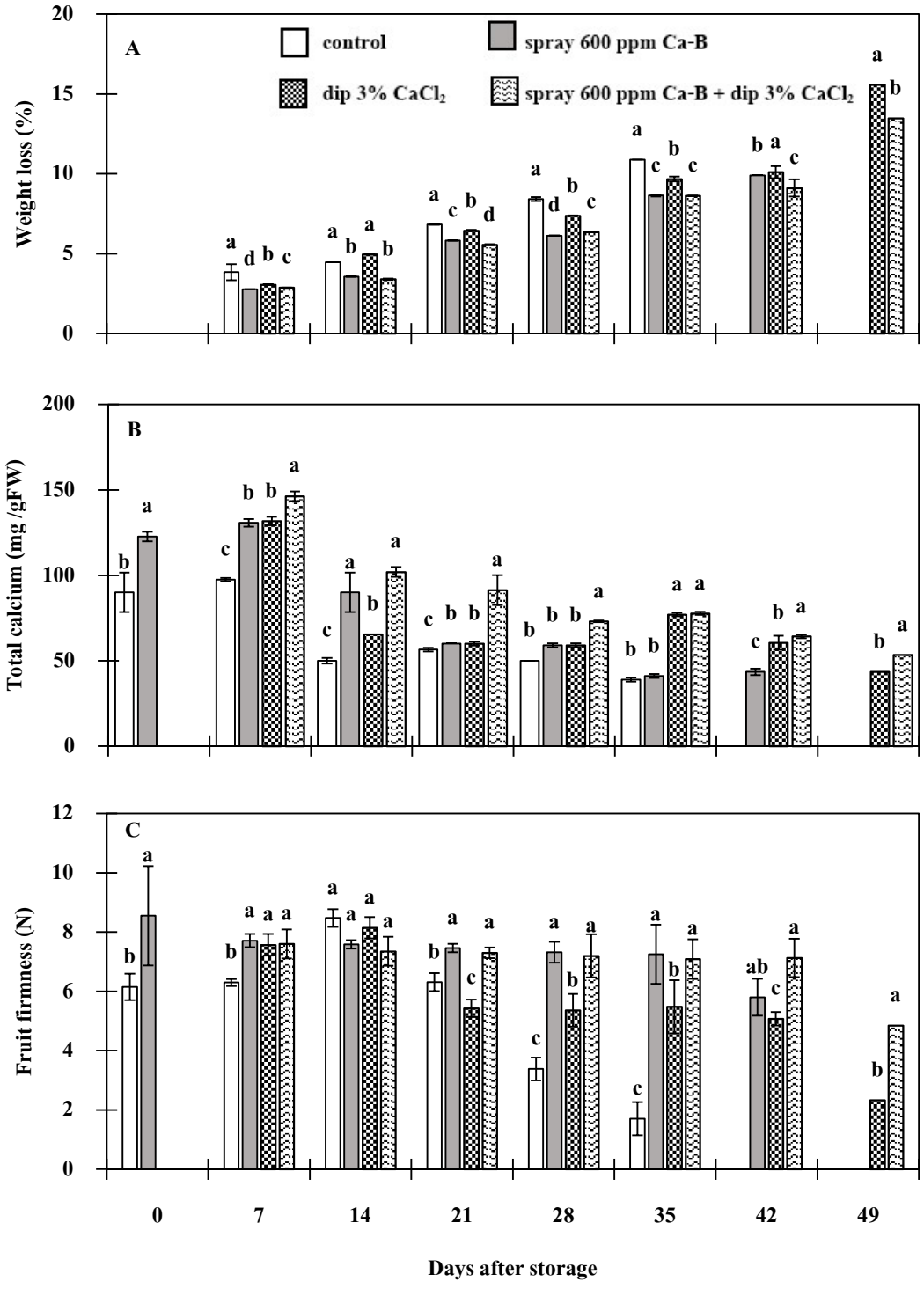
มะเขือเทศมีค่าความแน่นเนื้อลดลงตลอดการเก็บรักษา โดยมะเขือเทศในชุดควบคุมมีค่าลดลงจาก 6.15 เป็น 1.70 นิตัน ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าลดลงจาก 7.71 เป็น 5.80 นิวตัน ในวันที่ 42 ในขณะที่มะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อลดลงจาก 7.57

เป็น 2.33 นิวตัน และ 7.60 เป็น 4.84 นิวตัน ตามลำดับ ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา ซึ่งตลอดการเก็บรักษามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุดเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น (ภาพที่ 28C, ตารางภาคผนวกที่ 33)

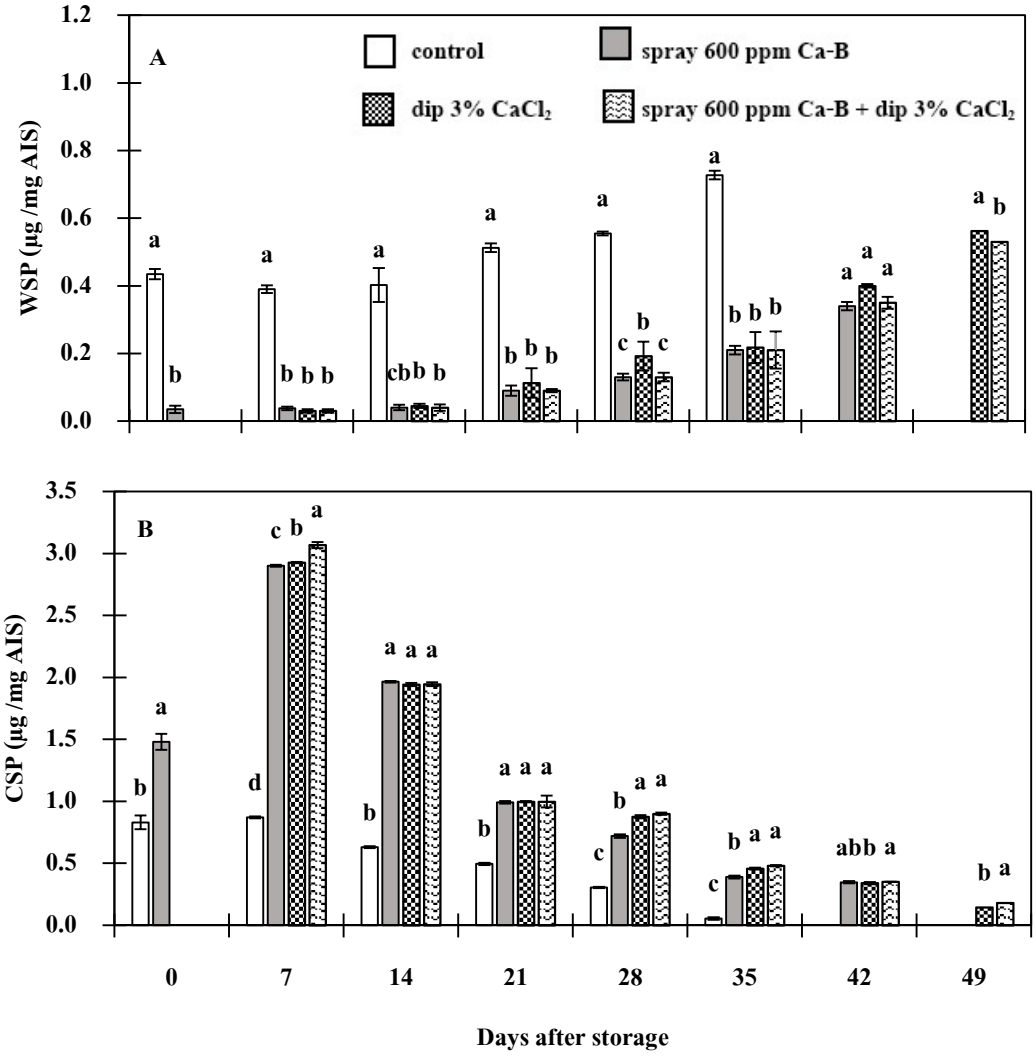
4.3.9 ปริมาณเพคติน

มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำได้ (WSP) เพิ่มขึ้นจาก 0.03 เป็น 0.34 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 42 เช่นเดียวกับมะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มจาก 0.03 เป็น 0.56 และ 0.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ตามลำดับ ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา ในขณะที่มะเขือเทศในชุดควบคุมมีปริมาณเพคตินที่ละลายในน้ำได้สูงสุดตลอดการเก็บรักษา และพบความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 29A, ตารางภาคผนวกที่ 34)

ปริมาณเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA (CSP) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติตลอดการเก็บรักษา มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA สูงสุดตลอดการเก็บรักษา คือ 3.06 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS และลดลงเหลือ 0.18 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา ในขณะที่มะเขือเทศในชุดควบคุม และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าลดลงจาก 0.86 เป็น 0.05 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS และ 2.9 เป็น 0.34 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS ในวันที่ 35 และ 42 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ และวันที่ 49 ของการเก็บรักษาพบว่า มะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่ด้วยแคลเซียม-คลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA มากกว่ามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ อยู่ 0.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS และพบความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 29B, ตารางภาคผนวกที่ 35)



ภาพที่ 28 การสูญเสียน้ำหนักสด (A) ปริมาณแคลเซียม (B) และความแน่นเนื้อ (C) ของมะเขือเทศ-เชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน



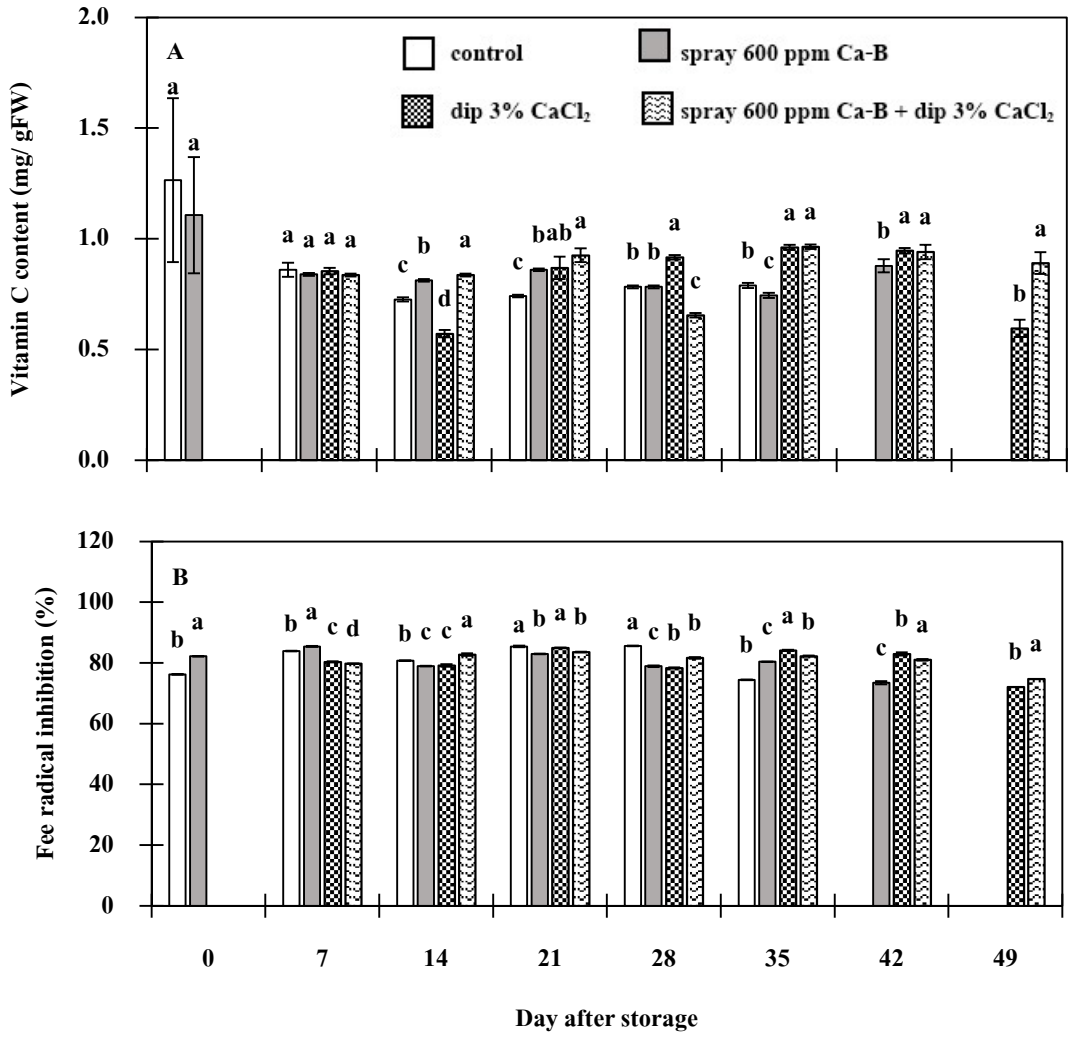
ภาพที่ 29 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (A) และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

4.3.10 ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมะเขือเทศในทุกชุดการทดลองมีปริมาณวิตามินซีประมาณ 0.8 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวิตามินซีสูงสุดในวันที่ 14, 21, 35, 42 และ 49 โดยมีค่าเท่ากับ 0.83, 0.92, 0.96, 0.94 และ 0.88 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และยังพบว่าในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา มีปริมาณวิตามินซีมากกว่ามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 0.29 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และพบความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 30A, ตารางภาคผนวกที่ 36)

4.3.11 กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ

มะเขือเทศในชุดควบคุมมีกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 76 เป็น 83 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7 และลดลงเหลือ 74 ในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 82 เป็น 85 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7 และลดลงเหลือ 73 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา และพบว่าในวันที่ 49 ของการเก็บรักษามะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่ามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ อยู่ 2 เปอร์เซ็นต์ และพบความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 30B, ตารางภาคผนวกที่ 37)



ภาพที่ 30 ปริมาณวิตามินซี (A) และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (B) ของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทางใบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

การฉีดพ่นช่อดอกมะเขือเทศด้วยสารละลายแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผล และน้ำหนักผลต่อต้นมากกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร เนื่องจากแคลเซียมมีบทบาทสำคัญต่อพืช คือ ช่วยในการแบ่งเซลล์ และการสร้างฮอร์โมนไซโตไคนินเพื่อให้เกิดตาดอก และยังมีผลต่อการยืดตัวของหลอดละอองเรณู (ยงยุทธ โอสถสภา. 2558) และโบรอนเป็นธาตุอาหารที่ช่วยการส่งเสริมการเคลื่อนย้ายพลังงานจากการสังเคราะห์แสงและการตรึงคาร์บอนไดออกไซน์ในปฏิกิริยาไม่ใช้แสงเพื่อได้คาร์โบไฮเดรตจากกระบวนการดังกล่าวมาใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาผลผลิต (Haque *et al*. 2011) แสดงให้เห็นว่าการใช้แคลเซียมร่วมกับโบรอนสามารถเพิ่มขนาด และปริมาณของผลผลิตได้ (Passam *et al*. 2007; Tariq and Mote. 2007) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdur และ Ihsan (2012) พบว่าการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนในรูปแคลเซียมคลอไรด์ และบอแรกซ์ ทำให้มะเขือเทศมีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากกว่าชุดควบคุมประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และ มีน้ำหนักผลผลิต 30 กรัม ตามลำดับ

เมื่อฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนให้กับมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ทุก 7 วัน ตั้งแต่อายุ 20 วัน จนกระทั่งมีอายุ 48 วันหลังการย้ายปลูก ทำให้ปริมาณกรดที่ไตเตรดได้ ปริมาณแคลเซียมในผล ความแน่นเนื้อ และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA เพิ่มขึ้น โดยแคลเซียมช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมเพคเทต (Loomis and Durst. 1992) และโบรอนมีส่วนในการรักษาแคลเซียมเพคเทตเช่นเดียวกัน ขณะที่ Clarkson and Hanson (1980) รายงานว่าแคลเซียมมีบทบาทป้องกันการย่อยสลายของมิลเดิลลาเมลลาจากเอมไซม์ polygalacturonase ซึ่งเร่งปฏิกิริยาการสลายสารเพคเทต โดยพบว่ากิจกรรมของเอมไซม์ชนิดนี้จะถูกยับยั้งเมื่อมีแคลเซียมความเข้มข้นสูง และโดยปกติในระยะสุกแก่ของผลจะมีปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นทำให้ผลไม้อ่อนนุ่ม ดังนั้นหากมีการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนให้กับผลผลิตตั้งแต่เล็กจนเก็บเกี่ยวสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและยังคงความแข็งแรงของเซลล์ได้ (Hening *et al*. 1996) นอกจากนี้การฉีดพ่นด้วยแคลเซียมสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมในผล จึงทำให้ผลไม้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) และยังพบว่าแคลเซียมควบคุมการอ่อนนุ่มของเนื้อผลและการเสื่อมสภาพในเยื่อหุ้มเซลล์ของผลเมล่อน (Lester. 1996; Lamikanra and Watson. 2004) และการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนให้กับสตรอเบอร์รี่ทำให้มีปริมาณแคลเซียมในผล และความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Pawel and Mariusz. 2003)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส พบว่าในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา มีค่า L* และ ค่า hue angle สูงกว่าชุดที่แช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว สอดคล้องรายงานของ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (2553) ในระหว่างการสุกและการพัฒนาของผลมะเขือเทศจะเกิดการสูญเสียคลอโรฟิลล์ (สีเขียว) และการพัฒนาของแคโรทีนอยด์ (สีเหลืองและสีส้ม) ไลโคปีน (สีแดง) เพิ่มขึ้น แต่พบว่ามีปริมาณไลโคปีนต่ำกว่าชุดที่แช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากแคลเซียมมีผลในการยับยั้งการผลิตเอทิลีน เพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อ และควบคุมการสุกได้ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาไลโคปีนระหว่างการสุก (Shi and Maguer. 2000; Izumi and Watada. 1994; Hong and Lee. 1999) การฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อปริมาของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ แต่มีผลทำให้ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้สูงกว่ามะเขือเทศที่แช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว ซึ่งโดยปกติหลังการเก็บเกี่ยวเมื่อผลผลิตเกิดการสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต เช่น การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล เมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตผลมีความหวานเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดอินทรีย์ (organic acid) ภายในผลิตผลจะลดลงทำให้มีความเปรี้ยวลดลง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผลและสภาพแวดล้อม (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549; พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553)

มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนก่อนการเก็บเกี่ยวร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บรักษา พบว่าสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณแคลเซียมในผล และความแน่นเนื้อตลอดการเก็บรักษาได้ดีกว่ามะเขือเทศที่แช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว จากการรายงานของ Will และคณะ (1977) ที่พบว่าในขณะที่มะเขือเทศกำลังพัฒนามักมีปริมาณแคลเซียมในผลเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุด จากนั้นปริมาณแคลเซียมในผลจะเริ่มลดลง ช่วงเวลาเดียวกันนั้นแคลเซียมในผนังเซลล์ก็แปรสภาพจากที่เคยเกาะอยู่อย่างเหนียวแน่นมาเป็นสารที่ละลายน้ำได้ ทำให้ปริมาณเอทิลีนในผลเพิ่มขึ้น หากมีการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมขณะที่ผลกำลังพัฒนา หรือได้รับหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยให้ความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นหรือยืดเวลาการสุกออกไปได้ โดยแคลเซียมจะไปรวมตัวกับเพคตินในมิดเดิลลาเมลล่าใน

ผนังเซลล์ทำให้เกิดโครงสร้างที่เรียกว่า egg box model ซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ (Aghdam *et al*. 2012; Luna *et al.* 1999) จึงทำให้มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเพคตินที่ละลายในสารละลาย CDTA มากกว่าชุดที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว และมีปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำในระหว่างการเก็บรักษาต่ำกว่าชุดควบคุม

มะเขือเทศมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น แคโรทีนอยด์ วิตามินซี และสารประกอบฟีนอลต่างๆ (Giovanelli *et al*. 1999) การเพิ่มขึ้นของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระระหว่างการเก็บรักษาเกิดจากขบวนการสุก และสารสะสมสารประกอบฟีนอล (Cano *et al*. 2003) จากการรายงานของ Davey และคณะ (2000) พบว่าในระหว่างการเก็บรักษานั้นสามารถใช้ปริมาณวิตามินซีเป็นตัวบงชี้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระได้ และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาสูงกว่าชุดที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์พียงอย่างเดียวและชุดควบคุม

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดเลดี้ สรุปได้ว่า

1. การฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทำให้จำนวนผลต่อช่อดอก เปอร์เซ็นต์การติดผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักต่อผล น้ำหนักผลต่อช่อดอก และน้ำหนักผลต่อต้นเพิ่มขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอก และจำนวนดอกต่อช่อดอก ในด้านคุณภาพมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนมีปริมาณกรดที่ไตเตรดได้ ปริมาณแคลเซียมในผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระสูกกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอน

2. การแช่ผลมะเขือเทศด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ก่อนการเก็บรักษาสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณแคลเซียมในผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA และการเพิ่มขึ้นของเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ ได้ดีกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้แช่แคลเซียมคลอไรด์ โดยที่ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ คือความเข้มข้นที่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังเพิ่มอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศได้ถึง 49 วัน

3. มะเขือเทศที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 ppm เพียงอย่างเดียว และที่ร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณแคลเซียมในผล และเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่ามะเขือเทศในชุดควบคุม นอกจากนี้มะเขือเทศที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับการแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA ปริมาณวิตามินซี และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในวันที่ 49 ของการเก็บรักษา สูงกว่ามะเขือเทศที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียว

บรรณานุกรม

กรุง สีตะธนี. 2555. **การปลูกมะเขือเทศเชอรี่ในภาคกลาง**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

"_____". 2550. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช**. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 หน้า.

ชลาธร วัฒนากร และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2548. ผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงสุกพร้อมบริโภค (พันธุ์น้ำดอกไม้). **Postharvest Newsletter**. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2548.

นภา ขันสุภา และ พิทักษ์ พุทธวรชัย. 2545. ผลของสารแคลเซียม-โบรอน (Calcium-Boron) ต่อคุณภาพของผลมะเขือเทศพันธุ์ VF134 (Lycopersicon esculentum Mill.). การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 2. 28 – 30 พฤษภาคม 2545 ณ โรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซส ขอนแก่น .กำหนดการประชุมและบทคัดย่อ. หน้า 140.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2526. **มะเขือเทศ**. แผนกสวนผัก คณะผลิตกรรมการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีแม่โจ้.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์ . 2553. Fruit ripening / การสุกของผลไม้. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1839/fruit- ripening. 17 เมษายน 2561.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 237 หน้า.

สุนทร พิพิธแสงจันทร์. 2555. **แคลเซียม-โบรอน จำเป็นต่อพืชอย่างไร**. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

"_____". 2558. **ธาตุอาหารพืช (ปรับปรุง)**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

Abdur RAB and Ihsan-ul HAQ. 2012. Foliar application of calcium chloride and borax influences plant growth, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry.** 36 (2012) 695-701.

Aghdam, M.S., Hassanpouraghdam, M.B., Paliyath, G. and Farmani, B. (2012). The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetable and flowers. **Scientia Horticulturae**. 144: 102-115.

Ahmed Mujtaba and Tariq Masud. 2014. Enhancing Post Harvest Storage Life of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cv. Rio Grandi Using Calcium Chloride. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**. 14 (2): 143-149.

Ahmed Mujtaba, Tariq Masud, Shahid Javed Butt, Mudassar Ali Qazalbash, Wajiha Fareed, Azka Shahid. 2014. Potential role of calcium chloride, potassium permanganate and boric acid on quality maintenance of tomato cv. Rio grandi at ambient temperature. **International Journal of Biosciences.** Vol. 5, No. 9, p. 9-20.

Akhtar, A., Abbasi, N. A., and Hussain, A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. **Pakistan Journal of Botany**, 42(1), 181-188.

Atilla, D., Metin, T., Melek, E., Adem, G., Nizamettin, A., Aslihan, E., and Ertan, Y. 2010. Effects of boron fertilizer on tomato, pepper, and cucumber yields and chemical composition. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 41:1576–1593.

Bagheri, M., Esna-Ashari, M.and Ershadi, A. 2015. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (Diospyros kaki Thunb.) cv. 'Karaj'. **International Journal of Horticultural Science and Technology,** Vol. 2, No. 1; June 2015, pp 15-26.

Bhattarai, D.R. and Gautam, D.M. (2006). Effect of harvesting method and calcium on postharvest physiology of tomato. **Nepal Agriculture Research Journal.** 7: 37-41.

Brewbaker, J. L. and Kwack, B. H. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. **Botanical Society of America**. 50: 747-858.

Cano A, Acosta M, Arnao B. 2003. Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on vine-ripening of tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill). **Post harvest Biology and Technology.** 28, 59-65.

Cardozo, V.P., Pizetta, N.V. and Teixeira, N.T. 2001. Manuring of foliate with calcium and boron in the culture of the tomato (Lycopersicon esculentum Mill) cv. Debora Max. **Ecossistema**. 26(1): 39-41.

Conway, W.S. and Sams, C.E. 1987. The effect of postharvest infiltration of calcium, magnesium or strontium on decay, firmness, respiration and ethylene production in apples. **Journal of American Society for Horticultural Science.** 112: 300–303.

Davey, M.W., Montagu, M.V., Inze, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I.J.J., Strain, J.J., Favell, D. and Fletcher, J. 2000. Plant L-ascorbic acid:chemistry, function,

metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 80: 825–860.

Dimitrios, G. and D.D. Pavlina. 2005. Summer-pruning and preharvest calcium chloride sprays affect storability and low temperature breakdown incidence in kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**. 36: 303-308.

El-Khawaga, S. 2003. Effect of girdling and foliar application of some nutrients on growth, flowering, yield and fruit quality of manzanillo olive trees grown in sandy soil. **JAS**, Mansoura University. 28(3): 2124-2124.

Fallahi, E., W. S. Conway, K. D. Hickey and C.E. Sams. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. 2(5): 831-835.

Gastol, M., and I. Domagala-Swiatkiewicz. 2006. Effect of foliar sprays on potassium, magnesium and calcium distribution in fruits of the pear. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research.** 14(2): 169-176.

Gharezi M, Joshi N, Sadeghian E. 2012. Effect of Post Harvest Treatment on Stored Cherry Tomatoes. **Journal of Nutrition and Food Sciences**. 2:157.

Giovanelli G, Lavelli V, Peri C, Nobili S. 1999. Variation in antioxidant component of tomato vine and post harvest ripening. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 79, 1583-1588.

Haque, M.E., A.K. Paul and J.R. Sarker. (2011). Effect of nitrogen and boron on the growth and yield of tomato (Lycopersicon esculentum M.)**. Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2: 277–282.

Hening, H., H.B. Patrick and M.L. John. 1996. Species variability in boron requirement in correlated with cell wall pectin. **Journal of Experimental Botany**. 47: 227-232.

Heper, P. K. and Waynen, R.O. 1985. Calcium and plant development. **Annual Review of Plant Physiology**. 36, 397-439.

Hong, J.H. and S.K. Lee. 1999. Effect of calcium treatment on tomato fruit ripening. **Journal of the Korean society for horticultural science** 40: 638-642.

Hussain, P. R., Meena, R. S., Dar, M. a., and Wani, a. M. 2012. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of red delicious apple. **Journal of Food Science and Technology**. 49(4), 415–426.

Iwahori,S. 1965. High Temperature Injury in Tomato, IV. Development of normal flower buds and morphological abnormalities of flower buds treated with high temperature." **Journal of Japan Society of Horticultural Science.** 34: 34-41.

Izumi, H. and A.E. Watada. 1994. Calcium treatment affects the storage quality of shredded carrots. **Journal of Food Science and Technology**. 6: 187-194.

Jeschke W.D. and J.S. Pate. 1991. Modelling the uptake, flow and utilization of C, N and H_2O within whole plants of *Ricinus communis* L. based on empirical data. **Journal of Plant Physiology.** 137, 488-98.

Joyce, D.C., Shorter, A.J. and Hockings, P.D. (2001). Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. (2001). **Scientia Horticulturae**. 91: 81-99.

Kamal, B.A., 2000. **Physiological studies on nutrition status and productivity of olive tree under new lands condition**. Ph. D.Thesis Zagazig University, Egypt.

Kaviani, I., M. Basirat, and M. J. Malakouti. 2004**. A comparison between the effects of fertigation and soil application of potassium chloride and soluble SOP on the yield and quality of tomato in Borazjan Region of Boushehr**. In: Proceedings of IPI Regional Workshop on Potassium and Fertigation Development in West Asia and North Africa, Rabat, Morocco. pp. 1–6. International Potash Institute: Horgen, Switzerland, 2004.

Lamikanra, O., and M.A. Watson. 2004. Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. **Journal of Food Science**. 69(6): 468-472.

Lester, G. 1996. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. **Postharvest Biology and Technology.** 7: 91-96.

Luna-Guzman, I., Cantwell, M. and Barrett, D. M. 1999. Fresh-cut cantaloupe: Effect of $CaCl_2$ dips and heat treatment on firmness and metabolic activity. **Post Biology and Technology**. 17 (3): 201-213.

Lolaei, A. 2012. Effect of Calcium Chloride on Growth and Yield of Tomato under Sodium Chloride Stress. **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**. 2 (3): 155-160.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Plants. 2nd edition, Academic Press. New York.

Maryam Bagheri, Mahmoud Esna-Ashari, Ahmad Ershadi. 2015. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (Diospyros kaki Thunb.) cv. 'Karaj'. **International Journal of Horticultural Science and Technology**. Vol. 2, No. 1; June 2015, pp 15-26

Melek Ekinci, Aslıhan Esringu, Atilla Dursun, Ertan YildirIm, Metin Turan, M. RüŞtü Karaman, Tuba Arjumend. 2014. Growth, yield, and calcium and boron uptake of tomato (Lycopersicon esculentum L.) and cucumber (Cucumis sativus L.) as affected by calcium and boron humate application in greenhouse conditions. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry.** 39 (5): 613-632.

Nadeem Akhtar AbbaasIi, Lubna Zafar, Hammad Aziz Khan and Abdul Ahad Qureshi. 2013. Effects of naphthalene acetic acid and calcium chloride application on nutrient uptake,

growth, yield and post-harvest performance of tomato fruit. **Pakistan Journal of Botany**. 45(5): 1581-1587.

Naz, R.M.M., Muhammad, S. and Hamid, A. 2012 a. Effect of boron on the growth and yield of tomato. **Journal of Horticultural Research**. 11(3): 68-70.

Nonnecke, I.B.L.1989. **Vegetable Production**. Avi Book Publishers. New York, USA. pp.200-229.

Palta, J.P. 1997. Role of calcium in plant response to stress: linking basic research to the solution of practical problems. **HortScience**. 32 (5): 831-835.

Passam HC, Karapanos IC, Bebeli PJ, Savvas D (2007) A review of recent research on tomato nutrition, breeding and postharvest technology with reference to fruit quality. **The European Journal of Plant Science and Biotechnology.** 1: 1–21.

Pawel Wo´jcik and Mariusz Lewandowski. 2003. Effect of Calcium and Boron Sprays on Yield and Quality of ''Elsanta'' Strawberry. **Journak of Plant Nutrition.** Vol. 26, No. 3, pp. 671–682.

Pilbeam, D.J. and P.S. Morley. 2007. **Calcium**. In Handbook of Plant Nutrition. (A.V. Barker and D.J. Pilbleam eds.), CRC Press, Tayor and Francis Group, New York.

Roor, V.E. and Smilde, K.W. 1981. **Nutritional disorders in glasshouse tomatoes, cucumbers and lettuce**. Cantre for Agricultural Puldishing and Documentation, Wageningen, The Netherland, 130 pp.

Sams, C. E. and Conway, W. S. 1984. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronide content, and quality of 'Golden Delicious' apple fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science.** 109 (1): 53-55.

Sarrwy, S.M.A., E.G. Gadalla and E.A.M. Mostafa. (2012). Effect of calcium nitrate and boric acid sprays on fruit set, yield and fruit quality of cv. amhat date palm. **International Journal of Agricultural Science**. 8(5): 506-515.

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

Sharma, R.R., V.P. Sharma and Pandey S.N. 2004. Mulching influences plant growth and albinism disorder in strawberry under subtropical climate. **Acta Horticulturae**. 662: 187–191.

Shi J, Le Maguer M. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. **Critical Review in Food Science and Nutrition** 40, 1-42.

Shol'nik MY. 1965. **The Physiological Role of B in Plants**. London, UK: Borax Consolidated Limited.

Sohail, M., Ayub, M., Khalil, S. A., Zeb, A., Ullah, F., Afridi, S. R. and Ullah, R. 2015. Effect of calcium chloride treatment on post harvest quality of peach fruit during cold storage. **International Food Research Journal**. 22(6): 2225-2229.

Stanley, D.W., M.C. Bourne, A.P. Stone and W.V. Wismer. 1995. Low temperature blanching effects of chemistry, firmness and structure of canned green beans and carrots. **Food Science**. (60): 327-333.

Tariq M, Mote CJB (2007) Calcium-boron interaction in radish plants grown in sand culture. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences.** 44: 123–129.

Vaz, R. L. and Richardson, D. G. 1985. Effect of calcium on respiration rate, ethylene production and occurrence of cork spot in 'd Anjou' pears (*Pyrus communis* L.). **Acta Hort Science**. 157: 227-236.

Wills, R.B.H., S.I.H. Tirmazi and K.J. Scott. 1977. Use of calcium to delay ripening of tomatoes. **HortScience.** 12: 551-552.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (มิลลิเมตร) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	Day after transplant				
	20	27	34	41	48
non-sprayed	2.53±0.56[1/]	2.73±0.58	2.78±0.59	2.81±0.62	2.81±0.62
600 ppm Ca-B	2.99±0.46	3.05±0.45	3.07±0.44	3.07±0.45	3.07±0.45
T-test	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.	20.18	18.50	18.28	18.62	18.66

[1/] ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 2 ความยาวก้านช่อดอก (เซนติเมตร) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	Day after transplant				
	20	27	34	41	48
non-sprayed	5.30±2.05[1/]	7.15±0.71b[2/]	8.65±1.04	10.15±1.57	13.24±2.13
600 ppm Ca-B	9.10±5.19	10.90±1.55a	11.10±1.64	12.10±1.64	12.70±1.62
T-teat	ns	*	ns	ns	ns
%C.V.	59.88	46.47	44.77	45.39	45.03

[1/] ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผลมะเขือเทศหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ในวันที่ 34, 41 และ 48 ก่อนการเก็บเกี่ยว

Treatment	Day before harvest		
	34	41	48
non-sprayed	66.70±7.34[1/]	47.40±6.57b[2/]	34.57±5.47b
600 ppm Ca-B	58.70±3.43	61.77±7.28a	50.95±7.40a
T-test	ns	*	*
%C.V.	9.14	12.87	15.24

[1/] ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของผลมะเขือเทศหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ในวันที่ 34, 41 และ 48 ก่อนการเก็บเกี่ยว

Treatment	Day before harvest		
	34	41	48
non-sprayed	183.55±12.69[1/]	178.9±3.44	0.65±0.03
600 ppm Ca-B	181.51±2.22	176.33±5.44	1.02±0.37
T-test	ns	ns	ns
%C.V.	4.99	10.22	26.14

[1/] ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 5 จำนวนดอกต่อช่อดอก จำนวนผลต่อช่อดอก และเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	number of flower per inflorescence	number of fruit per inflorescence	percentage of fruit set
non-sprayed	11.20±3.64[1/]	6.00±2.40b[2/]	56.45±5.66b
600 ppm Ca-B	11.30±2.00	9.20±2.34a	94.04±9.45a
T-test	ns	*	*
%C.V.	25.44	37.31	35.81

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้วผล (มิลลิเมตร) ความยาวขั้วผล (มิลลิเมตร) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล (มิลลิเมตร) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	Diameter of peduncle	Length of peduncle	Diameter of fruit
non-sprayed	1.11±0.14[1/]	0.98±0.06	18.08±2.52b[2/]
600 ppm Ca-B	1.32±0.29	1.02±0.07	21.42±1.80a
T-test	ns	ns	*
%C.V.	19.12	6.90	13.85

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 7 น้ำหนักต่อผล (กรัม) น้ำหนักผลต่อช่อ (กรัม) และน้ำหนักผลต่อต้น (กรัม) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	Fruit weight	Fruit weight per inflorescence	Fruit weight per plant
non-sprayed	2.20±0.15[1/]b	13.11±5.11b[2/]	129.65±10.07b
600 ppm Ca-B	2.58±0.41a	23.42±5.93a	223.76±13.25a
T-test	*	*	*
%C.V.	15.07	41.34	28.07

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตรเตรตได้ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียม-โบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	TSS	TA	TSS /TA ratio
non-sprayed	8.90±0.20[1/]	0.67±0.00b[2/]	13.15±0.00
600 ppm Ca-B	9.05±1.83	0.93±0.13a	9.99±0.13
T-test	ns	*	ns
%C.V.	14.55	12.04	20.66

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 9 ปริมาณแคลเซียมในผล (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียม-โบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุด 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	Total calcium	Fruit firmness
non-sprayed	90±11.54	6.15±0.44
600 ppm Ca-B	122.70±2.79	8.55±1.67
T-test	**	*
%C.V.	7.90	16.68

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 10 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) และปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	WSP	CSP
non-sprayed	0.43±0.01[1/]a	0.83±0.83b[2/]
600 ppm Ca-B	0.03±0.01b	1.48±1.48a
T-test	**	**
%C.V.	5.60	5.22

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 11 ปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยแคลเซียม-โบรอนความเข้มข้น 600 พีพีเอ็ม ทุก 7 วัน หลังออกดอก

Treatment	Lycopene content	Vitamin c content	Free radical inhibition
non-sprayed	0.27±0.00[1/]	1.26±0.37	76.19±0.11b[2/]
600 ppm Ca-B	0.28±0.00	1.10±0.26	82.20±0.03a
T-test	ns	ns	**
%C.V.	0.95	27.07	0.11

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	34.57±5.47[1/]	34.03±0.74	33.88±1.05	33.22±0.82	33.34±1.66	33.55±2.49	-	-
1% $CaCl_2$	-	34.23±0.63	33.52±1.17	32.90±0.47	32.61±1.57	32.05±1.72	32.20±3.73	-
2% $CaCl_2$	-	34.01±3.33	33.71±0.67	32.75±10.2	33.49±1.08	32.87±1.38	32.54±1.06	-
3% $CaCl_2$	-	33.68±0.97	34.03±0.39	32.71±0.84	32.68±0.93	32.82±0.91	33.21±0.41	32.58±1.24
F-test	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
%C.V.	15.84	5.27	2.62	2.49	4.09	5.23	7.74	7.39

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	0.65±0.03[1/]	0.95±0.08ab[2/]	0.77±0.06	0.95±0.10a	0.89±0.07	1.08±0.07a	-	-
1% $CaCl_2$	-	0.98±0.06a	0.87±0.09	0.95±0.01a	0.89±0.13	1.03±0.08ab	0.99±0.06	-
2% $CaCl_2$	-	0.78±0.29b	0.85±0.07	0.78±0.10b	0.98±0.19	1.11±0.04a	0.81±0.18	-
3% $CaCl_2$	-	0.87±0.06ab	0.80±0.16	0.95±0.08a	1.00±0.05	0.94±0.11b	0.83±0.03	1.13±0.10
F-test	-	*	na	*	ns	*	ns	-
%C.V.	12.01	17.35	12.88	9.25	13.33	8.08	15.7	18.56

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	0.27±0.00[1/]	0.23±0.02a[2/]	0.39±0.00a	0.47±0.00ab	0.41±0.00b	0.14±0.00c	-	-
1% $CaCl_2$	-	0.19±0.00d	0.39±0.00a	0.45±0.02ab	0.55±0.04a	0.32±0.00b	0.21±0.00b	-
2% $CaCl_2$	-	0.20±0.00c	0.39±0.00a	0.43±0.05b	0.30±0.00c	0.22±0.05c	0.25±0.00a	-
3% $CaCl_2$	-	0.21±0.00b	0.21±0.00b	0.48±0.00a	0.40±0.00b	0.33±0.05a	0.20±0.00c	0.27±0.00
F-test	-	**	**	*	**	**	**	-
%C.V.	1.52	0.11	0.07	6.69	5.91	13.26	1.1	0.88

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 15 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	8.90±0.20[1/]	7.45±0.19a[2/]	8.85±0.59	6.55±1.01	8.05±0.5	7.00±0.65	-	-
1% $CaCl_2$	-	6.20±0.16b	7.74±0.68	7.40±0.97	8.15±0.30	7.30±1.33	7.05±0.57	-
2% $CaCl_2$	-	6.00±0.16b	8.55±1.32	7.75±0.75	9.65±1.11	8.20±0.58	7.95±1.12	-
3% $CaCl_2$	-	6.65±0.19b	9.20±1.53	7.20±0.54	8.70±1.53	7.40±0.71	7.75±0.44	6.30±1.24
F-test	-	**	ns	ns	ns	ns	ns	-
%C.V.	4.49	2.71	12.9	11.68	11.21	11.69	11.76	39.65

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 16 ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	0.67±0.00[1/]	0.95±0.06a[2/]	0.74±0.08	0.76±0.01a	0.93±0.00a	0.82±0.03a	-	-
1% $CaCl_2$	-	0.75±0.03b	0.69±0.03	0.70±0.00bc	0.71±0.01c	0.84±0.03a	0.40±0.07c	-
2% $CaCl_2$	-	0.71±0.01b	0.69±0.03	0.72±0.01b	0.87±0.01b	0.82±0.01a	0.64±0.05b	-
3% $CaCl_2$	-	0.57±0.06c	0.68±0.01	0.68±0.03c	0.67±0.03d	0.67±0.01b	0.76±0.07a	0.6±0.02
F-test	-	**	ns	**	**	**	**	-
%C.V.	0	6.52	7.15	2.85	1.48	3.35	13.09	8.17

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 17 สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	13.15±0.00[1/]	5.24±0.39b[2/]	8.06±1.31	5.76±0.96b	5.75±0.17b	5.73±0.71b	-	-
1% $CaCl_2$	-	5.51±0.277b	7.48±0.75	7.04±0.93a	7.67±0.23a	5.79±1.12b	12.18±3.10a	-
2% $CaCl_2$	-	5.64±0.09b	8.22±1.04	7.12±0.59a	7.34±0.79ab	6.70±0.59ab	8.25±0.92b	-
3% $CaCl_2$	-	7.78±0.94a	8.97±1.41	7.04±0.69a	8.70±1.53a	7.31±0.78a	6.85±0.76b	6.97±1.33
F-test	-	**	ns	*	**	*	**	-
%C.V.	4.49	8.81	14.22	12.06	11.93	12.99	24.42	38.14

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 18 การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	0±0.00[1/]	3.84±0.00a[2/]	4.47±0.49ab	6.81±0.00a	8.40±0.00a	10.88±0.12a	-	-
1% $CaCl_2$	-	3.10±0.00c	4.79±0.00a	5.26±0.00d	7.62±0.00b	9.86±0.02b	10.33±0.00b	-
2% $CaCl_2$	-	3.06±0.04d	4.26±0.00b	6.53±0.00b	6.71±0.00d	9.82±0.41b	10.87±0.05a	-
3% $CaCl_2$	-	3.61±0.00b	4.35±0.00b	6.44±0.01c	7.36±0.04c	9.67±0.01b	10.10±0.15c	15.58±0.37
F-test	-	**	*	**	**	**	**	-
%C.V.	0	0.62	5.39	0.11	0.32	2.16	1.02	4.79

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 19 ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	90.00±0.00[1/]	97.50±1.00c[2/]	50.00±1.63c	56.50±1.00c	50.00±0.00c	39.00±1.15c	-	-
1% $CaCl_2$	-	117.00±1.15b	60.50±2.52ab	63.50±1.00a	56.00±1.63b	60.00±1.63b	59.50±1.00a	-
2% $CaCl_2$	-	116.80±0.86b	54.00±4.90bc	62.00±1.63ab	56.50±1.00b	76.00±1.63a	42.00±4.00b	-
3% $CaCl_2$	-	133.10±0.82a	65.50±2.52a	60.00±0.00b	59.00±1.15a	77.00±1.15a	60.50±1.00a	43.50±4.12
F-test	-	**	**	**	**	**	**	**
%C.V.	25.66	0.84	5.45	1.79	2.02	2.24	5.24	18.96

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 20 ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	6.15±0.00[1/]	6.10±0.12c[2/]	5.47±0.33b	4.31±0.30b	3.38±0.39b	1.70±0.56b	-	-
1% $CaCl_2$	-	8.42±0.58a	7.38±1.57ab	5.48±1.16ab	5.58±0.99a	5.01±1.51a	3.31±0.13b	-
2% $CaCl_2$	-	7.15±0.58bc	8.10±1.16a	5.87±0.97ab	4.92±0.72a	4.51±0.57a	4.31±0.26ab	-
3% $CaCl_2$	-	7.57±0.32ab	8.14±1.16a	5.43±0.36a	5.36±0.30a	5.48±0.55a	5.08±0.90a	2.33±0.23
F-test	-	**	**	*	**	**	**	-
%C.V.	7.30	6.04	15.75	15.02	13.71	21.44	14.86	19.57

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 21 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศา-เซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	0.43±0.00[1/]	0.39±0.01a[2/]	0.40±0.05a	0.51±0.01a	0.55±0.01a	0.72±0.01a	-	-
1% $CaCl_2$	-	0.04±0.06b	0.07±0.01b	0.18±0.02b	0.26±0.02b	0.34±0.04b	0.71±0.01a	-
2% $CaCl_2$	-	0.03±0.01b	0.06±0.00b	0.13±0.02c	0.21±0.03b	0.25±0.04c	0.45±0.01b	-
3% $CaCl_2$	-	0.04±0.01b	0.04±0.01b	0.11±0.01c	0.19±0.05b	0.21±0.04c	0.40±0.05b	0.56±0.00
F-test	-	**	**	**	**	**	**	-
%C.V.	3.40	24.57	17.26	7.06	9.76	8.95	6.3	1.78

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 22 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศา-เซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	0.83±0.05[1/]	0.87±0.00d[2/]	0.63±0.00b	0.49±0.01d	0.30±0.00d	0.05±0.00c	-	-
1% $CaCl_2$	-	2.50±0.00b	1.67±0.05a	0.61±0.00c	0.59±0.00b	0.46±0.01b	0.17±0.00b	-
2% $CaCl_2$	-	2.42±0.00c	1.85±0.00a	0.82±0.00b	0.57±0.00c	0.43±0.00a	0.08±0.02c	-
3% $CaCl_2$	-	2.90±0.00a	1.74±0.00a	0.99±0.00a	0.87±0.00a	0.45±0.00a	0.34±0.00a	0.16±0.01
F-test	-	**	**	**	**	**	**	-
%C.V.	6.74	0.39	13.55	1.21	1.46	2.9	10.81	30.62

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 23 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	1.26±0.37[1/]	0.86±0.03a[2/]	0.72±0.00a	0.74±0.00b	0.78±0.00c	0.78±0.01c	-	-
1% $CaCl_2$	-	0.75±0.02b	0.65±0.00b	0.74±0.01b	0.99±0.00a	0.51±0.01d	0.73±0.02b	-
2% $CaCl_2$	-	0.72±0.01b	0.66±0.01b	0.71±0.00b	0.91±0.01b	1.02±0.01a	0.97±0.01a	-
3% $CaCl_2$	-	0.85±0.01a	0.57±0.01c	0.86±0.05a	0.91±0.00b	0.96±0.01b	0.94±0.01a	0.59±0.03
F-test	-	**	**	**	**	**	**	-
%C.V.	29.40	2.80	1.78	3.42	0.95	1.69	2.32	13.06

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 24 กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้แช่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
non-dipped	76.19±0.11	83.88±0.12b	80.74±0.10c	85.42±0.26	85.56±0.12a	74.36±0.10d	-	-
1% $CaCl_2$	-	86.40±0.12a	82.68±0.10b	85.43±0.75	79.19±0.10c	75.32±0.10c	72.70±1.90c	-
2% $CaCl_2$	-	78.16±0.10d	84.72±0.16a	85.62±0.16	79.61±0.28b	81.62±0.16b	78.61±0.16b	-
3% $CaCl_2$	-	80.36±0.10c	79.13±0.12d	84.98±0.42	78.32±0.12d	84.14±0.16a	82.94±0.18a	72.06±0.51
F-test	-	**	**	ns	**	**	**	-
%C.V.	0.29	0.14	0.16	0.54	0.22	0.17	1.64	1.42

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 25 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียม-โบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	34.57±5.47[1/]b	34.03±0.74	33.87±1.05	33.21±0.82b[2/]	33.33±1.66	33.54±2.49	-	-
spray 600 ppm Ca-B	50.95±7.40a	32.89±0.97	33.63±0.39	33.01±0.84b	34.22±0.93	32.81±0.91	35.22±0.41	-
dip 3% $CaCl_2$	-	33.67±1.53	34.02±0.90	32.70±1.30b	32.68±2.14	32.81±1.01	33.21±2.88	32.57±1.24b
spray 600 ppm Ca-B+ dip 3%$CaCl_2$	-	33.67±1.62	33.85±0.59	36.36±2.00a	34.28±0.78	34.61±1.23	34.30±0.70	33.48±1.14a
F-test	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
%C.V.	15.24	3.82	2.32	3.94	4.46	4.7	5.83	5.19

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 26 ค่า hue angle ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียม-คลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	0.65±0.03[1/]b	0.95±0.08ab[2/]	0.77±0.06	0.95±0.10ab	0.89±0.07b	1.08±0.07a	-	-
spray 600 ppm Ca-B	1.02±0.03a	0.99±0.05a	0.77±0.15	1.05±0.13a	0.89±0.08b	1.02±0.07ab	0.88±0.04	-
dip 3% $CaCl_2$	-	0.87±0.06b	0.80±0.16	0.95±0.08ab	1.00±0.05a	0.94±0.11b	0.83±0.03	1.03±0.10b
spray 600 ppm Ca-B + dip 3%$CaCl_2$	-	0.94±0.09ab	0.88±0.07	0.69±0.16b	1.00±0.02a	1.00±0.06ab	0.91±0.09	1.10±0.02a
F-test	*	*	ns	**	*	*	ns	*
%C.V.	26.14	8	15.34	13.56	6.86	8.32	8.58	9.18

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 27 ปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	0.27±0.00[1/]a	0.23±0.00c[2/]	0.39±0.00a	0.47±0.00c	0.41±0.00a	0.14±0.00c	-	-
spray 600 ppm Ca-B	0.28±0.00b	0.27±0.00b	0.24±0.00c	0.49±0.00a	0.41±0.00b	0.53±0.00b	0.29±0.00a	-
dip 3% $CaCl_2$	-	0.21±0.00d	0.21±0.00d	0.48±0.00b	0.40±0.00c	0.53±0.05b	0.20±0.00c	0.27±0.00a
spray 600 ppm Ca-B + dip 3%$CaCl_2$	-	0.27±0.00a	0.24±0.00b	0.49±0.00a	0.40±0.00d	0.60±0.00a	0.29±0.00b	0.24±0.00b
F-test	ns	**	**	**	**	**	**	**
%C.V.	1.34	0.09	0.14	0.12	0	6.33	0.51	0.48

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 28 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	8.90±0.02[1/]	7.45±0.19a[2/]	8.85±0.59	6.55±1.01b	8.05±0.25	7.00±0.65	-	-
spray 600 ppm Ca-B	9.05±1.83	7.20±0.16a	9.40±1.23	8.40±1.52a	8.50±0.52	8.20±0.90	8.30±0.47	-
dip 3% $CaCl_2$	-	6.65±0.19b	9.20±1.53	7.20±0.54ab	8.70±1.53	7.40±0.71	7.75±0.44	6.30±1.24
spray 600 ppm Ca-B+ dip 3% $CaCl_2$	-	6.45±0.25b	8.95±0.85	8.35±1.13a	9.30±1.44	8.50±1.50	7.80±1.46	8.05±2.25
F-test	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns
%C.V.	20.58	2.91	12.23	14.55	12.68	12.88	13.48	35.9

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 29 ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียม-โบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	0.67±0.00[1/]b	0.95±0.06a[2/]	0.74±0.08ab	0.76±0.01a	0.93±0.00b	0.82±0.03a	-	-
spray 600 ppm Ca-B	0.93±0.13a	0.77±0.03b	0.79±0.04a	0.69±0.05b	0.64±0.01c	0.85±0.03a	0.77±0.07a	-
dip 3% $CaCl_2$	-	0.57±0.06c	0.68±0.01b	0.68±0.03b	0.67±0.00c	0.67±0.01b	0.76±0.07a	0.60±0.02b
spray 600 ppm Ca-B+ dip 3% $CaCl_2$	-	0.86±0.04ab	0.71±0.06ab	0.70±0.04ab	1.06±0.01a	0.68±0.01b	0.62±0.05b	1.22±0.14a
F-test	**	**	*	*	**	**	**	**
%C.V.	17.03	6.75	8.03	5.52	1.43	3.54	10.74	16.21

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 30 สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียม-คลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	13.15±0.29[1/]a	5.24±0.39bc[2/]	8.06±1.31	5.76±0.96b	5.75±0.17b	5.73±0.71b	-	-
spray 600 ppm Ca-B	9.99±3.36b	6.26±0.23b	7.89±0.64	8.17±1.83a	8.82±0.36a	6.44±0.86ab	7.18±0.70ab	-
dip 3% $CaCl_2$	-	7.78±0.94a	8.97±0.94	7.04±0.69ab	8.70±1.53a	7.31±0.78ab	6.85±0.76b	6.97±1.33a
spray 600 ppm Ca-B+ dip 3% $CaCl_2$	-	5.01±0.30c	8.42±0.30	7.92±0.56a	5.85±0.85b	8.32±1.68a	8.30±1.24a	4.42±1.18b
F-test	*	**	ns	*	**	**	*	**
%C.V.	29.22	9.02	12.42	15.66	12.4	15.63	14.56	31.23

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 31 การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียม-โบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	0.00±0.00[1/]	3.84±0.00a[2/]	4.47±0.50a	6.81±0.00a	8.40±0.00a	10.88±0.12a	-	-
spray 600 ppm Ca-B	0.00±0.00	2.77±0.02d	3.57±0.00b	5.82±0.01c	6.13±0.01d	8.64±0.00c	9.90±0.06b	-
dip 3% $CaCl_2$	-	3.06±0.00b	4.95±0.00a	6.44±0.01b	7.36±0.04b	9.67±0.01b	10.10±0.15a	15.58±0.37a
spray 600 ppm Ca-B+ dip 3%$CaCl_2$	-	2.87±0.06c	3.40±0.00b	5.55±0.04d	6.35±0.03c	8.62±0.00c	9.11±0.01c	13.47±0.54b
F-test	-	**	**	**	**	**	**	**
%C.V.	0	1.01	6.33	0.37	0.42	0.66	1.12	4.53

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 32 ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	90.00±11.50[1/]b	97.50±1.00c[2/]	50.00±1.63c	56.50±1.00c	50.00±0.00b	39.00±1.15b	-	-
spray 600 ppm Ca-B	122.70±2.80a	130.75±2.22b	90.00±1.55a	60.00±0.00b	59.00±1.15b	41.00±1,15b	43.50±1.91c	-
dip 3% $CaCl_2$	-	131.75±1.71b	65.50±2.52b	60.00±0.00b	59.00±1.15b	77.00±1.15a	60.50±1.00b	43.50±4.12b
spray 600 ppm Ca-B + dip 3%$CaCl_2$	-	146.25±1.50a	102.00±2.83a	91.40±2.89a	73.00±8.72a	77.75±0.50a	64.25±0.96a	53.50±1.00a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
%C.V.	7.9	1.32	7.97	2.29	7.36	1.76	2.81	8.75

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 33 ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	6.15±0.44[1/]b	6.30±0.11b[2/]	8.48±0.30	6.31±0.30b	3.38±0.38c	1.70±0.55c	-	-
spray 600 ppm Ca-B	8.55±1.67a	7.71±0.22a	7.59±0.14	7.46±0.14a	7.32±0.35a	7.25±0.99a	5.80±0.62ab	-
dip 3% $CaCl_2$	-	7.57±0.31a	8.15±0.36	5.43±0.36c	5.36±0.29b	5.48±0.54b	5.08±0.89c	2.33±0.22b
spray 600 ppm Ca-B + dip 3%$CaCl_2$	-	7.60±0.36a	7.35±0.49	7.30±0.49a	7.20±0.17a	7.09±0.72a	7.13±0.66a	4.85±0.64a
F-test	*	**	ns	**	**	**	**	**
%C.V.	16.68	3.74	9.68	5.26	5.38	13.56	14.18	25.81

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 34 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	0.43±0.01[1/]a	0.39±0.01a[2/]	0.40±0.05a	0.51±0.01a	0.55±0.01a	0.72±0.01a	-	-
spray 600 ppm Ca-B	0.03±0.01b	0.03±0.01b	0.04±0.01cb	0.09±0.02b	0.13±0.01c	0.21±0.01b	0.34±0.01a	-
dip 3% $CaCl_2$	-	0.03±0.01b	0.04±0.01b	0.11±0.01b	0.19±0.04b	0.22±0.04b	0.40±0.05a	0.56±0.00a
spray 600 ppm Ca-B + dip 3%$CaCl_2$	-	0.03±0.01b	0.04±0.01b	0.09±0.01b	0.13±0.01c	0.21±0.01b	0.35±0.06a	0.53±0.02b
F-test	**	**	**	**	**	**	ns	**
%C.V.	5.60	5.95	19.3	5.48	8.83	6.95	6.69	1.75

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 35 ปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลาย CDTA (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม AIS) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	0.83±0.05[1/]b	0.87±0.00d[2/]	0.63±0.00b	0.49±0.01b	0.30±0.00c	0.05±0.01c	-	-
spray 600 ppm Ca-B	1.48±0.06a	2.90±0.00c	1.96±0.00a	0.99±0.00a	0.72±0.01b	0.39±0.01b	0.34±0.00ab	-
dip 3% $CaCl_2$	-	2.92±0.01b	1.94±0.00a	0.99±0.01a	0.87±0.00a	0.45±0.01a	0.34±0.00b	0.14±0.01b
spray 600 ppm Ca-B + dip 3%$CaCl_2$	-	3.06±0.00a	1.94±0.02a	0.99±0.01a	0.90±0.04a	0.48±0.00a	0.35±0.00a	0.18±0.00a
F-test	**	**	**	**	**	**	*	**
%C.V.	5.22	0.40	0.81	1.38	3.60	3.10	2.60	15.69

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 36 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	1.26±0.37[1/]	0.86±0.03	0.72±0.00c[2/]	0.74±0.00c	0.78±0.00b	0.78±0.01b	-	-
spray 600 ppm Ca-B	1.10±0.26	0.83±0.00	0.81±0.00b	0.86±0.00b	0.78±0.00b	0.74±0.01c	0.87±0.02b	-
dip 3% $CaCl_2$	-	0.85±0.01	0.57±0.01d	0.86±0.05ab	0.91±0.00a	0.96±0.01a	0.94±0.01a	0.59±0.03b
spray 600 ppm Ca-B+ dip 3% $CaCl_2$	-	0.83±0.00	0.83±0.00a	0.92±0.03a	0.65±0.00c	0.96±0.00a	0.94±0.03a	0.88±0.04a
F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	**
%C.V.	27.07	2.12	1.44	3.53	1.03	1.29	3.29	8.42

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 37 กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์) ของมะเขือเทศพันธุ์เรดเลดี้ ที่ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนร่วมกับแช่แคลเซียมคลอไรด์ และฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนหรือแช่แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน

Treatment	Day after storage							
	0	7	14	21	28	35	42	49
control	76.19±0.11b	83.88±0.12b	80.74±0.10b	85.42±0.26a	85.56±0.12a	74.36±0.10d	-	-
spray 600 ppm Ca-B	82.20±0.03a	85.43±0.12a	78.97±0.12c	82.94±0.10b	78.90±0.28c	80.39±0.06c	73.48±0.54c	-
dip 3% $CaCl_2$	-	80.36±0.10c	79.13±0.12c	84.98±0.42a	78.32±0.12d	84.14±0.16a	82.94±0.18b	72.06±0.51b
spray 600 ppm Ca-B + dip 3% $CaCl_2$	-	79.74±0.28d	82.75±0.07a	83.55±0.38b	81.65±0.10b	82.23±0.22b	81.04±0.16a	74.74±0.26a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
%C.V.	0.15	0.21	0.14	0.38	0.22	0.19	0.5	0.79

1/ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษร ที่ไม่เหมือนกันในแนวคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวดลวรรณ เพ็ชรหงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	25 มกราคม 2536
ที่อยู่	124/7 ซอยศรีย่าน 3 ถนนนครไชยศรี เขตดุสิต แขวงดุสิต จังหวัดกรุงเทพฯ 10300
ประวัติการศึกษา	2557 วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานตีพิมพ์

2017	Effect of preharvest calcium sprayed on growth and fruit quality of cherry tomato cv. Red Lady International Journal of Agricultural Technology. 13(7.1): 1301-1307.