อิทธิพลของอุณหภูมิ และอายุการเก็บรักษาต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ (*Lycopersicon esculentum* CV. CH154) และการประยุกต์ใช้แคลเซียมเพื่อลดอาการ

นายปริญญา เทพณรงค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2556

EFFECTS OF TEMPERATURE AND STORAGE LIFE ON CHILLING INJURY OF CHERRY TOMATO (*Lycopersicon esculentum* CV. CH154) AND THE APPLICATION OF CALCIUM FOR CHILLING REDUCTION

Parinya Thepnarong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science Program in Crop Science

Suranaree University of Technology

Academic Year 2013

อิทธิพลของอุณหภูมิ และอายุการเก็บรักษาต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ (*Lycopersicon esculentum* CV. CH154) และการประยุกต์ใช้แคลเซียมเพื่อลดอาการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(อ. ดร.รุจ มรกต)
ประธานกรรมการ

_____

(ผศ. ดร.เรณู ขำเลิศ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ดร.อัศจรรย์ สุขธำรง)
กรรมการ

_____

(ผศ. ดร.รัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์)
กรรมการ

_____

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปีจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

_____

(ผศ. ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปริญญา เทพณรงค์ : อิทธิพลของอุณหภูมิและอายุการเก็บรักษาต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ (*Lycopersicon esculentum* CV.CH154) และการประยุกต์ใช้แคลเซียมเพื่อลดอาการ (EFFECTS OF TEMPERATURE AND STORAGE LIFE ON CHILLING INJURY OF CHERRY TOMATO (*Lycopersicon esculentum* CV.CH154) AND THE APPLICATION OF CALCIUM FOR CHILLING REDUCTION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรณู ขำเลิศ, 184 หน้า.

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว และการใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมี ร่วมกับการลดอาการสะท้านหนาวได้ แบ่งออกเป็น 3 การทดลองคือ (1) การศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการ (2) ศึกษาการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพของมะเขือเทศเชอรี่ระหว่างการเก็บรักษา (3) ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวโดยการทดลองที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิ (5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว และการแช่แคลเซียมคลอไรด์ (0, 1 และ 2%) ก่อนการเก็บรักษา ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และลดอาการสะท้านหนาว พบว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ แสดงอาการเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้น ลักษณะอาการสะท้านหนาวที่เกิดคือ การยุบตัวของเนื้อเยื่อที่บริเวณผิว อาการฉ่ำน้ำที่บริเวณภายในผลและเมล็ดภายในผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ส่งผลให้เกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง ส่วนการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 1% มะเขือเทศเชอรี่แสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด และชะลอการแสดงอาการได้มากกว่าชุดควบคุมถึง 3 วัน การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาพบว่าการแช่สารละลายแคลเซียมคลอ-ไรด์เข้มข้น 1% สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว pH ปริมาณกรด เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้ดี และสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด ส่วนอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาวจะมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1% สามารถชะลออาการสะท้านหนาวได้ การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ ซึ่งการลดลงของปริมาณแคลเซียมสามารถบ่งชี้การเกิดและความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้หินฝุ่น โดยการใส่ก่อนปลูกหรือใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น (0, 30 และ 40 กก./ไร่) ร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น (0, 70 และ 80 ppm) ในวันที่ 30, 45 และ 60 วัน

ก่อนการเก็บเกี่ยว ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm เป็นวิธีเหมาะสมที่สุดสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ ชะลอและลดความรุนแรงการเกิดอาการสะท้านหนาว ชะลอการเพิ่มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และรักษาความแน่นเนื้อ วิธีนี้ลดอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอ-ทิลีนและการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ลงได้อย่างชัดเจน

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว โดยการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว การแช่แคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้การแช่ใน 1 % แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการใช้หินฝุ่นทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มปริมาณแคลเซียมได้มากที่สุด และสามารถชะลอและลดความรุนแรงการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี ลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้มากที่สุด และสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดี สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลง pH และปริมาณกรดได้ดี สามารถชะลออัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีนและการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ดังนั้นการใช้การใส่หินฝุ่นร่วมกับการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เห็นได้ชัดว่าเป็นวิธีที่สามารถลดและชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาว และยืดอายุการเก็บรักษาได้ดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

PARINYA THEPNARONG : EFFECTS OF TEMPERATURE AND STORAGE LIFE ON CHILLING INJURY OF CHERRY TOMATO (*Lycopersicon esculentum* CV. CH154) AND THE APPLICATION OF CALCIUM FOR CHILLING REDUCTION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. RENU KHUMLERT, Ph.D., 184 PP.

CHILLING INJURY/CHERRY TOMATO/CALCIUM/TEMPERATURE/STORAGE

The aims of this study were to investigate the effects of temperature and storage period on chilling injury (CI) of cherry tomato fruits and to explore the effects of calcium used both pre and postharvest on physiological, biochemical changes and CI of the fruit. The study consisted of three experiments. The first set of the experiments studied the effects of temperature (5, 10 and 25 ^{o}C) and time that caused CI and the effects of $CaCl_2$ (0, 1 and 2%) immersion of the fruit before storage on physiology, biochemical changes and CI of the fruits. Results showed that the CI occurred only at 5 ^{o}C storage. The obvious CI symptoms were surface pitting, water soaking, and the change of the seeds into brown color. These symptoms led to rapid rotting of the fruits, resulting in shorter storage duration. Treating the fruits with 1% $CaCl_2$ provided the fruit with least CI symptoms and could prolong the CI up to 3 days over the control. Fruit immersed in 1% $CaCl_2$ also slowed down the change of color, pH, titratable acidity (TA), weight loss, and best maintained the firmness. The respiration rate, ethylene production, and electrolyte leakage (EL) evidently increased when CI symptoms occurred. The immersion in 1% $CaCl_2$ solution could increase calcium content in the cherry tomatoes as the decrease of calcium indicated the occurrence and the intense of CI.

Limestone tail effects on physiology, biochemical changes and CI symptoms reduction of cherry tomato fruits kept at 5 ^{o}C were studied in the second experiment. The

limestone tail was added to the soil at 0, 30 and 40 kg/rai together with limestone tail solution (at 0, 70 and 80 ppm) sprayed on day 30, 45 and the 60 before harvesting. It was found that using 30 kg/rai together with 70 ppm limestone tail sprayed to cherry tomato fruits were the best application. It could increase the calcium content in the fruits, best delay the process and intensity of CI, delay weight loss, maintain firmness, reduce respiration rate and ethylene production, and obviously decrease EL.

The third set of experiments was to evaluate the effects of calcium on physiology, biochemical changes and CI symptoms reduction of cherry tomato fruits kept at 5 ^{o}C. This experiment focused on the methods of calcium application pre and postharvest using 30 kg/rai together with 70 ppm limestone tail pre-harvest, using 1% $CaCl_2$ postharvest immersion, and using 1% $CaCl_2$ immersion with limestone tail treatment both pre and postharvest. It was found that the use of calcium pre and postharvest best increased the amount of calcium in the tomatoes, best delayed the process and reduced the severity of the CI. The use of calcium could decrease weight loss, best maintain firmness, best delay pH and TA changes, retard the respiration rate and the ethylene production, and also reduce EL. Therefore, this methods of calcium pre and postharvest application could well reduce CI and prolong shelf life of cherry tomato fruits.

School of Crop Production Technology Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดี ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรณู ขำเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ทั้งด้านการเรียน งานวิจัยที่ดียิ่ง ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้จนเสร็จสมบูรณ์ เป็นแบบอย่างอาจารย์และนักวิจัยที่ดีและมีคุณธรรมแก่ข้าพเจ้าโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ดร.อัศจรรย์ สุขธำรง อ. ดร.รุจ มรกต หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ให้ความรู้ คำแนะนำและปรึกษาในการทดลองอย่างดีเสมอมา และช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่ง สำหรับทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา และภาคีศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับทำวิทยานิพนธ์นี้เช่นกัน

ขอขอบคุณ คุณนวลปรางค์ อุทัยดา และ คุณสมยง พิมพ์พรม เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ อาคารเครื่องมือ 3 ที่ช่วยอธิบายวิธีใช้เครื่องมือต่าง ๆ ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ คุณขนิษฐา กู่โบราญ คุณนิภาวัลย์ แหมไธสง คุณอุทัย ยศจังหรีด และเจ้าหน้าที่ส่วนงานผลิตพืชของฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำการปลูก พื้นที่แปลงทดลอง และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ สำหรับการใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา คุณมารดา และพี่ชาย ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

ปริญญา เทพณรงค์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฏ
สารบัญภาพ ..... บ
คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ ..... ฝ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 3
1.3 สมมติฐานการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2 ข้อมูลทั่วไปของมะเขือเทศ 5
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 6
2.2 พันธุ์มะเขือเทศ 7
2.3 มะเขือเทศเชอรี่ 8
2.4 การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว 9
2.5 อาการสะท้านหนาว 10
2.5.1 ลักษณะอาการ 12
2.5.1 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว 14
2.5.2 การป้องกันเกิดอาการสะท้านหนาว 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงานวิจัย 18
3.1 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง 18
3.2 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และสถานที่ทำการทดลอง 20
3.3 ระยะเวลาการทดลอง 20
3.4 ระเบียบวิธีการวิจัย 20
3.4.1 ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดอาการสะท้านหนาว 20
3.4.2 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว 26
3.4.3 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว 27
4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 28
4.1 ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว 28
4.1.1 การศึกษาลักษณะอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ 28
4.1.2 การศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการ 28
4.1.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่าง ๆและการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่ระดับต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่ 36
4.1.3.1 สีผิวของมะเขือเทศเชอรี่ 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.3.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก....40
4.1.3.3 ความแน่นเนื้อ....44
4.1.3.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้....48
4.1.3.5 ความเป็นกรด – ด่าง (pH)....51
4.1.3.6 ปริมาณกรด....54
4.1.3.7 อัตราการหายใจ....58
4.1.3.8 อัตราการผลิตเอทิลีน....64
4.1.3.9 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์....69
4.1.3.10 ปริมาณไลโคปีน....73
4.1.3.11 ปริมาณแคลเซียม....77
4.2 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีววิทยา และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว....85
4.2.1 การศึกษาการใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเกิดสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส....85
4.2.2 การศึกษาการใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมี หลังการเก็บรักษาในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส....90
4.2.2.1 สีผิวของมะเขือเทศเชอรี่....90
4.2.2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก....94
4.2.2.3 ความแน่นเนื้อ....97
4.2.2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้....100
4.2.2.5 ความเป็นกรด – ด่าง (pH)....103
4.2.2.6 ปริมาณกรด....107
4.2.2.7 อัตราการหายใจ....110

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.2.8 อัตราการผลิตเอทิลีน....116
4.2.2.9 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์....122
4.2.2.10 ปริมาณไลโคปีน....127
4.2.2.11 ปริมาณแคลเซียม....131
4.3 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว....140
4.3.1 การศึกษาการใช้หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการเกิดสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส....140
4.3.2 การศึกษาการใช้หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรรีวิทยา และชีวเคมี หลังการเก็บรักษาในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส....145
4.3.2.1 สีผิวของมะเขือเทศเชอรี่....145
4.3.2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก....147
4.3.2.3 ความแน่นเนื้อ....149
4.3.2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้....151
4.3.2.5 ความเป็นกรด – ด่าง (pH)....153
4.3.2.6 ปริมาณกรด....155
4.3.2.7 อัตราการหายใจ....157
4.3.2.8 อัตราการผลิตเอทิลีน....159
4.3.2.9 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์....161

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.2.10 ปริมาณไลโคปีน 163
4.3.2.11 ปริมาณแคลเซียม 165
5 สรุปผลการทดลอง 169
รายการอ้างอิง 172
ภาคผนวก 180
ประวัติผู้เขียน 184

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 33

4.2 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 34

4.3 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 35

4.4 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) 37

4.5 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 38

4.6 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 39

4.7 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 41

4.8 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 42

4.9 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.10 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 45
4.11 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 46
4.12 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 47
4.13 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 49
4.14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 50
4.15 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 52
4.16 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 53
4.17 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 55
4.18 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 56
4.19 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.20 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 61
4.21 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 62
4.22 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 63
4.23 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 65
4.24 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 67
4.25 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 68
4.26 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 70
4.27 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 71
4.28 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 72
4.29 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.30 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 75
4.31 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 76
4.32 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 78
4.33 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 80
4.34 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 81
4.35 ความสัมพันธ์ของการแช่ $CaCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ (5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส) และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง 84
4.36 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 88
4.37 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 89
4.38 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.39 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 92
4.40 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 93
4.41 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 95
4.42 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 96
4.43 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 98
4.44 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 99
4.45 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 101
4.46 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.47 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 104
4.48 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 105
4.49 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 106
4.50 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 108
4.51 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 109
4.52 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 113
4.53 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 114
4.54 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 115
4.55 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 119
4.56 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 120
4.57 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 121
4.58 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 124
4.59 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 125
4.60 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 126
4.61 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 128
4.62 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.63 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 130
4.64 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง..... 134
4.65 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 135
4.66 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 136
4.67 ความสัมพันธ์ของการใช้หินฝุ่นวิธีต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมี ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง 139
4.68 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 143
4.69 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 143
4.70 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 144
4.71 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.72 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....146
4.73 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....146
4.74 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....148
4.75 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....148
4.76 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....150
4.77 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....150
4.78 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....152
4.79 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....152
4.80 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....154
4.81 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหิน

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 154
4.82 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 156
4.83 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 156
4.84 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 158
4.85 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 158
4.86 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 160
4.87 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 160
4.88 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 162
4.89 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 162
4.90 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 164
4.91 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

$CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 164
4.92 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 166
4.93 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 166
4.94 ความสัมพันธ์ของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ5 องศาเซลเซียส และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง 168

ตารางภาคผนวกที่

1 ผลผลิตเฉลี่ยของมะเขือเทศเชอรี่ทั้ง 3 การทดลอง 183

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Primary event กับ Secondary หลังเหตุการณ์เกิดอาการสะท้านหนาว 11

2.2 สมมติฐานการเกิดอาการสะท้านหนาว 12

2.3 โครงสร้าง “egg box model” แสดงการสร้างพันธะแคลเซียมของเพคตินในเยื่อหุ้มเซลล์ 16

3.1 ระดับคะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะเขือเทศเชอรี่ 22

4.1 การเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะเขือเทศเชอรี่ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 31

4.2 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 32

4.3 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 32

4.4 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง 60

4.5 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 60

4.6 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 61

4.7 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง 66

4.8 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2%

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 66
4.9 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง 79
4.10 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 79
4.11 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ระดับความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 87
4.12 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ระดับความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 112
4.13 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ระดับความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 112
4.14 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ระดับความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 118
4.15 อัตราการการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ระดับความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 118
4.16 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ระดับความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 133

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.17 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ระดับความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 133

ภาพผนวก

1 แปลงปลูกทดสอบ ฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาเทคโนโลยีสุรนารี 188
2 วิธีการใส่หินฝุ่นจะใส่ในลักษณะผง ที่ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร โดยใส่ก่อนปลูกหรือใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น 188
3 มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 ในระยะสุกแดง (red stage) อายุประมาณ 85 วัน 189
4 การเก็บรักษาผลมะเขือเทศเชอรี่ในถุงพลาสติก (PE) เจาะรูและนำไปเก็บรักษาในอุณหภูมิต่าง ๆ 189

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AAS	=	Atomic absorption spectroscopy
Ca^{2+}	=	Calcium ion
$CaCl_2$	=	Calcium chloride
Ca-EDTA	=	Edetate calcium disodium
CI	=	Chilling injury
CII	=	Chilling injury Index
$Ca(NO_3)_2$	=	Calcium nitrate
CaO	=	Calcium oxide
$Ca(OH)_2$	=	Calcium hydroxide
$CaSO_4$	=	Calcium sulfate
EC	=	Electric conductivity
EL	=	Electrolyte leakage
GC	=	Gas chromatography
Mg^{2+}	=	Magnesium ion
$MgCl_2$	=	Magnesium chloride
MgO	=	Magnesium oxide
$Mg(OH)_2$	=	Magnesium hydroxide
pH	=	Positive potential of hydrogen ion
PE	=	Polyethylene
ppm	=	Part per million
TA	=	Total acidity
TSS	=	Total soluble solids

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae จัดเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมีความสำคัญทางเศรษฐกิจรองจากมันฝรั่ง โดยสามารถบริโภคสดหรือแปรรูปได้หลากหลาย หรือใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ และอุดมด้วยวิตามินสูง จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2554 พบว่าทั่วโลกมีพื้นที่ปลูกมะเขือเทศทั้งหมด 29.6 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 53.74 ล้านตัน ส่วนในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะเขือเทศทั้งสิ้น 36,500 ไร่ ผลผลิตรวม 127,000 ตัน (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006) ส่วนในประเทศไทย มะเขือเอเทศเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญชนิดหนึ่ง จากรายงานในปี พ.ศ. 2554 มีการส่งออกมะเขือเทศสดมูลค่ากว่า 16 ล้านบาท และมะเขือเทศปรุงแต่งมูลค่ากว่า 300 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

มะเขือเทศเชอรี่ (*Lycopersicon esculentum var. cerasiforme*) เป็นมะเขือเทศแบบผลเล็ก เมื่อสุกผลจะมีสีแดง นิยมรับประทานสดเหมือนผลไม้ทั่วไป มีเนื้อแน่น รสชาติหวานอมเปรี้ยว พบว่าในการบริโภคมะเขือเทศแบบผลสด มะเขือเทศเชอรี่จะให้ปริมาณสารไลโคปีนมากที่สุด (Tawfik, 2001) เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศชนิดอื่น ซึ่งสารไลโคปีนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจึงสามารถช่วยลดการเกิดมะเร็งในลำไส้และมะเร็งต่อมลูกหมากได้ (Beckles, 2012)

มะเขือเทศเชอรี่จัดเป็นผลิตผลสดมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 94.5 เปอร์เซ็นต์ จึงมักจะเกิดการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพได้ง่าย โดยพบว่ามีอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการสูญเสีย เพราะอุณหภูมิจะมีผลในการเร่งกระบวนการชีวเคมีต่างๆ ทำให้เกิดการสูญเสียอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มะเขือเทศเชอรี่มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาการสูญเสียที่เกิดขึ้น ช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และลดกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆให้ช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจ กระบวนการสุก และกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนเกิดขึ้นช้าลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Wang, 1990; Kader, 1992) จากรายงานการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บรักษามากกว่าการเก็บที่ 24 องศาเซลเซียส (Gharezi *et al*., 2012) ซึ่งอุณหภูมิต่ำสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่ได้ ดังนั้น ควรเก็บรักษาผลิตผลในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ถึงแม้ว่าอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสูญเสียและช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศ

เชอรี่ได้ดี แต่มีข้อจำกัดที่อุณหภูมิเหมาะสมระดับหนึ่งเท่านั้น ผลิตผลแต่ละชนิดมีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำไม่เท่ากัน โดยเฉพาะผลิตผลในเขตร้อนที่ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10-13 องศาเซลเซียสได้ เพราะจะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) (สายชล เกตุษา, 2528)

อาการสะท้านหนาวเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายและความผิดปกติทางสรีรวิทยา (physiological disorder) ที่เกิดขึ้นมีความเชื่อมโยงกับอุณหภูมิต่ำ แต่อุณหภูมินั้นสูงกว่าจุดเยือกแข็ง โดยการเกิดอาการสะท้านหนาวมักเกิดขึ้นกับผลิตผลเขตร้อนทุกชนิด (tropical fruit) ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่า 12–15 องศาเซลเซียส และอีกหลายชนิดในเขตกึ่งร้อน(subtropical fruit) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0–2 องศาเซลเซียส (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ซึ่งความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ผลิตผลสัมผัสกับอุณหภูมิต่ำ หากสัมผัสอุณหภูมิที่ต่ำมากและระยะเวลานานก็จะแสดงอาการรุนแรงขึ้น จากรายงาน พบว่ามะเขือเทศเชอรี่จะเกิดอาการสะท้านหนาวได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส (Yang *et al*., 2009; Sharom *et al.*, 1994) โดยลักษณะอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ประกอบด้วย เนื้อเยื่อเกิดการยุบตัว (surface pitting) อาการเนื้อเยื่อฉ่ำน้ำ (water–soaking of tissue) และอาการอื่น ๆ ร่วมกัน เช่น การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายใน เป็นต้น ส่งผลให้อัตราการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง

อาการสะท้านหนาวทำให้เกิดการสูญเสียผลิตผลทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิและระยะเวลาที่ผลิตผลได้รับ หรือระยะสุกแก่ของผลิตผล รวมทั้งถิ่นกำเนิดหรือลักษณะทางพันธุกรรม และปริมาณธาตุอาหาร ทั้งหมดนี้มีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว การทำให้ผลิตผลมีความไว ความต้านทาน หรือชะลอการพัฒนาของอาการสะท้านหนาวได้ จะทำให้เก็บรักษาผลิตผลไว้ในอุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการสูญเสียของผลิตผลได้ (Wang, 1990) โดยการเพิ่มความต้านต่ออุณหภูมิต่ำก่อนการเก็บรักษา ทำได้หลายวิธี เช่น การลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ การใช้อุณหภูมิสลับ การปรับสภาพบรรยากาศเก็บรักษา หรือการใช้แคลเซียม เป็นต้น

การใช้แคลเซียมเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากรายงานของ อิษยา ภู่สิทธิกุล และจริงแท้ ศิริพานิช (2551) พบว่าปริมาณของแคลเซียมในผลิตผลเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว โดยระดับของแคลเซียมที่สูง มีความต้านทานต่ออาการสะทานหนาวมากขึ้นและความไวต่ออาการสะท้านหนาวจะลดลงเมื่อปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น (Chaplin and Scott, 1980) ซึ่งการใช้แคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ในผลอะโวกาโด กระเจี๊ยบเขียว พีช และมะเขือเทศได้ (Wang, 2010) ดังนั้นแคลเซียมจึงมีบทบาทสำคัญเป็นตัวกำหนดต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chaplin and Scott, 1980)

การใช้แคลเซียมสามารถใช้ได้ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล ปัจจุบันมีการใช้แคลเซียมหลายชนิด แคลเซียมไฮออกไซด์ ($Ca(OH)_2$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) แคลเซียมไนเตรท ($CaNO_3$) (Ozden, 2009) หรือ calcium lactate และ calcium propionate (Manganaris *et al,* 2007) เป็นชนิดของแคลเซียมที่ใช้กันมาก ซึ่งค่อนข้างมีราคาที่สูง หายาก และการใช้งานค่อนข้างยาก การแนะนำให้กับเกษตรกรไปใช้ค่อนข้างยาก

จากการศึกษา พบว่ามีชนิดของแคลเซียมที่ได้จากธรรมชาติที่มีราคาถูก และสามารถหาได้ง่าย คือหินฝุ่น (limestone tail) ซึ่งมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก โดยหินฝุ่นจากทางจังหวัดนครราชสีมามีปริมาณแคลเซียมในระดับ 58.74% (ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) และยังพบธาตุอื่น ๆ อีก เช่น กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และ สังกะสี เป็นต้น หินฝุ่นไม่มีฤทธิ์เป็นด่างเช่นเดียวกับปูนขาว เหมาะสำหรับการนำมาใช้กับพืช มีอัตราการละลายน้ำหรืออัตราการแตกตัวในดินแบบค่อยเป็นค่อยไป ทำให้ไม่มีผลกระทบรุนแรงต่อปฏิกิริยาดินและสิ่งมีชีวิตในดินมากนัก แม้จะใส่ในปริมาณสูง (เรณู ขำเลิศ และคณะ, 2549) จากรายงาน พบว่าการใส่หินฝุ่นให้แก่มันสำปะหลังจะมีการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ (ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) ดังนั้น หินฝุ่นจึงเป็นแหล่งแคลเซียมที่น่าสนใจที่นำมาใช้เพิ่มปริมาณของแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ในการลดอาการสะท้านหนาว

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ในอุณหภูมิต่ำเพื่อลดการสูญเสีย และยืดอายุการเก็บรักษา มักเกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น ดังนั้นการใช้แคลเซียมในแบบต่าง ๆ น่าจะเป็นวิธีที่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ โดยการศึกษาครั้งนี้จะเป็นพื้นฐานความรู้ที่สามารถนำผลไปประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาวิจัยเพื่อประโยชน์ด้านการผลิตในเชิงพาณิชย์ และลดต้นทุนให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์การทดลอง

1.2.1 เพื่อศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวกับมะเขือเทศเชอรี่ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

1.3.1 อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่มีผลต่อความรุนแรงในการเกิดอาการสะท้านหนาว

1.3.2 การเพิ่มปริมาณของแคลเซียมในเนื้อเยื่อของผลิตผล โดยการให้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้

1.3.3 การให้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสามารถเพิ่มคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาได้

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นที่จะศึกษาอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 (ปรับปรุงพันธุ์โดยศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อนแห่งเอเชีย) โดยทำการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (5, 15 และ 25 องศาเซลเซียส) ร่วมกับระยะเวลาที่ก่อให้เกิดอาการ และศึกษาการประยุกต์ใช้แคลเซียมรูปแบบต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยชนิดของแคลเซียมที่ใช้คือ $CaCl_2$ และหินฝุ่น เพื่อเป็นแนวทางป้องกันการสูญเสียที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนเป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ให้นานขึ้นเพื่อนำไปสู่การใช้ในเชิงพาณิชย์และลดต้นทุนให้แก่เกษตรกร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบอุณหภูมิและระยะเวลาที่ก่อการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะเขือเทศเชอรี่ในระหว่างการเก็บรักษา

1.5.2 สามารถหาแนวทางการประยุกต์ใช้แคลเซียมชนิดต่าง ๆ และวิธีการใช้รูปแบบต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

1.5.3 สามารถลดความสูญเสียที่เกิดจากอาการสะท้านหนาว และการยืดอายุการเก็บรักษาและการใช้ประโยชน์ของผลมะเขือเทศเชอรี่ได้นานขึ้น

1.5.4 สามารถนำผลของการศึกษาไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ด้านการผลิตในเชิงพาณิชย์และลดต้นทุนให้แก่เกษตรกร

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะเขือเทศ (Tomato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. ส่วนมะเขือเทศเชอรี่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* var. ceraciforme (Dum) Alef. จัดอยู่ในตระกูล Solanaceae นอกจากมะเขือเทศแล้ว ยังมีพืชหลายชนิดในตระกูลนี้ ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์อีก เช่น มันฝรั่ง ยาสูบ พริก และมะเขือ เป็นต้น (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2538) มะเขือเทศมีถิ่นกำเนิดแถบชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ ในประเทศเปรู ชิลี และเอกวาดอร์ โดยมีชาวเม็กซิโกเป็นชาติแรกที่รู้จักนำมามะเขือเทศมาปลูกในต้นศตวรรษที่ 21 (ทับทิม ม่วงทุ่ง, 2551) หลังจากนั้นได้รับความนิยมปลูกเพื่อบริโภคและได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ในทวีปยุโรป โดยมีอิตาลีเป็นประเทศแรกที่รู้จักกับมะเขือเทศเผยแพร่ไปในอเมริกา จนกลายเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกา (เมฆ จันทร์ประยูร, 2544) และกระจายปลูกไปทั่วโลกอย่างในปัจจุบัน ส่วนในประเทศไทยยังมีหลักฐานไม่ชัดเจน แต่น่าจะเป็นพันธุ์ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า มะเขือเครือ ซึ่งมีขนาดผลเล็กที่ใส่ในส้มตำ น่าจะเข้ามาก่อนพันธุ์อื่น ๆ (วนิศรา ม่วงศรี, 2547)

มะเขือเทศเป็นแหล่งของเส้นใย มีวิตามินเอและวิตามินซีสูง ยังพบว่ามีสารไลโคปีน (lycopene) เป็นรงควัตถุที่มีสีแดงมีปริมาณตั้งแต่ 0.9–9.3 กรัมในมะเขือเทศสด 100 กรัม และการบริโภคแบบผลสดของมะเขือเทศเชอรี่จะให้ปริมาณของสารไลโคปีนมากที่สุด (Tawfik, 2001) โดยไลโคปีนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็งในลำไส้และมะเร็งต่อมลูกหมากได้ (Beckles, 2012) และมีกรดอะมิโนกลูตามิกโมโนโซเดียมกลูตาเมตที่ช่วยเพิ่มรสชาติของอาหาร (เมฆ จันทร์ประยูร, 2544) นอกจากนี้มีสรรพคุณทางยามากมาย เช่น ทำให้เจริญอาหาร กระตุ้นกระเพาะอาหาร ลำไส้ และไต ให้ทำงานได้ดี และเป็นยาระบายอ่อนๆ เป็นต้น

มะเขือเทศเป็นพืชผักที่มีความสำคัญระดับของโลก ทั้งในการบริโภคผลสด แบ่งออกเป็นการบริโภคเป็นผลไม้ (fruit tomato) กับมะเขือเทศที่ใช้ปรุงอาหาร (cooking tomato) หรือมะเขือเทศที่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น มะเขือเทศกระป๋อง น้ำมะเขือเทศ และมะเขือเทศผง เป็นต้น นอกจากนี้ มะเขือเทศเป็นสินค้าส่งออกสำคัญของประเทศไทยชนิดหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2554 มีการส่งออกมะเขือเทศสดมูลค่ากว่า 16 ล้านบาท และมะเขือเทศปรุงแต่งมูลค่ากว่า 300 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2554 พบว่าทั่วโลกมีพื้นที่ปลูกมะเขือเทศทั้งหมด 29.6 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 53.74 ล้านตัน ส่วนในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะเขือเทศทั้งสิ้น 36,500 ไร่ ผลผลิตรวม 127,000 ตัน (Food and

Agriculture Organization of the United Nations, 2006) การปลูกมะเขือเทศในประเทศไทยปลูกกันมากที่ จังหวัดนครราชสีมา อุดรธานี หนองคาย นครพนม เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน เพชรบูรณ์ นครปฐม กรุงเทพ นนทบุรี สระบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี ชุมพร นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี และสงขลา เป็นต้น

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเขือเทศมีจำนวนโครโมโซม 2n=24 เป็นพืชที่ผสมตัวเองตามธรรมชาติได้สูงถึง 98% หรือมากกว่านั้น ด้วยโครงสร้างของดอกทำให้ผสมข้ามยาก มีการผสมข้าม 2–5% มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้ (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2538; เมฆ จันทร์ประยูร, 2548)

2.1.1 เมล็ด (seed) มีลักษณะคล้ายรูปไข่ แบน ถูกหุ้มด้วยสารเมือกคล้ายเยลลี่ (mucilagenous sheath) ที่เปลือกหุ้มเมล็ดจะมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคุมอยู่โดยรอบ ความยาวของเมล็ดมีตั้งแต่ 3–5 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดในผลจะแตกต่างกันไปตามขนาดผล โดยน้ำหนักเมล็ด 10 กรัม มีประมาณ 2,500–3,000 เมล็ด

2.1.2 ราก (root system) รากของมะเขือเทศเป็นระบบรากแก้ว (top root system) มีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและแข็งแรง มีรากแขนงเจริญไปตามแนวนอนได้ไกล 60 เซนติเมตร และยังสามารถเจริญในแนวดิ่งลึกประมาณ 100–120 เซนติเมตร ยังสามารถเกิดรากพิเศษ (adventitious rood) ขึ้นตามลำต้นที่สัมผัสดิน ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของมะเขือเทศ

2.1.3 ลำต้น (stem) ลำต้นมีลักษณะเป็นไม้พุ่มเตี้ยกึ่งเลื้อย มีความสูงประมาณ 50–150 เซนติเมตร ในระยะแรกของการเติบโต ลำต้นของมะเขือเทศจะกลม อ่อนเปราะ แต่เมื่อมีการเจริญเติบโตมากขึ้นก็จะแข็งแรงและเป็นเหลี่ยม ส่วนกิ่งก้านสาขาก็จะแตกออกจากลำต้น อาจมีขนาดเท่ากับลำต้น การเจริญของมะเขือเทศแบ่งเป็น 3 แบบ (สุมลมาลย์ วงศ์กาญจน, 2543; ทับทิม ม่วงทุ่ง, 2551) ดังนี้

1. แบบทอดยอดหรือแบบเลื้อย (indeterminete) เป็นมะเขือเทศที่สำต้นเจริญทางส่วนยอดหรือทอดยอดได้ตลอดเวลาที่สภาพแวดล้อมเหมาะสม โดยลำต้นประกอบด้วยช่อดอกข้างเท่านั้น ช่อดอกข้างจะออกดอกข้อเว้นสองข้อหรืออาจมากกว่านั้น ให้ผลผลิตช้าและมีช่วงเก็บเกี่ยวผลยาว

2. แบบกึ่งเลื้อย (semideterminate) มีการเจริญทางด้านความสูงและกิ่งก้านสาขาประมาณ 100 x 150 เซนติเมตร ทางด้านตายอดจะเปลี่ยนเป็นช่อดอกทั้งหมด การเกิดช่อดอกจะเกิดทุกข้อหรือเกิดข้อเว้นข้อทั่วทั้งต้น

3. แบบไม่ทอดยอดหรือแบบพุ่ม (determinate) ลำต้นประกอบด้วยช่อดอกข้างและช่อดอกปลายยอด โดยเปลี่ยนตายอดทั้งหมดเป็นช่อดอก โดยจะออกดอกข้อเว้นข้อ ทรงพุ่มแน่นไม้ต้องขึ้นข้าง ให้ผลผลิตเร็วและอายุสั้น

2.1.4 ใบ (leaf) เป็นใบประกอบแบบ odd - pinately ออกสลับกัน ใบจะมีลักษณะไม่เท่ากัน บางใบมีลักษณะรียาว บางใบกลมมีขนาดใหญ่ ในแต่ละก้านใบมีใบย่อย 5–7 ใบ บริเวณใบมีขนสีเขียว หรือเขียวอมฟ้า มีก้านใบยาว 3–5 เซนติเมตร ใบมีความกว้าง 4–5 เซนติเมตร และยาว 7–8 เซนติเมตร ขอบใบหยักลึก คล้ายฟันเลื่อย มีขนอ่อนบริเวณซอกใบ และมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป เมื่อถูกกระทบจะทำให้เปื้อนเป็นรอยสีเขียว และมีกลิ่นเหม็น

2.1.5 ดอก (flower) การออกดอกของมะเขือเทศเป็นช่อแบบ raceme ดอกเกิดเป็นช่อเจริญมาจากบริเวณข้อหรือระหว่างข้อ ดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองสดใส ประกอบด้วยกลีบดอกและกลีบเลี้ยง 5–7 ดอก ช่อดอกจะมีดอกย่อย 4–50 ดอก ขึ้นกับชนิดของสายพันธุ์ เช่น ในมะเขือเทศเชอรี่ช่อดอกจะมีดอกประมาณ 4–20 ดอก เป็นต้น ดอกของมะเขือเทศเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ในดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ (stamen) 5 อัน มีอับเรณูใหญ่และก้านอับเรณูสั้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งเชื่อมติดกันเป็นรูปกรวย เรียกว่า anther cap หรือ anther cone อยู่รอบเกสรตัวเมีย ในเกสรตัวเมีย (pistil) มีส่วนของรังไข่ และก้านชูเกสรตัวเมียจะสั้นกว่าอับละอองของเกสรตัวผู้ ทำให้มะเขือเทศพร้อมผสมตัวเองสูง

2.1.6 ผล (fruit) ลักษณะผลเป็นผลเดียว รูปร่างของทรงผลมีทั้งแต่กลมไปจนถึงรี ขนาดและสีของผลแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ซึ่งมีขนาดเล็กประมาณ 3 เซนติเมตร ไปจนถึงใหญ่ประมาณ 10 เซนติเมตร โดยผลมีรูปร่างต่างกัน คือ แบน (flattened) กึ่งแบน (slightly) กลม (rounded) กลมรี (ellipse rounded) หัวใจ (heat-shaped) กระบอก (cylindrical) รูปลูกแพร์ (pyriform) และรูปรีไข่ (ellipsoid) (ทับทิม ม่วงทุ่ง, 2551) ภายในผลส่วนใหญ่คือ placenta เพราะ placenta มีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดอย่างรวดเร็ว ขณะที่ผนังรังไข่ และ septa ที่แบ่งรังไข่ออกเป็นช่องว่าง ภายในมีเมล็ดเรียงตัวเป็นภายในช่อง และมีเมือกหุ้มเมล็ด โดยในมะเขือเทศจะมีช่องว่างภายในผล 2–25 ช่อง ปกติมักมี 2–9 ช่อง ส่วนผิวนอกเรียบมัน สีของมะเขือเทศขึ้นกับชนิดเม็ดสี 2 ชนิด คือ ไลโคปีน (lycopene) ทำให้เกิดสีแดงและแคโรทีน (carotene) ทำให้เกิดสีเหลืองแดง ส้ม และสีน้ำตาลอ่อน เนื้อภายในฉ่ำด้วยน้ำ มีรสเปรี้ยว ไปจนหวาน

2.2 พันธุ์มะเขือเทศ

พันธุ์มะเขือเทศที่นิยมปลูกในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท (เรวัตร จินดาเจี่ย, 2546; เกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2538)

2.2.1 พันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกเพื่อไว้ขายตลาด มี 2 ชนิด คือพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ นิยมนำมาประกอบอาหารต่าง ๆ หรือใช้ประดับจานอาหาร มีลักษณะผลโต สีผล เมื่อสุกจะมีสีแดงจัด รสชาติดี เนื้อแน่น ส่วนอีกพันธุ์ คือพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก จะมีสีชมพู รสเปรี้ยวไม่ขื่น ตัวอย่างพันธุ์ เช่น พันธุ์มานาปาล พันธุ์ฟลอราเดล พันธุ์มาร์โกลบ พันธุ์สีดา มก. พันธุ์มาสเตอร์เบอร์ 2 และพันธุ์คาลิปโซ เป็นต้น

2.2.2 พันธุ์มะเขือเทศที่ผลิตส่งโรงงานอุตสาหกรรม พันธุ์ของชนิดนี้ ส่วนใหญ่จะสุกพร้อมกัน ผลสุกมีสีแดงจัด เนื้อมาก น้ำน้อย ปริมาณกรดสูง เปลือกหนาและเหนียว สามารถขนส่งได้ในระยะทางไกล เก็บได้นาน นิยมนำไปทำเป็นซอสมะเขือเทศ น้ำมะเขือเทศ และการแปรรูปต่าง ๆ ตัวอย่างพันธุ์ เช่น พันธุ์วีเอฟ 134-1-2 พันธุ์โรมา พันธุ์คาลเจม พันธุ์เฟซเซทเตอร์ 502 และพันธุ์วีเอฟ 145 เป็นต้น

2.2.3 มะเขือเทศเชอรี่ เป็นมะเขือเทศที่มีผลขนาดเล็ก น้ำหนักประมาณ 6–12 กรัม รูปร่างผลมีทั้งเป็นผลกลม ผลรูปแพร์ ผลรูปไข่ หรือผลลูกยาวรี เมื่อสุกจะมีสีแดงเข้ม เนื้อหนา กรอบ ไม่มีกลิ่นเหมือนมะเขือเทศทั่วไป มีเมล็ดน้อย หรือบางพันธุ์ไม่มีเมล็ด มักรับประทานสดมากกว่าการนำไปประกอบอาหาร ตัวอย่างพันธุ์ เช่น พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ 154 มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ 155 และพันธุ์เรดสวีท เป็นต้น

2.3 มะเขือเทศเชอรี่

มะเขือเทศเชอรี่ (cherry tomato) เป็นมะเขือเทศผลขนาดเล็ก ติดลูกเป็นพวง เนื้อหนา เนื้อแน่น กรอบ เมล็ดน้อย และรสชาติค่อนข้างหวาน มะเขือเทศเชอรี่เป็นบรรพบุรุษของพันธุ์มะเขือเทศที่ปลูกกันในปัจจุบัน โดยช่อดอกของมะเขือเทศเชอรี่จะมีลักษณะยาว มีจำนวนผล 15–30 ผลต่อช่อ น้ำหนักผลประมาณ 5–10 กรัม โดยมะเขือเทศเชอรี่เป็นพืชป่าที่ขึ้นอยู่ในเขตร้อนทั่วไป มีการเจริญของลำต้นแบบเลื้อย (Indeterminete) ไม่ทนร้อน อ่อนแอต่อโรคและแมลง ส่งผลให้มีปริมาณและคุณภาพต่ำ เมื่อปี ค.ศ.1988 ทางศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อนแห่งเอเชีย (Asia Vegetable Research Center) ได้ปรับปรุงพันธุ์ให้มีความต้านทานต่อโรค แมลงมากขึ้น และปรับปรุงให้คุณภาพดีขึ้น โดยพันธุ์ที่นำมาทำการทดลอง คือมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ 154 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* CV.CH154 ได้รับปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น เช่น ความแน่นเนื้อ ขนาดของผล สีของผล เป็นต้น ในปี ค.ศ. 1994 ทางศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อนแห่งเอเชียได้รับสายพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่มาจากทางศูนย์วิจัยพืชผักแห่งเอเชียของไต้หวัน มาทำการคัดเลือกให้เหมาะสม และสามารถเผยแพร่ได้จนในปัจจุบัน (ทับทิม ม่วงมุ่ง, 2551)

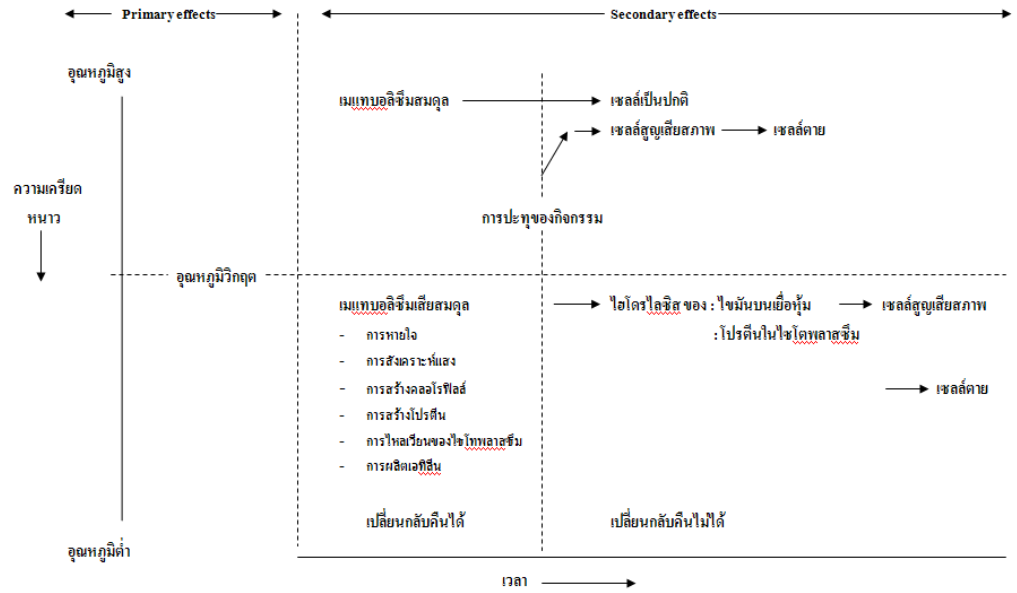
2.4 การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว

ผลิตผลพืชสวนเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วมักเกิดการเสื่อมสภาพจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ในมะเขือเทศหรือมะเขือเทศเชอรี่จัดเป็นผลิตผลสด มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 94.5 เปอร์เซ็นต์ จึงเกิดการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ โดยปัญหาหลักสำคัญของการเสื่อมสภาพ เช่น ผลเกิดการอ่อนตัวอย่างรวดเร็ว เน่าเสียง่าย เป็นต้น สาเหตุของการเสื่อมสภาพมีหลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเกิดจากการทำลายของแมลง ความไม่ถูกต้องของการเก็บเกี่ยว ความเสียหายจากการเก็บเกี่ยว อาการสะท้านหนาว หรือความเครียดจากสภาพแวดล้อม (Kumah *et al*., 2011) จากรายงาน พบว่าการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศแก่ จะทำให้เสียหายง่ายขึ้น โดยความเสียหายจากการขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและการบรรจุภัณฑ์ประมาณ 15–35% และจากความช้ำประมาณ 5.2–23.8% (Lee *et al*., 2007) แต่อีกปัจจัยที่สำคัญคือ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่เร่งให้เกิดการสูญเสียขึ้น เพราะอุณหภูมิสูงมีผลในการเร่งกระบวนการชีวเคมีต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการหายใจ การคายน้ำ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีหรือการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการสูญเสีย อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง การชะลอการสูญเสีย หรือการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลจึงมีบทบาทสำคัญ ซึ่งการค้าบางครั้งต้องมีการขนส่งเป็นระยะทางไกล เช่น การส่งไปยังต่างประเทศ ดังนั้น การเก็บรักษาผลิตผลในอุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยการเก็บรักษาผักและผลไม้ในอุณหภูมิต่ำมีมาตั้งแต่ ค.ศ. 1750 และได้นำมาใช้ทางการค้าเมื่อปี ค.ศ. 1800 ซึ่งการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำทำให้ปัจจัยต่าง ๆ รอบผลิตผล มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด หรือยับยังการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และลดกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ ให้ช้าลงทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจ กระบวนการสุก และกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนเกิดขึ้นช้าลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Pantastico,1975; Wang, 1990; Kader, 1992) จากรายงานการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บรักษามากกว่าการเก็บที่ 24 องศาเซลเซียส และสามารถเพิ่มปริมาณวิตามินซีในผลได้ (Gharezi *et al*., 2012) หรือในลูกพลัมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสุกและรักษาคุณภาพได้ (Manganaris *et al*., 2008) การควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเก็บรักษาเพื่อให้คุณภาพดี อยู่ได้นาน ดังนั้น ควรเก็บรักษาผลิตผลในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ถึงแม้ว่าอุณหภูมิต่ำสามารถรักษาคุณภาพและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ดี แต่มีข้อจำกัดที่อุณหภูมิเหมาะสมระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งผลิตผลแต่ละชนิดมีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำไม่เท่ากัน โดยเฉพาะผลิตผลในเขตร้อนที่ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10-13 องศาเซลเซียสได้ เพราะจะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวได้ (สายชล เกตุษา, 2528)

2.5 อาการสะท้านหนาว

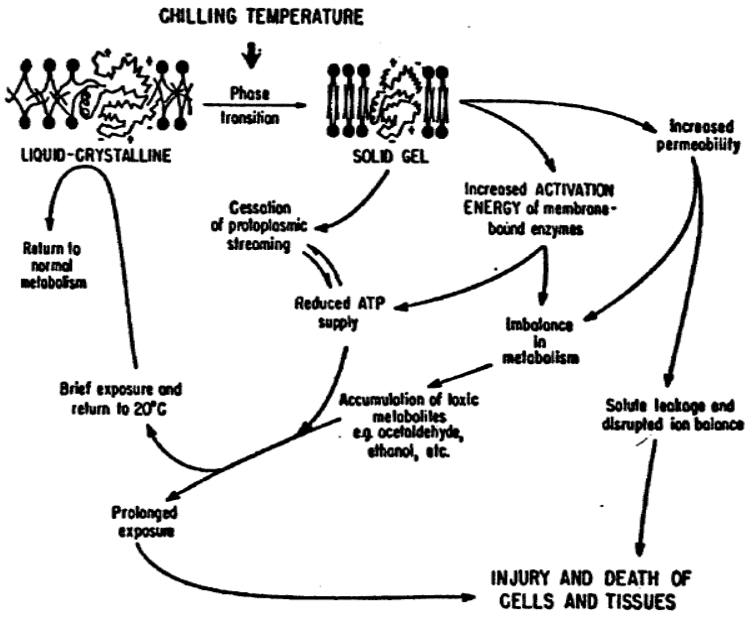
อาการสะท้านหนาว (chilling injury) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหาย และความผิดปกติทางสรีรวิทยา (physiological disorder) ที่เกิดขึ้นมีความเชื่อมโยงกับอุณหภูมิต่ำ แต่อุณหภูมินั้นสูงกว่าจุดเยือกแข็ง สามารถเกิดได้กับพืชที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ หรือส่วนของพืชที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง เพราะเกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว การเกิดอาการสะท้านหนาวสามารถจะเกิดขึ้นขณะอยู่ในสวน ระหว่างการขนส่ง หรือระหว่างการเก็บรักษาทั้งที่ตลาดขายปลีกและขายส่ง หรือแม้กระทั่งในตู้เย็นตามบ้านทั่วไป การเกิดอาการสะท้านหนาวมักเกิดขึ้นกับผลิตผลเขตร้อนทุกชนิดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่า 12–15 องศาเซลเซียส และอีกหลายชนิดในเขตกึ่งร้อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0–2 องศาเซลเซียส (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ผลิตผลสัมผัสกับอุณหภูมิต่ำ ถ้าหากสัมผัสอุณหภูมิที่ต่ำ และระยะเวลานานก็จะแสดงอาการรุนแรงขึ้น จากรายงาน พบว่ามะเขือเทศเชอรี่จะเกิดอาการสะท้านหนาวได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส (Yang *et al*., 2009; Sharom *et al*., 1994) หรือการเก็บผลกีวีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 2.5 องศาเซลเซียส (Sfakitakis *et al*., 2005) หรือการเก็บผลพุทราอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (Promyou *et al*., 2012) จะแสดงอาการเช่นกัน

การแสดงอาการสะท้านหนาวสามารถแยกออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ เหตุการณ์แรก (primary event) และเหตุการณ์หลัง (secondary event) โดยในเหตุการณแรกจะเกิดขึ้นเมื่อผลิตผลได้รับอุณหภูมิต่ำ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายใน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างจะทันที ทำให้กระบวนการต่าง ๆ ทางชีวเคมีภายในผิดปกติไป โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลง เช่น การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การสังเคราะห์แสง การรั่วไหลของประจุ และการผลิตเอทิลีน เป็นต้น ส่วนในเหตุการณ์หลัง เป็นความผิดปกติจากเหตุการณ์แรก ก่อให้เกิดความเสียหายกับเซลล์หรือเนื้อเยื่อต่าง ๆ และนำไปสู่อาการที่เห็นได้ ซึ่งในเหตุการณ์แรกจะไม่มีเงื่อนไขของเวลา ขึ้นกับอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว คือถ้าอุณหภูมิต่ำมากจะทำให้ผลิตผลเข้าสู่เหตุการณ์หลัง ซึ่งสามารถแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ สามารถกลับคืนได้ (reversible) และกลับคืนไม่ได้ (irreversible) การที่ผลิตผลได้รับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ อาจผิดปกติไป แต่ถ้าอุณหภูมิที่ผลิตผลได้รับนั้นกลับมาสู่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤต กระบวนการต่างๆยังคงกลับสู่สภาพเดิมได้ แต่หากได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานขึ้น จะส่งผลให้เซลล์ได้รับความเสียหายนำไปสู่การตายของเซลล์และแสดงอาการสะท้านหนาวขึ้น (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Primary event, Secondary event หลังการเกิดอาการสะท้านหนาว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

การเกิดอาการสะท้านหนาวมีสันนิษฐานว่ามีสาเหตุมาจากการที่องค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ หรือเยื่อหุ้มอวัยวะต่าง ๆ ภายใน เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำลง ส่งผลทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มต่าง ๆ ทำงานผิดปกติ เกิดความไม่สมบูรณ์จนทำให้เซลล์ตายในที่สุด โดยในเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มไมโทคอนเดรีย และเยื่อหุ้มอวัยวะต่าง ๆ มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกัน คือประกอบด้วยชั้นของฟอสโฟลิพิด (phospholipids) และโปรตีน ซึ่งจะมีหน้าที่สำคัญในการควบคุมการเข้าออกของสารต่าง ๆ และเป็นแหล่งกำเนิดกระบวนการที่สำคัญ เช่น การหายใจ การสังเคราะห์แสง เป็นต้น เมื่อการเกิดอาการสะท้านหนาวจะส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์ทำงานผิดปกติจนเซลล์ตายลง และอีกแนวทางของการสันนิษฐานว่า เกิดจาก side chain ของกรดไขมันในฟอสโฟลิพิดของเยื่อหุ้ม ซึ่งในผลิตผลที่เกิดอาการสะท้านหนาวง่ายนั้น มีพวกที่มีกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) เป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิพิดของเยื่อหุ้มต่าง ๆ เมื่อผลิตผลได้รับอุณหภูมิต่ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพจากลักษณะที่อ่อนตัว (liquid crystalline) มาเป็นลักษณะแข็ง (solid gel) ทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มต่าง ๆ เสื่อมลงทำให้เกิดผลเสีย (ภาพที่ 2.2) ทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพและตายไปในที่สุด (เพชรดา อยู่สุข, 2540)



ภาพที่ 2.2 สมมติฐานการเกิดอาการสะท้านหนาว (Lyons, 1973)

อีกข้อสันนิษฐานของการเกิดอาการสะท้านหนาว พบว่ามีอนุมูลอิสระเป็นตัวกลางสำคัญ ได้แก่ suproxide (O^{-}_{2}), hydroxyl radical (OH^{-}) และ hydrogen peroxide (H_2O_2) ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้ สร้างขึ้นมากเมื่อผลิตผลเกิดอาการสะท้านหนาว อนุมูลอิสระทำให้เกิดความเสียหายกับโมเลกุลของไขมัน โปรตีน ดีเอนเอ และเยื่อหุ้มเซลล์ โดยการเกิดปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ จะเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation และชักนำให้เกิดการสะสมการพิษ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพ และตายในที่สุด (ธิติมา วงษ์ชีรี, 2551)

จากรายงานกระบวนการการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยผลิตผลมีการเพิ่มเอมไซม์เพื่อใช้ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับผลิตผล เช่น peroxidase (POD), polyphenoloxidase (PPO) และ catalase (CAT) เพื่อป้องกันการทำลายของอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายที่มีต่อผลิตผล (El-hilali *et al*., 2002) และยังพบว่าผลิตผลมีกลไกลกำจัดอนุมูลอิสระ โดยสร้างเอนไซม์ alternative oxidase (AOS) บนเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียมากขึ้น เอนไซม์นี้ จะแย่งจับอิเล็กตรอนออกจากระบบการลำเลียงอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจ ทำให้อนุมูลอิสระลงลง (Purvis, 1997) ซึ่งเอมไซม์เหล่านี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสรีรวิทยาที่ผิดปกติของผลิตผล ทำให้ผลิตผลปรากฏอาการสะท้านหนาวให้เห็น (Perez-Tello, 2009)

2.5.1 ลักษณะอาการ

อาการสะท้านหนาวของผลิตผลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม มีอาการหลายอาการที่มาจากการเก็บผลิตผลไว้ในอุณหภูมิต่ำ อาการมักจะแสดงอาการรุนแรงเมื่อนำผลิตผลสู่

อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว (มยุรี กระจายกลาง, 2544) ลักษณะอาการที่พบดังนี้ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2540)

2.5.1.1 เนื้อเยื่อเกิดการยุบตัว (surface pitting) เป็นอาการที่ผิวของผลิตผลยุบตัวลง โดยบริเวณที่เกิดการยุบตัวจะมีสีที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ การยุบตัวจะขยายใหญ่ขึ้นเมื่อเกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น เช่น แตงกวา (Kasim and Kasim, 2011) ส้ม มะเขือม่วง แตงกวา มะละกอ พริกหวาน และมะเขือเทศ เป็นต้น (Wang, 1990)

2.5.1.2 อาการเนื้อเยื่อฉ่ำน้ำ (water–soaking of tissue) เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์ ผิวของผลิตผลจะมีสีคล้ำ โดยการฉ่ำน้ำจะเกิดร่วมกับการปล่อยสารบางชนิดออกมาเซลล์ทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ จากรายงานการเก็บมะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Sharom *et al.*, 1994; Dodds *et al.*, 1991) หรือพบในมะม่วงจะแสดงฉ่ำน้ำเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว (ระจิตร สุวพานิช และปาริชาติ เทียนจุมพล, 2554)

2.5.1.3 สีของเนื้อและเปลือกเปลี่ยนไป ผลิตผลเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จะเกิดขึ้นรอบท่อน้ำ ท่ออาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงสีเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ที่ถูกออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลที่อยู่ในเซลล์ จนกลายเป็นสีน้ำตาลขึ้น นอกจากเนื้อและเปลือกของผลิตผล ยังสามารถเกิดกับเมล็ดของผลิตผลได้ จะพบในผลของพุทรา (Promyou *et al*., 2012) กับผลลำไย (ไพศอล หะยีสาและ และดนัย บุญยเกียรติ, 2546)

2.5.1.4 การสลายตัวของเนื้อเยื่อ สารต่าง ๆ เช่น กรดอะมิโน น้ำตาลและแร่ธาตุต่าง ๆ ถูกปลดปล่อยออกมาจากเซลล์ เมื่อเนื้อเยื่อสลายตัว ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย ส่งผลให้เน่าเสีย การวัดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์สามารถกระทำโดยการรั่วไหลของสารอิเล็คโตรไลต์ (electrolyte leakage) ซึ่งพบว่าเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็คโตรไลต์จะสูงขึ้น จากรายงานเมื่อมะเขือเทศเกิดอาการสะท้านหนาว เยื่อหุ้มเซลล์จะเสื่อมสภาพ ทำให้ค่าการรั่วไหลสารอิเล็คโตรไลต์จะเพิ่มขึ้น (Whitaker, 1994)

2.5.1.5 ขาดคุณสมบัติในการสุก ผลิตผลอ่อนเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน เมื่อนำมาบ่มจะทำให้ผลิตผลไม่สุกตามปกติ ส่งผลให้สีของผลิตผลจะผิดปกติ และพบว่าเมื่อผลิตผลเกิดอาการสะท้านหนาวมักจะมีค่าพีเอช (pH) ต่ำ ปริมาณกรดสูง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลิตผลที่สุกปกติ ทำให้ผลิตผลมีคุณภาพต่ำลง เช่น มะเขือเทศ (Luengwilai and Beckles, 2010) จากรายงานพบว่าเก็บรักษากล้วยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน จะเกิดการสุกที่ผิดปกติ (กิตติ ไสยวรรณ และวชิรญา อิ่มสบาย, 2554) และยังพบในพืชอื่นอีก เช่น มะละกอ มะม่วง เป็นต้น

2.5.1.6 ขาดคุณสมบัติในการเจริญเติบโตของผลิตผล

2.5.1.7 องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนไป ส่งผลให้มีรสชาติและกลิ่นที่ผิดปกติ

2.5.1.8 อัตราการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

2.5.1.9 อายุการเก็บรักษาสั้นลง โดยอาการที่กล่าวมาจะแสดงอาการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจจะรวมกัน ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของผลิตผลและความรุนแรงของอาการ จากรายงานพบว่ามะเขือเทศเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวแสดงอาการยุบตัวของบริเวณเนื้อเยื่อผิว อาการฉ่ำน้ำ การสุกที่ผิดปกติ และอ่อนแอ่ต่อการเกิดโรค (นันทวุฒิ อิ่มศูนย์ และ ดนัย บุญยเกียรติ, 2546; Luengwilai *et al*., 2012) และในผลพุทราผิวจะแสดงการเกิดสีน้ำตาล การสุกที่ผิดปกติ ยุบตัวของบริเวณเนื้อเยื่อผิว และการอ่อนแอต่อโรค เมื่อผลพุทราแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาว (Promyou *et al*., 2012)

2.5.2 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว

2.5.2.1 อุณหภูมิและระยะเวลา ผลิตผลที่ได้รับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา จะเกิดอาการสะท้านหนาว และรุนแรงขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง เช่น การเก็บรักษามะม่วงที่ 5 องศาเซลเซียส แสดงอาการรุนแรงกว่าที่ 10 องศาเซลเซียส (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2001) เป็นต้น ส่วนระยะเวลาที่ผลิตผลเก็บในอุณหภูมิต่ำนานขึ้น ก็ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้น จากรายงานการมะเขือเทศเชอรี่ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หรือมากกว่าเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอาการสะท้านหนาว และรักษาคุณภาพได้ดี (Gharezi *et al*., 2012) หรือการเก็บรักษามะเฟืองที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน (อินทรา ลิจันทร์พร และคณะ, 2554) แสดงอาการเช่นกัน

2.5.2.2 ระยะสุกแก่ของผลิตผล (maturity) ระยะสุกแก่มีผลต่อความไวในการเกิดอาการสะท้านหนาว (Saltveit, 1999) ผลิตผลที่แก่เต็มที่มีความทนทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลิตผลที่ยังอ่อน เช่น มะเขือเทศที่อยู่ในระยะสุกเขียว (mature green stage) จะอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่ามะเขือเทศที่สุก (red stage) หรือในผลกีวีที่ระยะอ่อนจะเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าระยะแก่ (Sfakiotakis *et al*., 2005; Beckles, 2012)

2.5.2.3 ลักษณะทางพันธุกรรม ผลิตผลที่ผลิตจากสถานที่ต่างกัน หรือผลิตผลต่างสายพันธุ์ จะแสดงอาการสะท้านหนาวและความเสียหายที่แตกต่างกัน ถึงแม้จะเก็บรักษาในอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกัน จากรายงานมะเขือเทศพันธุ์ Akoma จะต้านทานการเกิดอาการสะท้านหนาวได้มากกว่าพันธุ์ Power ซึ่งมะเขือเทศพันธุ์ Akoma ทนได้ 14 วัน ส่วนพันธุ์ Power ทนได้ 7 วัน (Kumah *et al*., 2011)

2.5.2.4 ถิ่นกำเนิด ผลิตผลที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน จะเกิดอาการสะท้านหนาวที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งของผลิตผลเล็กน้อย และมักพบผลิตผลเขตร้อนจะเกิดอาการสะท้านหนาวได้ง่ายขึ้น เมื่อรับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา (ดุษฎี วิสุทธิแพทย์, 2541)

2.5.2.5 การปรับตัว (acclimation) ผลิตผลบางชนิดที่ได้รับความเย็นเป็นช่วงสั้น ๆ แต่ไม่ใช่อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเกิดอาการสะท้านหนาว ทำให้เนื้อเยื่อเกิดการปรับตัว ซึ่งจะช่วยลดความอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวได้ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2540)

2.5.2.6 ธาตุอาหาร ธาตุอาหารมีผลต่อการลดการเกิดอาการสะท้านหนาว จากรายงานพบว่าการใช้แคลเซียมโดยวิธีการแทรกซึมเข้าไปมีส่วนช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ หรือการจุ่มผลิตผลลงใน $CaCl_2$ จะช่วยลดความผิดปกทางสรีรวิทยาของผลแอปเปิลหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งแคลเซียมจะมีคุณสมบัติควบคุมการทำงานของเยื่อหุ้มต่าง ๆ และยังพบว่าปริมาณของธาตุอาหารมีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยในผลแอปเปิลที่มีธาตุฟอสฟอรัสและแคลเซียมต่ำจะอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (มยุรี กระจายกลาง, 2544) ซึ่งตรงกับรายงานของ อิษยา ภู่สิทธิกุล และจริงแท้ ศิริพานิช (2551) พบว่าปริมาณของแคลเซียมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว โดยผลมะเขือเทศที่มีปริมาณของแคลเซียมเพิ่มขึ้นจะเกิดอาการสะท้านหนาวต่ำ

2.5.3 การป้องกันอาการสะท้านหนาว

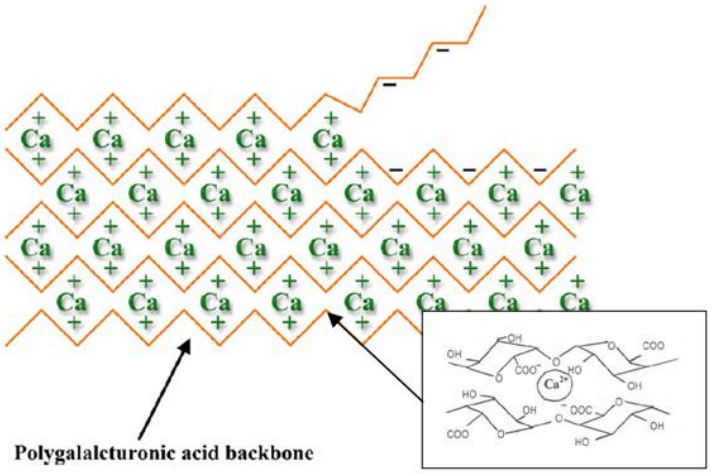
2.5.3.1 การลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ ผลิตผลที่อ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว เมื่อนำไปเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการ แล้วค่อยนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ช่วยให้ผลิตผลมีการปรับตัว เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเยื่อหุ้มโดยการสร้างฟอสโฟลิพิด ซึ่งมีพวกกรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นองค์ประกอบมากขึ้น ช่วยให้ผลิตผลทนต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2540)

2.5.3.2 การใช้อุณหภูมิสลับ ผลิตผลที่ได้รับอุณหภูมิสูงระหว่างการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว และเพิ่มอายุการเก็บรักษา เช่น ส้ม แตงกวา กระเจี๊ยบ ท้อ มันฝรั่ง พริกหวาน และมะเขือเทศ โดยการสลับใช้อุณหภูมิที่สูง ช่วยลดการสะสมสารพิษที่เกิดขึ้นกับผลิตผล เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ และยังพบอีกว่า จะทำให้ไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น ในการใช้อุณหภูมิสูงกรดไขมันที่อิ่มตัวบางส่วนจะเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว มีผลทำให้ต้านทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) จากรายงานการเก็บลูกท้อที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 9 สัปดาห์ จะแสดงอาการสะท้านหนาว แต่ถ้าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สลับกับที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียส ทุกวัน 2 วัน ทุก 4 สัปดาห์ จะไม่เกิดอาการสะท้านหนาว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.5.3.3 การใช้สารเคลือบ การเคลือบผิวของผลิตผลสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ เพราะสารเคลือบที่เป็นพวกไขมันแทรกซึมเข้าไปในเซลล์ ส่งผลทำให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ต่าง ๆ เปลี่ยนไป ทำให้ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงต่ออุณหภูมิต่ำได้มากขึ้น ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวน้อยลง

2.5.3.4 การปรับสภาพบรรยากาศเก็บรักษา การทำให้สภาพการเก็บรักษาผลิตผลให้มีปริมาณของออกซิเจน (O_2) ลงลง และปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพิ่มปริมาณสูงขึ้น ช่วยชะลอและลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.5.3.5 การใช้แคลเซียม แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาโบลิสซึมของเซลล์ และเนื้อเยื่อพืช และแคลเซียมนั้น จะอยู่รวมตัวกับเพคตินในมิดเดิลลาเมลล่าในผนังเซลล์ทำให้เกิด cross link ของสายเพคติน เกิดโครงสร้างที่เรียกว่า “egg box model” ซึ่งช่วยให้โครงสร้างของเซลล์แข็งแรง (ภาพที่ 2.3) แคลเซียมยังมีผลต่อการเคลื่อนที่ของประจุผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และยังเป็นตัวเชื่อมกับฟอสโฟไลพิด และกับโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ มีผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มี integrity ช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมการเข้าออกของสารได้ดีขึ้น และแคลเซียมมีความจำเป็นต่อผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เป็นธาตุอาหารที่ควบคุมคุณภาพของผลิตผล สามารถรักษาความแน่นเนื้อและควบคุมการทำงานเอนไซม์ polygalacturonase และ pectinesterase ทำให้ชะลอการเสื่อมสภาพและการเน่าเสีย เพิ่มความต้านทานโรค และลดความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลิตผลได้ (Aghdam *et al*., 2012) จากรายงานการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมสามารถลดความผิดปกติทางสรีรวิทยาในผลแอปเปิลได้ (Holb *et al*., 2012) การให้แคลเซียมกับผลิตผลทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมภายในผลได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนของ Ca-bond ของผนังเซลล์ จากรายงานการฉีดพ่น $Ca(No_2)_3$ ในผลแอปเปิล (Lotze *et al*., 2008) หรือการฉีดพ่น $CaCl_2$ ในผลมะม่วง (Joyce *et al*., 2011) หรือการจุ่ม $CaCl_2$ ในมะเขือเทศ (Bhattarai and Gautam, 2006) สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมได้ ดังนั้นการให้แคลเซียมช่วยทำให้โครงสร้างเซลล์แข็งแรงทนต่อการเสื่อมสภาพได้



ภาพที่ 2.3 โครงสร้าง“egg box model” แสดงการสร้างพันธะแคลเซียมองเพคตินในเยื่อหุ้มเซลล์ (Aghdam *et al*., 2012)

อาการสะท้านหนาวเกิดจากความผิดปกติทางสรีรวิทยาทางกายภาพและของเนื้อเยื่อพืชภายใน เมื่อผลิตผลได้รับอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็งเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นสาเหตุของการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ การใช้แคลเซียมกับผลิตผลจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดอาการสะท้านหนาว จากรายงานพบว่าในผลมะนาวที่มีปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อต่ำ แสดงอาการสะท้านหนาวระดับสูง (Slutzky *et al.,* 1981; อ้างตาม Wang, 2000) เพราะแคลเซียมช่วยไปจับกับพวกไขมันพวกฟอสโฟลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้สามารถควบคุมการเข้าออกของสารได้ดีจึงทำให้ผลิตผลทนต่ออาการสะท้านหนาวได้ Wang (1990) รายงานว่าการแช่หรือจุ่มสารละลายแคลเซียมก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ หรือการฉีดพ่นแคลเซียม สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ และยังรายงานอีกว่าแคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ในผลอะโวกาโด กระเจี๊ยบเขียว ลูกพีช และมะเขือเทศได้ (Wang, 2010) ดังนั้น แคลเซียมจึงมีบทบาทสำคัญเป็นตัวกำหนดต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chaplin and Scott, 1980)

ธเนศวร์ สีระแก้ว (2541) รายงานการแทรกซึมด้วย $CaCl_2$ เข้มข้น 2.5% ในผลมะม่วงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน จะแสดงอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าชุดควบคุม

Chapin and Scott (1980) รายงานว่าการแทรกซึมด้วย $CaCl_2$ เข้มข้น 1-7.5% ในผลอะโวกาโด ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ พบว่าสามารถการเกิดอาการได้

ปัจจุบันมีชนิดของแคลเซียมมากมาย ไม่ว่าจะเป็นแคลเซียมไฮออกไซด์ ($Ca(OH)_2$), แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$), แคลเซียมซัลเฟต($CaSO_4$), แคลเซียมไนเตรท ($CaNO_3$) (Ozden, 2009) หรือ calcium lactate และcalcium propionate (Manganaris *et al,* 2007) พบว่าเป็นแหล่งของแคลเซียมที่ใช้กันมาก มีราคาที่สูง และหายาก จากการศึกษาพบว่ามีชนิดของแคลเซียมที่ได้จากธรรมชาติ และหาได้ง่าย ราคาถูก คือหินฝุ่น (limestone tail) โดยหินฝุ่นนั้นมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก อยู่ในรูปของคาร์บอเนตเป็นหลัก ($CaCO_3$) จากรายงานพบว่าหินฝุ่นจากทางจังหวัดนครราชสีมามีปริมาณแคลเซียมในระดับ 58.74% (ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) และยังพบธาตุอื่น ๆ อีก เช่น กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เป็นต้น พบว่าหินฝุ่นมีความแตกต่างจากปูนขาวซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม (CaO, MgO หรือ $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$) จึงทำให้หินฝุ่นไม่มีฤทธิ์เป็นด่างจัดเหมือนปูนขาว เหมาะสำหรับการนำมาใช้กับพืช และอัตราการละลายน้ำ หรืออัตราการแตกตัวในดินจึงค่อยเป็นค่อยไป สามารถละลายน้ำได้ 90.6% ทำให้ไม่มีผลกระทบรุนแรงต่อปฏิกิริยาดิน และสิ่งมีชีวิตในดินมากนัก แม้จะใส่ในปริมาณสูง (เรณู ขำเลิศ และคณะ, 2549) จากรายงานของการใส่หินฝุ่นให้แก่มันสำปะหลังจะมีการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาน้อยกว่าชุดควบคุม(ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) หินฝุ่นจึงเป็นแหล่งแคลเซียมที่น่าจะนำมาใช้เพิ่มปริมาณของแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ในการลดอาการสะท้านหนาว

อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว (มยุรี กระจายกลาง, 2544) ลักษณะอาการที่พบดังนี้ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2540)

2.5.1.1 เนื้อเยื่อเกิดการยุบตัว (surface pitting) เป็นอาการที่ผิวของผลิตผลยุบตัวลง โดยบริเวณที่เกิดการยุบตัวจะมีสีที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ การยุบตัวจะขยายใหญ่ขึ้นเมื่อเกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น เช่น แตงกวา (Kasim and Kasim, 2011) ส้ม มะเขือม่วง แตงกวา มะละกอ พริกหวาน และมะเขือเทศ เป็นต้น (Wang, 1990)

2.5.1.2 อาการเนื้อเยื่อฉ่ำน้ำ (water–soaking of tissue) เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์ ผิวของผลิตผลจะมีสีคล้ำ โดยการฉ่ำน้ำจะเกิดร่วมกับการปล่อยสารบางชนิดออกมาเซลล์ทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ จากรายงานการเก็บมะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Sharom *et al.*, 1994; Dodds *et al.*, 1991) หรือพบในมะม่วงจะแสดงฉ่ำน้ำเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว (ระจิตร สุวพานิช และปาริชาติ เทียนจุมพล, 2554)

2.5.1.3 สีของเนื้อและเปลือกเปลี่ยนไป ผลิตผลเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จะเกิดขึ้นรอบท่อน้ำ ท่ออาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงสีเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ที่ถูกออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลที่อยู่ในเซลล์ จนกลายเป็นสีน้ำตาลขึ้น นอกจากเนื้อและเปลือกของผลิตผล ยังสามารถเกิดกับเมล็ดของผลิตผลได้ จะพบในผลของพุทรา (Promyou *et al*., 2012) กับผลลำไย (ไพศอล หะยีสาและ และดนัย บุญยเกียรติ, 2546)

2.5.1.4 การสลายตัวของเนื้อเยื่อ สารต่าง ๆ เช่น กรดอะมิโน น้ำตาลและแร่ธาตุต่าง ๆ ถูกปลดปล่อยออกมาจากเซลล์ เมื่อเนื้อเยื่อสลายตัว ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย ส่งผลให้เน่าเสีย การวัดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์สามารถกระทำโดยการรั่วไหลของสารอิเล็คโตรไลต์ (electrolyte leakage) ซึ่งพบว่าเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็คโตรไลต์จะสูงขึ้น จากรายงานเมื่อมะเขือเทศเกิดอาการสะท้านหนาว เยื่อหุ้มเซลล์จะเสื่อมสภาพ ทำให้ค่าการรั่วไหลสารอิเล็คโตรไลต์จะเพิ่มขึ้น (Whitaker, 1994)

2.5.1.5 ขาดคุณสมบัติในการสุก ผลิตผลอ่อนเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน เมื่อนำมาบ่มจะทำให้ผลิตผลไม่สุกตามปกติ ส่งผลให้สีของผลิตผลจะผิดปกติ และพบว่าเมื่อผลิตผลเกิดอาการสะท้านหนาวมักจะมีค่าพีเอช (pH) ต่ำ ปริมาณกรดสูง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลิตผลที่สุกปกติ ทำให้ผลิตผลมีคุณภาพต่ำลง เช่น มะเขือเทศ (Luengwilai and Beckles, 2010) จากรายงานพบว่าเก็บรักษากล้วยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน จะเกิดการสุกที่ผิดปกติ (กิตติ ไสยวรรณ และวชิรญา อิ่มสบาย, 2554) และยังพบในพืชอื่นอีก เช่น มะละกอ มะม่วง เป็นต้น

2.5.1.6 ขาดคุณสมบัติในการเจริญเติบโตของผลิตผล

2.5.1.7 องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนไป ส่งผลให้มีรสชาติและกลิ่นที่ผิดปกติ

2.5.1.8 อัตราการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

2.5.1.9 อายุการเก็บรักษาสั้นลง โดยอาการที่กล่าวมาจะแสดงอาการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจจะรวมกัน ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของผลิตผลและความรุนแรงของอาการ จากรายงานพบว่ามะเขือเทศเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวแสดงอาการยุบตัวของบริเวณเนื้อเยื่อผิว อาการฉ่ำน้ำ การสุกที่ผิดปกติ และอ่อนแอ่ต่อการเกิดโรค (นันทวุฒิ อิ่มศูนย์ และ ดนัย บุญยเกียรติ, 2546; Luengwilai *et al*., 2012) และในผลพุทราผิวจะแสดงการเกิดสีน้ำตาล การสุกที่ผิดปกติ ยุบตัวของบริเวณเนื้อเยื่อผิว และการอ่อนแอต่อโรค เมื่อผลพุทราแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาว (Promyou *et al*., 2012)

2.5.2 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว

2.5.2.1 อุณหภูมิและระยะเวลา ผลิตผลที่ได้รับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา จะเกิดอาการสะท้านหนาว และรุนแรงขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง เช่น การเก็บรักษามะม่วงที่ 5 องศาเซลเซียส แสดงอาการรุนแรงกว่าที่ 10 องศาเซลเซียส (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2001) เป็นต้น ส่วนระยะเวลาที่ผลิตผลเก็บในอุณหภูมิต่ำนานขึ้น ก็ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้น จากรายงานการมะเขือเทศเชอรี่ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หรือมากกว่าเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอาการสะท้านหนาว และรักษาคุณภาพได้ดี (Gharezi *et al*., 2012) หรือการเก็บรักษามะเฟืองที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน (อินทรา ลิจันทร์พร และคณะ, 2554) แสดงอาการเช่นกัน

2.5.2.2 ระยะสุกแก่ของผลิตผล (maturity) ระยะสุกแก่มีผลต่อความไวในการเกิดอาการสะท้านหนาว (Saltveit, 1999) ผลิตผลที่แก่เต็มที่มีความทนทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลิตผลที่ยังอ่อน เช่น มะเขือเทศที่อยู่ในระยะสุกเขียว (mature green stage) จะอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่ามะเขือเทศที่สุก (red stage) หรือในผลกีวีที่ระยะอ่อนจะเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าระยะแก่ (Sfakiotakis *et al*., 2005; Beckles, 2012)

2.5.2.3 ลักษณะทางพันธุกรรม ผลิตผลที่ผลิตจากสถานที่ต่างกัน หรือผลิตผลต่างสายพันธุ์ จะแสดงอาการสะท้านหนาวและความเสียหายที่แตกต่างกัน ถึงแม้จะเก็บรักษาในอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกัน จากรายงานมะเขือเทศพันธุ์ Akoma จะต้านทานการเกิดอาการสะท้านหนาวได้มากกว่าพันธุ์ Power ซึ่งมะเขือเทศพันธุ์ Akoma ทนได้ 14 วัน ส่วนพันธุ์ Power ทนได้ 7 วัน (Kumah *et al*., 2011)

2.5.2.4 ถิ่นกำเนิด ผลิตผลที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน จะเกิดอาการสะท้านหนาวที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งของผลิตผลเล็กน้อย และมักพบผลิตผลเขตร้อนจะเกิดอาการสะท้านหนาวได้ง่ายขึ้น เมื่อรับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา (ดุษฎี วิสุทธิแพทย์, 2541)

2.5.2.5 การปรับตัว (acclimation) ผลิตผลบางชนิดที่ได้รับความเย็นเป็นช่วงสั้น ๆ แต่ไม่ใช่อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเกิดอาการสะท้านหนาว ทำให้เนื้อเยื่อเกิดการปรับตัว ซึ่งจะช่วยลดความอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวได้ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2540)

2.5.2.6 ธาตุอาหาร ธาตุอาหารมีผลต่อการลดการเกิดอาการสะท้านหนาว จากรายงานพบว่าการใช้แคลเซียมโดยวิธีการแทรกซึมเข้าไปมีส่วนช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ หรือการจุ่มผลิตผลลงใน $CaCl_2$ จะช่วยลดความผิดปกทางสรีรวิทยาของผลแอปเปิลหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งแคลเซียมจะมีคุณสมบัติควบคุมการทำงานของเยื่อหุ้มต่าง ๆ และยังพบว่าปริมาณของธาตุอาหารมีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยในผลแอปเปิลที่มีธาตุฟอสฟอรัสและแคลเซียมต่ำจะอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (มยุรี กระจายกลาง, 2544) ซึ่งตรงกับรายงานของ อิษยา ภู่สิทธิกุล และจริงแท้ ศิริพานิช (2551) พบว่าปริมาณของแคลเซียมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว โดยผลมะเขือเทศที่มีปริมาณของแคลเซียมเพิ่มขึ้นจะเกิดอาการสะท้านหนาวต่ำ

2.5.3 การป้องกันอาการสะท้านหนาว

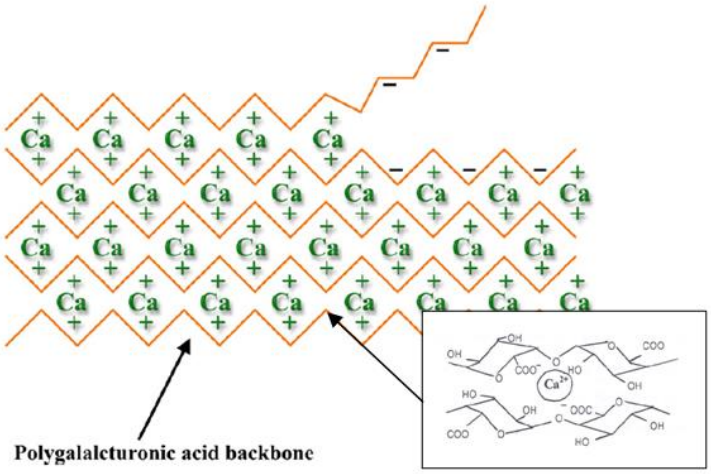
2.5.3.1 การลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ ผลิตผลที่อ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว เมื่อนำไปเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการ แล้วค่อยนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ช่วยให้ผลิตผลมีการปรับตัว เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเยื่อหุ้มโดยการสร้างฟอสโฟลิพิด ซึ่งมีพวกกรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นองค์ประกอบมากขึ้น ช่วยให้ผลิตผลทนต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (ดนัย บุณยเกียรติ, 2540)

2.5.3.2 การใช้อุณหภูมิสลับ ผลิตผลที่ได้รับอุณหภูมิสูงระหว่างการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว และเพิ่มอายุการเก็บรักษา เช่น ส้ม แตงกวา กระเจี๊ยบ ท้อ มันฝรั่ง พริกหวาน และมะเขือเทศ โดยการสลับใช้อุณหภูมิที่สูง ช่วยลดการสะสมสารพิษที่เกิดขึ้นกับผลิตผล เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ และยังพบอีกว่า จะทำให้ไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น ในการใช้อุณหภูมิสูงกรดไขมันที่อิ่มตัวบางส่วนจะเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว มีผลทำให้ต้านทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) จากรายงานการเก็บลูกท้อที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 9 สัปดาห์ จะแสดงอาการสะท้านหนาว แต่ถ้าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สลับกับที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียส ทุกวัน 2 วัน ทุก 4 สัปดาห์ จะไม่เกิดอาการสะท้านหนาว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.5.3.3 การใช้สารเคลือบ การเคลือบผิวของผลิตผลสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ เพราะสารเคลือบที่เป็นพวกไขมันแทรกซึมเข้าไปในเซลล์ ส่งผลทำให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ต่าง ๆ เปลี่ยนไป ทำให้ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงต่ออุณหภูมิต่ำได้มากขึ้น ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวน้อยลง

2.5.3.4 การปรับสภาพบรรยากาศเก็บรักษา การทำให้สภาพการเก็บรักษาผลิตผลให้มีปริมาณของออกซิเจน (O_2) ลงลง และปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพิ่มปริมาณสูงขึ้น ช่วยชะลอและลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

2.5.3.5 การใช้แคลเซียม แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาโบลิสซึมของเซลล์ และเนื้อเยื่อพืช และแคลเซียมนั้น จะอยู่รวมตัวกับเพคตินในมิดเดิลลาเมลล่าในผนังเซลล์ทำให้เกิด cross link ของสายเพคติน เกิดโครงสร้างที่เรียกว่า “egg box model” ซึ่งช่วยให้โครงสร้างของเซลล์แข็งแรง (ภาพที่ 2.3) แคลเซียมยังมีผลต่อการเคลื่อนที่ของประจุผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และยังเป็นตัวเชื่อมกับฟอสโฟไลพิด และกับโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ มีผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มี integrity ช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมการเข้าออกของสารได้ดีขึ้น และแคลเซียมมีความจำเป็นต่อผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เป็นธาตุอาหารที่ควบคุมคุณภาพของผลิตผล สามารถรักษาความแน่นเนื้อและควบคุมการทำงานเอนไซม์ polygalacturonase และ pectinesterase ทำให้ชะลอการเสื่อมสภาพและการเน่าเสีย เพิ่มความต้านทานโรค และลดความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลิตผลได้ (Aghdam *et al*., 2012) จากรายงานการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมสามารถลดความผิดปกติทางสรีรวิทยาในผลแอปเปิลได้ (Holb *et al*., 2012) การให้แคลเซียมกับผลิตผลทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมภายในผลได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนของ Ca-bond ของผนังเซลล์ จากรายงานการฉีดพ่น $Ca(No_2)_3$ ในผลแอปเปิล (Lotze *et al*., 2008) หรือการฉีดพ่น $CaCl_2$ ในผลมะม่วง (Joyce *et al*., 2011) หรือการจุ่ม $CaCl_2$ ในมะเขือเทศ (Bhattarai and Gautam, 2006) สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมได้ ดังนั้นการให้แคลเซียมช่วยทำให้โครงสร้างเซลล์แข็งแรงทนต่อการเสื่อมสภาพได้



ภาพที่ 2.3 โครงสร้าง“egg box model” แสดงการสร้างพันธะแคลเซียมองเพคตินในเยื่อหุ้มเซลล์ (Aghdam *et al*., 2012)

อาการสะท้านหนาวเกิดจากความผิดปกติทางสรีรวิทยาทางกายภาพและของเนื้อเยื่อพืชภายใน เมื่อผลิตผลได้รับอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็งเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นสาเหตุของการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ การใช้แคลเซียมกับผลิตผลจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดอาการสะท้านหนาว จากรายงานพบว่าในผลมะนาวที่มีปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อต่ำ แสดงอาการสะท้านหนาวระดับสูง (Slutzky *et al.,* 1981; อ้างตาม Wang, 2000) เพราะแคลเซียมช่วยไปจับกับพวกไขมันพวกฟอสโฟลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้สามารถควบคุมการเข้าออกของสารได้ดีจึงทำให้ผลิตผลทนต่ออาการสะท้านหนาวได้ Wang (1990) รายงานว่าการแช่หรือจุ่มสารละลายแคลเซียมก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ หรือการฉีดพ่นแคลเซียม สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ และยังรายงานอีกว่าแคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ในผลอะโวกาโด กระเจี๊ยบเขียว ลูกพีช และมะเขือเทศได้ (Wang, 2010) ดังนั้น แคลเซียมจึงมีบทบาทสำคัญเป็นตัวกำหนดต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chaplin and Scott, 1980)

ธเนศวร์ สีระแก้ว (2541) รายงานการแทรกซึมด้วย $CaCl_2$ เข้มข้น 2.5% ในผลมะม่วงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน จะแสดงอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าชุดควบคุม

Chapin and Scott (1980) รายงานว่าการแทรกซึมด้วย $CaCl_2$ เข้มข้น 1-7.5% ในผลอะโวกาโด ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ พบว่าสามารถการเกิดอาการได้

ปัจจุบันมีชนิดของแคลเซียมมากมาย ไม่ว่าจะเป็นแคลเซียมไฮออกไซด์ ($Ca(OH)_2$), แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$), แคลเซียมซัลเฟต($CaSO_4$), แคลเซียมไนเตรท ($CaNO_3$) (Ozden, 2009) หรือ calcium lactate และcalcium propionate (Manganaris *et al,* 2007) พบว่าเป็นแหล่งของแคลเซียมที่ใช้กันมาก มีราคาที่สูง และหายาก จากการศึกษาพบว่ามีชนิดของแคลเซียมที่ได้จากธรรมชาติ และหาได้ง่าย ราคาถูก คือหินฝุ่น (limestone tail) โดยหินฝุ่นนั้นมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก อยู่ในรูปของคาร์บอเนตเป็นหลัก ($CaCO_3$) จากรายงานพบว่าหินฝุ่นจากทางจังหวัดนครราชสีมามีปริมาณแคลเซียมในระดับ 58.74% (ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) และยังพบธาตุอื่น ๆ อีก เช่น กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เป็นต้น พบว่าหินฝุ่นมีความแตกต่างจากปูนขาวซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม (CaO, MgO หรือ $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$) จึงทำให้หินฝุ่นไม่มีฤทธิ์เป็นด่างจัดเหมือนปูนขาว เหมาะสำหรับการนำมาใช้กับพืช และอัตราการละลายน้ำ หรืออัตราการแตกตัวในดินจึงค่อยเป็นค่อยไป สามารถละลายน้ำได้ 90.6% ทำให้ไม่มีผลกระทบรุนแรงต่อปฏิกิริยาดิน และสิ่งมีชีวิตในดินมากนัก แม้จะใส่ในปริมาณสูง (เรณู ขำเลิศ และคณะ, 2549) จากรายงานของการใส่หินฝุ่นให้แก่มันสำปะหลังจะมีการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาน้อยกว่าชุดควบคุม(ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) หินฝุ่นจึงเป็นแหล่งแคลเซียมที่น่าจะนำมาใช้เพิ่มปริมาณของแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ในการลดอาการสะท้านหนาว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ โดยศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่ก่อให้เกิดอาการ และศึกษาการประยุกต์ใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว แบ่งย่อยออกเป็น 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

เป็นการศึกษาอิทธิพลอุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ที่จะก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ระดับต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษา เพื่อลดการเกิดอาการ

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

เป็นการศึกษาอิทธิพลการใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการ

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

เป็นการศึกษาอิทธิพลของการใช้หินฝุ่นก่อนการเก็บเกี่ยว ร่วมกับการแช่สารละลาย $CaCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่

3.1 อุปกรณ์การทดลอง และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.1.1 เครื่องชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.1.1.3 ตู้อบ (hot air oven)

3.1.1.4 เครื่องปั่นผลไม้ (blender)

3.1.1.5 ตู้ดูดความชื้น (desiccator)

3.1.1.6 เครื่องเขย่า (vortex mixer)

3.1.1.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (hot water bath)

3.1.1.8 เครื่องวัดการดูดกลืนคลื่นแสงย่านแสงมองเห็น (spectrophotometer)

3.1.1.9 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH meter)

3.1.1.10 เครื่องวัดสี (chromameter)

3.1.1.11 เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (penetrometer)

3.1.1.12 เครื่องวัดความหวานแบบกล้องส่อง (refractometer)

3.1.1.13 เครื่อง gas chromatography (GC)

3.1.1.14 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (electric conductivity meter)

3.1.1.15 เครื่อง atomic absorption spectroscopy (AAS)

3.1.1.16 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (vernier caliper)

3.1.1.17 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

3.1.1.18 เตาย่อย (digestion block)

3.1.1.19 อุปกรณ์ทางการเกษตร

3.1.1.20 อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 13-13-21 และ 0-0-60

3.1.2.2 หินฝุ่น

3.1.2.3 แคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride)

3.1.2.4 โซเดียมไฮโปรคลอไรด์ (sodium hypochlorite)

3.1.2.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydeoxide)

3.1.2.6 ฟีนอล์ฟทาลีน (phenoptealein)

3.1.2.7 แอลกอฮอล์ (absolute ethyl alcohol)

3.1.2.8 บีเอชที (butylated hydroxytoluene, BHT)

3.1.2.9 อะซีโตน (acetone)

3.1.2.10 สารละลายมาตรฐานแคลเซียม (standard calcium)

3.1.2.11 กรดไนตริก (nitric acid)

3.1.2.12 กรดเปอร์คลอริก (perchloric acid)

3.2 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และสถานที่ทำการทดลอง

3.2.1 ประชากร การทดลองที่ 1, 2 และ 3 ใช้มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ทางศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน (Tropical Vegetable Research Center) พัฒนาพันธุ์ขึ้น

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

การทดลองที่ 1 ปลูกต้นมะเขือเทศเชอรี่ แต่ละชุดทดลองทั้งหมด 20 ต้น รวมทั้งสิ้น 180 ต้น

การทดลองที่ 2 ปลูกต้นมะเขือเทศเชอรี่ แต่ละชุดทดลองทั้งหมด 15 ต้น รวมทั้งสิ้น 135 ต้น

การทดลองที่ 3 ปลูกต้นมะเขือเทศเชอรี่ แต่ละชุดทดลองทั้งหมด 15 ต้น รวมทั้งสิ้น 60 ต้น

3.2.3 สถานที่ทำการทดลอง

3.2.3.1 การทดลองที่ 1, 2 และ 3 ปลูกมะเขือเทศเชอรี่ภายในโรงเรือนของฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.3.2 ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา, สรีรวิทยา และเมล็ดพันธุ์ อาคารศูนย์เครื่องมือและเทคโนโลยี 3 (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.3.3 อาคารศูนย์เครื่องมือและเทคโนโลยี 1 และ 2 (F1 และ F2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3 ระยะเวลาทำการทดลอง

การทดลองที่ 1 เดือนตุลาคม 2554 – เมษายน 2555

การทดลองที่ 2 เดือนตุลาคม 2555 – เมษายน 2556

การทดลองที่ 3 เดือนพฤศจิกายน 2555 – พฤษภาคม 2556

3.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

3.4.1 การทดลองที่ 1: ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 เป็นอุณหภูมิที่เก็บรักษามี 3 ระดับคือ 5 10 และ 25 องศาเซลเซียส ปัจจัยที่ 2 การแช่สารละลาย $CaCl_2$ มี 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0 1 และ 2% โดยแต่ละทรีตเมนต์จำนวน 3 ซ้ำ มี 9 ทรีตเมนต์ คือ

T1 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 0%

T2 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 1%

T3 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 2%

T4 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 0%

T5 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 1%

T6 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 2%

T7 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 0%

T8 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 1%

T9 = เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แช่สารละลาย $CaCl_2$ความเข้มข้น 2%

ปลูกมะเขือเทศเชอรี่ในโรงเรือน ปลูกลงในถุงปลูกขนาด 11 นิ้ว โดยทำการเพาะกล้าแล้วย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้น ดูแลรักษาให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ 1-2 ครั้ง/วัน และแบ่งการใส่ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง 46-0-0 อัตรา 80 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งแรก 14 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 80 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 3 ใส่หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่สอง 14 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ทำการเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศเชอรี่ในโดยครั้งที่ 1 หลังปลูก 7 วันโดยใส่ปุ๋ยสูตร ระยะสุก (red stage) อายุประมาณ 85 วัน หลังจากเก็บเกี่ยวทำการเด็ดขั้วผล แล้วคัดขนาดผลมะเขือเทศเชอรี่ที่มีความสม่ำเสมอทั้งขนาดและสี โดยขนาดผลมีความยาวประมาณ 2.8-3.3 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางของผลประมาณ 1.8-2.2 เซนติเมตร นำผลมะเขือเทศเชอรี่มาทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ (sodium hypochlorite) ความเข้มข้น 300 ppm ลำดับต่อมาล้างด้วยน้ำและซับน้ำให้แห้ง นำมาผลมะเขือเทศเชอรี่แช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ นาน 30 นาที และซับน้ำให้แห้ง หลังจากนั้นเก็บรักษาผลมะเขือเทศเชอรี่ในถุงพลาสติก (PE) เจาะรู นำไปเก็บรักษาตามทรีตเมนต์ที่กำหนด ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 10 และ 25 องศาเซลเซียส (ความชื้น 95%) ทำการสุ่มตรวจผลการทดลองทุก 5 วัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา หลังจากนั้นผลที่สุ่มออกมาจะนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส และความชื้น 85%) แล้วสุ่มตรวจผลทุก 3 วัน ตลอดอายุการเก็บรักษา

วิธีการบันทึกผล วิธีการบันทึกผลตามวิธีการ ดังต่อไปนี้

1. ดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chilling injury Index, CII)

ทำการประเมินการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยจะแบ่งระดับคะแนน 5 ระดับ ดังนี้

0 = ไม่พบการยุบตัวบริเวณผิว และอาการฉ่ำน้ำ

1 = พบการยุบตัวบริเวณผิว และอาการฉ่ำน้ำ < 10%

2 = พบการยุบตัวบริเวณผิว และอาการฉ่ำน้ำ 11 -30%

3 = พบการยุบตัวบริเวณผิว และอาการฉ่ำน้ำ 31 -50%

4 = พบการยุบตัวบริเวณผิว และอาการฉ่ำน้ำ > 51% เป็นต้นไป

หลังจากการประเมิน แล้วคำนวณดังต่อไป

$$\text{Chilling injury Index} = \text{ผลรวม} \frac{(\text{จำนวนผลที่เกิดอาการสะท้านหนาว X ระดับคะแนน})}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}}$$

ภาพที่ 3.1 ระดับคะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะเขือเทศเชอรี่

2. วัดสีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่

ใช้เครื่องวัดสี Chromameter ระบบ CIELAB วัดผิวผลมะเขือเทศเชอรี่ทุกทรีตเมนต์ โดยทำการวัดเฉลี่ยทั้ง 3 จุด คือ ด้านหัวของผล, ด้านกลางของผล และด้านก้นของผลจะได้ค่า a*, b* และ L

ค่า L มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีคล้ำ ค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีใส

ค่า a* เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีแดง มีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว

ค่า b* เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง มีค่าเป็นลบแสดงว่าวัตถุเป็นสีน้ำเงิน

3. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Cumulative weight loss)

ทำการชั่งน้ำหนักผลมะเขือเทศเชอรี่ทุกทรีตเมนต์ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง นำน้ำหนักที่ได้มาคิดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งให้การสูญเสียน้ำหนักก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 0% โดยคำนวณดังนี้

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บ} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บ}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

4. วัดความแน่นเนื้อ (Firmness)

ใช้เครื่อง firmness tester โดยใช้หัวกดมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3 เซนติเมตร กดลงบนเนื้อผลบริเวณกลางผลมะเขือเทศเชอรี่ลึกประมาณ 0.3 ซม. ความเร็วในการกด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ค่าที่วัดได้นำมาคำนวณให้อยู่ในหน่วยของ นิวตัน

5. วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS)

นำมะเขือเทศเชอรี่ในแต่ละทรีตเมนต์ปั่นด้วยเครื่องปั่นแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำคั้นที่ได้วัดปริมาณ TSS โดยใช้เครื่อง hand refractmeter อ่านค่าที่ได้เป็นองศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix)

6. การวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH)

นำน้ำคั้นที่ได้จากข้อ 5 มาวัดด้วยเครื่อง pH meter

7. วัดปริมาณกรด (titratable acidity: TA)

นำน้ำคั้นที่ได้จากข้อ 5 มาทำการไตเตรทโดยใช้น้ำคั้นมะเขือเทศเชอรี่ 5 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N โดยใช้สารละลาย phenoptealein 1% เป็นสารอินดิเคเตอร์ จุดยุติ (end point) เกิดเมื่อสารละลายเริ่มเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างน้อย 30 วินาที นำปริมาณของ NaOH ใช้ในการคำนวณปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก จากสูตร

$$\text{TA (\%)} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (0.1) x ปริมาณ NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร) x 0.064 x100}}{\text{ปริมาณน้ำคั้นมะเขือเทศ (มิลลิลิตร)}}$$

8. วัดอัตราการหายใจ

นำผลมะเขือเทศเชอรี่เก็บในกล่องปิดฝาสนิท เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการเก็บตัวอย่างก๊าซปริมาณ 1 มิลลิลิตร นำไปวัดปริมาณ CO_2 โดยใช้เครื่อง GC ระบบที่ใช้คือ thermal conductivity detector (TCD) นำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาอัตราการหายใจโดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{อัตราการหายใจ} = \frac{\text{free volume} \times \text{difference in } CO_2 \times 44 \times 273}{100 \times \text{time sealed} \times \text{sample weight} \times 22.4 \times (273+\text{store temp } ^{\circ}C)}$$

โดย

- difference in CO_2 (%) = เปอร์เซ็นต์ของ CO_2 ที่วัดได้จากเครื่อง GC
- free volume (ml) = ปริมาตรของกล่อง – ปริมาตรของมะเขือเทศ
- time sealed (hr) = เวลาที่อยู่ในกล่อง (ชั่วโมง)
- sample weight (g) = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)
- (273 + store temp °C) = อุณหภูมิขณะที่ทำการวัดเป็นเคลวิน
- 1 โมลของ CO_2 = 44 กรัม
- 1 โมลของแก๊สทุกชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (760 mm Hg) = 22.4 ลิตร

อัตราการหายใจที่ได้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัม/ชั่วโมง

9. วัดอัตราการผลิตเอทิลีน

นำผลมะเขือเทศเชอรี่เก็บในกล่องปิดฝาสนิท เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการเก็บตัวอย่างก๊าซปริมาณ 1 มิลลิลิตร นำไปวัดปริมาณ เอทิลีนโดยใช้เครื่อง gas chromatograph ระบบที่ใช้คือ flame ionization detector (FID) นำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาการผลิตเอทิลีน โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{อัตราการผลิตเอทิลีน} = \frac{\text{free volume} \times \text{ppm ethylene measure}}{\text{sample wt} \times \text{sealed time}}$$

โดย

- free volume (ml) = ปริมาตรของกล่อง – ปริมาตรของมะเขือเทศ
- ppm ethylene measure = ปริมาณเอทิลีนที่วัดได้จากเครื่อง GC (ppm)
- sample wt = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)
- sealed time = เวลาที่อยู่ในกล่อง (ชั่วโมง)

อัตราการผลิตเอทิลีนที่ได้มีหน่วยเป็น ไมโครลิตร/กรัม/ชั่วโมง

10. การวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte leakage)

เจาะเนื้อมะเขือเทศเชอรี่หนัก 1 กรัม ด้วย cork-borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร แล้วนำเนื้อเยื่อที่ได้ล้างเนื้อเยื่อด้วยน้ำ deionized 3 ครั้ง แล้วใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ที่มีน้ำ deionized ปริมาตร 30 มิลลิลิตร นำไปวางบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดค่าด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า เมื่อครบกำหนดนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่า electrolyte leakage โดยใช้เครื่อง Electric conductivity meter จากนั้นนำขวดแก้วที่มีชิ้นเนื้อเยื่อไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าการรั่วไหลของประจุอีกครั้งนำข้อมูลไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุดังสูตร

$$A = \frac{B}{C} \times 100$$

โดยที่ A คือ เปอร์เซ็นต์ Total electrolyte

B คือ ค่า electrolyte leakage ก่อนต้ม

C คือ ค่า electrolyte leakage หลังต้ม

11. วัดปริมาณไลโคปีน (lycopene)

บดเนื้อมะเขือเทศเชอรี่ประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่ห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันแสง ทำการเตรียมสารละลายที่ใช้สกัดไลโคปีน ประกอบด้วยสารละลายเฮกเซนบริสุทธิ์ 10 มิลลิลิตร ทำการละลาย butylated hydroxytoluene (BHT) ในอะซีโตน 5 มิลลิลิตร และ

สารละลายแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 5 มิลลิลิตร โดยเติมสารละลายทั้งสามชนิดลงในหลอดทดลอง เขย่าด้วยเครื่อง vortex shaker เวลา 2 นาที ต่อมาเติมน้ำกลั่นเย็นลงในหลอดทดลองปริมาณ 2 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นนำส่วนที่เป็น supernatant ไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร โดยใช้เฮกเซน บริสุทธิ์เป็น blank แล้วทำการคำนวณดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{Lycopene (mg/kg)} = (X/Y) \times A_{503} \times 3.12$$

X คือ ปริมาณเฮกเซน (มิลลิลิตร)

Y คือ น้ำหนักของแต่ละทรีตเมนต์ (กรัม)

12. การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม

มะเขือเทศเชอรี่ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน และบดตัวอย่างให้ละเอียด ทำการชั่งมะเขือเทศเชอรี่อบแห้งหนัก 2 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงที่หลอดย่อยตัวอย่าง เติม mix acid ที่มีส่วนผสมของกรดไนตริกกับกรดเปอร์คลอริก อัตราส่วน 5:3 ปริมาณกรด 15 – 20 มิลลิลิตร หลังจากนั้นรอจนควันสีน้ำตาลหมดลง นำไปใส่เต่าย่อย ที่อุณหภูมิประมาณ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที ย่อยจนได้สารละลายสีใส นำสารละลายที่ได้ใส่ลงขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

นำสารละลายตัวอย่างมาเจือจาง 50 เท่า นำไปวัดปริมาณแคลเซียมโดย atomic absorption spectroscopy (AAS) ตามช่วงความยาวคลื่นที่เครื่องกำหนด โดยเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานแคลเซียม

$$\text{Ca (mg/kg)} = \frac{\text{reading (mg/L)} \times \text{original sol}^{n}\text{ (ml)} \times 10^{6}}{10^{6} \times \text{weight sample (g)}}$$

โดย

- reading (mg/L) = ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง AAS
- weight sample = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)
- original sol^{n} (ml) = ปริมาณสารละลายเริ่มต้น (มิลลิลิตร)

ปริมาณแคลเซียมที่ได้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/กิโลกรัม

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลค่า Chilling injury Index (CI) สีผิว เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การรั่วไหลของ

สารอิเล็กโทรไลต์ ปริมาณแคลเซียม และปริมาณไลโคปีน ที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS for window V.16 และเปรียบเทียบความแตกต่างของทรีตเมนต์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.4.2 การทดลองที่ 2: ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ใส่หินฝุ่น 3 ระดับ คือ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ และปัจจัยที่ 2 การฉีดพ่นหินฝุ่น 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0, 70 และ 80 ppm แต่ละ ทรีตเมนต์ทำการทดลอง 3 block มี 9 ทรีตเมนต์ ดังนี้

T1 = ใส่หินฝุ่น 0 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 0 ppm (ชุดควบคุม)
T2 = ใส่หินฝุ่น 30 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 0 ppm
T3 = ใส่หินฝุ่น 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 0 ppm
T4 = ใส่หินฝุ่น 0 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 70 ppm
T5 = ใส่หินฝุ่น 30 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 70 ppm
T6 = ใส่หินฝุ่น 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 70 ppm
T7 = ใส่หินฝุ่น 0 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 80 ppm
T8 = ใส่หินฝุ่น 30 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 80 ppm
T9 = ใส่หินฝุ่น 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 80 ppm

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทำการทดลองปลูกและดูแลรักษามะเขือเทศเชอรี่ตามวิธีการทดลองที่ 1 ทำการใส่หินฝุ่น 3 ระดับ คือ 0 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ วิธีการใส่หินฝุ่นจะใส่ในลักษณะผง ที่ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร โดยใส่ก่อนปลูกหรือใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น และส่วนการฉีดพ่นหินฝุ่น ทำการละลายหินฝุ่นที่รอนผ่านตระแกรง 2 มิลลิเมตรให้ได้ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0 70 และ 80 ppm ของปริมาณแคลเซียมที่ละลายได้ ทำการฉีดพ่นปริมาณ 50 มิลลิลิตร/ต่อครั้ง/ต่อต้น โดยฉีดพ่นในวันที่ 30 45 และ 60 ก่อนจะทำการเก็บเกี่ยว หลังจากที่ทำการเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศเชอรี่ในระยะสุกอายุประมาณ 85 วัน ทำการเด็ดขั้วผล แล้วคัดขนาดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 นำผลมะเขือเทศเชอรี่ มาทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ ความเข้มข้น 300 ppm ลำดับต่อมาล้างด้วยน้ำและซับน้ำให้แห้ง หลังจากนั้นนำผลมะเขือเทศเชอรี่ใส่ในถุงพลาสติก (PE) เจาะรู ทำการเก็บรักษาอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส (ความชื้น 95%) (อุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว) และทำการสุ่มตรวจผลการทดลองทุก 5 วัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา หลังจากนั้นผลที่สุ่มออกมาจะ

นำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส และความชื้น 95%) แล้วสุ่มตรวจผลทุก 3 วัน ตลอดอายุการเก็บรักษา

วิธีการบันทึกผล

บันทึกผลการทดลองทำตามเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการทดลองทำตามเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 การใช้ $CaCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยว และปัจจัยที่ 2 การใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นก่อนการเก็บเกี่ยว โดยแต่ละทรีตเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำ มี 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้

T1 = ชุดควบคุม

T2 = การใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 1%

T3 = การใส่หินฝุ่น 30 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 70 ppm

T4 = การใส่หินฝุ่น 30 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 70 ppm ก่อนเก็บเกี่ยว และการใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ก่อนเก็บรักษา

ทำการทดลองปลูกและดูแลรักษาตามวิธีการทดลองที่ 1 และ 2 การใช้หินฝุ่นก่อนก่อนปลูก โดยใส่หินฝุ่น 30 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นความเข้มข้น 70 ppm (วิธีการจากการทดลองที่ 2) หลังจากนั้นจะเก็บเกี่ยวในระยะสุกอายุประมาณ 85 วัน หลังจากเก็บเกี่ยวทำการเด็ดขั้วผล แล้วทำการคัดขนาด ทำความสะอาด เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2 หลังจากนั้นนำมาแช่ด้วย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1% นาน 30 นาที นำผลมะเขือเทศเชอรี่ใส่ในถุงพลาสติก (PE) เจาะรู ทำการเก็บรักษาอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส (ความชื้น 95%) (อุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว) และทำการสุ่มตรวจผลการทดลองทุก 5 วัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาหลังจากนั้นผลที่สุ่มออกมาจะนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้น 85 %) แล้วสุ่มตรวจผลทุก 3 วัน ตลอดอายุการเก็บรักษา

วิธีการบันทึกผล

บันทึกผลการทดลองทำตามเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการทดลองทำตามเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2

บทที่ 4
ผลการทดลองและการอภิปรายผล

4.1 ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาของการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่ระดับต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษา เพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวและศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษา การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ (1) ศึกษาลักษณะอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ (2) ศึกษาการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้การแช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0, 1 และ 2% (3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่าง ๆ และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่ระดับต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษา โดยใช้ผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้จากการปลูกตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (ตามหัวข้อ 3.4.1)

4.1.1 การศึกษาลักษณะอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่

การเก็บรักษาผลมะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่แสดงอาการสะท้านหนาว โดยอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แสดงเห็นชัดเจนคือ เกิดการยุบตัวของเนื้อเยื่อที่บริเวณผิวของผล (ภาพที่ 4.1 ก) อาการเนื้อเยื่อฉ่ำน้ำที่บริเวณภายในผล (ภาพที่ 4.1 ค) ทำให้สีผิวและสีเนื้อของผลมะเขือเทศคล้ำขึ้น และมีข้อสังเกตว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวเกิดเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส แต่ไม่แสดงในอุณหภูมิ 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่นานขึ้นจะแสดงอาการต่างๆที่รุนแรงขึ้น (ภาพที่ 4.1 ข) และแสดงอาการเมล็ดภายในผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 4.1 ง) ซึ่งนำไปสู่เกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็วกว่าอุณหภูมิอื่น ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง โดยการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะเขือเทศเชอรี่เกิดลักษณะเดียวกับมะเขือเทศทั่วไป (El Assi, 2004; Biswas *et al*., 2012)

4.1.2 การศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดอาการ

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็น

เวลา 5 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลัง จากนั้นการนำผลมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาทุกอุณหภูมิมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบว่าชุดทดลองที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ปรากฏอาการชัดเจนกว่าชุดทดลองอื่น ๆ และทำให้เกิดอาการเร็วกว่าชุดอื่น ๆ (ภาพที่ 4.2) โดยเริ่มแสดงอาการในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และรุนแรงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 4.1) เมื่อเปรียบเทียบกับ El Assi (2004) ซึ่งได้ผลในทำนองเดียวกัน โดยอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศแสดงอาการชัดเจนขึ้นเมื่อนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิที่ไม่ก่อให้เกิดอาการ (non-chilling) ส่วนการใช้การแช่สารละลาย $CaCl_2$ ก่อนนำไปเก็บรักษาในอุณหภูมิต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ส่วนในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ทำให้ผลมะเขือเทศเชอรี่เกิดอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด (0.27 คะแนน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.1) ส่วนการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 0 และ 2% ต่างก็เกิดอาการสะท้านหนาวในลักษณะที่รุนแรงพอ ๆ กัน (0.53 และ 0.53 คะแนน ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.1) Chaplin and Scott (1980)กล่าวว่าแคลเซียมมีบทบาทสำคัญเป็นตัวกำหนดความอ่อนแอต่ออาการสะท้านนาว โดยการใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 7.5% สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลอะโวกาโดได้

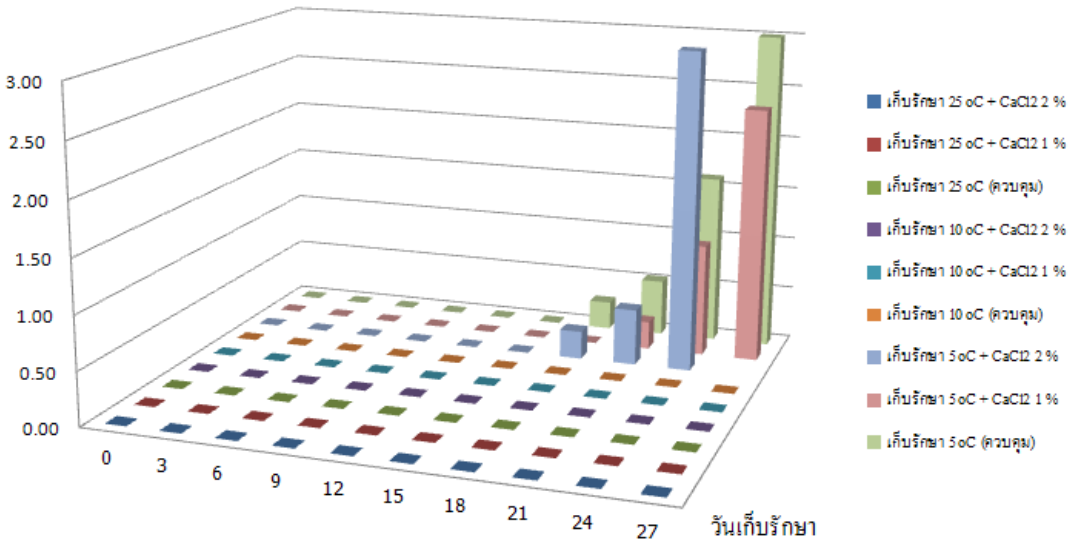
การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.3) พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่แสดงอาการสะท้านหนาวขึ้นในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา และรุนแรงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บยาวนานออกไป (ตารางที่ 4.1) ส่วนการใช้การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 0, 1 และ 2% เพื่อชะลอลดการเกิดอาการสะท้านหนาว ในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา พบว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% การแสดงอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด (0.27 คะแนน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.2) โดยการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 0 และ 2% การเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่า (3.00 และ 3.00 คะแนน ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.2) นอกจากนี้ ยังพบว่าอุณหภูมิและการแช่สารละลาย $CaCl_2$ มีอิทธิพลต่อเกิดอาการสะท้านหนาว แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของอุณหภูมิกับ $CaCl_2$

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน พบว่าชะลออาการสะท้านหนาวเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่ 5 และ 10 วัน ซึ่งเมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะแสดงอาการเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่วนการเก็บรักษา มะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 40 วัน ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่แสดงอาการสะท้านหนาวขึ้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้นาน 3 วัน โดยแสดงในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา

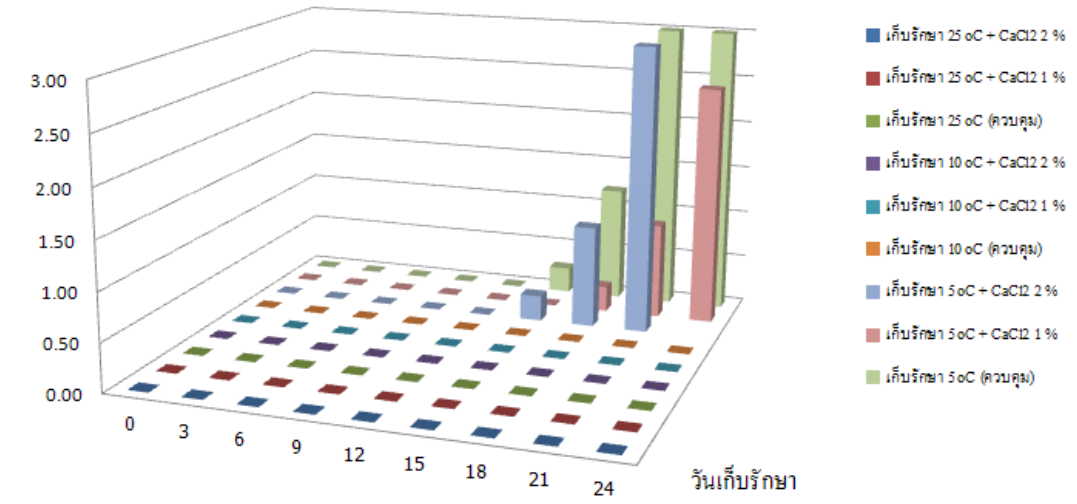
และการเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด (0.27 คะแนน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.3) การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 0 และ 2% การเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงมากกว่า (3.00 และ 3.00 คะแนน ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.3) นอกจากนี้ ยังพบว่าอุณหภูมิและการใช้สารละลาย $CaCl_2$ และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของอุณหภูมิกับ $CaCl_2$ มีอิทธิพลต่อเกิดอาการสะท้านหนาว โดยอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว และพบว่าการเก็บรักษาผลมะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงอาการสะท้านหนาว และไม่พบในผลที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การใช้การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% จะสามารถชะลอการเกิดอาการได้มากกว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 0 และ 2% ถึง 3 วันของการเก็บรักษาทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3)

จากรายงาน พบว่าการเก็บรักษามะเขือเทศในอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน (Aghdam *et al*., 2012) หรืออุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 28 วัน (Ding *et al*., 2001) หรือการเก็บรักษามะเขือเทศดัดแต่งที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 13 วัน (Hong and Gross, 2000) แสดงอาการสะท้านหนาวออกมา และยังอีกว่าในผลิตผลชนิดอื่นที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำแสดงอาการสะท้านหนาว เช่น การเก็บรักษาผลกีวีที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส (Sfakiotakis *et al*., 2005) หรือผลแตงกวาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส (Kasim and Kasim, 2011) จากรายงานการใช้แคลเซียม พบว่าการแทรกซึม$CaCl_2$ เข้มข้น 2.5% ในผลมะม่วงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน (ธเนศวร์ สีระแก้ว, 2541) มีผลให้แสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยลง แต่ในทางตรงกันข้ามมีรายงาน พบว่าการใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 2 และ 4% กับผลพริกหวานก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้แสดงอาการรุนแรงกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (เพชรดา อยู่สุข, 2540) เช่นกันกับการใช้ $CaCl_2$ ในลูกแพรส่งเสริมความรุนแรงของอาการเช่นกัน (Al – Qurashi, 2012)

ภาพที่ 4.1 อาการสะท้านหนาวในผลมะเขือเทศเชอรี่ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
ก. เนื้อเยื่อเกิดการยุบตัว ข. เนื้อเยื่อเกิดการยุบตัว (รุนแรง)
ค. อาการเนื้อเยื่อฉ่ำน้ำ ง. เมล็ดเปลี่ยนเป็นสีดำ



ภาพที่ 4.2 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.3 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.1 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27 a	0.53 a	1.60 b	3.00 a	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.27 b	1.07 c	2.40 b	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27 a	0.53 a	3.00 a	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 d	0.00 c	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 d	0.00 c	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 d	0.00 c	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 d	0.00 c	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 d	0.00 c	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 d	0.00 c	-
อุณหภูมิ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-
CV (%)	-	-	-	-	-	-	14.79	15.32	12.74	13.65	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27 a	1.20 a	3.00 a	3.00 a	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.27 b	1.00 b	2.50 b	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27 a	1.07 a	3.00 a	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-
อุณหภูมิ	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	*	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-	-
CV (%)	-	-	-	-	-	16.32	11.22	17.78	13.01	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.3 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	0.00	0.00	1.00 a	3.00 a	4.00 a	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00 c	0.27 b	1.00 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.53 b	3.00 a	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.00	0.00	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	0.00	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	0.00	0.00 c	0.00 c	0.00 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	-	15.05	13.16	13.11	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่าง ๆ และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่ระดับต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่

4.1.3.1 สีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่ การเปลี่ยนแปลงของสีผิวมะเขือเทศเชอรี่ โดยใช้ค่า a*/b* (ค่า a* เป็นบวกหมายถึงค่าสีแดง และค่า a* เป็นลบหมายถึงค่าสีเขียว, ค่า b* เป็นบวกหมายถึงค่าสีเหลือง และค่า b* เป็นลบหมายถึงค่าสีน้ำเงิน) โดยค่า a*/b* ที่มีค่ามากกว่า 1 แสดงถึงการสุกอย่างสมบูรณ์ของมะเขือเทศเชอรี่ (Ali *et al*., 2004; อ้างตามกิติพงศ์ อัศตรกุล, 2549) การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ค่า a*/b* เริ่มต้นของทุกชุดทดลองอยู่ระหว่าง 1.00–1.02 แสดงถึงการสุกที่ปกติ และหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 24 วัน ไม่พบความแตกต่างของการใช้สารละลาย $CaCl_2$ (ตารางที่ 4.4) และมีแนวโน้มของค่า a*/b* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ค่า a*/b* ในวันแรกของการนำออกจากอุณหภูมิต่างๆ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีค่า a*/b* มากที่สุด (1.22– 1.26) รองลงมาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (1.19–1.25) และ 5 องศาเซลเซียส (1.09–1.18) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.5) ยังพบว่า ค่า a*/b* เป็นอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา และเมื่อเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน และพบว่าอุณหภูมิสูงยังมีค่า a*/b* สูงกว่า (25 >10 >5 องศาเซลเซียส) และการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสร่วมกับการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 1 % มี a*/b* น้อยที่สุด (1.39) แสดงถึงการชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวได้ดี (ตารางที่ 4.5) สอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาวที่น้อยที่สุด (ตารางที่ 4.1) ซึ่งเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวสีผิวมีลักษณะคล้ำมากขึ้นตามความรุนแรงของอาการ ตรงกับรายงานการเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แสดงอาการสะท้านหนาว ส่งผลทำให้สีผิวคล้ำขึ้นเช่นกัน (ธเนศวร์ สีระแก้ว, 2541)

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ เป็นเวลา 10 15 20 25 30 และ 35 วัน ไม่มีความแตกต่างกันของค่า a*/b* ทุกชุดทดลองในทุกวันของการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 40 วัน ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่าในวันแรกของการนำออกจากอุณหภูมิต่างๆ ค่า a*/b* ไม่แตกต่างอย่างมนัยสำคัญในทุกอุณหภูมิ และเมื่อเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 9 วัน พบว่าการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสร่วมกับการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 1% มีค่า a*/b* น้อยที่สุด (1.59) (ตารางที่ 4.6) สอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาวที่น้อยที่สุด (ตารางที่ 4.3) และยังพบอีกว่า $CaCl_2$ ชะลอการสุก จะยับยั้งการพัฒนาสีของผลมะเขือเทศ (Senevirathna and Daundasekera, 2010) ทำให้เปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* ช้ากว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$

ตารางที่ 4.4 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส)

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ควบคุม	1.01	1.02	1.05	1.15	1.13	1.26	1.35	1.32	1.42	-	-
$CaCl_2$ 1%	1.00	1.00	1.07	1.15	1.10	1.19	1.37	1.32	1.38	-	-
$CaCl_2$ 2%	1.02	1.05	1.09	1.19	1.23	1.29	1.39	1.39	1.44	-	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
CV (%)	5.42	4.34	5.66	6.04	13.31	3.99	11.79	6.34	12.11	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	1.13 bc	1.24	1.24	1.36	1.51	1.61 ab	1.56 ab	1.66	1.66	1.75	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	1.09 c	1.17	1.20	1.26	1.43	1.44 c	1.39 c	1.55	1.60	1.69	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	1.18 ab	1.23	1.24	1.29	1.51	1.49 bc	1.45 bc	1.64	1.67	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	1.23 a	1.29	1.32	1.37	1.57	1.59 abc	1.61 ab	1.66	1.70	1.77	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	1.19 ab	1.27	1.25	1.30	1.54	1.53 abc	1.50 abc	1.58	1.62	1.76	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	1.25 a	1.26	1.26	1.32	1.52	1.53 abc	1.55 abc	1.59	1.65	1.78	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	1.26 a	1.32	1.34	1.39	1.55	1.66 a	1.65 a	1.69	1.78	1.80	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	1.22 a	1.28	1.29	1.37	1.51	1.62 ab	1.57 ab	1.67	1.80	1.81	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	1.24 a	1.28	1.35	1.40	1.53	1.63 ab	1.58 ab	1.66	1.80	1.85	-
อุณหภูมิ	**	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	**	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	-
CV (%)	3.75	6.64	6.09	5.27	5.09	5.36	5.43	4.33	5.29	8.54	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.6 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5° C (ควบคุม)	1.40	1.63	1.62	1.75 ab	1.86	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	1.34	1.56	1.59	1.59 c	1.76	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	1.40	1.62	1.77	1.89 a	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	1.54	1.57	1.67	1.76 ab	1.79	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	1.41	1.58	1.54	1.69 bc	1.77	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	1.49	1.63	1.56	1.69 bc	1.79	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	ns	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-
CV (%)	6.25	7.95	9.52	4.86	9.98	-	-	-	-	-	-

ns และ * ไม่แตกต่างทางสถิติ และแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Cumulative weight loss) การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในชุดควบคุม มีค่าน้อยที่สุด (2.25–15.14%) รองลงมาคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% (2.41–22.14%) และมีค่ามากที่สุดคือ การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% (2.69–26.94%) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) แสดงว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักเร็วกว่าการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม)

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆเป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3, 6, 9 และ 12 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และพบความแตกต่างเมื่อวันที่ 15 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1 และ 2% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (6.43 และ 6.10 % ตามลำดับ) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.8) พบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของอุณหภูมิกับ $CaCl_2$ ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ส่วนในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำหนัก พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสจะมีค่ามากที่สุด (24.27–30.42%) รองลงมาคืออุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (21.49–30.37%) และอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (18.53–19.05%) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.9) โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ให้การสูญเสียน้ำหนักเร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ ส่วนการเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้แสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรง (ตารางที่ 4.1) และการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตรงกับรายงานการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าอุณหภูมิสูง (Luengwilai and Beckles, 2010)

การศึกษาผลมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน พบว่าเมื่อนำผลมะเขือเทศเชอรี่มาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก เช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่วนการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 40 วัน พบว่าในวันแรกของการนำออกจากอุณหภูมิต่างๆ การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก แต่ในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษาต่อที่

อุณหภูมิห้อง พบว่าอุณหภูมิและสารละลาย $CaCl_2$ มีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำหนัก โดยส่วนการเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียสมีค่าน้อยที่สุด (1.63–4.55%) และเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสมีค่ามากที่สุด (2.04–9.47 %) ซึ่งสอดคล้องกับเกิดอาอาการสะท้านหนาว (ตารางที่ 4.3) เป็นตัวเร่งการเสื่อมสภาพทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น และการเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเกิดการเน่าเสียทั้งหมด โดยอุณหภูมิสูงจะเร่งปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ให้เร็วขึ้นทำให้ผลิตผลเน่าเสียหายได้ง่าย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ส่วนชุดควบคุมและการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 1% จะการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 2% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.11) ตรงกับรายงานการใช้ $CaCl_2$ 8% กับผลแตงเทศจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่า การใช้ $CaCl_2$ 4% (นกน้อย ชูคงคา, 2545)

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	0.00	2.25	4.32 b	5.94 b	6.91 b	8.55 b	10.49 b	12.56 b	15.14 b
$CaCl_2$ 1%	0.00	2.41	4.43 b	6.98 b	8.35 b	10.52 b	12.44 b	15.10 b	22.14 a
$CaCl_2$ 2%	0.00	2.69	7.57 a	10.33 a	13.05 a	16.26 a	22.94 a	22.48 a	26.94 a
F-test	-	ns	**	*	**	*	**	**	**
CV (%)	-	4.09	6.38	2.17	13.49	13.36	13.05	15.17	18.71

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

ตารางที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5° C (ควบคุม)	0.00	1.84	3.69	5.35	6.98	8.93 a	11.06 a	14.15 bc	17.06 bc	21.49 b	-
เก็บรักษา 5° C + $CaCl_2$ 1%	0.00	1.59	2.86	4.16	5.22	6.43 bc	7.27 c	15.99 ab	22.94 ab	30.37 a	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	1.95	2.88	4.01	5.04	6.10 c	7.05 c	12.24 bc	28.57 a	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.00	1.54	2.54	3.96	4.97	6.49 bc	7.98 bc	12.06 bc	17.20 bc	18.53 b	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	1.55	2.89	4.23	5.96	7.69 ab	9.60 ab	13.53 bc	15.79 c	18.95 b	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	1.82	2.87	4.15	5.98	7.95 abc	9.74 ab	11.43 c	14.91 c	19.05 b	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	0.00	2.47	3.24	4.58	6.25	7.88 abc	10.40 a	13.50 bc	19.58 bc	24.27 ab	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	1.79	3.08	4.79	5.94	6.79 bc	8.09 bc	13.59 bc	17.76 bc	26.72 ab	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	1.75	2.47	4.70	5.89	8.29 ab	9.81 ab	17.80 a	26.14 a	30.42 a	-
อุณหภูมิ	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	-
$CaCl_2$	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	-	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	-
F-test	-	ns	ns	ns	ns	*	*	*	**	**	-
CV (%)	-	12.92	4.91	19.32	16.34	16.48	15.80	17.70	21.02	24.5	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5° C (ควบคุม)	0.00	1.93	3.34 a	5.43 b	6.95	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	1.16	2.16 bc	3.16 c	6.27	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	1.08	2.04 bc	9.47 a	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.00	0.93	1.63 c	3.49 bc	7.05	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.00	1.19	1.79 c	3.58 bc	5.38	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.00	1.28	2.41 b	4.55 bc	6.22	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	-	ns	**	**	ns	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	-	ns	*	**	ns	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	-	ns	**	**	ns	-	-	-	-	-	-
F-test	-	ns	**	**	ns	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	18.75	16.37	17.40	24.95		-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.3 ความแน่นเนื้อ การรักษาความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่าทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่างๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 0–18 ของการเก็บรักษา ไม่พบความแตกต่างของความแน่นเนื้อ แต่ในวันที่ 21 และ 24 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.10) ในชุดควบคุมมีค่าน้อยที่สุด (4.60–4.83 นิวตัน) รองลงมาคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% (5.07–5.77 นิวตัน) และมีค่ามากที่สุดคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% (5.20–5.87 นิวตัน) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) แสดงว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ทั้งสองความเข้มข้นก่อนการเก็บรักษา มีผลทำให้รักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม) เนื่องจากแคลเซียมใน $CaCl_2$ สามารถชะลอการอ่อนนิ่มของผลมะเขือเทศเชอรี่ เมื่อเซลล์มีปริมาณแคลเซียมไอออนเพิ่มขึ้น ทำให้มีโอกาสจับกับ carboxylic group เกิดเป็น Calcium bride มีผลให้การเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคตินที่ไม่ละลายน้ำไปเป็นเพคตินที่ละลายน้ำได้ มีปริมาณลดลง ทำให้ผนังเซลล์จึงมีความแข็งแรงขึ้น (นกน้อย ชูคงคา, 2545) ซึ่ง เพชรพนา (2541) รายงานว่าแคนตาลูปที่ผ่านการจุ่ม $CaCl_2$ สามารถชะการอ่อนนิ่มและรักษาความแน่นเนื้อได้ดี โดยแคลเซียมยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ polygalacturonase (PG) ทำให้มีความแน่นเนื้อสูงกว่า (Sanevirathna and Daundasekera, 2010)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกไม่มีความแตกต่างของความแน่นเนื้อ และพบความแตกต่างของความแน่นเนื้อ เมื่อวันที่ 3 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด (8.13 นิวตัน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.11) เป็นอิทธิพลของอุณหภูมิ กับ $CaCl_2$ ส่วนในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการรักษาความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความแน่นเนื้อ โดยการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด (5.48 นิวตัน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.11)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่การแช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10, 15, 20 วัน เมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการรักษาความแน่นเนื้อมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับการเก็บรักษา เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบความแน่นเนื้อลดลงเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่วนมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 25 วัน พบว่าตลอดการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มะเขือเทศเชอรี่ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด (4.37–7.70 นิวตัน) รองลงมาคืออุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (3.33–7.00 นิวตัน) และ 25 องศาเซลเซียส (3.03–5.20 นิวตัน) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.12) จาก

รายงานการเก็บรักษามะเขือเทศในอุณหภูมิสูงจะมีความแน่นเนื้อน้อยกว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ (Biswas *et al.*, 2012) ดังนั้นการเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เหมาะสม สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอื่น และการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิต่างๆ หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างของการรักษาความแน่นเนื้อตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.10 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	7.33	6.63	6.17	5.17	5.17	5.00	5.00	4.83 b	4.60 b
$CaCl_2$ 1%	7.83	7.27	6.77	6.63	6.50	5.83	6.00	5.77 a	5.07 a
$CaCl_2$ 2%	7.57	7.20	6.30	6.13	6.10	5.77	6.03	5.87 a	5.20 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	8.76	8.75	8.13	9.02	10.27	13.18	14.29	13.86	17.27

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.11 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	6.33	6.13 d	5.60	5.47	5.43	5.03	5.03	4.97	4.87	4.80 b	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	8.20	8.13 a	8.13	7.43	7.03	6.23	6.20	5.93	5.40	5.48 a	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	6.50	6.13 d	5.70	5.40	4.93	4.60	4.63	4.50	4.03	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	7.20	7.10 bc	6.97	6.73	6.23	5.57	5.23	5.10	4.70	4.43 b	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	7.50	7.50 ab	7.13	6.47	6.10	5.77	5.50	4.60	4.40	4.33 b	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	7.23	7.13 bc	7.03	6.87	6.47	6.33	5.33	5.27	4.50	4.17 b	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	7.07	7.00 bc	6.57	6.10	5.57	4.93	4.40	4.17	4.10	3.60 c	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	7.23	6.97 bc	6.53	6.23	6.10	5.70	5.13	4.73	4.33	4.00 b	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	7.13	6.43 cd	6.30	6.13	5.90	5.70	5.67	5.20	4.17	4.07 b	-
อุณหภูมิ	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
CV (%)	12.46	6.41	15.03	11.58	10.73	13.10	20.21	13.49	16.23	17.97	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.12 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่จุ่ม $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	6.73 abc	6.57 a	6.13 b	5.87 b	4.13 cd	4.03 bc	3.47 bc	3.07	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	7.00 ab	6.53 a	6.03 b	5.57 b	5.00 bc	4.63 b	4.33 bc	3.53	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	6.53 abc	6.17 ab	5.97 b	5.60 b	5.33 abc	4.73 b	3.33 c	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	7.00 ab	6.90 a	6.60 ab	6.30 a	6.17 ab	5.73 a	4.83 ab	3.67	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	7.70 a	7.30 a	7.20 a	6.90 a	6.43 a	6.23 a	5.70 a	3.77	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	7.03 ab	6.83 a	6.40 ab	6.30 a	6.23 a	5.87 a	4.37 bc	3.53	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	4.97 c	4.87 c	4.67 c	4.07 c	3.73 d	3.53 c	3.03 c	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	5.20 bc	5.00 bc	4.87 c	4.77 bc	4.50 cd	3.83 bc	3.37 c	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	4.97 c	4.83 c	4.60 c	4.57 bc	4.27 cd	3.83 bc	3.50 bc	-	-	-	-
อุณหภูมิ	**	**	**	**	**	**	**	ns	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
F-test	*	**	**	**	**	**	**	ns	-	-	-
CV (%)	15.73	11.60	12.94	13.94	13.01	12.14	18.48	13.57	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ โดยค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของทุกชุดทดลองมีค่าระหว่าง 11.50–12.27 ^{o}Brix ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.13)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ในวันที่ 6-27 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด (12.40–11.10 ^{o}Brix) รองลงมาคืออุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (11.30–9.45 ^{o}Brix) และ 5 องศาเซลเซียส (11.65–9.15 ^{o}Brix) ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.14) ในอุณหภูมิสูงจะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าอุณหภูมิต่ำ ซึ่งการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.1) ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำ ตรงกับรายงานผลิตผลหลายชนิดที่เกิดอาการสะท้านหนาวจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า เนื่องจากการทำงานที่ผิดปกติของเซลล์ (Chaplin *et al*., 1991)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษานาน 5 วัน หลังจากนั้นการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 15-40 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ตารางที่ 4.13 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	12.27	12.27	12.27	12.03	11.97	11.60	11.40	11.70	11.47
$CaCl_2$ 1%	11.80	11.67	11.83	11.70	11.60	11.47	11.43	11.43	11.50
$CaCl_2$ 2%	12.27	12.27	12.13	12.10	11.97	11.70	11.71	11.67	11.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19.54	14.31	16.54	12.90	12.75	15.24	15.43	19.00	15.89

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	12.20	11.80	11.65 bc	11.60 ab	10.05 c	9.90 b	9.85 c	10.35 abc	10.05 bcd	9.15 c	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	12.15	12.15	11.55 bc	9.95 e	10.45 bc	10.00 b	9.95 c	9.75 c	10.00 bcd	10.00 b	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	11.75	11.30	10.20 f	10.15 de	10.05 c	9.90 b	9.50 c	9.85 bc	9.75 cd	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	11.75	11.05	10.60 def	10.30 cde	10.25 c	10.05 b	10.10 c	9.50 c	10.30 abc	9.75 b	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	11.65	11.65	10.85 ef	10.22 de	10.25 c	10.20 b	10.00 c	9.95 bc	9.45 d	9.45 b	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	12.10	11.90	11.30 cd	11.10 bc	11.00 abc	10.45 b	9.60 bc	9.85 bc	9.85 cd	9.65 b	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	13.05	12.40	12.40 a	12.05 ab	11.55 ab	12.05 a	12.15 a	11.25 ab	11.40 a	11.45 a	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	12.05	11.80	11.35 cde	11.30 bcd	10.60 abc	11.70 a	11.45 ab	11.25 ab	11.65 ab	11.10 a	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	13.30	12.40	12.40 ab	12.25 a	12.15 a	11.70 a	11.70 ab	11.63 a	11.40 abc	11.50 a	-
อุณหภูมิ	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	15.68	14.46	14.21	14.81	18.66	14.26	17.69	17.22	18.89	14.38	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.5 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของค่า pH ในวันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 3–18 วัน พบว่าชุดควบคุม มีค่า pH มากที่สุด (4.20–4.61) รองลงมาคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% (4.16–4.50) และ$CaCl_2$ 2% มีค่าน้อยที่สุด (4.14–4.44) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.15) การเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0 และ 3 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่า pH มากที่สุด (4.38–4.47) รองลงมาคืออุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (4.32–4.47) และ 5 องศาเซลเซียส (4.23–4.39) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.16) ซึ่งในการเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาอุณหภูมิสูง เนื่องจากการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิดที่ที่ย่อยสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้มีการสะสมอินทรีย์สารน้อยลง ส่งผลให้ค่า pH น้อยลง (จิราภรณ์ กัวะขุนทด, 2548) ส่วนวันสุดท้ายของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า pH น้อยที่สุด (4.57) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกชุดทดลอง ที่มีค่า pH ที่สูงกว่า (4.71–4.79) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะเขือเทศเชอรี่เป็นอิทธิพลของอุณหภูมิ กับ $CaCl_2$ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.16)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษานาน 5 วัน หลังจากนั้นการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 15-40 วัน แล้วนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลมะเขือเทศเชอรี่ตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.15 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	4.20	4.38 a	4.55 a	4.61 a	4.62 a	4.64 a	4.61 a	4.69	4.77
$CaCl_2$ 1%	4.14	4.14 b	4.35 b	4.44 b	4.56 a	4.39 b	4.42 b	4.35	4.44
$CaCl_2$ 2%	4.16	4.07 b	4.31 b	4.35 b	4.46 b	4.47 b	4.41 b	4.50	4.57
F-test	ns	**	**	**	**	**	**	ns	ns
CV (%)	9.03	3.37	10.16	5.44	9.85	12.17	17.32	13.05	4.19

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.16 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	4.37 a	4.39 ab	4.41	4.51	4.52	4.56	4.63	4.66	4.65	4.75 a	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	4.20 c	4.26 bc	4.47	4.53	4.64	4.52	4.58	4.47	4.51	4.57 b	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	4.25 bc	4.23 c	4.39	4.66	4.71	4.61	4.60	4.60	4.63	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	4.38 a	4.44 a	4.55	4.56	4.59	4.61	4.61	4.67	4.73	4.79 a	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	4.36 ab	4.47 a	4.48	4.54	4.55	4.56	4.58	4.62	4.65	4.71 a	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	4.32 ab	4.35 abc	4.46	4.50	4.66	4.52	4.52	4.65	4.68	4.75 a	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	4.40 a	4.43 a	4.47	4.54	4.66	4.56	4.59	4.60	4.65	4.79 a	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	4.38 a	4.38 ab	4.35	4.44	4.67	4.65	4.65	4.74	4.72	4.74 a	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	4.43 a	4.47 a	4.48	4.55	4.58	4.57	4.60	4.64	4.63	4.75 a	-
อุณหภูมิ	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-
CV (%)	13.17	17.72	14.24	18.46	13.71	20.23	13.45	20.53	26.33	13.37	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.6 ปริมาณกรด (TA) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในการเก็บรักษาเป็นเวลา6 และ 9 วัน พบว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% มีปริมาณกรดมากที่สุด (0.54–0.55%) รองลงมาคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% (0.51–0.55%) และชุดควบคุม (4.14–4.44%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.17) ซึ่งการใช้สารละลาย $CaCl_2$ จะทำให้มีปริมาณกรดสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม) ตรงกับรายงานการใช้ $CaCl_2$ 1.5% ในผลพริกหวานจะมีปริมาณกรดสูงกว่าการไม่ได้ใช้เนื่องจาก $CaCl_2$ มีความสามารถในการชะลอการสุก ทำให้มีปริมาณกรดสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (Rao *et al*., 2011)

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0 และ 3 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิการเก็บรักษา, การใช้สารละลาย $CaCl_2$ และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของอุณหภูมิกับ $CaCl_2$ มีอิทธิพลต่อการต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด (0.63–0.70%) รองลงมาคืออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซลเซียส (0.60–0.65%) และอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซลเซียส (0.60–0.62%) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.18) ซึ่งการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณกรดมากกว่าอุณหภูมิสูง เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น (ตารางที่ 4.1) โดยปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลิตผลที่เกิดอาการสะท้านหนาว จะมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มากกว่าผลิตผลที่ไม่เกิดอาการสะท้านหนาว (Chaplin *et al*., 1991) ส่วนการใช้ $CaCl_2$ พบว่าทั้ง 3 อุณหภูมิ การใช้สารละลาย $CaCl_2$ ทั้ง 2 ความเข้มข้น จะมีปริมาณกรดสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม) ส่วนในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด (0.60%) รองลงมาคืออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซลเซียส (0.55–0.60%) และอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซลเซียส (0.56–0.57%) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.23) แต่การใช้ $CaCl_2$ พบว่าทั้ง 3 อุณหภูมิไม่พบความแตกต่าง และหลังการการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด (0.63–0.70%) รองลงมาคืออุณหภูมิ 25องศาเซลเซลเซียส (0.60–0.65%) และ 10 องศาเซลเซลเซียส (0.60–0.62%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.18) ซึ่งการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณกรดมากกว่าในอุณหภูมิสูง เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงการ

เกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น (ตารางที่ 4.1) โดยผลิตผลที่เกิดอาการสะท้านหนาวจะมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มากกว่าผลิตผลที่ไม่เกิดอาการสะท้านหนาว (Chaplin *et al*., 1991) ส่วนการใช้ $CaCl_2$ พบว่าทั้ง 3 อุณหภูมิ การแช่สารละลาย $CaCl_2$ ทั้ง 2 ความเข้มข้น จะมีปริมาณกรดสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม) แต่ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด (0.60%) รองลงมาคืออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซลเซียส (0.55–0.60%) และ 10 องศาเซลเซลเซียส (0.56–0.57%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.18) แต่การใช้ $CaCl_2$ พบว่าทั้ง 3 อุณหภูมิไม่พบความแตกต่าง และหลังการการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่าง

ตารางที่ 4.17 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	0.55	0.53	0.48 b	0.49 b	0.47	0.45	0.44	0.44	0.42
$CaCl_2$ 1%	0.58	0.55	0.51 a	0.55 a	0.52	0.47	0.46	0.46	0.43
$CaCl_2$ 2%	0.59	0.56	0.55 a	0.54 a	0.48	0.48	0.48	0.46	0.46
F-test	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.98	14.74	12.73	13.34	14.45	15.61	16.44	15.20	15.55

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

ตารางที่ 4.18 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	0.64 bc	0.60 a	0.56	0.56	0.50	0.49	0.49	0.47	0.45	0.44	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.63 b	0.60 a	0.55	0.52	0.50	0.47	0.46	0.45	0.46	0.45	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.70 a	0.60 a	0.52	0.51	0.54	0.48	0.48	0.47	0.45	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.60 d	0.56 c	0.56	0.53	0.51	0.51	0.49	0.45	0.44	0.44	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.60 d	0.56 c	0.54	0.54	0.52	0.51	0.47	0.46	0.45	0.45	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.62 c	0.57 c	0.52	0.50	0.49	0.47	0.46	0.45	0.45	0.45	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	0.60 d	0.55 c	0.52	0.51	0.52	0.51	0.48	0.48	0.45	0.44	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	0.65 b	0.58 b	0.55	0.53	0.52	0.49	0.48	0.46	0.46	0.44	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	0.65 b	0.59 b	0.52	0.52	0.51	0.49	0.47	0.45	0.46	0.44	-
อุณหภูมิ	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
$CaCl_2$	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	17.07	19.87	22.48	13.53	22.47	16.31	19.60	14.28	16.79	13.72	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.19 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	0.63	0.56	0.56	0.50	0.47	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.63	0.55	0.52	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.63	0.52	0.51	0.54	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.63	0.56	0.53	0.51	0.47	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.65	0.54	0.54	0.52	0.50	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.65	0.52	0.50	0.49	0.49	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ* $CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
CV (%)	24.14	19.92	14.26	25.64	13.72	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

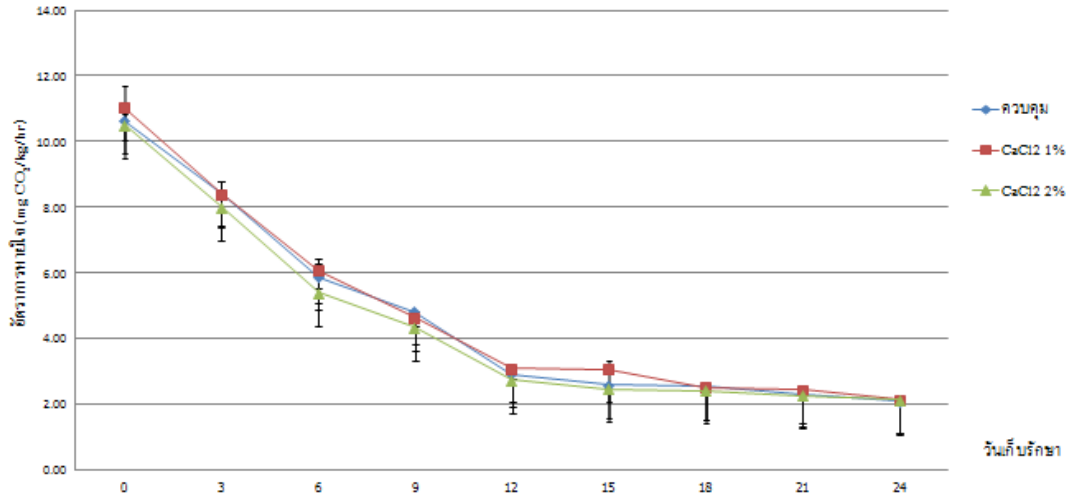
4.1.3.7 อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.4) การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยอัตราการหายใจของทุกชุดทดลองมีค่าระหว่าง 2.10–11.03 mg CO_2/kg/hr ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.20)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิการเก็บรักษา การใช้สารละลาย $CaCl_2$ และ ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของอุณหภูมิกับ $CaCl_2$ มีอิทธิพลต่อการต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด (21.73–25.52 mg CO_2/kg/hr) รองลงมาคืออุณหภูมิ 5 องศาเซลเซลเซียส (22.24–23.43 mg CO_2/kg/hr) และ 10 องศาเซลเซลเซียส (18.46–18.94 mg CO_2/kg/hr) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.21) ซึ่งการเก็บรักษาในอุณหภูมิสูงจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ การทำงานเอนไซม์ต่างๆน้อยลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นช้า จึงมีผลทำให้กระบวนการหายใจต่ำกว่าอุณหภูมิสูง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544; Wang, 1990; Kader, 1992) ในส่วนการแช่ $CaCl_2$ พบว่าทั้ง 3 อุณหภูมิ การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% จะมีอัตราการหายใจต่ำกว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% และการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม) ส่วนในวันที่ 18–27 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง อัตราการหายใจสูงขึ้นอย่างผิดปกติ (ภาพที่ 4.5) ซึ่งพบว่าในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% มีอัตราการหายใจที่สูงกว่า (15.66 และ 12.30 mg CO_2/kg/hr ตามลำดับ) ในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางที่ 4.1) ดังนั้นการเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้อัตราการหายใจสูงขึ้น ส่วนการใช้ $CaCl_2$ 1% ที่มีอัตราการหายใจเพิ่มสูง (7.28 mg CO_2/kg/hr) ในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง แสดงถึงการเกิดอาการสะท้านหนาวเช่นกัน (ตารางที่ 4.1) ซึ่งการเพิ่มสูงสุดของอัตราการหายใจ อาจจะเกิดจากการเซลล์ต้องการพลังงานมาซ่อมแซมส่วนที่ได้รับความเสียหายจากอาการสะท้านหนาว (Luengwilai *et al*., 2012) หลังจากนั้นอัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่จะลดลงตามลำดับ

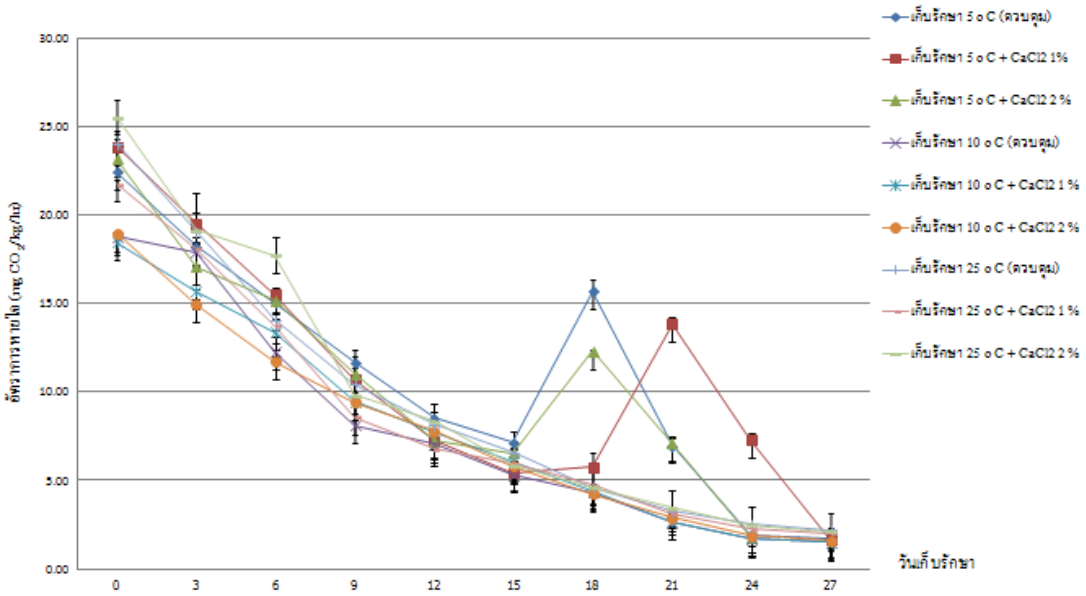
การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้น

อัตราการหายใจลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

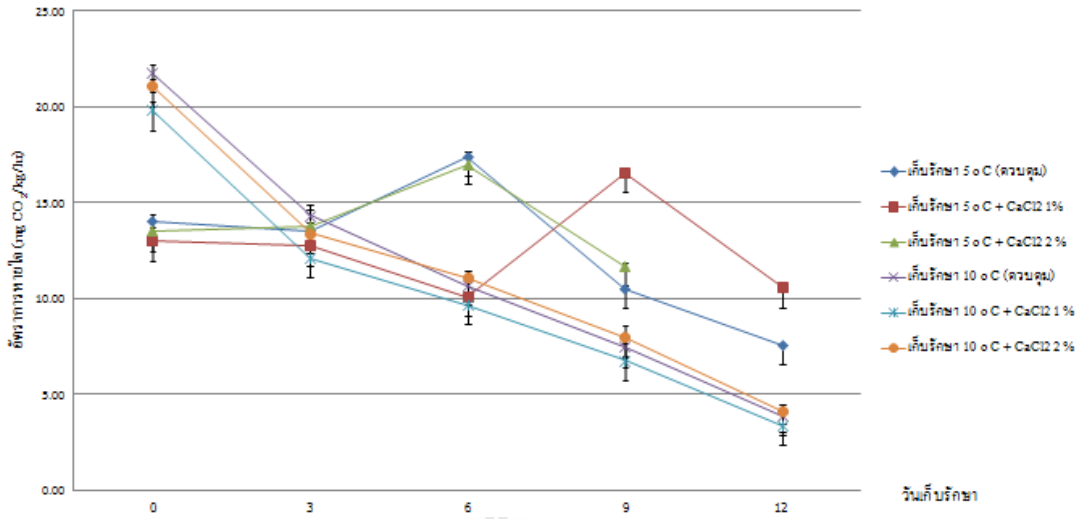
การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 40 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด (19.80–21.80 mg CO_2/kg/hr) และการรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซลเซียส มีค่าน้อยกว่า (13.01–14.02 mg CO_2/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.22) ซึ่งการเก็บรักษาในอุณหภูมิสูงจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ในส่วนการแช่สารละลาย $CaCl_2$ พบว่าทั้ง 2 อุณหภูมิ พบว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% จะมีอัตราการหายใจต่ำกว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% และการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับการฉีดพ่น $CaCl_2$ สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ส่งผลให้อัตราการหายใจที่ต่ำลง และพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณของแคลเซียม เนื่องจากแคลเซียมไปยับยั้งการทำงานของไมโตคอนเดรีย ซึ่งขบวนการหายใจในขั้นต้นการเกิด Kreb's Cycle และการถ่ายอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นในไมโตคอนเดรียทำให้การทำงานลดลง ส่งผลให้อัตราการหายใจลดต่ำลง (นกน้อย, 2545) ส่วนในวันที่ 6–12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง อัตราการหายใจสูงขึ้นอย่างผิดปกติ (ภาพที่ 4.6) ซึ่งพบว่าในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% มีอัตราการหายใจสูง (17.41 และ 17.00 mg CO_2/kg/hr ตามลำดับ) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางที่ 4.3) ดังนั้นการเกิดอาการสะท้านหนาวมีผลทำให้อัตราการหายใจสูงขึ้น ส่วนการแช่ $CaCl_2$ 1% มีอัตราการหายใจสูง (16.54 mg CO_2/kg/hr) ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง แสดงถึงการเกิดอาการสะท้านหนาวเช่นกัน (ตารางที่ 4.3) และหลังจากนั้นอัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่จะลดลงตามลำดับ



ภาพที่ 4.4 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.5 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.6 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.20 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	10.63	8.41	5.89	4.82	2.93	2.60	2.55	2.31	2.10
$CaCl_2$ 1%	11.03	8.42	6.07	4.65	3.09	3.07	2.52	2.46	2.14
$CaCl_2$ 2%	10.52	8.00	5.41	4.34	2.74	2.48	2.41	2.27	2.15
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.81	9.12	9.42	6.22	9.97	9.69	10.40	12.7	9.47

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

ตารางที่ 4.21 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	22.43 bc	18.20	15.03	11.64	8.54	7.12	15.66 a	6.97 b	1.91 cd	1.70 cd	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	21.83 c	19.49	15.48	10.68	7.25	5.45	5.77 c	13.81 a	7.28 a	1.67 bc	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	23.14 bc	17.06	15.15	10.99	7.22	6.53	12.30 b	7.07 b	1.77 cd	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	18.76 d	17.87	12.27	8.12	7.05	5.31	4.30 d	2.62 c	1.67 d	1.50 d	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	18.46 d	15.67	13.35	9.42	7.71	6.07	4.38 d	2.65 c	1.74 cd	1.49 d	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	18.94 d	14.91	11.70	9.42	7.80	5.81	4.25 d	2.91 c	1.89 cd	1.59 cd	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	24.02 ab	19.06	14.07	10.40	8.15	6.56	4.61 d	3.28 c	2.52 b	2.19 ab	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	21.73 c	18.06	13.76	8.55	6.79	5.95	4.74 cd	3.13 c	2.27 bc	2.03 a	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	25.52 a	19.13	17.71	9.80	8.33	5.85	4.58 d	3.45 c	2.47 b	2.12 a	-
อุณหภูมิ	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-
$CaCl_2$	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	-
อุณหภูมิ* $CaCl_2$	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	-
F-test	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	-
CV (%)	9.00	7.30	9.20	11.15	10.16	13.02	9.26	10.26	11.17	8.14	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.22 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	14.02 c	13.56	17.41 a	10.52 c	7.57 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	13.01 c	12.74	10.12 bc	16.54 a	10.55 a	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	13.52 c	13.79	17.00 a	11.70 b		-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	21.80 a	14.33	10.71 bc	7.44 de	3.89 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	19.80 b	12.12	9.67 c	6.77 e	3.35 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	21.06 a	13.40	11.12 b	8.00 d	4.09 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	**	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	**	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ* $CaCl_2$	**	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
F-test	**	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
CV (%)	14.01	8.99	5.25	8.58	8.10	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.8 อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.7) การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในวันที่ 3–18 ของการเก็บรักษา พบว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% (3.46–2.31, 3.52–2.46 และ 3.37–2.36 µl C_2H_4/kg/hr ตามลำดับ) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.23) ตรงกับรายงานการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2 และ 4% ในผลแอปเปิลมีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ เนื่องจากปริมาณแคลเซียมในผลสามารถยับยั้งการสุก มีผลทำให้อัตราการผลิตเอทิลีนลดลง (Shirzodeh *et al*., 2011) และหลังจากการเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0-15 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในชุดควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนมากกว่า (3.58–2.91 µl C_2H_4/kg/hr) การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1 และ 2% (3.20–2.77 และ 3.22–2.77 µl C_2H_4/kg/hr ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.24) และพบอีกว่าทั้ง 3 อุณหภูมิเก็บรักษาการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% จะมีการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% โดยการใช้ $CaCl_2$ ในความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถลดการผลิตเอทิลีนได้ดี ส่วนในวันที่ 18-27 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน (2.89–3.75 µl C_2H_4/kg/hr)) แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนลดลง (2.77–2.18 และ 2.84–2.18 µl C_2H_4/kg/hr ตามลำดับ) ซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นของอัตราการผลิตเอทิลีนในเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.8) สอดคล้องกับเกิดอาการสะท้านหนาว (ภาพที่ 4.2) ตรงกับรายงานการเก็บรักษามะเขือเทศ 5 องศาเซลเซียส นาน 28 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 5-8 วัน จะมีการเพิ่มขึ้นอัตราการผลิตเอทิลีนอย่างรวดเร็ว (Luengwilai and Beckles, 2010) เนื่องมาจากการเกิดอาการสะท้านหนาว และพบอีกว่าทั้ง 3 อุณหภูมิเก็บรักษา การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% จะมีการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% เช่นเดียวกัน

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศ

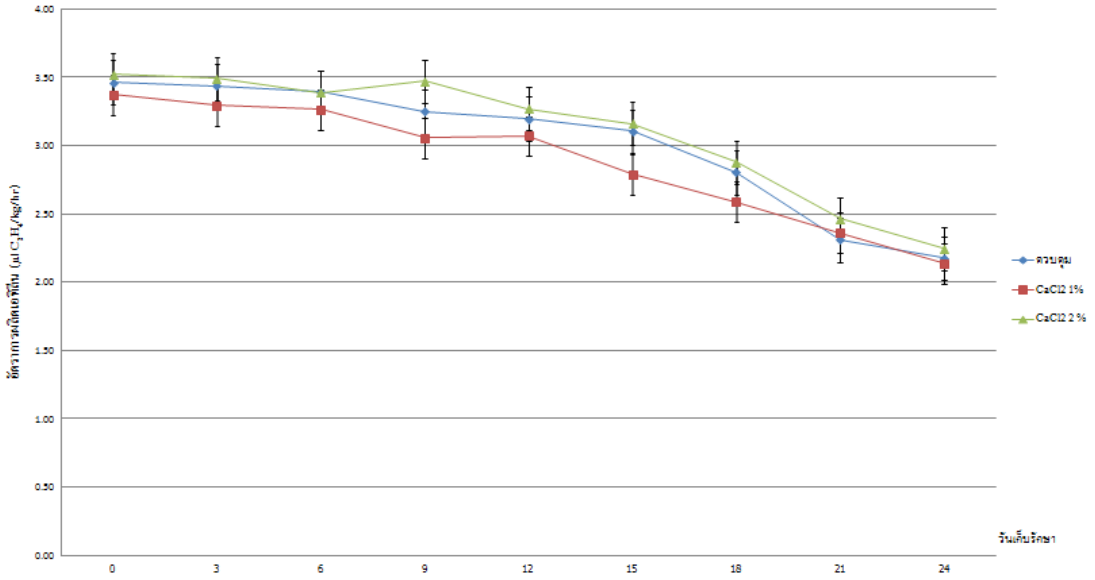
เชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว ส่วนการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่างๆ และเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 40 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 6-12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าอัตราการผลิตเอทิลีนมีอิทธิพลจากอุณหภูมิ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.25) โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน (4.14–4.36 µl C_2H_4/kg/hr)) ในส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนลดลง (3.06–2.72 C_2H_4/kg/hr) ซึ่งอัตราการผลิตเอทิลีนที่เพิ่มสูงขึ้นในเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับเกิดอาการสะท้านหนาว (ภาพที่ 4.2) โดยการเกิดอาการสะท้านหนาวจะกระตุ้นการผลิตเอทิลีนให้เพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 4.23 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

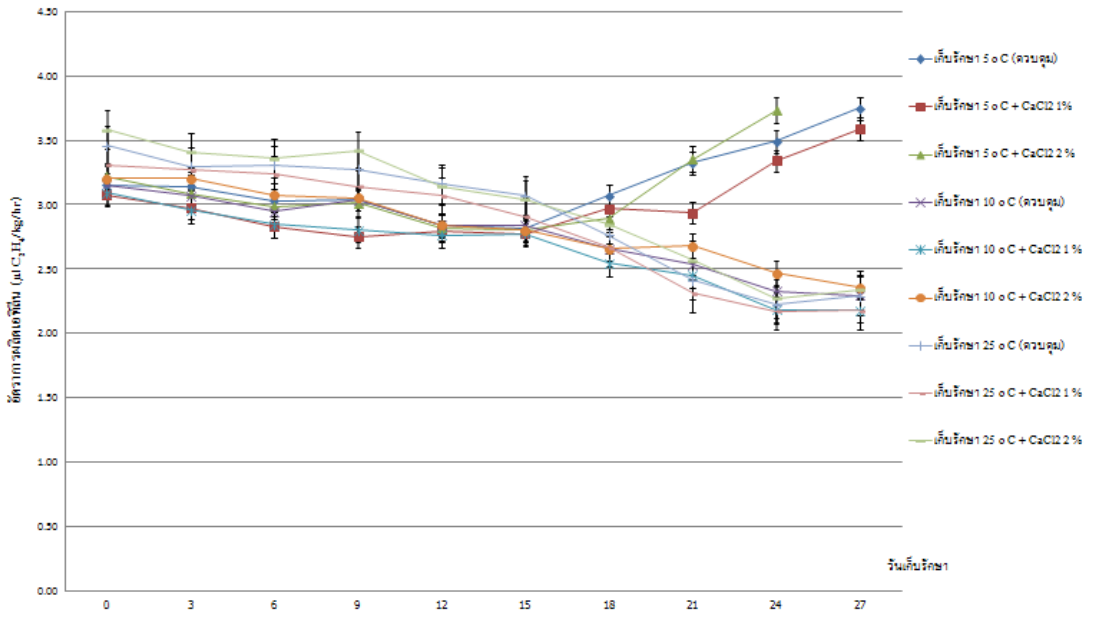
ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	3.46	3.44 a	3.39 a	3.25 b	3.20 ab	3.11 a	2.81 a	2.31	2.18
$CaCl_2$ 1%	3.37	3.29 b	3.26 b	3.06 c	3.07 b	2.79 b	2.59 b	2.36	2.14
$CaCl_2$ 2%	3.52	3.49 a	3.39 a	3.47 a	3.27 a	3.16 a	2.88 a	2.46	2.25
F-test	ns	**	**	**	**	**	**	ns	ns
CV (%)	9.58	13.15	13.38	19.76	14.35	15.81	18.16	13.81	15.12

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)



ภาพที่ 4.7 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.8 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.24 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	3.15 de	3.14 cd	3.03 b	3.04 c	2.84 b	2.81 b	3.07 a	3.32 a	3.49 b	3.75 a	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	3.07 e	2.98 ef	2.83 c	2.75 d	2.79 b	2.77 b	2.97 ab	2.93 b	3.34 c	3.59 b	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	3.22 cd	3.09 d	2.98 b	3.01 c	2.82 b	2.81 b	2.89 b	3.35 a	3.73 a	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	3.15 de	3.07 de	2.95 bc	3.03 c	2.84 b	2.84 b	2.66 de	2.53 de	2.33 e	2.30 c	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	3.09 e	2.96 f	2.84 c	2.80 d	2.76 b	2.77 b	2.55 e	2.45 ef	2.19 f	2.18 d	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	3.20 d	3.20 bc	3.08 b	3.05 c	2.84 b	2.80 b	2.66 de	2.68 c	2.47 d	2.35 c	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	3.46 b	3.30 b	3.31 a	3.27 b	3.16 a	3.07 a	2.76 cd	2.41 fg	2.22 ef	2.29 c	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	3.31 c	3.27 b	3.24 a	3.14 c	3.07 a	2.91 b	2.67 de	2.31 g	2.17 f	2.18 d	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	3.58 a	3.41 a	3.36 a	3.42 a	3.14 a	3.04 a	2.84 bc	2.57 d	2.27 ef	2.34 c	-
อุณหภูมิ	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
$CaCl_2$	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	16.90	20.07	15.18	15.81	11.80	15.25	16.18	13.34	17.19	14.32	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.25 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	3.22	3.27	3.92 b	4.29 ab	4.36 a	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	3.21	3.24	3.27 c	4.02 b	4.16 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	3.23	3.24	4.14 a	4.36 a	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	3.16	3.07	2.88 e	2.84 c	2.81 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	3.08	2.95	2.92 de	2.83 c	2.72 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	3.25	3.17	3.06 d	2.81 c	2.80 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
CV (%)	14.28	10.11	14.90	14.60	12.97	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

-/ การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.9 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (EL) การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในวันที่ 21–24 ของการเก็บรักษา โดยการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) มีค่ามากที่สุด (14.54–37.69%) รองลงมาคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2 % (14.45–38.49%) และ $CaCl_2$ 1% (13.31–34.88%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ($P<0.05$; ตารางที่ 4.26) ซึ่งการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่เหมาะสมสามารถชะลอการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ได้ดี

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0-15 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (16.47–28.28%) รองลงมาคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% (13.12–26.51%) และ $CaCl_2$ 1% (10.70–25.57%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.27) ส่วนการเก็บรักษาในวันที่ 18–21 พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด (27.49–44.44%) รองลงมาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (29.14–44.14%) และ 10 องศาเซลเซียส (26.63–40.89%) ตามลำดับ โดยการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำทำให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.2) ส่งผลทำให้เกิดการรั่วไหลเพิ่มขึ้น ซึ่งการเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้เซลล์เกิดความเสียหาย ส่งผลทำให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นสามารถใช้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ทำนายการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (McDonald *et al*., 1999; Aghdam *et al*., 2012) แต่ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นอิทธิพลของการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 40 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบความแตกต่างในวันที่ 3-6 พบว่ามีความแตกต่าง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่า (32.01–44.69%) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (31.96–34.16%) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.28) ตรงกับรายงานการเก็บ

รักษาที่อุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว ส่งผลให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของมะเขือเทศสูงกว่าอุณหภูมิที่ไม่ก่อให้เกิดอาการ (non - chilling) (นันทวุฒิ อิ่มศูนย์ และ ดนัย บุณยเกียรติ, 2546) ส่วนในวันที่ 6–12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การเพิ่มขึ้นของการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เป็นอิทธิพลอุณหภูมิและการแช่สารละลาย $CaCl_2$ โดยการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากที่สุด (55.53%) และรองลงมาคือการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (55.18%) ซึ่งพบการเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรง (4.00 และ 3.00 คะแนน ตามลำดับ; ตารางที่ 4.3) และสอดคล้องกับอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4.22 และ 4.25 ตามลำดับ)

ตารางที่ 4.26 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	14.54	17.81	18.20	18.68	21.44	25.41	27.49	34.01 a	37.69 a
$CaCl_2$ 1%	13.31	15.39	17.92	18.14	20.26	24.72	26.44	31.02 b	34.88 b
$CaCl_2$ 2%	14.45	15.44	18.88	19.42	22.45	26.45	28.56	36.80 a	38.49 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	8.06	9.13	13.55	12.52	6.22	8.56	5.59	10.12	11.39

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

ตารางที่ 4.27 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	11.62 c	17.06 e	18.71 cd	20.81 cd	23.14 de	25.47 cde	28.14 c	35.92 a	40.51	44.44	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	10.70 c	15.07 f	17.31 d	19.97 d	21.89 e	22.88 e	27.49 c	34.87 ab	36.89	40.21	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	11.66 c	17.38 cde	18.98 bcd	22.69 abc	23.90 cd	24.22 de	28.29 bc	35.44 a	40.74	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	13.38 b	18.49 bcd	20.19 abc	22.60 abc	24.82 c	25.39 cde	28.20 bc	31.16 c	38.16	40.11	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	13.12 b	16.73 e	19.10 bcd	21.33 bcd	23.91 cd	24.85 cdr	26.63 c	29.93 c	36.47	38.87	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	13.45 b	17.23 de	18.77 cd	22.44 abc	24.99 bc	26.51 bcd	29.62 abc	31.59 bc	37.72	40.89	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	16.47 a	19.63 ab	21.85 a	23.23 ab	26.54 ab	28.28 a	31.38 a	33.07 abc	38.21	44.14	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	15.51 a	18.74 b	19.93 abc	21.82 bcd	25.42 abc	27.19 abc	29.14 abc	31.29 c	37.65	36.70	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	15.68 a	20.33 a	21.04 ab	24.24 a	26.91 a	28.12 ab	31.16 ab	32.93 abc	38.55	40.11	-
อุณหภูมิ	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	-
CV (%)	5.91	4.27	5.99	4.71	7.69	5.62	5.42	5.54	5.76	6.88	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.28 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	28.14	34.92 ab	40.25 b	48.85 b	55.18 a	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	27.49	32.01 b	38.22 bc	44.57 bc	49.71 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	28.29	37.43 a	44.69 a	55.53 a	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	28.20	31.96 b	35.76 c	46.47 b	50.07 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	26.63	31.98 b	34.81 c	40.93 c	48.35 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	29.62	31.34 b	34.16 c	44.77 bc	50.00 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	ns	*	*	**	**	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	**	**	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	*	**	**	**	-	-	-	-	-	-
CV (%)	5.16	6.53	6.29	5.05	7.29	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.10 ปริมาณไลโคปีน การเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่โดยการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับค่า a*/b* (ตารางที่ 4.4) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่างๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของการใช้สารละลาย $CaCl_2$ ในทุกอุณหภูมิ (ตารางที่ 4.29) โดยปริมาณไลโคปีนของทุกชุดทดลองอยู่ระหว่าง 42.27–59.50 mg/kg

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณไลโคปีนในวันแรกของการนำออกจากอุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีค่าปริมาณไลโคปีนมากที่สุด (50.51-52.53 mg/kg) รองลงมาคืออุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (49.93–51.56 mg/kg) และ 5 องศาเซลเซียส (45.23–49.42 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.35) และเมื่อเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 วัน พบว่าอุณหภูมิสูงมีปริมาณไลโคปีนมากกว่าอุณหภูมิต่ำ (25 > 10 > 5 องศาเซลเซียส) ซึ่งไลโคปีนนั้นจะหยุดกระบวนการสร้างเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส (Lumpkin, 2005) ทำให้การสร้างไลโคปีนผิดปกติ ดังนั้นการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำจึงมีปริมาณไลโคปีนน้อยกว่าอุณหภูมิต่ำ และการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสร่วมกับการแช่สาร ละลาย $CaCl_2$ 1% ปริมาณไลโคปีนน้อยที่สุด (57.79 mg/kg) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* (ตารางที่ 4.5) ซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บรักษา ($P<0.01$; ตารางที่ 4.30)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน ไม่พบความแตกต่างปริมาณไลโคปีนตลอดการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 40 วัน พบว่าในวันที่ 0–6 ของการนำออกจากอุณหภูมิต่าง ๆ ปริมาณไลโคปีนไม่พบความแตกต่างในทุกอุณหภูมิ แต่เมื่อเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 9 วัน พบว่าการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสร่วมกับการใช้สารละลาย $CaCl_2$ 1% มีปริมาณไลโคปีนน้อยที่สุด (65.28 mg/kg) ($P<0.05$; ตารางที่ 4.31) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.29 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	42.94	42.83	44.31	47.60	49.07	52.29	55.08	55.00	58.94
$CaCl_2$ 1%	42.27	42.30	44.72	47.32	48.80	49.19	56.29	54.79	57.62
$CaCl_2$ 2%	42.96	43.91	45.37	49.96	50.71	53.15	56.97	57.10	59.50
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3.39	3.90	7.52	6.07	7.04	3.90	11.84	5.46	8.27

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.30 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	46.48 bc	51.70	50.76	55.79	61.98	66.00	64.09 abc	68.87	68.84	72.18	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	45.23 c	48.53	49.72	51.96	59.32	59.35	57.79 d	64.07	65.71	71.85	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	49.42 ab	50.77	52.27	53.41	62.11	61.32	59.61 cd	67.12	68.18	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	51.10 a	53.27	55.33	56.44	64.37	65.01	66.47 ab	67.79	69.88	72.77	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	49.93 ab	52.35	52.32	54.44	63.17	63.10	62.36 bcd	64.75	68.38	71.02	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	51.56 a	52.22	51.96	54.59	62.38	62.77	63.70 abc	65.01	67.65	72.53	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	52.29 a	55.99	55.12	57.10	64.16	68.05	68.30 a	69.24	73.06	73.67	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	50.51 a	53.02	53.14	56.44	62.12	66.46	64.23 abc	68.18	73.46	73.85	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	52.53 a	53.01	55.65	58.03	63.60	66.73	66.19 ab	68.48	73.93	75.83	-
อุณหภูมิ	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-
CV (%)	6.08	6.19	5.54	5.04	4.23	5.01	4.75	3.92	5.17	6.24	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.31 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	57.50	66.86	66.20	71.61 abc	75.83	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	55.25	64.09	65.01	65.28 c	71.74	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	57.63	66.20	72.27	76.89 a	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	64.71	66.02	69.96	73.88 ab	74.73	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	58.16	64.62	63.17	69.24 abc	72.27	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	61.32	66.73	64.09	68.97 bc	73.06	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	ns	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ*$CaCl_2$	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-
CV (%)	6.28	8.42	8.86	6.76	6.47	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3.11 ปริมาณแคลเซียม การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มคงที่ในช่วงแรก และลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.9) การศึกษาการแช่ $CaCl_2$ ที่เข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียม พบว่าการใช้การแช่สารละลาย $CaCl_2$ 1% มีค่ามากที่สุด (0.47-0.23 mg/kg) รองลงมาคือการแช่สารละลาย $CaCl_2$ 2 % (0.45-0.18 mg/kg) และการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ชุดควบคุม) (0.42-0.17 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.32) ซึ่งการแช่สารละลาย $CaCl_2$ มีปริมาณแคลเซียมมากกว่าการไม่ได้ใช้ ตรงกับรายงานการแทรกซึมด้วย $CaCl_2$ เข้มขึ้น 2-6% ในมะเขือเทศ จะมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (Senevirathna and Daundasekera, 2010) หรือการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมในผลแอปเปิล และองุ่นสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมได้เช่นกัน (Lotze *et al*., 2008; Ciccarese *et al*., 2013)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมในการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0–15 วัน การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 4.11) ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.58-0.54 mg/kg) รองลงมาคืออุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (0.55-0.53 mg/kg) และ 5 องศาเซลเซียส (0.48-0.42 mg/kg) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.32) ส่วนการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18-27 วัน พบว่าปริมาณแคลเซียมมีการลงลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.10) ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการลดลงของแคลเซียมมากที่สุด (0.38-0.18 mg/kg) รองลงมาคืออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (0.51-0.19 mg/kg) และ 10 องศาเซลเซียส (0.49-0.26 mg/kg) ตามลำดับ และยังพบว่าทั้ง 3 อุณหภูมิ ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาต่อการแช่ $CaCl_2$ ทั้ง 2 ความเข้มข้นมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (1%>2%>control) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.33) ซึ่งการลดลงอย่างรวดเร็วของแคลเซียมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางที่ 4.1) เมื่อปริมาณแคลเซียมลดลงส่งผลให้การเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้น ซึ่ง Wang (2010) กล่าวว่าปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อมีความสัมพันธ์ต่อความอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นปริมาณแคลเซียมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และปริมาณแคลเซียมลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

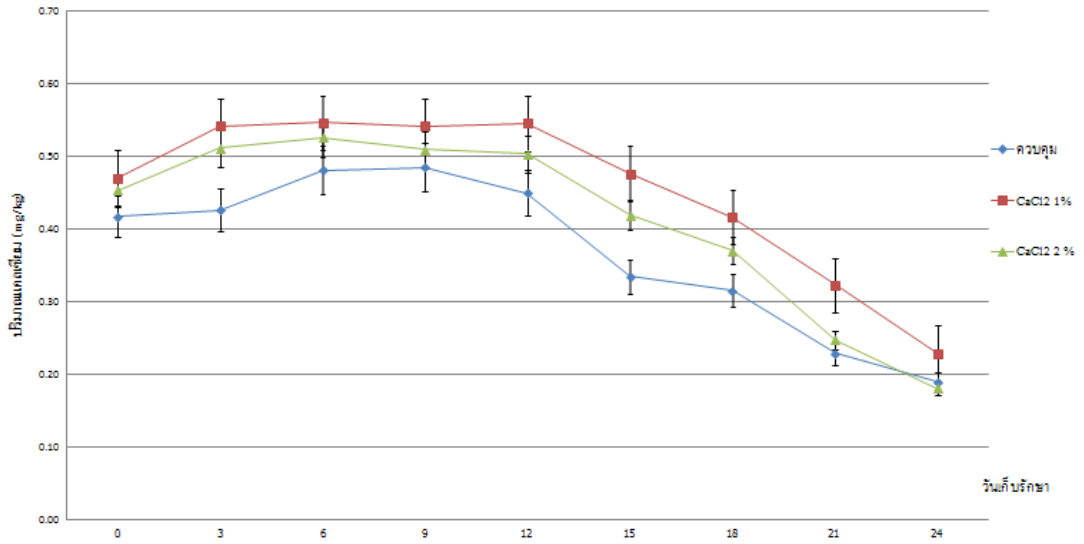
การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 40 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง วันที่ 0-3 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณของแคลเซียมลดลง (ภาพที่ 4.13) แต่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณแคลเซียม (ตารางที่ 4.39) ส่วนการเก็บรักษาต่อเป็นเวลา 6–12 วัน พบว่าอุณหภูมิการเก็บรักษา การแช่สารละลาย $CaCl_2$ และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของอุณหภูมิกับ $CaCl_2$ มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียม โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่า (0.41–0.18 mg/kg) อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (0.24–0.18 mg/kg) โดยตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาต่อในการแช่ $CaCl_2$ ทั้ง 2 ความเข้มข้น จะมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (1%>2%>control) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.34)

ตารางที่ 4.32 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

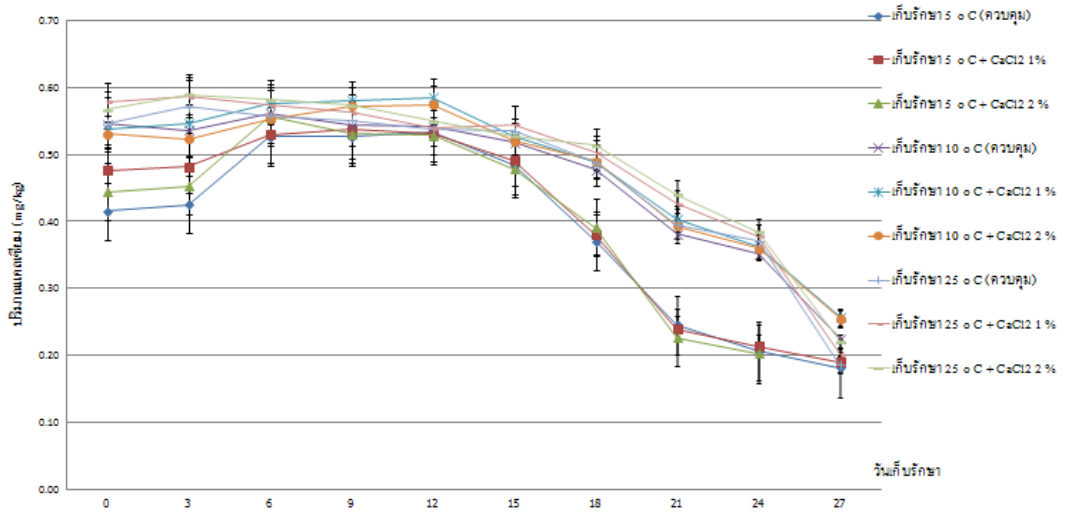
ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)								
	วันที่เก็บรักษา								
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**
ควบคุม	0.42 c	0.43 c	0.48 c	0.48 c	0.45 c	0.33 c	0.32 c	0.23 c	0.17 b
$CaCl_2$ 1%	0.47 a	0.54 a	0.55 a	0.54 a	0.55 a	0.48 a	0.42 a	0.32 a	0.23 a
$CaCl_2$ 2%	0.45 b	0.51 b	0.53 b	0.51 b	0.50 b	0.42 b	0.37 b	0.25 b	0.18 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	15.67	14.56	16.30	13.70	14.40	15.45	15.41	16.51	18.10

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)



ภาพที่ 4.9 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.10 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.33 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	0.42 g	0.43 g	0.53 e	0.53 e	0.53 cd	0.48 c	0.37 e	0.25 f	0.21 f	0.18 d	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.48 f	0.48 f	0.53 e	0.54 de	0.53 cd	0.49 c	0.38 e	0.24 f	0.21 f	0.19 d	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.44 fg	0.45 fg	0.56 d	0.53 e	0.53 d	0.48 c	0.39 e	0.23 g	0.20 g	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.55 cd	0.54 d	0.56 bcd	0.54 de	0.54 bc	0.52 b	0.48 d	0.38 e	0.35 e	0.23 b	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.54 de	0.55 c	0.58 ab	0.58 a	0.59 a	0.53 ab	0.49 c	0.40 c	0.36 cd	0.26 a	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.53 e	0.52 e	0.55 d	0.57 ab	0.57 a	0.52 b	0.49 c	0.39 d	0.36 de	0.26 a	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	0.55 c	0.57 b	0.56 cd	0.55 cd	0.54 cd	0.54 ab	0.49 c	0.40 cd	0.37 bc	0.19 d	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	0.58 a	0.59 a	0.57 abc	0.56 bc	0.54 bcd	0.55 a	0.50 b	0.43 b	0.38 ab	0.20 c	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	0.57 b	0.59 a	0.58 a	0.57 ab	0.55 b	0.53 ab	0.51 a	0.44 a	0.38 a	0.22 b	-
อุณหภูมิ	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
$CaCl_2$	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
อุณหภูมิ* $CaCl_2$	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	12.77	12.74	14.97	15.63	13.74	16.66	14.04	15.26	15.32	13.28	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.34 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่แช่ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0, 1 และ 2% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	0.49	0.38	0.24 d	0.22 d	0.18 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	0.53	0.43	0.27 c	0.25 c	0.22 a	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	0.54	0.40	0.24 d	0.18 e	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	0.52	0.46	0.36 b	0.35 b	0.18 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	0.52	0.50	0.41 a	0.37 a	0.20 b	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	0.51	0.51	0.36 b	0.35 b	0.18 c	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
$CaCl_2$	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิ* $CaCl_2$	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	**	**	**	-	-	-	-	-	-
CV (%)	11.09	13.48	21.06	17.85	13.23	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเกิดอาการสะท้านหนาวจะเกิดเฉพาะที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้น หลังนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) อาการจะเห็นชัดเจนขึ้น ส่วนการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด และช่วยชะลอการเกิดอาการได้มากกว่า 3 วัน ของทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 4.35)

สีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่ การพิจารณาค่าสีผิว (a*/b*) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* ได้ดีที่สุด และการเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้สีผิวคล้ำขึ้น สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี ทำให้ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ดีกว่า ตามค่า a*/b* ที่น้อยกว่าที่สุด (ตารางที่ 4.35)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่ที่สุด ส่วนในระยะหลังการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เกิดกับอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.35)

ความแน่นเนื้อ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ร่วมกับการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด ส่วนตลอดการเก็บรักษาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุดของมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.35)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด ส่วนสารละลาย $CaCl_2$ ทั้ง 2 ความเข้มข้น ร่วมกับการเกิดอาการสะท้านหนาว ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.35)

ความเป็นกรด– ด่าง (pH) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่า pH มากที่สุด โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ร่วมกับการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยที่สุด ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.35)

ปริมาณกรด การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดมากที่สุด โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% มีปริมาณกรดน้อยที่สุด ส่วนมะเขือเทศเชอรี่ที่แสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวมีปริมาณกรดมากกว่าผลที่ไม่แสดงอาการ (ตารางที่ 4.35)

อัตราการหายใจ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงที่สุด โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ทั้ง 3 อุณหภูมิเก็บรักษามีอัตราการหายใจน้อยที่สุด ส่วนมะเขือเทศเชอรี่

ที่แสดงเกิดอาการสะท้านหนาว มีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% สามารถลดอาการสะท้านหนาว และมีผลต่อการลดอัตราการหายใจ (ตารางที่ 4.35)

อัตราการผลิตเอทิลีน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงที่สุด โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ทั้ง 3 อุณหภูมิเก็บรักษามีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุด ส่วนมะเขือเทศเชอรี่ที่แสดงอาการอาการสะท้านหนาว มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ดี มีผลต่อการลดอัตราการผลิตเอทิลีนเช่นกัน (ตารางที่ 4.35)

การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สูงที่สุด โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ทั้ง 3 อุณหภูมิเก็บรักษามีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์น้อยที่สุด ส่วนมะเขือเทศเชอรี่ที่แสดงอาการอาการสะท้านหนาว มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ดี มีผลต่อการลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (ตารางที่ 4.35)

ปริมาณไลโคปีน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด ส่วนการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ทั้ง 2 ความเข้มข้น และส่วนมะเขือเทศเชอรี่ที่แสดงอาการอาการสะท้านหนาวไม่มีผลต่อปริมาณไลโคปีนตลอดการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.35)

ปริมาณแคลเซียม การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด ส่วนสารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1 และ 2% ทั้ง 3 อุณหภูมิเก็บรักษามีปริมาณแคลเซียมมากกว่าการไม่ได้ใช้ และปริมาณแคลเซียมที่ลดลงสามารถบ่งชี้การเกิดและความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ได้ (ตารางที่ 4.35)

ดังนั้น การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% เหมาะสมที่นำไปใช้ในการทดลองที่ 3 โดยสามารถชะลอและลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ดี สามารถรักษาคุณภาพต่าง ๆได้ดีตลอดการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวนำไปใช้ในการทดลองที่ 3

ตารางที่ 4.35 ความสัมพันธ์ของการใช้ $CaCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ (5, 10 และ 25 องศาเซลเซียส) และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความสัมพันธ์ของการใช้ $CaCl_2$ ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ											
	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี											
	CI	a*/b*	Weight loss	Firmness	TSS	pH	TA	CO_2	C_2H_4	EL	Lycopene	Ca
เก็บรักษา 5°C (ควบคุม)	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 1%	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
เก็บรักษา 5°C + $CaCl_2$ 2%	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
เก็บรักษา 10°C (ควบคุม)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 1%	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
เก็บรักษา 10°C + $CaCl_2$ 2%	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
เก็บรักษา 25°C (ควบคุม)	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 1%	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
เก็บรักษา 25°C + $CaCl_2$ 2%	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

+ กับ – มีอิทธิพลส่งเสริม กับไม่มีอิทธิพลส่งเสริมการเกิดอาการสะท้านหนาว และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีต่างๆ

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ (1) ศึกษาการใส่หินฝุ่น 3 ระดับ คือ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ (ใส่ก่อนปลูก) และร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0, 70 และ 80 ppm (ฉีดพ่นวันที่ 30 45 และ 60 ก่อนจะทำการเก็บเกี่ยว) ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส (2) ศึกษาการใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้ผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้จากการใช้หินฝุ่นด้วยวิธีและความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว (ตามหัวข้อ 3.4.2)

4.2.1 การศึกษาการใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่างๆ ต่อเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ยังไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ผลมะเขือเทศเริ่มแสดงอาการสะท้านหนาวขึ้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อ และรุนแรงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.11) โดยชุดควบคุม การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm การฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm แสดงอาการออกมาก่อนชุดอื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่หินฝุ่นที่ 30 และ 40 กก./ไร่ การฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm และ การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm แสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 24 และ 27 ของการเก็บรักษาต่อในอุณหภูมิห้อง และพบอีกว่า การเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm การฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และชุดควบคุม มีการเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่าชุดอื่น (3.00, 2.83 และ 2.50 คะแนน ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.36) ซึ่งการเกิดอาการสะท้านหนาวนั้นเป็นอิทธิพลจากการ การใส่หินฝุ่น การฉีดพ่นหินฝุ่น และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้ว

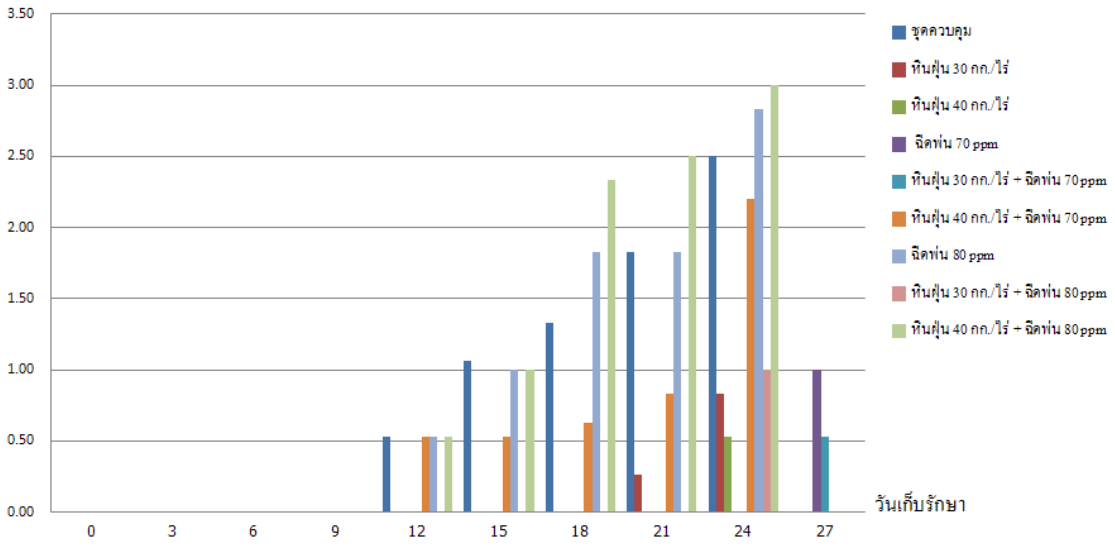
นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน พบการเกิดอาการสะท้านลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะแสดงอาการเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในส่วนการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่าเมื่อนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยในชุดควบคุม การใส่หินฝุ่นที่ 30 และ 40 กก./ไร่ และในทุกชุดของการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm จะแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนในทุกชุดของการฉีดพ่นด้วยหินฝุ่น 70 ppm จะแสดงอาการในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา และยังพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในชุดควบคุม การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm แสดงเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่าชุดอื่น (3.00, 2.33 และ 2.33 คะแนน ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.37) ซึ่งการฉีดพ่นหินฝุ่นที่ไม่เหมาะสมมีผลทำให้เกิดการเกิดอาการสะท้านหนาวรวดเร็วและรุนแรงกว่าชุดอื่น ๆ ตรงกับรายงานการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมที่ความเข้มข้นไม่เหมาะสม จะ มีอิทธิพลต่อการเพิ่มการเกิดอาการสะท้านหนาว (Al-Qurashi, 2012)

การเกิดอาการสะท้านหนาวมีอิทธิพลมาจากการใส่หินฝุ่น การฉีดพ่นหินฝุ่น และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี โดยพบว่า ในชุดควบคุม และการใช้หินฝุ่นในวิธีหรือความเข้มข้นไม่เหมาะสม จะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่าชุดอื่น ๆ (ตารางที่ 4.41, 4.42 และ 4.43) ซึ่งเพชรดา อยู่สุข (2540) รายงานว่าการใช้สารละลาย $Ca(NO_3)_2$ เข้มข้น 2 และ 4% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมกับผลพริกหวานก่อนเก็บรักษาจะแสดงอาการสะท้านหนาวที่รุนแรงมากกว่า

ส่วนการใช้หินฝุ่นกับมะเขือเทศเชอรี่เพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว พบว่า หินฝุ่นมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักประมาณ 58.74% (ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) ดังนั้นจึงสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ได้ ตรงกับรายงานการทั้งการใส่และการพ่นฉีดแคลเซียมสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมในผลแอปเปิลและผลมะม่วงได้ (Lotze *et al.*, 2008; Joyce *et al.*, 2011) โดยการใช้แคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Ozden, 2009; Wang, 2010) ซึ่งพบว่า การใส่หินฝุ่นและการฉีดพ่นหินฝุ่นในปริมาณที่เหมาะสมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ แต่การใช้หินฝุ่นที่ไม่เหมาะสม แสดงการเกิดอาการรุนแรงกว่าการไม่ได้ใช้ ซึ่งตรงกับรายงานการใช้ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้นไม่เหมาะสม จะกระตุ้นการเกิดอาการสะท้านหนาวให้รุนแรงมากขึ้น (Chen and Paull, 1986)

จากรายงานการใช้แคลเซียมในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวพบว่า การใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 2.5% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะม่วงได้ (ธเนศวร์ สีระแก้ว, 2541) หรือในการใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 1 และ 2% กับผล

มะเขือเทศเทศเชอรี่ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ปริญญา และคณะ, 2555)



ภาพที่ 4.11 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.36 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53 a	1.07 a	1.33 c	1.83 b	2.50 a	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 e	0.27 d	0.83 c	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.53 d	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.00 e	1.00	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.00 e	0.53	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53 a	0.53 b	0.63 d	0.83 c	2.20 b	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53 a	1.00 a	1.83 b	1.83 b	2.83 a	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 c	0.00 e	0.00 d	1.00 c	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53 a	1.00 a	2.33 a	2.50 a	3.00 a	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	-
F-test	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	-	-	-	-	14.34	12.92	18.28	18.22	16.25	14.98	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.37 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00	3.00 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	0.00	0.00	1.83 b	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.00	0.00	1.50 b	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	0.00	0.00	0.00 c	2.00	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.00	0.00	0.00 c	1.83	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.00	0.00	0.00 c	2.00	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	0.00	0.00	2.33 b	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.00	0.00	2.00 b	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.00	0.00	2.33 b	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	-	18.28	14.75	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2 การศึกษาการใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.2.2.1 สีผิวของผลมะเขือเทศเชอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวมะเขือเทศเชอรี่ โดยใช้ค่า a*/b* ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ค่า a*/b* เริ่มต้นของทุกชุดทดลองอยู่ระหว่าง 0.91–1.02 ตลอดการศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่าง (ตารางที่ 4.38) และพบว่ามีแนวโน้มค่า a*/b* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 10 วัน ตลอดการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่าง แต่ยังพบว่ามีแนวโน้มค่า a*/b* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น แต่การเก็บรักษาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าการฉีดพ่นหินฝุ่นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* โดยในทุกชุดการทดลองที่ร่วมฉีดหินฝุ่น 70 ppm จะมีค่า a*/b* น้อยที่สุด (1.36-1.38) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (1.51) หรือชุดทดลองอื่น (1.40 -1.58) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.39) ซึ่งตรงกับรายงานการใช้แคลเซียมให้กับผลบลูเบอร์รี่ จะมีค่า a*/b* มากกว่าการไม่ได้ใช้แคลเซียม (Angeletti *et al.,* 2010)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20, 25 และ 30 วัน ไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา แต่การเก็บรักษาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาต่อ พบการฉีดพ่นหินฝุ่น กับปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* โดยในทุกชุดการทดลองที่ร่วมฉีดหินฝุ่น 70 ppm จะมีค่า a*/b* น้อยที่สุด (1.36-1.38) ($P<0.05$; ตารางที่ 4.40) และยังพบอีกว่าในชุดควบคุม กับการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm จะมีค่า a*/b* มากที่สุด (1.80 และ 1.84 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับเกิดอาการสะท้านหนาวที่รุนแรงกว่าชุดอื่น (ตารางที่ 4.36) โดยเมื่อเกิดอาการส่งผลให้สีผิวมีลักษณะคล้ำมากขึ้นตามความรุนแรงของอาการ ซึ่งตรงกับรายงานเมื่อผลมะเขือเทศเกิดอาการสะท้านหนาว จะมีค่า a*/b* มากกว่าที่ไม่แสดงอาการ (McDonald and McCollum, 1998) เช่นเดียวกับในมะม่วงเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวจะมีสีคล้ำกว่าปกติ (จิราภรณ์ กัวะขุนทด, 2548)

ตารางที่ 4.38 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	1.02	1.01	0.97	0.97	1.00	0.97	0.99	1.05	1.27	1.37	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	1.00	0.99	0.97	0.97	0.93	0.97	0.98	1.06	1.25	1.30	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.96	0.97	0.96	0.98	1.03	0.97	0.99	1.09	1.24	1.31	1.41
ฉีดพ่น 70 ppm	0.91	0.96	0.96	0.94	0.98	0.97	0.95	1.09	1.28	1.34	1.37
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.93	0.96	0.97	0.91	0.99	0.95	0.91	1.14	1.25	1.30	1.35
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.99	0.94	0.99	0.97	0.97	0.99	1.04	1.12	1.24	1.33	1.39
ฉีดพ่น 80 ppm	1.01	0.97	0.98	1.01	1.06	1.00	1.00	1.11	1.28	1.34	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.99	0.98	1.00	1.05	1.01	0.94	0.98	1.07	1.27	1.31	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.96	0.94	0.96	0.96	0.98	0.97	1.00	1.10	1.35	1.41	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16.52	14.58	16.52	14.61	16.38	15.64	19.12	18.36	14.34	14.11	15.65

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.39 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	1.08	1.11	1.11	1.09	1.24	1.43	1.51 ab	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	1.05	1.04	1.05	1.10	1.27	1.37	1.42 bc	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.98	1.03	1.01	1.13	1.20	1.36	1.40 c	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	0.99	1.02	1.01	1.12	1.22	1.39	1.36 c	1.44	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.99	0.98	1.00	1.15	1.22	1.43	1.36 c	1.40	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	1.03	1.02	1.00	1.13	1.25	1.39	1.38 c	1.44	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	1.08	1.09	1.11	1.12	1.21	1.45	1.47 bc	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	1.00	1.00	1.04	1.11	1.28	1.43	1.39 c	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	1.10	1.07	1.11	1.10	1.22	1.42	1.58 a	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	-	-	-
CV (%)	10.48	17.44	18.94	19.09	15.27	16.77	14.51	14.45	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.40 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	1.32	1.63	1.80 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	1.26	1.50	1.71 abc	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	1.30	1.53	1.70 abc	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	1.24	1.45	1.57 bc	1.64	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	1.22	1.46	1.53 c	1.61	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	1.26	1.42	1.59 bc	1.68	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	1.24	1.46	1.75 ab	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	1.26	1.55	1.71 abc	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	1.28	1.60	1.84 a	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	17.93	17.88	15.95	12.72	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Cumulative weight loss) การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษาพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ โดยการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (7.16%) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (2.88%) และชุดอื่น (1.33-2.48%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.47) ส่วนในวันที่ 12-18 ของการเก็บรักษา พบว่าการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (18.87%) รองลงมาคือ ชุดควบคุม (17.37%) และในทุกชุดการทดลองที่ร่วมกับการฉีดพ่นที่ 70 ppm (9.95–11.05%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.41)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12-18 ของการเก็บรักษาต่อ การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (17.26–21.77%) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (10.90–14.01%) และการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด (7.24–9.89%) โดยเป็นอิทธิพลของการฉีดพ่นหินฝุ่น ($P<0.01$; ตารางที่ 4.42) หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา และการศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วันวัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา

จากรายงานการใส่ $CaSO_4$ 96 กก./ไร่ กับบลูเบอร์รี่ก่อนการเก็บเกี่ยว และนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (Angeletti *et al.,* 2010) หรือการใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 1 และ 2% กับมะเขือเทศเชอรี่ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ (ปริญญา และคณะ, 2555) โดยแคลเซียมมีผลต่อการควบคุมการทำงานของเซลล์ และรักษาสมดุลของเซลล์ ซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าการไม่ได้ใช้ (Rabiel *et al.,* 2011) แต่การใช้แคลเซียมที่ไม่เหมาะสมจะให้ผลตรงกันข้าม ตรงกับรายงานการใช้ $Ca(NO_3)_2$ กับแอปเปิล เมื่อเก็บรักษาที่ 0-2 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการไม่ได้ใช้ (Rabiel *et al.,* 2011)

ตารางที่ 4.41 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	-	2.88 b	5.85 b	7.71	11.27 ab	14.74 a	17.37 ab	20.68	20.68	23.98	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	-	1.96 b	3.89 b	5.70	8.99 abc	12.12 ab	13.93 bcd	16.65	16.65	21.86	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	-	2.29 b	4.12 b	5.88	8.30 bc	10.98 ab	12.43 cd	14.58	14.58	15.49	16.42
ฉีดพ่น 70 ppm	-	1.51 b	2.86 b	4.28	6.13 c	8.71 c	9.95 d	12.04	12.04	13.12	14.04
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	-	1.33 b	2.53 b	3.96	6.41 c	9.69 c	10.63 d	13.46	13.46	14.53	15.53
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	-	1.59 b	3.39 b	4.63	7.07 c	10.24 c	11.05 d	13.86	13.86	14.58	15.60
ฉีดพ่น 80 ppm	-	1.73 b	3.81 b	5.45	8.10 bc	12.00 ab	14.29 bcd	24.09	24.09	26.55	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	-	7.16 a	8.75 a	10.22	12.55 a	15.09 a	16.84 abc	19.19	19.19	20.67	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	-	2.48 b	4.88 b	6.39	11.51 ab	15.37 a	18.78 a	22.65	22.65	26.52	-
การใส่หินฝุ่น	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	-	*	*	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	-	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test	-	*	*	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	-	17.17	14.38	13.78	24.39	20.16	18.40	13.17	15.53	14.51	19.27

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.42 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	-	3.30	4.15	6.78	10.90 bc	12.09 bc	14.01 bc	15.44	15.44	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	-	2.39	3.75	5.62	9.63 bc	10.78 bc	13.13 bc	14.92	14.92	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	-	2.78	3.47	5.85	9.21 bc	10.05 bc	11.90 bc	13.91	13.91	15.60	-
ฉีดพ่น 70 ppm	-	1.85	2.82	4.76	7.24 c	8.57 c	9.89 c	11.65	11.65	13.52	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	-	2.95	3.93	5.93	9.31 bc	10.30 bc	11.78 bc	13.27	13.27	14.74	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	-	7.68	8.43	10.57	13.72 ab	15.01 ab	16.49 ab	18.22	18.22	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	-	5.43	6.27	9.40	13.37 ab	14.37 abc	16.28 ab	18.11	18.11	19.86	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	-	5.55	6.32	8.75	12.74 abc	13.98 abc	16.33 ab	18.59	18.59	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	-	6.89	8.97	11.61	17.26 a	19.11 a	21.77 a	20.56	20.56	-	-
การใส่หินฝุ่น	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	-	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	-	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	ns	-
CV (%)	-	16.70	15.76	19.62	17.90	26.39	21.93	18.86	18.82	13.45	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.3 ความแน่นเนื้อ การรักษาความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่าทุดชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.43) ส่วนการศึกษามะเขือเทศเชอรี่แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ไม่พบความแตกต่าง

แต่ในการศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อในวันที่ 0-3 ของการเก็บรักษา พบว่าในทุกชุดการทดลองร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm จะมีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด (7.87-7.30 นิวตัน) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (6.10-6.40 นิวตัน) และในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่าทุกชุดการทดลองที่ใช้หินฝุ่นทั้ง 2 วิธี มีความแน่นเนื้อ (5.70–6.77 นิวตัน) มากกว่าการไม่ได้ใช้ (ชุดควบคุม) (4.53 นิวตัน) และในวันที่ 15–18 ของการเก็บรักษาต่อ ในทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด (4.49–6.00 นิวตัน) รองลงมาคือทุกชุดการทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (3.10–5.27 นิวตัน) และชุดควบคุม (3.13–3.53 นิวตัน) ตามลำดับ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.44) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว พบว่าในชุดควบคุมและการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm ที่แสดงอาการรุนแรงส่งผลทำให้ความแน่นเนื้อน้อยกว่าชุดอื่น ๆ เช่นกัน ตรงกับรายงานมะเขือเทศที่แสดงอาการสะท้านหนาวจะมีความแน่นเนื้อน้อยกว่าพวกที่ไม่แสดงอาการ (McDonald and McCollun, 1998; Kumah *et al.,* 2011)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15, 20, 25 และ 30 วัน เมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการรักษาความแน่นเนื้อ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบความแน่นเนื้อลดลงเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน ไม่พบความแตกต่างเช่นกัน

จากรายงานการฉีดพ่น $CaCl_2$ ให้กับมะเขือเทศ (Rab and Haq, 2012) หรือการใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 1 และ 2% กับมะเขือเทศเชอรี่ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะพบความแน่นเนื้อสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (ปริญญา และคณะ, 2555) แต่การใช้แคลเซียมความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม พบว่าความแน่นเนื้อของการใช้แคลเซียมจะน้อยกว่าการที่ไม่ได้ใช้ (Rabiel *et al.,* 2011)

ตารางที่ 4.43 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	6.83	6.47	6.60	6.20	5.93	5.77	5.77	5.23	4.93	4.47	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	7.47	7.20	7.10	6.73	6.50	6.47	6.27	5.80	5.43	5.20	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	6.97	6.43	6.17	5.93	5.63	5.50	5.37	4.43	4.37	4.37	4.17
ฉีดพ่น 70 ppm	6.93	6.87	6.23	5.90	5.63	5.57	5.30	5.20	4.97	4.97	4.17
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	6.83	6.47	6.00	5.73	5.47	5.33	5.03	4.77	4.77	4.60	4.10
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	7.70	7.37	6.90	6.73	6.50	6.00	5.73	5.60	5.40	5.33	4.13
ฉีดพ่น 80 ppm	7.70	6.93	6.63	6.50	6.23	6.13	6.07	5.77	4.77	3.83	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	7.00	6.77	6.43	6.33	6.20	5.97	5.93	5.53	5.17	3.50	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	7.37	7.10	6.43	6.43	6.17	5.97	5.63	5.33	4.43	3.33	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19.28	18.53	12.36	12.71	12.69	15.88	11.09	13.56	14.06	23.83	22.74

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.44 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	6.40 c	6.10 b	5.17	4.70 b	4.53	3.53 c	3.13 c	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	7.13 abc	6.77 ab	6.20	6.10 a	5.10	4.13 bc	3.17 c	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	7.00 bc	6.67 ab	6.23	5.70 a	5.27	4.43 bc	3.63 bc	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	6.77 c	6.60 ab	6.50	6.33 a	6.03	5.80 a	5.13 a	4.03	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	6.90 bc	6.70 ab	6.47	6.43 a	6.27	6.00 a	5.00 a	4.23	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	7.13 abc	6.80 ab	6.70	6.17 a	5.50	5.23 ab	4.93 ab	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	7.60 ab	7.30 a	7.00	6.73 a	6.10	5.27 ab	4.43 abc	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	7.60 ab	7.37 a	6.93	6.77 a	5.87	4.20 bc	3.67 bc	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	7.87 a	7.40 a	6.93	6.27 a	5.90	4.57 bc	3.10 c	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	ns	ns	ns	**	**	ns	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	-	-	-
F-test	**	**	ns	**	ns	**	**	ns	-	-	-
CV (%)	15.48	16.57	10.95	10.32	13.20	13.78	17.67	13.26	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา โดยค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของทุกชุดทดลองมีค่าระหว่าง 9.83–13.03 °Brix ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.45)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของการเก็บรักษา พบว่าชุดควบคุมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด (12.63 °Brix) รองลงมาคือการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (12.57 °Brix) และการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (11.67 °Brix) ตามลำดับ โดยเป็นอิทธิพลของการฉีดพ่นหินฝุ่นและปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี ($P<0.05$; ตารางที่ 4.46) หลังจากนั้นการเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา

จากรายงานการใช้แคลเซียมพบว่าในการฉีดพ่นแคลเซียมให้กับผลเชอรี่ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกับการไม่ได้ใช้ (Brown *et al*., 1996) หรือการฉีดพ่น $CaCl_2$ กับมะเขือเทศ (Rab and Haq, 2012) และการใช้สารละลาย $Ca(NO_3)_2$ กับแอปเปิล (Rabiel *et al*., 2011) ไม่พบความแตกต่างเช่นกัน ในส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่การเก็บรักษาที่นานขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อย (ไพศอล หะยีสาและ และดนัย บุญยเกียรติ, 2546)

ตารางที่ 4.45 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	12.63	12.40	11.97	11.83	11.90	10.83	10.63	10.60	10.57	10.13	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	12.17	12.13	11.93	11.90	11.90	11.20	11.20	10.97	10.63	9.80	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	13.03	12.77	12.27	11.47	11.43	11.10	10.93	10.73	10.67	10.60	10.00
ฉีดพ่น 70 ppm	11.67	11.37	11.27	11.07	11.03	10.60	10.97	10.80	10.77	10.07	9.83
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	12.60	12.13	11.80	11.57	11.23	11.17	10.93	10.97	10.67	10.00	9.93
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	11.60	11.67	11.17	11.13	11.03	10.77	10.70	10.70	10.60	10.03	9.93
ฉีดพ่น 80 ppm	12.17	12.13	11.43	11.00	11.07	10.93	10.93	10.53	9.93	9.83	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	12.07	12.17	11.93	11.30	11.20	10.87	10.87	10.70	10.33	9.90	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	12.27	12.23	11.83	11.33	11.77	11.13	11.13	10.87	10.30	10.13	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.56	13.08	14.62	14.38	14.33	14.75	13.64	16.54	18.60	14.72	13.19

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.46 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	12.63 a	12.37	11.80	11.27	10.77	10.57	10.60	10.27	9.97	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	11.77 bc	11.93	11.90	11.27	10.97	10.87	10.23	10.03	9.60	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	11.90 bc	11.77	11.43	11.10	10.67	10.53	10.50	9.80	9.63	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	11.67 c	11.73	11.13	10.97	10.77	10.97	10.67	10.43	10.27	9.80	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	12.23 abc	12.07	11.73	11.37	11.07	10.83	10.67	10.67	10.03	9.80	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	12.23 abc	11.97	11.67	10.67	10.77	10.73	10.77	9.93	9.77	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	12.33 ab	12.17	11.47	11.33	11.17	10.67	10.57	9.83	9.67	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	12.30 ab	12.00	11.77	11.30	11.20	10.83	10.70	10.43	9.73	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	12.57 a	12.23	11.90	11.57	10.80	10.87	10.87	10.30	10.00	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	12.51	12.54	15.86	14.28	16.18	16.19	13.80	16.73	13.81	12.69	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.5 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 0–9 ของการเก็บรักษา พบว่าวิธีการฉีดพ่นหินฝุ่นเป็นอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงค่า pH โดยทุกชุดทดลองที่ฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีค่ามากที่สุด (3.63–4.09) รองลงมาคือชุดควบคุม (3.71–3.73) และฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (3.20–3.60) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.47) และการเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของการเก็บรักษาค่า pH พบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (4.15) รองลงมาคือทุกชุดทดลองที่ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (4.03–4.08) และทุกชุดทดลองที่ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (3.87–4.05) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.57) และการเก็บรักษาในวันที่ 18–24 พบว่ามีผลตรงกันข้ามคือในทุกชุดทดลองที่ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีค่ามากที่สุด (4.52–4.79) รองลงมาคือในทุกชุดทดลองที่ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (4.22–4.61) และชุดควบคุม (4.44–4.46) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.48) และหลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน มีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบเปลี่ยนแปลงค่า pH เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ส่วนการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน ซึ่งในวันแรกของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุม (4.44) มีค่า pH ของมากกว่าชุดทดลองอื่นที่ใช้หินฝุ่น (4.22–4.40) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.49) โดยอิทธิพลของวิธีการฉีดพ่นหินฝุ่น และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี โดยค่า pH ที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการเกิดอาการสะท้านหนาว ตรงรายงานเมื่อผลมะเขือเทศแสดงอาการสะท้านหนาว มีค่า pH สูงกว่าผลที่ไม่แสดงอาการ (McDonald and McCollum, 1998)

ตารางที่ 4.47 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	3.73 bc	3.71 bcd	3.71 b	3.73 bc	3.83	4.13	4.20	4.24	4.35	4.37	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	3.50 cd	3.47 cd	3.46 bc	3.90 b	4.06	4.34	4.10	4.23	4.25	4.33	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	3.82 ab	4.15 a	4.12 a	3.75 bc	3.61	4.06	4.20	4.24	4.43	4.37	4.63
ฉีดพ่น 70 ppm	3.63 bc	3.80 abc	4.07 a	4.09 a	4.17	4.07	4.00	4.23	4.36	4.42	4.47
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.03 a	3.92 ab	4.12 a	3.88 bc	4.06	4.04	4.07	4.08	4.18	4.34	4.40
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	3.70 bc	3.59 bcd	3.63 b	3.70 c	3.82	4.06	4.13	4.11	4.14	4.26	4.30
ฉีดพ่น 80 ppm	3.20 d	3.37 d	3.33 c	3.20 e	3.47	4.27	4.17	4.20	4.31	4.38	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	3.47 cd	3.60 bcd	3.54 bc	3.47 d	3.84	3.88	4.07	4.19	4.21	4.33	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	3.27 d	3.52 bcd	3.45 bc	3.27 e	3.92	4.10	4.23	4.26	4.44	4.62	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.47	15.95	13.81	12.73	18.61	13.69	15.98	14.79	13.12	14.82	17.77

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.48 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	4.15 a	4.15	4.27	4.43	4.28	4.35	4.44 ab	4.61 ab	4.66 a	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	4.08 ab	4.10	4.17	4.23	4.28	4.29	4.42 abc	4.54 abc	4.61 ab	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	4.06 abc	4.04	4.30	4.31	4.20	4.34	4.45 ab	4.47 bc	4.63 a	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	4.08 ab	4.00	4.08	4.25	4.19	4.21	4.22 c	4.30 d	4.45 b	4.54	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.03 bd	4.15	4.33	4.21	4.20	4.32	4.33 bc	4.38 cd	4.46 b	4.51	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.06 abc	4.10	4.23	4.26	4.10	4.38	4.43 abc	4.51 abc	4.61 ab	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	3.97 bc	4.12	4.10	4.08	4.18	4.30	4.56 a	4.67 a	4.71 a	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	3.95 c	4.01	4.15	4.16	4.24	4.28	4.52 ab	4.63 ab	4.68 a	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.05 abc	4.10	4.18	4.24	4.25	4.20	4.54 ab	4.64 ab	4.79 a	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	-
CV (%)	15.81	25.00	13.04	23.80	14.05	19.36	25.91	21.08	20.62	19.87	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.49 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	4.44 a	4.27	4.52	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	4.40 ab	4.17	4.43	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	4.31 bcd	4.30	4.44	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	4.34 abc	4.08	4.28	4.36	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.27 cd	4.33	4.41	4.33	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.31 bcd	4.23	4.37	4.41	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	4.22 d	4.10	4.36	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.29 bcd	4.15	4.58	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.27 cd	4.38	4.59	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	14.70	12.97	12.78	13.12	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.6 ปริมาณกรด (TA) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) การเก็บรักษาต่อในวันที่ 18 ในการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีค่ามากที่สุด (0.58%) รองลงมาคือชุดควบคุม (0.55%) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (0.58%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.60) ส่วนการเก็บรักษาต่อเป็นเวลา21 วัน พบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (0.52%) รองลงมา คือ ทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (0.50-0.52%) และทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (0.44–0.46%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.60) และการเก็บรักษาต่อวันที่ 24 พบว่า ทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีค่ามากที่สุด (0.47-0.49%) รองลงมาคือชุดควบคุม (0.48%) และทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (0.42-0.44%) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.50) หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันแรกของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด พบว่าชุดควบคุม (0.63%) มีปริมาณกรดมากกว่าชุดทดลองอื่นที่ใช้หินฝุ่น (0.58-0.61%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.61) ในวันที่ 6 วัน พบว่าชุดควบคุม (0.61%) มีปริมาณกรดมากกว่าชุดทดลองอื่นที่ใช้หินฝุ่น (0.53-0.57%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.51) และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อพบอีกว่าชุดควบคุม (0.56%) มีปริมาณกรดมากกว่าชุดทดลองอื่นที่ใช้หินฝุ่น (0.48-0.52%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.51) ซึ่งปริมาณกรดที่สูงขึ้นในชุดควบคุมอาจเป็นผลมาจากการเกิดอาการสะท้านหนาว ตรงกับรายงานพบว่าในผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวจะมีปริมาณกรดสูงกว่าผลที่ไม่แสดงอาการ (ธเนศวร์ สีระแก้ว, 2541) หลังจากนั้นการศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน มีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่วนการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน ไม่พบความแตกต่าง ซึ่งตรงกับรายงานการฉีดพ่นแคลเซียมให้กับองุ่น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรด (Ciccarese *et al.,* 2013)

ตารางที่ 4.50 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	0.62	0.60	0.57	0.56	0.55	0.56	0.55 ab	0.52 a	0.48 a	0.45	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	0.61	0.60	0.58	0.58	0.58	0.58	0.55 bc	0.54 a	0.49 a	0.42	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.61	0.61	0.58	0.57	0.57	0.52	0.52 cd	0.50 ab	0.49 a	0.49	-
ฉีดพ่น 70 ppm	0.61	0.61	0.60	0.60	0.57	0.53	0.52 abc	0.50 a	0.49 a	0.47	0.46
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.61	0.60	0.58	0.56	0.57	0.58	0.58 a	0.52 a	0.49 a	0.47	0.44
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.59	0.59	0.58	0.56	0.55	0.55	0.52 abc	0.50 ab	0.47 ab	0.47	0.45
ฉีดพ่น 80 ppm	0.60	0.58	0.55	0.56	0.56	0.55	0.50 d	0.45 c	0.44 c	0.41	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.59	0.58	0.55	0.55	0.54	0.52	0.44 e	0.44 c	0.44 bc	0.46	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.62	0.61	0.60	0.57	0.54	0.52	0.51 d	0.46 bc	0.42 c	0.41	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns
CV (%)	14.33	12.79	14.54	15.89	14.63	14.32	13.62	15.06	14.02	14.04	15.56

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.51 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	0.63 a	0.62	0.61 a	0.58	0.56 a	0.53	0.49	0.49	0.47	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	0.60 bc	0.57	0.57 b	0.56	0.52 bc	0.53	0.50	0.48	0.47	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.61 ab	0.58	0.55 b	0.53	0.51 bc	0.50	0.49	0.48	0.49	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	0.59 bc	0.55	0.53 b	0.51	0.48 c	0.49	0.47	0.44	0.44	0.44	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.60 bc	0.60	0.56 b	0.54	0.52 bc	0.49	0.49	0.47	0.45	0.44	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.61 ab	0.59	0.57 b	0.55	0.51 bc	0.49	0.49	0.46	0.46	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	0.60 bc	0.59	0.56 b	0.55	0.52 ab	0.53	0.50	0.49	0.44	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.59 bc	0.55	0.53 b	0.53	0.52 bc	0.49	0.47	0.47	0.46	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.58 c	0.56	0.55 b	0.53	0.52 bc	0.50	0.48	0.44	0.41	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	*	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-
F-test	*	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	12.13	15.38	13.62	14.43	13.87	14.44	15.82	13.82	13.9	14.65	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

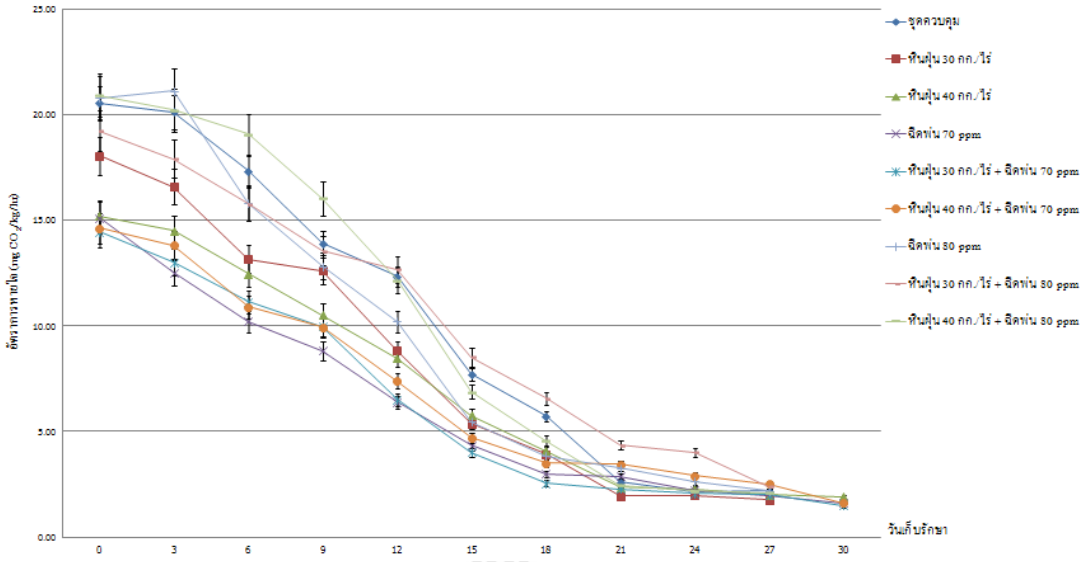
4.2.2.7 อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.12) การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยการใส่หินฝุ่นที่ 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (2.10-20.94 mg CO_2/kg/hr) มีค่ามากกว่าชุดควบคุม (2.18-20.55 mg CO_2/kg/hr) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีค่าอัตราการหายใจน้อยที่สุด (1.48–14.45 mg CO_2/kg/hr) โดยเป็นอิทธิพลของการใส่หินฝุ่น วิธีการฉีดพ่นหินฝุ่น และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี ($P<0.01$; ตารางที่ 4.52) ตรงรายงานการใช้แคลเซียมสามารถลดอัตราการหายใจของมะเขือเทศได้ (Bhattarai and Gautam, 2006; Joyce *et al.,* 2011; Luna-Guzman *et al.,* 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการใช้ $CaCl_2$ กับผลแตงเทศสามารถลดอัตราการหายใจได้ต่ำกว่าการไม่ได้ใช้ (เพชรพน สงวนวงษ์วิจิตร, 2541) แต่ในทางกลับกันในการใส่ $CaSO_4$ ให้กับผลบลูเบอร์รี่ก่อนการเก็บเกี่ยว จะมีอัตราการหายใจสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (Angeletti *et al.,* 2010)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0–9 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 4.13) โดยการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (15.97–20.19 mg CO_2/kg/hr) มีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (15.01–16.19 mg CO_2/kg/hr) และการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm เพียงชนิดเดียวมีค่าน้อยที่สุด (9.88–13.71 mg CO_2/kg/hr) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.64) หลังจากนั้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยในชุดควบคุม การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm การฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (18.42, 17.67, 17.74 และ 18.42 mg CO_2/kg/hr ตามลำดับ) มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 4.18) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.53) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยในชุดควบคุม การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm การฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm และการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm ที่แสดงอาการในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 4.36) และยังพบอีกว่าในชุดทดลองที่เหลือจะมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นตามการแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวเช่นกัน โดยเป็นอิทธิพลของการใส่หินฝุ่น วิธีการฉีดพ่นหินฝุ่น และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี ตรงกับรายงานผลมะเขือเทศเมื่อแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาว จะส่งผลให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน (Luengwilai and Beckles, 2010; Luengwilai *et al*., 2012) ซึ่งความเสียหายของเซลล์ที่เกิดจากการเกิดอาการสะท้านหนาวส่งผลให้อัตราการหายใจสูงขึ้น (Mutari and Debbie, 2011)

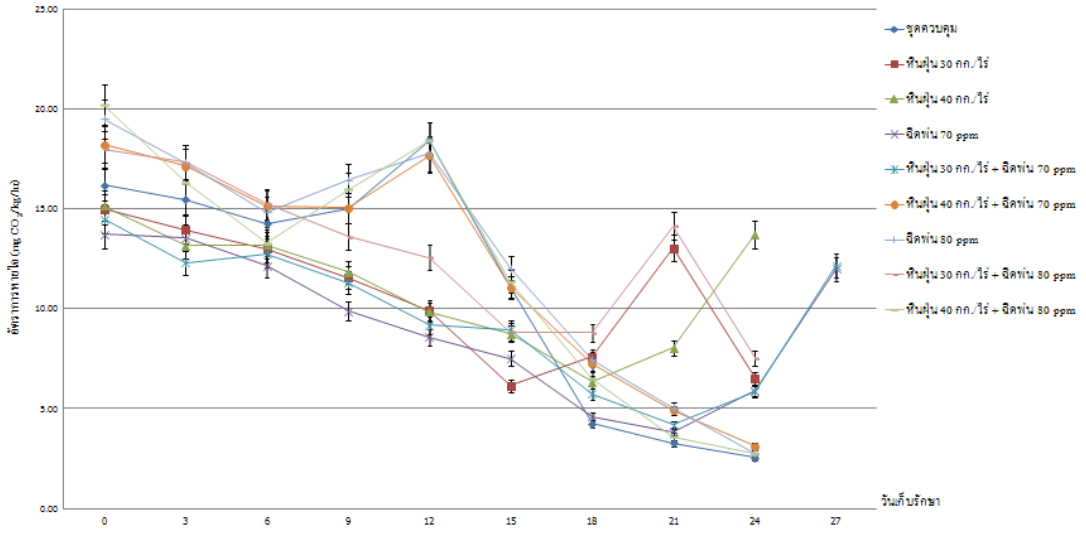
การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน พบว่าทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นอัตราการหายใจลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องในวันแรกเป็นอิทธิพลของการใส่หินฝุ่น วิธีการฉีดพ่นหินฝุ่นและปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี โดยในชุดควบคุมมีอัตราการหายใจมากที่สุด (18.40 mg CO_2/kg/hr) รองลงมาคือการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (18.17 mg CO_2/kg/hr) และ การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (14.34 mg CO_2/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.54) และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีอัตราการหายใจน้อยที่สุด (12.11–12.74 mg CO_2/kg/hr) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดอื่น (15.16–16.28 mg CO_2/kg/hr) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.65) โดยมีอิทธิพลของวิธีการฉีดพ่นหินฝุ่น หลังจากนั้นไม่แตกต่างตลอดการเก็บรักษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 4.12 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.13 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.52 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	20.55 a	20.14 a	17.33 b	13.93 b	12.34 a	7.71 ab	5.74 a	2.60 cd	2.12 a	2.18 bc	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	18.06 b	16.60 c	13.17 d	12.64 c	8.84 c	5.38 cd	3.92 bc	1.94 e	1.99 a	1.78 d	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	15.22 c	14.52 d	12.48 d	10.52 d	8.47 cd	5.77 c	4.08 bc	2.37 d	2.27 a	2.02 cd	1.92 a
ฉีดพ่น 70 ppm	15.13 c	12.54 f	10.22 e	8.82 e	6.38 e	4.34 e	2.98 cd	2.89 c	2.21 a	1.96 cd	1.61 b
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	14.45 c	13.02 ef	11.15 e	9.98 de	6.51 e	4.02 e	2.55 d	2.27 d	2.06 a	1.99 cd	1.48 b
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	14.64 c	13.83 de	10.91 e	9.96 de	7.38 de	4.70 de	3.50 abc	3.44 b	2.92 b	2.52 a	1.61 b
ฉีดพ่น 80 ppm	20.81 a	21.15 a	15.80 c	12.83 bc	10.22 b	5.46 cd	3.85 bc	3.28 b	2.63 b	2.18 bc	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	19.25 a	17.92 b	15.79 c	13.56 bc	12.69 a	8.52 a	6.56 a	4.35 a	4.01 a	2.38 ab	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	20.94 a	20.22 a	19.08 a	16.05 a	12.17 a	6.88 b	4.57 b	2.46 d	2.19 a	2.10 c	-
การใส่หินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	15.65	13.84	13.95	15.55	17.88	19.63	16.32	16.77	18.33	16.90	15.10

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.53 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	16.19 c	15.46 ab	14.25 ab	15.01 b	18.42 a	11.06 a	4.23 e	3.28 d	2.55 d	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	14.98 d	13.94 bc	12.99 cd	11.54 d	9.91 c	6.14 d	7.60 b	13.03 a	6.53 c	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	15.13 d	13.15 c	13.17 cd	11.81 d	9.83 c	8.74 b	6.33 c	8.03 b	13.72 a	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	13.71 e	13.53 c	12.14 d	9.88 e	8.56 d	7.51 c	4.59 e	3.84 cd	5.90 c	12.00	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	14.49 de	12.29 c	12.73 cd	11.29 d	9.17 cd	8.96 b	5.73 d	4.18 cd	5.86 c	12.14	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	18.20 b	17.12 a	15.15 a	15.03 b	17.67 a	11.07 a	7.26 b	4.90 c	3.11 d	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	19.51 a	17.30 a	14.84 a	16.43 a	17.74 a	12.00 a	7.44 b	5.05 c	2.77 d	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	17.97 b	17.31 a	15.22 a	13.60 c	12.55 b	8.83 b	8.80 a	14.14 a	7.53 b	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	20.19 a	16.31 a	13.28 bc	15.97 a	18.42 a	11.35 a	6.49 c	3.60 d	2.74 d	-	-
การใส่หินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
CV (%)	13.16	16.60	14.18	13.39	15.02	15.66	14.50	10.78	15.82	14.85	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.54 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	18.40 a	13.49	15.74 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	16.34 b	13.99	15.45 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	16.14 b	14.71	16.28 a	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	15.07 cd	12.30	12.74 b	14.37	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	14.34 d	12.19	12.11 b	15.07	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	14.53 d	12.65	12.55 b	15.10	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	17.99 a	11.97	15.16 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	15.45 bc	14.08	15.81 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	18.17 a	12.79	16.19 a	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	**	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	ns	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	ns	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	13.12	16.68	14.05	13.61	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.8 อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.14) การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 0–15 ของการเก็บรักษาพบว่าทุกชุดทดลองร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (3.55–4.85 µl C_2H_4/kg/hr) มีอัตราการผลิตเอทิลีนมากกว่าชุดควบคุม (3.34–4.37 µl C_2H_4/kg/hr) และการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm เพียงอย่างเดียวมีค่าน้อยที่สุด (2.74–3.99 µl C_2H_4/kg/hr) ส่วนในวันที่ 18–21 ของการเก็บรักษาพบแนวโน้มเช่นเดียวกัน โดยในทุกชุดทดลองร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (2.28–3.67 µl C_2H_4/kg/hr) มีอัตราการผลิตเอทิลีนมากกว่าชุดควบคุม (2.32–3.17 µl C_2H_4/kg/hr) และการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm เพียงอย่างเดียวมีค่าน้อยที่สุด (1.99–2.65 µl C_2H_4/kg/hr) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.55) โดยเป็นอิทธิพลของการใส่หินฝุ่น วิธีการฉีดพ่นหินฝุ่น และปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 วิธี ตรงกับรายงานการใช้ $Ca(NO_3)_2$ เข้มข้น 1% ให้กับผลแอปเปิลพบว่ามีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าการไม่ได้ใช้ แต่ในทางกลับกันการใช้ $Ca(NO_3)_2$ เข้มข้น 0.5% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม ทำให้มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าการไม่ได้ใช้ (Rabiel *et al.*, 2011)

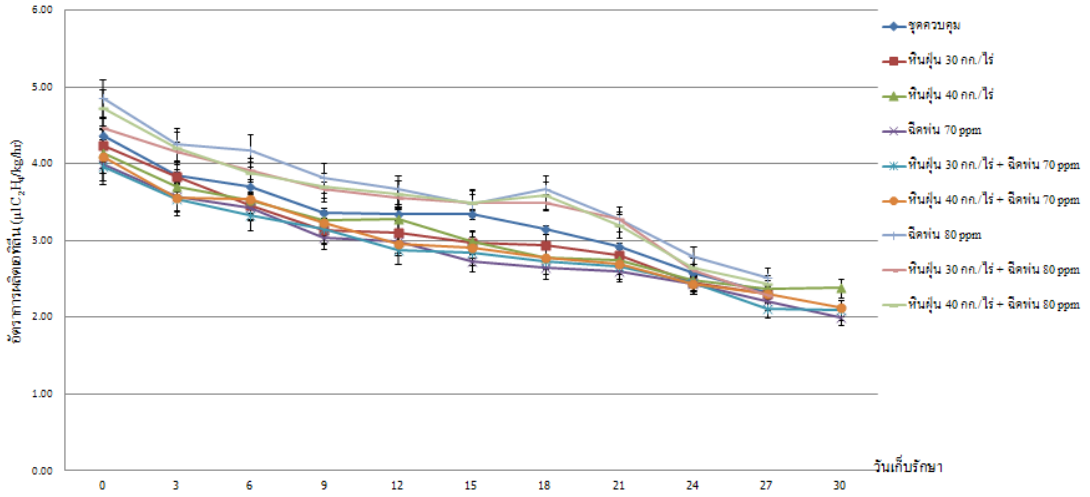
การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0–9 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 4.20) โดยการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (3.64–4.78 µl C_2H_4/kg/hr) มีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (3.59–4.24 µl C_2H_4/kg/hr) และการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm เพียงชนิดเดียวมีค่าน้อยที่สุด (3.05–3.91) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.67) หลังจากนั้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง โดยในชุดควบคุม การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm การฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (3.56, 3.67, 3.38 และ 3.72 µl C_2H_4/kg/hr ตามลำดับ) มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 4.15) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.56) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยในชุดควบคุม การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm การฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm และการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm ที่แสดงอาการในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 4.36) และยังพบอีกว่าในชุดทดลองที่เหลือจะมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น ตามการแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวเช่นกัน ซึ่งตรงกับรายงานการเกิดอาการสะท้านหนาวจะมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว เมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (Saltveit, 1999)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

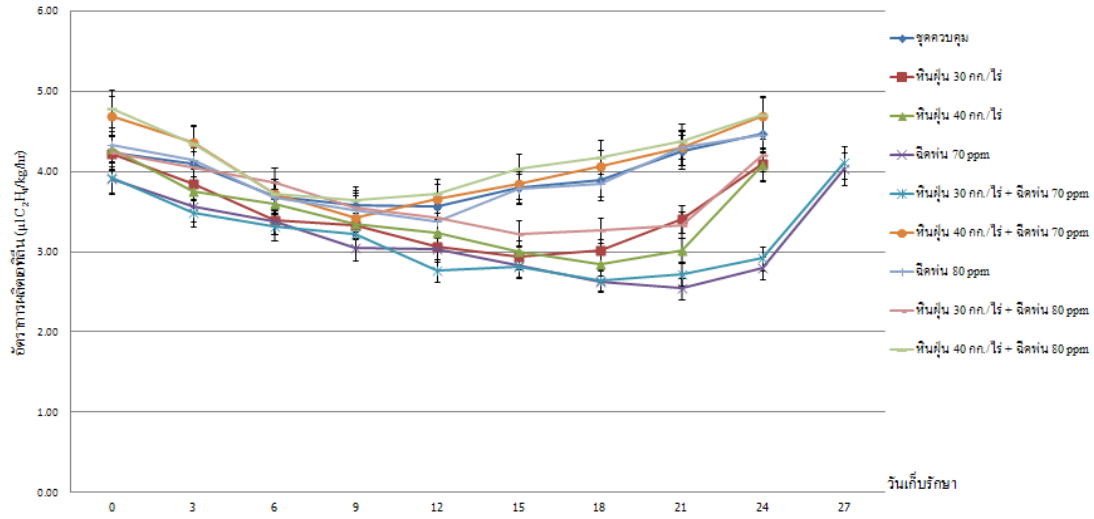
การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 0–6 ของการเก็บรักษาต่อเป็นอิทธิพลของวิธีการฉีดพ่นหินฝุ่น โดยในทุกชุดทดลองที่ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีอัตราการผลิตเอทิลีนมากที่สุด (4.06–4.67 µl C_2H_4/kg/hr) รองลงมาคือชุดควบคุม (4.18–4.61 µl C_2H_4/kg/hr) และทุกชุดทดลองที่ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (3.67–4.46 µl C_2H_4/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.57) หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา

จากรายงานการใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 4% กับผลแตงเทศจะมีจะมีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยว่าการไม่ได้ใช้ ซึ่งแคลเซียมจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Ethylene forming enzyme (EFE) หรือ ACO ซึ่งมีหน้าที่สังเคราะห์เอทิลีนทำให้การสังเคราะห์ลดลง แต่ในทางกลับกันการใช้ $CaCl_2$ 8% กับผลแตงเทศ เป็นความเข้มข้นสูงหรือไม่เหมาะสม มีการมีอัตราการผลิตเอทิลีนมากกว่าการไม่ได้ใช้ (นกน้อย ชูคงมา, 2545)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 4.14 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.15 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.55 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	4.37 b	3.85 b	3.70 c	3.36 c	3.34 b	3.35 b	3.14 d	2.91 b	2.57 bc	2.32 bcd	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	4.23 c	3.83 b	3.46 de	3.13 ef	3.10 c	2.97 c	2.94 e	2.80 bc	2.46 d	2.30 bcd	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	4.15 cd	3.71 c	3.52 d	3.26 cd	3.27 b	2.98 c	2.77 f	2.75 c	2.48 cd	2.36 bc	2.38 a
ฉีดพ่น 70 ppm	3.99 e	3.57 d	3.43 de	3.04 f	2.98 cd	2.73e	2.64 g	2.60 d	2.43 d	2.21 de	1.99 b
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	3.97 e	3.53 d	3.33 e	3.15 ef	2.87 d	2.84 d	2.72 f	2.66 cd	2.45 d	2.11 e	2.09 a
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.08 de	3.55 d	3.54 d	3.23 de	2.95 cd	2.91 cd	2.78 f	2.69 cd	2.43 d	2.31 bcd	2.12 a
ฉีดพ่น 80 ppm	4.85 a	4.26 a	4.17 a	3.81 a	3.66 a	3.48 a	3.67 a	3.28 a	2.79 a	2.52 a	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.46 b	4.16 a	3.91 b	3.66 b	3.55 a	3.49 a	3.49 c	3.27 a	2.61 b	2.28 cd	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.73 a	4.20 a	3.88 b	3.70 b	3.61 a	3.50 a	3.59 b	3.19 a	2.64 b	2.43 ab	-
การใส่หินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	18.01	16.64	23.24	19.16	12.79	20.40	14.90	12.67	25.29	13.07	13.36

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.56 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	4.24 d	4.10 b	3.70 bc	3.59 a	3.56 b	3.81 b	3.89 c	4.25 b	4.48 b	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	4.23 d	3.84 c	3.40 d	3.32 cd	3.06 e	2.93 d	3.01 e	3.40 c	4.10 cd	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	4.29 cd	3.75 d	3.60 c	3.34 c	3.24 d	3.00 d	2.85 f	3.02 d	4.08 d	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	3.91 e	3.56 e	3.38 d	3.05 e	3.03 e	2.82 e	2.63 g	2.54 f	2.80 f	4.03	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	3.93 e	3.49 e	3.31 d	3.22 d	2.76 f	2.81 e	2.65 g	2.72 e	2.92 e	4.11	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.70 b	4.37 a	3.72 b	3.43 bc	3.67 a	3.85 b	4.07 b	4.30 ab	4.69 a	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	4.33 c	4.14 b	3.67 bc	3.52 ab	3.38 c	3.78 b	3.84 c	4.29 ab	4.46 b	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.23 d	4.06 b	3.86 a	3.56 a	3.43 c	3.23 c	3.27 d	3.34 c	4.21 c	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.78 a	4.35 a	3.73 b	3.64 a	3.72 a	4.03 a	4.18 a	4.37 a	4.70 a	-	-
การใส่หินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
CV (%)	10.64	14.04	18.07	18.60	16.59	13.55	16.25	18.07	15.81	13.69	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.57 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	4.18 bc	4.19 a	4.67 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	4.15 bcd	4.14 a	4.61 ab	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	4.11 cde	3.96 b	4.53 b	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	4.14 cd	3.96 b	3.77 c	4.43	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.02 e	3.87 b	3.67 d	4.37	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	4.12 cd	3.85 b	3.81c	4.40	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	4.06 de	3.88 b	4.63 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.24 b	4.18 a	4.66 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	4.35 a	4.26 a	4.67 a	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	**	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	13.19	19.36	10.40	14.70	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.9 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (EL) การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบว่าในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาในชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (22.02%) รองลงมาคือทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (19.30-21.90%) และทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (18.62-19.70%) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.58) ส่วนในวันที่ 15-18 ของการเก็บรักษา การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากที่สุด (26.99-28.40%) รองลงมาคือชุดควบคุม (25.45-28.00%) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (20.23-23.78%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.69) และในวันที่ 24–27 ของการเก็บรักษา ในชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (31.74–33.90%) รองลงมาคือการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (31.08–32.97%) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (27.00-29.05%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.69) ตรงกับรายงานการใช้ $CaCl_2$ กับผลแตงกวาสามารถลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ได้ (Ozden, 2009) แต่ในทางกลับกัน การใช้แคลเซียมที่สูงหรือไม่เหมาะสมจะให้ผลตรงกันข้าม ซึ่งตรงกับรายงานการใช้ $CaCl_2$ และ Ca-EDTA เข้มข้น 2 และ 4% กับพริกหวานจะมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สูงกว่าการไม่ได้ใช้ (เพชรดา อยู่สุข, 2540) ซึ่งแคลเซียมมีบทบาทต่อการรักษาโครงสร้างของเซลล์เมมเบรน การที่ปริมาณแคลเซียมลดลง ทำให้สูญเสียความสามารถในการควบคุมสารผ่านเซลล์เมมเบรน จึงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มสูงขึ้น (เพชรพนา สงวนวงศ์วิจิตร, 2541)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่างๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 9 พบว่า ชุดควบคุมมีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากที่สุด (21.57%) รองลงมาคือการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (20.45%) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (17.08%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.59) ส่วนการเก็บรักษาต่อในวันที่ 12 พบว่าในชุดควบคุม การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm การฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น (23.00, 21.56, 33.72 และ 22.26% ตามลำดับ) ($P<0.01$; ตารางที่ 4.59) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ตรงกับการแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.41) ยังพบอีกว่าสอดคล้องกับอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่สูงขึ้น (ตารางที่ 4.53 และ 4.56 ตามลำดับ) โดยการเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้นส่งผลให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งการเกิดอาการสะท้านหนาวจะทำให้เซลล์เมมเบรม

เกิดความเสียหายขึ้น ทำให้การควบคุมการเข้าออกของสารต่างๆเสียไป ทำให้สารเข้าออกได้ง่ายขึ้น ส่งผลทำให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น (Sharam *et al.,* 1994; Whitaker, 1994) โดยการเพิ่มขึ้นของการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ สามารถที่จะบ่งบอกการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (ไพศอล หะยีสาและ และดนัย บุญยเกียรติ, 2546) ตรงกับรายงานการเกิดอาการสะท้านหนาวในแอฟริกันไวโอเลต พบว่ามีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มตามความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว (Saltveit and Hepler, 2004) ดังนั้นการใช้แคลเซียมที่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Wang, 2010) จึงสามารถลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ได้เช่นกัน

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยวแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0-3 ของการเก็บรักษาต่อเป็นอิทธิพลของวิธีการฉีดพ่นหินฝุ่น พบว่า ชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (27.05-41.56%) รองลงมาคือทุกชุดทดลองที่ฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (24.28-40.79%) และทุกชุดทดลองที่ฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (21.13–29.34%) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.71) และการเก็บรักษาต่อในวันที่ 6 พบว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้น ส่งผลทำให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สูงเช่นกัน โดยในชุดควบคุม การฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm แสดงอาการมากกว่าชุด อื่น ๆ (3.00, 2.33 และ 2.33 คะแนน ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.37) มีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สูงกว่าชุดอื่น ๆ เช่นกัน (52.05, 45.36 และ 50.86% ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.60)

ตารางที่ 4.58 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	9.23	14.68	17.37	19.10	22.01 a	25.45 a	28.00 a	29.31	31.74 a	33.90 a	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	9.01	12.62	16.10	18.27	20.19 ab	23.29 bc	25.11 b	26.87	28.57 cd	32.47 abc	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	8.69	11.07	15.04	18.05	20.03 ab	22.00 cd	25.04 b	29.30	30.47 ab	29.51 c	33.96
ฉีดพ่น 70 ppm	8.65	12.02	14.59	17.40	18.62 b	22.08 cd	24.47 bc	27.70	28.64 cd	30.08 bc	33.84
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	8.50	12.25	14.59	17.13	18.85 b	20.23 d	23.78 bc	27.18	27.00 e	29.05 c	32.81
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	9.10	13.38	15.59	18.03	19.70 ab	23.03 bc	24.77 bc	27.51	27.27 de	29.50 c	34.37
ฉีดพ่น 80 ppm	10.07	13.40	17.59	18.29	20.92 ab	26.39 a	27.73 a	29.50	31.08 ab	32.97 ab	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	9.29	12.76	15.06	17.54	19.30 b	21.80 cd	22.80 d	27.83	29.73 bc	31.51 abc	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	9.56	13.78	17.25	19.14	21.90 a	26.99 a	28.40 a	29.63	31.27 ab	31.96 abc	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	**	**	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	*	**	**	ns	**	**	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns
F-test	ns	ns	ns	ns	*	**	**	ns	**	**	ns
CV (%)	10.45	19.28	16.74	15.31	16.42	15.89	14.52	13.99	12.87	15.71	16.08

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.59 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	14.84	15.77	16.56	21.57 a	23.00 a	26.52 a	28.81 a	33.15 ab	42.79 a	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	13.36	14.28	15.63	17.41 d	20.25 d	23.31 b	26.27 b	30.31 c	36.11 cd	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	13.73	14.70	15.55	17.87 d	20.05 d	23.38 b	27.76 ab	30.40 c	36.79 c	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	12.42	14.29	15.67	18.11 d	20.88 cd	23.07 b	26.21 b	29.19 c	34.82 de	39.88	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	11.53	14.10	15.26	18.44 cd	20.58 cd	22.51 b	26.03 b	27.70 d	33.99 e	39.73	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	13.00	14.68	16.94	18.66 bcd	21.56 bc	24.07 b	28.25 ab	30.25 c	35.45 cde	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	14.02	15.43	16.24	20.45 ab	22.72 ab	25.94 a	28.93 a	31.94 b	40.52 b	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	13.00	14.10	15.61	17.08 d	20.43 cd	22.83 b	27.85 ab	29.20 c	35.90 cd	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	14.44	15.29	16.94	20.15 abc	22.26 ab	26.17 a	29.95 a	34.21 a	43.28 a	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	**	**	**	*	**	**	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	**	**	**	*	**	**	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	**	**	**	*	**	**	ns	-
F-test	ns	ns	ns	**	**	**	*	**	**	ns	-
CV (%)	16.98	15.28	17.13	15.33	16.84	14.46	14.72	12.53	12.71	12.79	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.60 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	27.05 a	41.56 a	52.05 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	24.47 abc	34.17 b	43.05 b	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	23.02 bcd	34.21 b	41.69 b	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	21.92 bcd	28.00 c	35.25 c	40.54	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	20.40 d	27.85 c	34.80 c	38.98	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	21.13 cd	29.34 c	36.13 c	42.27	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	24.28 abc	34.44 b	45.36 b	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	25.19 ab	36.27 b	43.71 b	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	26.98 a	40.79 a	50.86 a	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	**	**	ns	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	17.48	16.89	14.99	13.30	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.10 ปริมาณไลโคปีน การเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่โดยการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับค่า a*/b* (ตารางที่ 4.44) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.61) ซึ่งปริมาณไลโคปีนของทุกชุดทดลองอยู่ระหว่าง 42.60–65.14 mg/kg

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธีและความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การเก็บรักษาต่อในวันที่ 18 ในชุดควบคุมมีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด (57.65 mg/kg) รองลงมาคือ การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (57.65 mg/kg) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (48.56 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.62) ซึ่งแคลเซียมมีบทบาทที่สำคัญต่อการชะลอกระบวนการสุกได้ (Aghdam *et al.,* 2012) จึงชะลอการสร้างไลโคปีน ทำให้ปริมาณไลโคปีนน้อยกว่าชุดควบคุม

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธีและความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ไม่พบว่าความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีน และการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 6 พบว่าการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (78.86 mg/kg) มีปริมาณไลโคปีนสูงสุด รองลงมาคือ ชุดควบคุม (77.06 mg/kg) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (65.70 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.63) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* ตรงกับรายงานปริมาณไลโคปีนจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* ในผลมะเขือเทศ (กิติพงศ์ อัศตรกุล, 2549) หลังจากนั้น ไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.61 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	47.83	47.15	45.42	45.39	46.92	45.50	48.13	51.96	58.72	63.44	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	46.61	46.55	45.32	45.52	43.71	45.33	47.25	50.47	57.91	59.98	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	45.03	45.56	45.17	46.09	48.13	45.36	49.57	50.73	57.40	60.83	65.14
ฉีดพ่น 70 ppm	46.30	44.06	46.24	45.63	45.29	46.46	48.88	52.36	57.32	61.47	64.02
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	43.77	45.20	45.60	42.97	46.31	44.78	44.87	52.83	58.00	60.25	62.19
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	42.60	45.10	45.20	44.32	46.07	45.36	45.66	51.15	59.47	61.75	63.07
ฉีดพ่น 80 ppm	46.37	45.76	46.74	48.97	47.26	43.92	46.57	50.14	58.74	60.71	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	47.20	45.26	45.98	47.31	49.37	46.92	48.35	51.56	59.15	61.94	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	44.99	44.29	44.84	45.01	46.09	45.66	50.12	51.16	60.63	63.79	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.92	14.51	16.36	14.49	16.08	15.20	16.11	16.46	14.18	13.80	15.38

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.62 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	47.66	45.02	44.28	47.84	48.44	49.18	57.65 a	65.74	68.64	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	46.06	46.06	44.13	48.44	48.43	49.47	50.51 de	63.99	67.75	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	46.19	44.87	46.80	48.59	47.40	48.29	54.61 ab	61.87	65.85	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	43.39	42.79	43.98	46.36	46.36	47.55	50.73 cde	63.50	66.41	70.13	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	45.02	45.47	47.25	47.84	46.95	46.21	48.56 e	61.96	63.74	68.19	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	44.87	47.70	46.51	48.44	49.92	50.74	54.08 abc	63.42	66.12	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	45.91	44.72	47.69	47.99	48.44	49.77	54.26 abc	62.54	66.56	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	43.89	43.49	45.61	46.21	47.99	49.63	52.36 bcd	65.13	65.82	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	48.73	46.65	45.76	48.73	49.48	47.84	55.62 ab	67.15	67.13	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	-
CV (%)	16.70	14.78	16.15	14.84	14.59	16.55	13.61	14.23	12.97	16.54	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.63 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	63.55	69.85	77.06 a	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	60.91	64.72	73.45 ab	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	62.77	65.83	72.76 abc	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	60.13	62.65	67.36 bc	70.54	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	58.89	63.06	65.70 c	69.02	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	60.75	61.40	68.46 bc	72.07	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	59.82	62.79	74.98 ab	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	61.07	66.53	73.46 ab	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	61.84	68.60	78.86 a	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-	-
F-test	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	17.51	17.69	15.69	12.76	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2.11 ปริมาณแคลเซียม การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มคงที่ในช่วงแรก และลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.16) การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในทุกวันของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียม ในวันที่ 0–12 ของการเก็บรักษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ โดยการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีค่ามากที่สุด (0.47–0.57 mg/kg) รองลงมาคือการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ (0.52–0.54 mg/kg) และชุดควบคุม (0.47–0.48) และในวันที่ 15–27 ของการเก็บรักษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.14–0.46 mg/kg) รองลงมาคือชุดควบคุม (0.24–0.45 mg/kg) และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (0.27–0.46 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.64) ตรงกับรายงานการฉีดพ่นแคลเซียมกับผลมะม่วงก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมได้มากกว่าการไม่ได้ใช้ (Joyce *et al.,* 2011)

จากรายงานหินฝุ่นมีองค์ประกอบหลักเป็นแคลเซียม 55.95% และยังอีกพบว่ามีแมกนีเซียม 6.20% (นิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ, 2553) ดังนั้นแมกนีเซียมน่าจะช่วยให้มะเขือเทศเชอรี่สะสมปริมาณแคลเซียมในผลเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานการฉีดพ่นแคลเซียมร่วมกับแมกนีเซียมกับผลพลับ จะมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าการฉีดพ่นแคลเซียมเพียงอย่างเดียว (Lopez *et al.,* 2003)

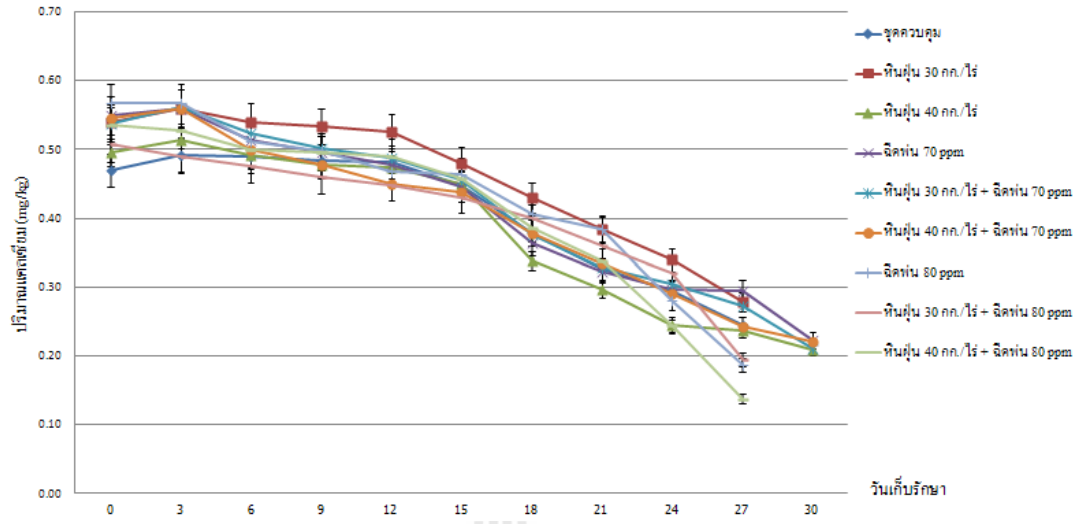
การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0–9 ของการเก็บรักษาต่อ การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 4.22) การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีค่ามากที่สุด (0.55 mg/kg) รองลงมาคือการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm (0.53–0.54 mg/kg) และชุดควบคุม (0.46–0.53 mg/kg) ตามลำดับ และการเก็บรักษาต่อในวันที่ 12–24 ปริมาณแคลเซียมมีการลงลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.17) พบว่าในชุดควบคุมมีการลดลงของปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.17–0.51 mg/kg) รองลงมาคือการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm และการฉีดพ่นหินฝุ่นที่ 80 ppm (0.18–0.51 และ 0.17–0.49 mg/kg ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.65) ซึ่งการลดลงอย่างรวดเร็วของปริมาณแคลเซียมสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และการแสดงอาการรุนแรงขึ้นเมื่อปริมาณของแคลเซียมลดลงเช่นกัน (ตารางที่ 4.36)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธี และความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ทุกชุดการ

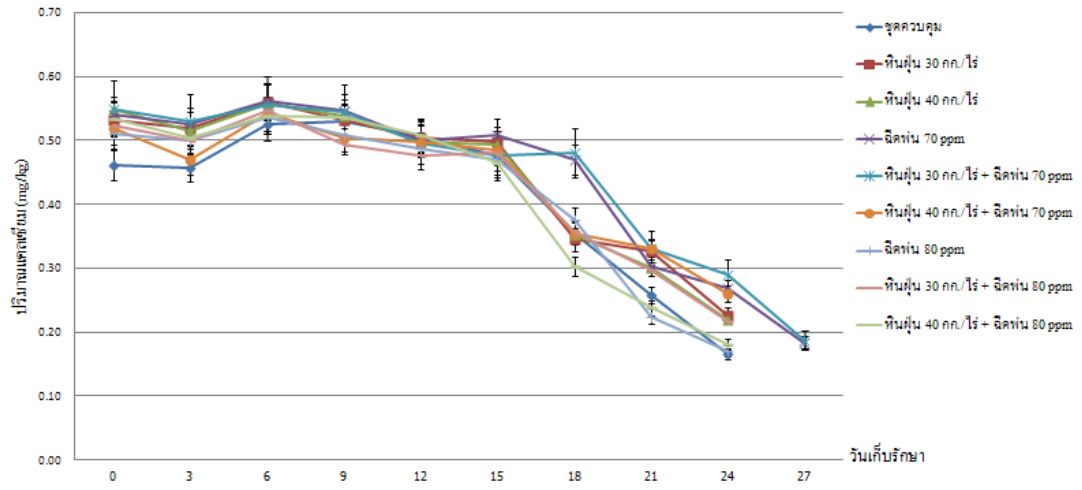
ทดลองมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับการการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นปริมาณแคลเซียมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และปริมาณแคลเซียมลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธีและความเข้มข้นต่าง ๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ พบว่าในทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.30–0.34 mg/kg) รองลงมาคือทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (0.16 0.17 mg/kg) และชุดควบคุม (0.15 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.78) และยังพบอีกว่าปริมาณแคลเซียมสัมพันธ์กับความรุนแรงของการเกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางที่ 4.37) ซึ่งในทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีการเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด (0.00 คะแนน) รองลงมาคือทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm (2.00–2.33 คะแนน) และชุดควบคุมเกิดอาการสะท้านหนาวมากที่สุด (3.00 คะแนน) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.66)

การใช้แคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่งทำให้เนื้อเยื่อทนต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว และยังบรรเทาอาการของผลิตผลได้ (Schirra *et al.,* 1997; Wang, 2010) ตรงกับรายงานการใช้ $CaSO_4$ สามารถยับยั้งการเกิดอาการสะท้านหนาวในรากแตงกว่าได้มากกว่าการไม่ได้ใช้ (Ozden, 2009) แต่ในทางกลับกันการใช้แคลเซียมลดการเกิดอาการสะท้านหนาวใช้ได้กับบางพืชเท่านั้น เช่น การใช้ $CaCl_2$ เข้มข้น 2, 3 และ 4% ไม่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลแคคตัสได้ (Al-Qurashi, 2012) หรือการใช้แคลเซียม 2-4% กับผลพริกหวาน พบว่าไม่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาว แล้วยังส่งเสริมให้อาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้น (มยุรี กระจายกลาง, 2544)



ภาพที่ 4.16 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.17 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.64 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	0.47 f	0.49 d	0.49 e	0.48 c	0.48 bc	0.45 cd	0.38 cd	0.33 de	0.29 d	0.24 c	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	0.54 ab	0.56 a	0.54 a	0.53 a	0.52 a	0.48 a	0.43 a	0.39 a	0.34 a	0.28 b	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.50 e	0.51 c	0.49 e	0.48 c	0.47 cd	0.45 c	0.34 f	0.30 f	0.24 f	0.24 c	0.21
ฉีดพ่น 70 ppm	0.55 b	0.56 a	0.51 bc	0.50 b	0.48 cd	0.45 cd	0.36 e	0.32 e	0.30 cd	0.30 a	0.22
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.54 ab	0.56 a	0.52 b	0.50 b	0.49 b	0.46 bc	0.38 d	0.33 cde	0.30 c	0.27 b	0.21
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.54 ab	0.56 a	0.50 cde	0.48 c	0.45 d	0.44 de	0.38 d	0.33 cd	0.29 d	0.24 c	0.22
ฉีดพ่น 80 ppm	0.57 a	0.57 a	0.51 cde	0.50 b	0.47 c	0.46 b	0.41 a	0.38 a	0.28 e	0.19 d	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.51 d	0.49 d	0.48 f	0.46 d	0.45 d	0.43 e	0.40 a	0.36 b	0.32 b	0.19 d	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.54 c	0.53 b	0.50 de	0.50 b	0.49 b	0.46 b	0.39 c	0.34 c	0.24 f	0.14 e	-
การใส่หินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns
CV (%)	12.16	10..33	16.73	9.12	11.65	11.75	13.53	19.73	17.06	16.64	13.59

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.65 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	0.46 e	0.46 f	0.53 d	0.53 b	0.51 a	0.48 cd	0.36 c	0.26 c	0.17 e	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	0.53 bc	0.52 ab	0.56 a	0.53 b	0.51 ab	0.50 ab	0.35 c	0.33 a	0.23 c	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.55 a	0.51 bc	0.56 ab	0.54 ab	0.50 ab	0.49 ab	0.35 c	0.30 ab	0.22 c	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	0.54 ab	0.53 ab	0.56 a	0.55 a	0.50 ab	0.51 a	0.47 a	0.30 ab	0.27 b	0.18	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.55 a	0.53 a	0.56 ab	0.55 a	0.51 a	0.48 cd	0.48 a	0.33 a	0.29 a	0.19	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.52 d	0.47 e	0.54 c	0.50 cd	0.50 ab	0.48 bc	0.35 c	0.33 a	0.26 b	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	0.51 d	0.50 d	0.54 c	0.51 c	0.49 c	0.47 cd	0.38 b	0.22 d	0.17 de	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.52 cd	0.50 d	0.55 bc	0.49 d	0.48 d	0.48 bcd	0.36 c	0.30 b	0.22 c	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.53 b	0.50 cd	0.54 c	0.54 ab	0.51 a	0.47 d	0.30 d	0.24 cd	0.18 d	-	-
การใส่หินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	-
CV (%)	11.69	13.56	11.26	14.00	10.79	18.28	19.84	15.56	13.46	15.44	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.66 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นที่ระดับ 0, 30 และ 40 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นที่ความเข้มข้น 0, 70 และ 80 ppm ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.47 bc	0.41 d	0.15 e	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	0.48 ab	0.46 a	0.20 c	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	0.46 bc	0.43 c	0.17 e	-	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 70 ppm	0.48 ab	0.45 ab	0.31 b	0.22 a	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.50 a	0.46 a	0.34 a	0.19 b	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	0.48 ab	0.43 bc	0.30 b	0.17 b	-	-	-	-	-	-	-
ฉีดพ่น 80 ppm	0.45 c	0.38 e	0.16 e	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.48 ab	0.41 d	0.17 e	-	-	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	0.46 bc	0.40 d	0.16 e	-	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น	**	**	ns	*	-	-	-	-	-	-	-
การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	**	*	-	-	-	-	-	-	-
การใส่หินฝุ่น*การฉีดพ่นหินฝุ่น	**	**	ns	*	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	**	**	*	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	18.97	19.92	12.87	13.32	-	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ในการทดลอง แสดงอาการเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) และจะแสดงอาการรุนแรงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยชุดควบคุม และการใช้หินฝุ่นวิธีและความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม เช่น การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm จะแสดงอาการก่อนวิธีอื่นและความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวมากกว่าวิธีอื่นเช่นกัน ส่วนการใช้หินฝุ่นวิธีและความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่น การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้นานกว่า และความรุนแรงของอาการที่น้อยกว่า (ตารางที่ 4.67)

สีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่ ทุกชุดทดลองที่ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm จะมีค่า a*/b* น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับชุดอื่นๆ โดยการเกิดอาการสะท้านหนาวการเปลี่ยนแปลงสีผิวสูงขึ้น ซึ่งการใช้หินฝุ่นการใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm ที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงมีผลต่อค่า a*/b* เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.67)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm เป็นวิธีและความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด ส่วนทุกชุดทดลองที่ร่วมฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm เป็นวิธีและความเข้มข้นที่เหมาะสม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4.67)

ความแน่นเนื้อ ทุกชุดทดลองที่ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด ส่วนเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวในการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุด และสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด (ตารางที่ 4.67)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ตารางที่ 4.67)

ความเป็นกรด – ด่าง (pH) การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะเขือเทศเชอรี่ ชุดควบคุมมีค่า pH สูงกว่าการใช้หินฝุ่นทุกวิธี อาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า pH

ปริมาณกรด การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่าชุดควบคุมจะมีปริมาณกรดสูงกว่าการใช้หินฝุ่นทุกวิธี การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรด (ตารางที่ 4.67)

อัตราการหายใจ การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีอัตราการหายใจน้อยที่สุด ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ อัตราการหายใจสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm สามารถลดการเกิดอาการ

สะท้านหนาวได้ดี มีผลต่อการลดลงของอัตราการหายใจเช่นกัน (ตารางที่ 4.67)

อัตราการผลิตเอทิลีน ทุกชุดทดลองร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุด ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ อัตราการผลิตเอทิลีนสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยทุกชุดทดลอง ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี มีผลต่อการลดลงของอัตราการผลิตเอทิลีนเช่นกัน (ตารางที่ 4.67)

การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์น้อยที่สุด ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สามารถบ่งชี้การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ได้ โดยการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี มีผลต่อการลดลงของการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เช่นกัน (ตารางที่ 4.67)

ปริมาณไลโคปีน ใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm จะมีไลโคปีนมากที่สุด การเกิดอาการสะท้านหนาวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีน (ตารางที่ 4.67)

ปริมาณแคลเซียม การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด และการลดลงของปริมาณแคลเซียมสามารถบ่งชี้การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ได้ โดยการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี และรักษาปริมาณแคลเซียมในผลได้ดีที่สุด (ตารางที่ 4.67)
ดังนั้น การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm เหมาะสมที่นำไปใช้ในการทดลองที่ 3 โดยสามารถชะลอและลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ดี สามารถรักษาคุณภาพต่างๆได้ดีตลอดการเก็บรักษา และการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm และยังพบอีกว่า จะมีปริมาณของผลผลิตมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดอื่น ๆ (ตารางภาคผนวกที่ 1)

ตารางที่ 4.67 ความสัมพันธ์ของการใช้หินฝุ่นวิธีต่างๆ ก่อนการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความสัมพันธ์ของการใช้หินฝุ่นวิธี และความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส											
	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี											
	CI	**a*/b***	**Weight loss**	**Firmness**	**TSS**	**pH**	**TA**	**CO_2**	**C_2H_4**	**EL**	**Lycopene**	**Ca**
ชุดควบคุม	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-
หินฝุ่น 30 กก./ไร่	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
หินฝุ่น 40 กก./ไร่	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
ฉีดพ่น 70 ppm	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 70 ppm	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
ฉีดพ่น 80 ppm	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่น 80 ppm	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

+ กับ – มีอิทธิพลส่งเสริม กับไม่มีอิทธิพลส่งเสริมการเกิดอาการสะท้านหนาว และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีต่างๆ

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมีและคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ (1) ศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส (2) ศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้ผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้จากการปลูกจากวิธีการทดลองที่ 1 และ 2 (ตามหัวข้อ 3.4.3)

4.3.1 การศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนั้นนำผลมะเขือเทศเชอรี่มาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) จะแสดงอาการสะท้านหนาวขึ้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น โดยมีชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวออกมาก่อน ในส่วนการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวจะแสดงอาการในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาต่อ แต่การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว และการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะแสดงอาการในวันที่ 27 ของการเก็บรักษา ซึ่งพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลองในชุดควบคุมและการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว จะแสดงการอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่าชุดอื่น (2.60 และ 1.80 คะแนน ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$;

ตารางที่ 4.68)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบว่าการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี แสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงที่สุด (3.17 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (1.78 คะแนน) ส่วนการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวและการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว พบความรุนแรงในลักษณะที่รุนแรงพอ ๆ กัน (2.00 และ 2.00 คะแนน ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.69)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบว่าการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว กับการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะแสดงอาการในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา และพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงที่สุด (3.78 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (2.00 คะแนน) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (1.45 คะแนน) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.70) ซึ่งตรงกับรายงายการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว หรือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Wang, 1990) และเมื่อการใช้แคลเซียมที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น จะลดและชะลอความรุนแรงของการแสดงอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศได้เช่นกัน (Ozden, 2009)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20, 25, 30 และ 35 วัน พบการเกิดอาการสะท้านเช่นเดียวกัน และการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี มีผลของการลดอาการสะท้านหนาวลักษณะเช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะแสดงอาการเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนหลัง

เก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว จะแสดงอาการในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ในส่วนชุดควบคุมแสดงอาการในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว และการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะแสดงอาการในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาต่อ และพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงที่สุด (3.67 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (2.66 คะแนน) และการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (1.00 คะแนน) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.71) ตรงกับรายงานการฉีดพ่น $CaCl_2$ ก่อนเก็บเกี่ยว ร่วมกับการจุ่ม $CaCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยวกับผลส้มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้น (Youssef *et al*., 2012) ดังนั้นการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวน่าจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.68 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35 a	0.71 a	0.95 a	1.35 a	2.07 a	2.60 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.20 b	0.80 b	1.80 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.66 b	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.43 b	0.89 b	-
F-test	-	-	-	-	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	-	-	-	-	18.59	13.44	11.65	12.21	14.42	13.34	-

ตารางที่ 4.69 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.18 a	0.78 a	1.62 a	2.20 a	3.17 a	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.55 c	1.00 c	2.00	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	1.00 b	1.22 bc	2.00	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	1.00 b	1.78 b	-	-	-
F-test	-	-	-	**	**	**	**	**	ns	-	-
CV (%)	-	-	-	11.09	17.54	15.52	17.32	18.21	15.58	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

ตารางที่ 4.70 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.35 a	0.95 a	2.67 a	3.67 a	3.78 a	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.27 b	1.03 b	1.94 bc	-	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.33 c	1.45 c	-	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 c	1.00 b	2.00 b	-	-	-
F-test	-	-	-	**	**	**	**	**	-	-	-
CV (%)	-	-	-	16.23	16.24	15.97	18.84	10.21	-	-	-

ตารางที่ 4.71 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00 b	2.00 b	3.67 a	-	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00 b	0.00 c	0.40 b	1.33 a	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	1.00 a	2.66 a		-	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00 b	0.00 c	0.24 b	1.00 b	-	-	-	-	-	-
F-test	-	**	**	**	**	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	14.35	14.33	18.76	11.21	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2 การศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.3.2.1 สีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่ การเปลี่ยนแปลงของสีผิวมะเขือเทศเชอรี่ โดยใช้ค่า a*/b* การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ค่า a*/b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เป็นเวลาขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบความแตกต่างในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา ในการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่า a*/b* มากที่สุด (1.37) รองลงมาคือชุดควบคุม (1.11) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (0.91) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.72) และการเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาต่อ โดยการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่า a*/b* มากที่สุด (1.43) รองลงมาคือชุดควบคุม (1.21) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (1.10) ตามลำดับ และยังพบความแตกต่างในวันที่ 24 ของการเก็บรักษาต่อ ซึ่งการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับชุดอื่นๆ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.73) ตรงกับรายงานการใช้แคลเซียมกับผลแอปเปิล จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* มากกว่าการไม่ได้ใช้เช่นกัน (Sharma *et al.,* 2013) ซึ่งการเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้สีผิวมีลักษณะคล้ำมากขึ้นตามความรุนแรงของอาการ ส่งผลให้ค่า a*/b* มากกว่าพวกที่แสดงอาการน้อย (McDonald and McCollum, 1998)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* ลักษณะเช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้น ค่า a*/b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.72 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	1.04	0.97	0.99	1.00	1.12	1.05	1.11 b	1.18	1.31	1.36	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	1.00	1.00	1.07	1.15	1.10	1.19	1.37 a	1.32	1.38	1.44	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.93	0.96	0.97	0.91	0.99	0.95	0.91 c	1.14	1.25	1.30	1.35
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.93	0.99	1.00	0.96	0.99	1.02	0.99 c	1.19	1.21	1.27	1.24
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.21	12.45	7.00	8.28	16.42	9.03	12.53	8.03	19.00	8.17	12.45

ตารางที่ 4.73 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	1.02	1.08	1.06	1.15	1.21 b	1.24	1.16	1.49	1.57 a	1.54	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	1.09	1.17	1.20	1.26	1.43 a	1.44	1.39	1.55	1.60 a	1.69	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.96	0.97	1.01	1.02	1.10 c	0.99	0.97	1.34	1.38 b	1.48	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	1.03	1.05	1.11	1.09	1.12 c	1.15	1.08	1.34	1.51 a	1.57	-
F-test	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	-
CV (%)	16.20	12.18	14.50	12.82	15.94	18.29	14.55	8.56	7.25	14.93	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Cumulative weight loss) การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (4.80%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (3.95%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (2.53%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.74) ในวันที่ 18 และ 24 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (16.20-20.95%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (19.78-20.24%) การใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (11.07-12.95%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.74) ซึ่งวิธีการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่น จะมีประสิทธิภาพมากกว่ารูปอื่น เนื่องจากหินฝุ่นมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมและมีแมกนีเซียม ซึ่งการใช้ร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แคลเซียมหรือแมกนีเซียมเพียงอย่างเดียว ตรงกับรายงานการใช้ $CaCl_2$ร่วมกับ $MgCl_2$ จะสามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการใช้เพียงอย่างเดียว (Farag and Nagy, 2012)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 12–18 ของการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (8.94-13.10%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (8.52-10.25%) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (5.26–8.56%) ตามลำดับ พบว่าในวันที่ 24–27 ของเก็บรักษา การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (23.22-27.74 %) รองลงมาคือชุดควบคุม (16.35-20.42%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (13.27-14.74%) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.75) ซึ่งสอดคล้องกับการแสดงอาการสะท้านหนาวที่รุนแรง (ตารางที่ 68) ที่ส่งผลให้เน่าเสียเร็ว ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น ตรงกับรายงานผลส้มที่แสดงอาการสะท้านหนาวจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่ไม่แสดงอาการ (Erkan *et al.,* 2005) และการใช้แคลเซียมกับผลแอปเปิลอาจจะส่งผลทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าชุดควบคุมได้เช่นกัน (Hussain *et al*., 2012)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงของผลของการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาที่ 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้น เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.74 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	-	2.61	4.80 a	6.35	8.69	10.28	13.14	14.43	16.20 b	20.95 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	-	1.95	3.95 b	6.51	7.89	10.12	11.94	14.60	19.78 a	20.24 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	-	1.33	2.53 c	3.96	6.41	9.69	10.63	13.46	13.46 c	14.53 b	15.53
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	-	2.50	3.15 c	5.07	5.96	7.74	8.38	10.36	11.07 c	12.95 b	15.08
F-test	-	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns
CV (%)	-	12.65	12.21	12.26	12.13	12.73	12.45	12.91	16.32	12.44	12.57

ตารางที่ 4.75 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	-	3.53	4.06	7.03	8.94 a	11.07 a	13.10 a	14.97	16.35 b	20.42 b	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	-	2.42	3.18	4.50	5.26 b	7.13 b	8.56 c	15.20	23.22 a	27.74 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	-	2.95	3.93	5.93	8.31 a	8.40 b	9.78 c	13.27	13.27 b	14.74 c	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	-	3.72	5.15	6.43	8.52 a	8.59 ab	10.25 b	11.48	14.15 b	15.11 c	-
F-test	-	ns	ns	ns	**	**	**	ns	**	**	-
CV (%)	-	13.34	9.90	12.18	16.88	16.53	16.12	11.99	16.09	13.07	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.3 ความแน่นเนื้อ การรักษาความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่าทุดชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในวันที่ 24–30 โดยการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะมีความแน่นเนื้อ (4.80–5.45 นิวตัน) มากกว่าชุดอื่นๆ (4.10–5.07 นิวตัน) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.76) ซึ่งการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่นจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเนื่องจากหินฝุ่นมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมและมีแมกนีเซียม พบว่าการใช้ร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แคลเซียม หรือแมกนีเซียมเพียงอย่างเดียวโดย Mg^{2+} มีบทบาทเช่นเดียวกับกับ Ca^{2+} ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อได้ ตรงกับรายงานการฉีดพ่น $CaCl_2$ ร่วมกับการแช่ $MgCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยว กับผลแอปเปิลส่งผลให้มีความแน่นเนื้อมากกว่าการใช้วิธีใดเพียงวิธีเดียว (Farag and Nagy, 2012)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 0–3 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุม มีค่าความแน่นเนื้อ (6.21–6.48 นิวตัน) น้อยกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (7.03–8.27 นิวตัน) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.77) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น พบว่าชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลักษณะเช่นเดียวกันการเก็บรักษาที่ 5 วัน เมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบความแน่นเนื้อลดลงเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี สามารถเพิ่มความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่ได้ใช้แคลเซียมตลอดการเก็บรักษา ตรงกับรายงานการฉีดพ่น $CaCl_2$ กับผลแอปเปิลมีความแน่นเนื้อมากกว่าการไม่ได้ฉีดพ่น $CaCl_2$ (Sharma *et al.,* 2011)

ตารางที่ 4.76 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	7.50	7.33	6.13	5.47	5.07	5.00	5.30	4.93	4.93 b	4.54 b	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	7.83	7.27	6.77	6.63	6.50	5.83	6.00	5.77	5.07 b	4.92 b	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	6.83	6.47	6.00	5.73	5.47	5.33	5.03	4.77	4.77 b	4.60 b	4.10 b
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	7.90	7.60	6.83	6.71	6.83	6.20	6.17	6.04	5.45 a	5.02 a	4.80 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**
CV (%)	10.96	15.27	16.77	15.70	16.41	23.93	13.14	14.27	16.61	17.23	14.21

ตารางที่ 4.77 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นการแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	6.48 b	6.21 b	5.87	5.82 c	5.51	5.21	4.98 c	4.09 c	4.06	3.91	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	8.20 a	8.13 a	8.13	7.43 ab	7.03	6.23	6.20 ab	5.93 a	5.40	5.48	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	7.30 ab	7.03 b	7.00	6.83 b	6.57	6.13	5.37 bc	5.07 b	4.70	3.67	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	8.27 a	8.03 a	8.09	7.67 a	6.80	6.38	6.48 a	6.20 a	5.65	5.72	-
F-test	**	**	ns	**	ns	ns	**	**	ns	ns	-
CV (%)	8.36	16.06	14.75	15.95	12.13	9.57	7.84	13.38	12.64	13.32	-

[1] ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยชุดความคุม (12.19 ^{o}Brix) มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (11.23–11.60 ^{o}Brix) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.78) และการเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ในวันที่ 9 พบว่าชุดควบคุม มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด (11.47 ^{o}Brix) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (11.37 ^{o}Brix) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (9.70 ^{o}Brix) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.79) การเก็บรักษาต่อหลังจากนั้นไม่พบความแตกต่าง ตรงกับรายงานการใช้แคลเซียมกับผลพืชส่งผลทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุม (Gupta *et al.*, 2011) ในส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวพบว่าไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งตรงกับรายงานในผลส้มและผลแคนตาลูปที่แสดงอาการสะท้านหนาว มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกับผลที่ไม่แสดงอาการ (Erkan *et al.*, 2011; Krarup *et al.*, 2009)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีไม่ไม่มีผลต่อของการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มะเขือเทศเชอรี่ตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.78 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	12.69	12.59	11.96	11.94	12.19 a	11.27	10.87	10.93	11.32	10.60	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	11.80	11.67	11.83	11.70	11.60 b	11.47	11.43	11.43	11.50	11.36	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	12.60	12.13	11.80	11.57	11.23 b	11.17	10.93	10.97	10.67	10.00	9.93
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	12.40	12.33	12.07	12.37	11.30 b	11.37	11.20	11.57	11.33	10.56	10.46
F-test	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.92	13.40	14.11	10.63	12.11	15.11	15.44	8.45	7.44	16.10	17.02

ตารางที่ 4.79 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นการแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	12.67	12.20	11.75	11.47 a	10.68	10.80	10.42	10.42	10.18	9.84	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	13.00	12.30	11.60	9.70 b	10.30	11.00	9.70	10.70	10.00	10.20	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	12.23	12.07	11.73	11.37 a	11.07	10.83	10.67	10.67	10.03	9.80	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	12.97	12.17	11.73	10.67 ab	10.53	10.53	10.20	10.24	10.10	10.27	-
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	9.30	13.27	10.81	16.40	15.57	12.87	16.31	10.36	12.16	13.11	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.5 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของค่า pH โดยของทุกชุดทดลองมีค่า pH ระหว่าง 3.87–4.65 ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.80) ไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 18–21 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุมมีค่า pH มากที่สุด (4.55-4.57) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (4.48-4.57) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (4.38-4.43) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4. 81) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงมากที่สุด (3.17 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (1.78 คะแนน) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (2.00 คะแนน) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.80) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่า pH จะสามารถบ่งชี้การแสดงอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่ง McDonald and McCollum (1998) กล่าวว่าผลมะเขือเทศเมื่อแสดงอาการสะท้านหนาว จะแสดงค่า pH ที่สูงกว่าผลที่ไม่แสดงอาการ

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงค่า pH ลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษานาน 10 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบเปลี่ยนแปลงค่า pH เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.80 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	3.87	3.98	3.97	4.00	4.14	4.25	4.34	4.44	4.51	4.65	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	4.14	4.14	4.35	4.44	4.56	4.39	4.42	4.35	4.44	4.52	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	4.03	3.92	4.12	3.88	4.06	4.04	4.07	4.08	4.18	4.34	4.40
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	4.10	4.14	4.37	4.67	4.59	4.41	4.43	4.32	4.12	4.40	4.41
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.28	16.48	16.85	10.78	17.94	16.45	16.24	15.49	14.69	14.36	12.38

ตารางที่ 4.81 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	4.34	4.41	4.47	4.37	4.43	4.51	4.55 a	4.57 a	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	4.44	4.45	4.46	4.40	4.48	4.45	4.47 a	4.48 b	4.52	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	4.11	4.24	4.30	4.23	4.33	4.36	4.38 b	4.43 b	4.48	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	4.32	4.44	4.46	4.32	4.48	4.50	4.48 a	4.57 a	-	-	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	-	-
CV (%)	13.37	12.28	13.11	12.63	12.56	19.96	12.43	12.22	17.02	-	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.6 ปริมาณกรด (TA) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด โดยของทุกชุดทดลองมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดระหว่าง 0.41–0.61 ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.82)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 6-15 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุมมีปริมาณกรด (0.52-0.59%) มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (0.46-0.56%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.83)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่ 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน แล้วนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่างของปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.82 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.61	0.58	0.53	0.53	0.51	0.54	0.52	0.49	0.46	0.44	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.58	0.55	0.51	0.55	0.52	0.47	0.46	0.46	0.43	0.41	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.61	0.60	0.58	0.56	0.57	0.58	0.58	0.52	0.49	0.47	0.44
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.60	0.58	0.55	0.54	0.57	0.55	0.54	0.49	0.47	0.45	0.45
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.57	15.15	16.58	15.50	16.71	8.95	10.54	15.93	8.33	8.67	.389

ตารางที่ 4.83 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน$_2$ ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.63	0.61	0.59 a	0.58 a	0.55 a	0.52 a	0.49	0.48	0.45	0.44	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.63	0.60	0.55 b	0.52 b	0.49 b	0.46 b	0.46	0.45	0.47	0.46	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.60	0.60	0.56 b	0.54 b	0.52 b	0.49 b	0.49	0.47	0.45	0.44	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.61	0.60	0.56 b	0.52 b	0.49 b	0.46 b	0.48	0.46	0.47	0.44	-
F-test	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	12.78	12.13	13.84	13.09	15.18	14.02	13.68	12.59	12.64	12.74	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.7 อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 3–12 พบว่าชุดควบคุมมีอัตราการหายใจมากที่ชุด (8.98–16.45 mg CO_2/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (6.51–13.02 mg CO_2/kg/hr) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (3.09–8.42 mg CO_2/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.84) ยังพบอีกว่าในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีอัตราการหายใจมากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี เช่นกัน ตรงกับการใช้ $CaCl_2$ กับผลแคนตาลูปสามารถลดอัตราการหายใจได้ต่ำกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (นกน้อย ชูคงมา, 2545)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0–6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจมีแนวโน้มลดลง โดยการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่ามากที่สุด (15.48–23.83 mg CO_2/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (14.60–21.85 mg CO_2/kg/hr) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (12.73–14.49 mg CO_2/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.102) หลังจากนั้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาวที่แสดงอาการในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.79) และยังพบอีกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาว ส่งผลให้อัตราการหายใจเพิ่มอย่างชัดเจน และก็จะลดลงตามลำดับ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.85) ซึ่งเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน (Hong and Gross, 2000)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจมะเขือเทศเชอรี่มีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นอัตราการหายใจลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

ตารางที่ 4.84 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	17.74	16.45 a	13.56 a	10.84 a	8.98 a	6.01	4.73 a	2.50	2.13	1.97	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	11.03	8.42 b	6.07 c	4.65 b	3.09 b	3.07	2.52 b	2.46	2.14	1.82	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	14.45	13.02 b	11.15 b	9.98 a	6.51 b	4.02	2.55 b	2.27	2.06	1.99	1.48
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	12.04	10.34 b	7.69 c	6.36 b	4.26 b	3.47	2.55 b	2.48	2.13	1.86	1.29
F-test	ns	*	*	*	*	ns	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.11	13.10	13.82	13.91	14.77	13.66	13.00	11.81	13.01	14.40	7.60

ตารางที่ 4.85 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	18.48 bc	16.55 ab	14.62 a	14.21	18.81 a	9.82 a	8.44 a	4.38 b	2.29 d	1.66 b	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	23.83 a	19.49 a	15.48 a	10.68	7.25 c	5.45 b	5.77 b	13.81 a	7.28 b	1.67 b	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	14.49 c	12.29 b	12.73 b	11.29	9.17 b	8.96 a	5.73 b	4.18 b	5.86 c	12.14 a	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	21.85 ab	19.04 a	14.60 a	12.33	7.69 c	5.74 b	5.43 b	5.39 b	12.74 a	1.75 b	-
F-test	*	*	*	ns	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	12.56	14.90	15.61	14.03	15.53	16.86	15.90	17.04	10.59	16.49	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.8 อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกันก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 6–18 ของการเก็บรักษาพบว่าชุดควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนมากที่สุด (3.01–3.61 µl C_2H_4/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (2.72–3.33 µl C_2H_4/kg/hr) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (2.59–3.26 µl C_2H_4/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.86) ซึ่งในการใช้แคลเซียมกับผลมะม่วงจะมีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าการไม่ได้ใช้แคลเซียม (Joyce *et al.*, 2001)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนมีแนวโน้มลดลง โดยชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (3.49 µl C_2H_4/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (3.31 µl C_2H_4/kg/hr) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (2.83 µl C_2H_4/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.104) หลังจากนั้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อ ในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว ที่แสดงอาการในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.87) และยังพบอีกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาว ส่งผลให้อัตราการการผลิตเอทิลีนจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ($P<0.01$; ตารางที่ 4.104) ตรงกับรายงานการเกิดอาการสะท้านหนาวจะมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (Manganaris *et al.,* 2008)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงของการผลิตเอทิลีนมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

ตารางที่ 4.86 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr) วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	4.06	3.70	3.61 a	3.26 a	3.27 a	3.23 a	3.01 a	2.77	2.46	2.27	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	3.37	3.29	3.26 b	3.06 b	3.07 ab	2.79 b	2.59 b	2.36	2.14	2.10	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	3.97	3.53	3.33 b	3.15 ab	2.87 b	2.84 b	2.72 b	2.66	2.45	2.11	2.09
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	3.81	3.49	3.32 b	3.07 b	2.95 b	2.80 b	2.68 b	2.56	2.35	2.09	1.96
F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	-
CV (%)	7.85	14.42	13.37	12.02	14.34	14.34	15.03	9.02	15.32	12.23	-

ตารางที่ 4.87 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr) วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	3.89	3.78	3.49 a	3.38	3.36 a	3.48 a	3.65 a	3.95 a	4.21 a	4.03 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	3.07	2.98	2.83 c	2.75	2.79 b	2.77 b	2.97 b	2.93 b	3.34 b	3.59 b	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	3.93	3.49	3.31 ab	3.22	2.76 b	2.81 b	2.65 b	2.72 b	2.92 b	3.67 b	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	3.34	3.13	2.96 bc	2.90	2.80 b	2.77 b	2.88 b	2.84 b	3.21 b	3.79 b	-
F-test	ns	ns	*	ns	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	10.58	8.59	16.65	12.67	7.39	10.30	8.69	7.81	9.25	8.59	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.9 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (EL) การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) วันที่แรกของการเก็บรักษาพบว่าการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่ามากที่สุด (13.31%) รองลงมาคือชุดควบคุม (10.68%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (8.50%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.88) ส่วนในวันที่ 12-18 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์พบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (22.09–28.99%) รองลงมาคือ การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (20.26–26.44%) และและการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (18.85–23.78%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.88) และหลังจากการเก็บรักษาต่อชุดควบคุมยังมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ตรงกับรายงานการใช้แคลเซียมกับผลแอปเปิลก่อนเก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยวมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์น้อยกว่าการไม่ได้ใช้ (Farag and Nagy, 2012)

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 0–3 พบว่า ชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (13.73–16.55%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (10.70–15.07%) และและการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (11.53–14.10%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.106) ส่วนในวันที่ 12 เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาว พบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (23.25–43.13%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (21.89–34.87%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (20.85–33.99%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.89) และหลังจากการเก็บรักษาต่อชุดควบคุมยังมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ซึ่งการเพิ่มขึ้นของการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ตรงกับการแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.41) ยังพบอีกว่าสอดคล้องกับอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่สูงขึ้น (ตารางที่ 4.85 และ 4.87 ตามลำดับ) การเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้นส่งผลให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นการใช้แคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Wang, 2010) จึงสามารถลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ได้

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มะเขือเทศเชอรี่ลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน

ตารางที่ 4.88 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	10.68 ab	15.36	16.87	19.15	22.09 a	25.81 a	28.99 a	30.67	34.49	35.84 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	13.31 a	15.39	17.92	18.14	20.26 ab	24.72 ab	26.44 b	31.02	34.88	35.52 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	8.50 b	12.25	14.59	17.13	18.85 b	20.23 c	23.78 c	27.18	27.00	29.05 b	32.81
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	10.17 ab	12.67	15.00	16.85	18.90 b	21.42 bc	24.92 bc	29.03	29.97	32.06 ab	34.93
F-test	*	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns
CV (%)	18.55	10.98	7.55	8.60	15.53	9.26	14.52	7.45	12.24	8.66	12.67

ตารางที่ 4.89 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	13.73 a	16.55 a	16.62	21.49	23.25 a	25.73 a	28.47 a	34.15 a	43.13 a	42.56	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	10.70 b	15.07 b	17.31	19.97	21.89 b	22.88 b	27.49 ab	34.87 a	36.89 b	40.21	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	11.53 b	14.10 b	15.26	18.44	20.58 c	22.51 b	26.03 b	27.70 b	33.99 c	39.73	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	11.45 b	14.17 b	16.26	18.78	21.04 bc	22.96 b	25.92 b	30.99 b	35.13 bc	40.00	-
F-test	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	ns	-
CV (%)	15.90	14.90	9.46	15.01	12.59	8.50	13.93	9.83	13.59	13.11	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2.10 ปริมาณไลโคปีน การเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ โดยการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับค่า a*/b* (ตารางที่ 4.83) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ปริมาณไลโคปีนของทุกชุดทดลองอยู่ระหว่าง 40.83-62.19 mg/kg ไม่พบความแตกต่างของการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (ตารางที่ 4.90)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน วันที่ 12-18 พบว่าการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด (57.79-59.32 mg/kg) รองลงมาคือชุดควบคุม (53.48-56.77 mg/kg) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (46.95- 48.56 mg/kg) ตามลำดับโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.91) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* (ตารางที่ 4.83) ตรงกับรายงานการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไลโคปีนจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* ในผลมะเขือเทศ (กิติพงศ์ อัศตรกุล, 2549) หลังจากนั้น ไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีนมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นปริมาณไลโคปีนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.90 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	45.98	44.13	45.14	44.92	50.05	47.38	46.65	51.41	59.28	60.89	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	42.27	42.30	44.72	47.32	48.80	49.19	56.29	54.79	57.62	57.48	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	43.77	45.20	45.60	42.97	46.31	44.78	44.87	52.83	58.00	60.25	62.19
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	40.83	42.75	46.47	43.78	53.85	47.91	50.34	54.08	55.87	56.84	57.30
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.68	16.07	14.81	16.07	23.93	14.53	11.05	16.51	9.46	13.53	15.15

ตารางที่ 4.91 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	45.36	48.57	46.72	50.72	53.48 b	54.87 b	56.77 a	66.44	70.22	69.20	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	45.23	48.53	49.72	51.96	59.32 a	59.35 a	57.79 a	64.07	65.71	71.85	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	45.02	45.47	47.25	47.84	46.95 b	46.21 b	48.56 b	61.96	63.74	68.19	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	46.42	46.98	49.52	48.76	50.19 b	50.92 b	50.32 ab	59.99	66.71	67.84	-
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	-
CV (%)	13.99	7.89	8.91	7.58	11.02	12.93	7.20	7.05	14.37	10.69	-

[1] ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.11 ปริมาณแคลเซียม การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มคงที่ในช่วงแรก และลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียม ในวันที่ 0-18 ของการเก็บรักษาพบว่าการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.42-0.55 mg/kg) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (0.38–0.54 mg/kg) และชุดควบคุม (0.36-0.46 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.92) และเมื่อเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในชุดควบคุมมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ซึ่งการใช้แคลเซียมรูปแบบต่าง ๆ สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับผลิตผลได้ (เพชรดา อยู่สุข, 2540) โดยวิธีการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่น จะมีประสิทธิภาพมากกว่าเนื่องจากหินฝุ่นมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมและมีแมกนีเซียม และพบว่าการใช้ร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แคลเซียมหรือแมกนีเซียมเพียงอย่างเดียว (Farag and Nagy, 2012) ดังนั้นการใช้ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวน่าจะสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมได้ดีกว่าวิธีเดียว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 0–6 ของการเก็บรักษาต่อ การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ พบว่าการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.55–0.57 mg/kg) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดอื่น (0.45–0.55 mg/kg) ส่วนในวันที่ 18–24 เมื่อปริมาณแคลเซียมมีการลงลงอย่างรวดเร็ว ในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.18–0.36 mg/kg) เมื่อเปรียบเทียบกับการการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (0.21–0.48 mg/kg) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.110) ซึ่งในการลดลงอย่างรวดเร็วของปริมาณแคลเซียมสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยจะแสดงอาการรุนแรงขึ้นเมื่อปริมาณของแคลเซียมลดลง (ตารางที่ 4.93) ตรงกับรายงานการใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1 และ 2% กับผลมะเขือเทศเทศเชอรี่ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ปริญญา และคณะ, 2555)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นปริมาณแคลเซียมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และปริมาณแคลเซียมลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

ตารางที่ 4.92 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.46 b	0.47 b	0.49 c	0.49 b	0.48 b	0.41 b	0.36 b	0.29	0.26	0.23 c	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.47 b	0.54 a	0.55 ab	0.54 a	0.55 a	0.48 a	0.42 a	0.32	0.27	0.29 ab	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.54 a	0.56 a	0.52 b	0.50 b	0.49 b	0.46 a	0.38 b	0.33	0.30	0.27 b	0.21 b
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.55 a	0.55 a	0.56 a	0.56 a	0.56 a	0.49 a	0.42 a	0.36	0.29	0.31 a	0.29 a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**
CV (%)	14.14	12.31	11.58	15.43	13.34	16.87	11.22	13.55	15.97	12.54	14.57

ตารางที่ 4.93 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.45 b	0.45 b	0.53 b	0.53	0.52	0.48	0.36 b	0.26 bc	0.18 b	0.22	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.48 b	0.48 b	0.53 b	0.54	0.53	0.49	0.38 b	0.24 c	0.21 b	0.19	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.55 a	0.53 ab	0.56 a	0.55	0.50	0.48	0.48 a	0.33 a	0.29 a	0.19	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.57 a	0.57 a	0.55 ab	0.54	0.51	0.48	0.45 a	0.31 ab	0.27 a	0.21	-
F-test	**	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns	-
CV (%)	12.62	8.76	16.63	14.45	14.78	10.45	7.52	11.29	13.17	15.67	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ในการทดลอง เมื่อนำมาสู่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ซึ่งการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยว แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุดและชะลอการเกิดอาการได้ดี (ตารางที่ 4.94)

สีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่ การพิจารณาค่าสีผิว (a*/b*) ของมะเขือเทศเชอรี่ โดยการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b น้อยที่สุด การเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้ค่า a*/b สูงขึ้น ซึ่งชุดควบคุมที่มีการแสดงอาการรุนแรงมีค่า a*/b เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.94)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี โดยการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่น พบว่ามีสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4.94)

ความแน่นเนื้อ การใช้แคลเซียมก่อนและหลังมีความแน่นเนื้อมากที่สุด และการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวมีส่งผลให้ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ลดลงอย่างรวดเร็ว (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4.94)

ความเป็นกรด–ด่าง (pH) การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีค่า pH น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวที่รุนแรงในชุดควบคุมส่งผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของค่า pH (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณกรด การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีปริมาณกรดน้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวที่รุนแรงในชุดควบคุมส่งผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณกรด (ตารางที่ 4.94)

อัตราการหายใจ, อัตราการผลิตเอทิลีน และ**การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์** การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีทั้ง 3 ค่านี้น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะเขือเทศเชอรี่จะมีผลต่อทั้ง 3 ค่านี้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อแสดงอาการ (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณไลโคปีน การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวพบว่ามีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด การเกิดอาการสะท้านหนาวไม่มีผลต่อปริมาณไลโคปีนของผลมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณแคลเซียม การใช้แคลเซียมก่อน-หลังมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด การเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมที่ลดลง (ตารางที่ 4.94)

ดังนั้น การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนเก็บเกี่ยว และใช้ $CaCl_2$ 1% ก่อนการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอและลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ดี สามารถรักษาคุณภาพต่าง ๆ ของมะเขือเทศเชอรี่ได้ดีตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.94 ความสัมพันธ์ของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความสัมพันธ์ของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวตลอดการเก็บรักษาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส											
	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี											
	CI	**a*/b***	**Weight loss**	**Firmness**	**TSS**	**pH**	**TA**	**CO_2**	**C_2H_4**	**EL**	**Lycopene**	**Ca**
ชุดควบคุม	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

+ กับ – มีอิทธิพลส่งเสริม กับไม่มีอิทธิพลส่งเสริมการเกิดอาการสะท้านหนาว และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีต่างๆ

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3 ศึกษาการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมีและคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ (1) ศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส (2) ศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้ผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้จากการปลูกจากวิธีการทดลองที่ 1 และ 2 (ตามหัวข้อ 3.4.3)

4.3.1 การศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนั้นนำผลมะเขือเทศเชอรี่มาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) จะแสดงอาการสะท้านหนาวขึ้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น โดยมีชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวออกมาก่อน ในส่วนการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวจะแสดงอาการในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาต่อ แต่การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว และการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะแสดงอาการในวันที่ 27 ของการเก็บรักษา ซึ่งพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลองในชุดควบคุมและการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว จะแสดงการอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่าชุดอื่น (2.60 และ 1.80 คะแนน ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$;

ตารางที่ 4.68)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบว่าการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี แสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงที่สุด (3.17 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (1.78 คะแนน) ส่วนการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวและการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว พบความรุนแรงในลักษณะที่รุนแรงพอ ๆ กัน (2.00 และ 2.00 คะแนน ตามลำดับ) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.69)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) พบว่าการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว กับการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะแสดงอาการในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา และพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงที่สุด (3.78 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (2.00 คะแนน) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (1.45 คะแนน) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.70) ซึ่งตรงกับรายงายการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว หรือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Wang, 1990) และเมื่อการใช้แคลเซียมที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น จะลดและชะลอความรุนแรงของการแสดงอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศได้เช่นกัน (Ozden, 2009)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20, 25, 30 และ 35 วัน พบการเกิดอาการสะท้านเช่นเดียวกัน และการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี มีผลของการลดอาการสะท้านหนาวลักษณะเช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะแสดงอาการเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนหลัง

เก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว จะแสดงอาการในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ในส่วนชุดควบคุมแสดงอาการในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว และการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะแสดงอาการในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาต่อ และพบอีกว่าการเก็บรักษาในวันสุดท้ายของแต่ละชุดการทดลอง ในชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงที่สุด (3.67 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (2.66 คะแนน) และการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (1.00 คะแนน) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.71) ตรงกับรายงานการฉีดพ่น $CaCl_2$ ก่อนเก็บเกี่ยว ร่วมกับการจุ่ม $CaCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยวกับผลส้มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้น (Youssef *et al*., 2012) ดังนั้นการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวน่าจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.68 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35 a	0.71 a	0.95 a	1.35 a	2.07 a	2.60 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.20 b	0.80 b	1.80 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.66 b	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.43 b	0.89 b	-
F-test	-	-	-	-	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	-	-	-	-	18.59	13.44	11.65	12.21	14.42	13.34	-

ตารางที่ 4.69 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.18 a	0.78 a	1.62 a	2.20 a	3.17 a	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.55 c	1.00 c	2.00	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	1.00 b	1.22 bc	2.00	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 b	1.00 b	1.78 b	-	-	-
F-test	-	-	-	**	**	**	**	**	ns	-	-
CV (%)	-	-	-	11.09	17.54	15.52	17.32	18.21	15.58	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

ตารางที่ 4.70 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.35 a	0.95 a	2.67 a	3.67 a	3.78 a	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.27 b	1.03 b	1.94 bc	-	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.33 c	1.45 c	-	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00 c	1.00 b	2.00 b	-	-	-
F-test	-	-	-	**	**	**	**	**	-	-	-
CV (%)	-	-	-	16.23	16.24	15.97	18.84	10.21	-	-	-

ตารางที่ 4.71 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อาการสะท้านหนาว										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.00	0.00 b	2.00 b	3.67 a	-	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00 b	0.00 c	0.40 b	1.33 a	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.00	1.00 a	2.66 a		-	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.00	0.00 b	0.00 c	0.24 b	1.00 b	-	-	-	-	-	-
F-test	-	**	**	**	**	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	14.35	14.33	18.76	11.21	-	-	-	-	-	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2 การศึกษาการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว, การใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

4.3.2.1 สีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่ การเปลี่ยนแปลงของสีผิวมะเขือเทศเชอรี่ โดยใช้ค่า a*/b* การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ค่า a*/b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เป็นเวลาขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบความแตกต่างในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา ในการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่า a*/b* มากที่สุด (1.37) รองลงมาคือชุดควบคุม (1.11) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (0.91) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.72) และการเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาต่อ โดยการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่า a*/b* มากที่สุด (1.43) รองลงมาคือชุดควบคุม (1.21) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (1.10) ตามลำดับ และยังพบความแตกต่างในวันที่ 24 ของการเก็บรักษาต่อ ซึ่งการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับชุดอื่นๆ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.73) ตรงกับรายงานการใช้แคลเซียมกับผลแอปเปิล จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* มากกว่าการไม่ได้ใช้เช่นกัน (Sharma *et al.,* 2013) ซึ่งการเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้สีผิวมีลักษณะคล้ำมากขึ้นตามความรุนแรงของอาการ ส่งผลให้ค่า a*/b* มากกว่าพวกที่แสดงอาการน้อย (McDonald and McCollum, 1998)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a*/b* ลักษณะเช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้น ค่า a*/b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.72 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	1.04	0.97	0.99	1.00	1.12	1.05	1.11 b	1.18	1.31	1.36	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	1.00	1.00	1.07	1.15	1.10	1.19	1.37 a	1.32	1.38	1.44	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.93	0.96	0.97	0.91	0.99	0.95	0.91 c	1.14	1.25	1.30	1.35
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.93	0.99	1.00	0.96	0.99	1.02	0.99 c	1.19	1.21	1.27	1.24
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.21	12.45	7.00	8.28	16.42	9.03	12.53	8.03	19.00	8.17	12.45

ตารางที่ 4.73 ค่า a*/b* ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ค่า a*/b*										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	1.02	1.08	1.06	1.15	1.21 b	1.24	1.16	1.49	1.57 a	1.54	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	1.09	1.17	1.20	1.26	1.43 a	1.44	1.39	1.55	1.60 a	1.69	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.96	0.97	1.01	1.02	1.10 c	0.99	0.97	1.34	1.38 b	1.48	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	1.03	1.05	1.11	1.09	1.12 c	1.15	1.08	1.34	1.51 a	1.57	-
F-test	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	-
CV (%)	16.20	12.18	14.50	12.82	15.94	18.29	14.55	8.56	7.25	14.93	-

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Cumulative weight loss) การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (4.80%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (3.95%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (2.53%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.74) ในวันที่ 18 และ 24 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (16.20-20.95%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (19.78-20.24%) การใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (11.07-12.95%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.74) ซึ่งวิธีการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่น จะมีประสิทธิภาพมากกว่ารูปอื่น เนื่องจากหินฝุ่นมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมและมีแมกนีเซียม ซึ่งการใช้ร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แคลเซียมหรือแมกนีเซียมเพียงอย่างเดียว ตรงกับรายงานการใช้ $CaCl_2$ร่วมกับ $MgCl_2$ จะสามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการใช้เพียงอย่างเดียว (Farag and Nagy, 2012)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 12–18 ของการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (8.94-13.10%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (8.52-10.25%) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (5.26–8.56%) ตามลำดับ พบว่าในวันที่ 24–27 ของเก็บรักษา การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (23.22-27.74 %) รองลงมาคือชุดควบคุม (16.35-20.42%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (13.27-14.74%) ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.75) ซึ่งสอดคล้องกับการแสดงอาการสะท้านหนาวที่รุนแรง (ตารางที่ 68) ที่ส่งผลให้เน่าเสียเร็ว ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น ตรงกับรายงานผลส้มที่แสดงอาการสะท้านหนาวจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่ไม่แสดงอาการ (Erkan *et al.,* 2005) และการใช้แคลเซียมกับผลแอปเปิลอาจจะส่งผลทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าชุดควบคุมได้เช่นกัน (Hussain *et al*., 2012)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงของผลของการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาที่ 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้น เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.74 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	-	2.61	4.80 a	6.35	8.69	10.28	13.14	14.43	16.20 b	20.95 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	-	1.95	3.95 b	6.51	7.89	10.12	11.94	14.60	19.78 a	20.24 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	-	1.33	2.53 c	3.96	6.41	9.69	10.63	13.46	13.46 c	14.53 b	15.53
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	-	2.50	3.15 c	5.07	5.96	7.74	8.38	10.36	11.07 c	12.95 b	15.08
F-test	-	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns
CV (%)	-	12.65	12.21	12.26	12.13	12.73	12.45	12.91	16.32	12.44	12.57

ตารางที่ 4.75 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การสูญเสียน้ำหนัก (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	-	3.53	4.06	7.03	8.94 a	11.07 a	13.10 a	14.97	16.35 b	20.42 b	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	-	2.42	3.18	4.50	5.26 b	7.13 b	8.56 c	15.20	23.22 a	27.74 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	-	2.95	3.93	5.93	8.31 a	8.40 b	9.78 c	13.27	13.27 b	14.74 c	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	-	3.72	5.15	6.43	8.52 a	8.59 ab	10.25 b	11.48	14.15 b	15.11 c	-
F-test	-	ns	ns	ns	**	**	**	ns	**	**	-
CV (%)	-	13.34	9.90	12.18	16.88	16.53	16.12	11.99	16.09	13.07	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.3 ความแน่นเนื้อ การรักษาความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่าทุดชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในวันที่ 24–30 โดยการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะมีความแน่นเนื้อ (4.80–5.45 นิวตัน) มากกว่าชุดอื่นๆ (4.10–5.07 นิวตัน) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.76) ซึ่งการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่นจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเนื่องจากหินฝุ่นมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมและมีแมกนีเซียม พบว่าการใช้ร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แคลเซียม หรือแมกนีเซียมเพียงอย่างเดียวโดย Mg^{2+} มีบทบาทเช่นเดียวกับกับ Ca^{2+} ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อได้ ตรงกับรายงานการฉีดพ่น $CaCl_2$ ร่วมกับการแช่ $MgCl_2$ หลังการเก็บเกี่ยว กับผลแอปเปิลส่งผลให้มีความแน่นเนื้อมากกว่าการใช้วิธีใดเพียงวิธีเดียว (Farag and Nagy, 2012)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 0–3 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุม มีค่าความแน่นเนื้อ (6.21–6.48 นิวตัน) น้อยกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (7.03–8.27 นิวตัน) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.77) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น พบว่าชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลักษณะเช่นเดียวกันการเก็บรักษาที่ 5 วัน เมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบความแน่นเนื้อลดลงเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี สามารถเพิ่มความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่ได้ใช้แคลเซียมตลอดการเก็บรักษา ตรงกับรายงานการฉีดพ่น $CaCl_2$ กับผลแอปเปิลมีความแน่นเนื้อมากกว่าการไม่ได้ฉีดพ่น $CaCl_2$ (Sharma *et al.,* 2011)

ตารางที่ 4.76 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	**3**	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**
ชุดควบคุม	7.50	7.33	6.13	5.47	5.07	5.00	5.30	4.93	4.93 b	4.54 b	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	7.83	7.27	6.77	6.63	6.50	5.83	6.00	5.77	5.07 b	4.92 b	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	6.83	6.47	6.00	5.73	5.47	5.33	5.03	4.77	4.77 b	4.60 b	4.10 b
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	7.90	7.60	6.83	6.71	6.83	6.20	6.17	6.04	5.45 a	5.02 a	4.80 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**
CV (%)	10.96	15.27	16.77	15.70	16.41	23.93	13.14	14.27	16.61	17.23	14.21

ตารางที่ 4.77 ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นการแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	6.48 b	6.21 b	5.87	5.82 c	5.51	5.21	4.98 c	4.09 c	4.06	3.91	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	8.20 a	8.13 a	8.13	7.43 ab	7.03	6.23	6.20 ab	5.93 a	5.40	5.48	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	7.30 ab	7.03 b	7.00	6.83 b	6.57	6.13	5.37 bc	5.07 b	4.70	3.67	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	8.27 a	8.03 a	8.09	7.67 a	6.80	6.38	6.48 a	6.20 a	5.65	5.72	-
F-test	**	**	ns	**	ns	ns	**	**	ns	ns	-
CV (%)	8.36	16.06	14.75	15.95	12.13	9.57	7.84	13.38	12.64	13.32	-

[1] ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) พบความแตกต่างในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยชุดความคุม (12.19 ^{o}Brix) มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (11.23–11.60 ^{o}Brix) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.78) และการเก็บรักษาต่อไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ในวันที่ 9 พบว่าชุดควบคุม มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด (11.47 ^{o}Brix) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (11.37 ^{o}Brix) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (9.70 ^{o}Brix) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.79) การเก็บรักษาต่อหลังจากนั้นไม่พบความแตกต่าง ตรงกับรายงานการใช้แคลเซียมกับผลพืชส่งผลทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุม (Gupta *et al.*, 2011) ในส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวพบว่าไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งตรงกับรายงานในผลส้มและผลแคนตาลูปที่แสดงอาการสะท้านหนาว มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกับผลที่ไม่แสดงอาการ (Erkan *et al.*, 2011; Krarup *et al.*, 2009)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีไม่ไม่มีผลต่อของการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มะเขือเทศเชอรี่ตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.78 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	12.69	12.59	11.96	11.94	12.19 a	11.27	10.87	10.93	11.32	10.60	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	11.80	11.67	11.83	11.70	11.60 b	11.47	11.43	11.43	11.50	11.36	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	12.60	12.13	11.80	11.57	11.23 b	11.17	10.93	10.97	10.67	10.00	9.93
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	12.40	12.33	12.07	12.37	11.30 b	11.37	11.20	11.57	11.33	10.56	10.46
F-test	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.92	13.40	14.11	10.63	12.11	15.11	15.44	8.45	7.44	16.10	17.02

ตารางที่ 4.79 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่นการแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	12.67	12.20	11.75	11.47 a	10.68	10.80	10.42	10.42	10.18	9.84	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	13.00	12.30	11.60	9.70 b	10.30	11.00	9.70	10.70	10.00	10.20	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	12.23	12.07	11.73	11.37 a	11.07	10.83	10.67	10.67	10.03	9.80	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	12.97	12.17	11.73	10.67 ab	10.53	10.53	10.20	10.24	10.10	10.27	-
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	9.30	13.27	10.81	16.40	15.57	12.87	16.31	10.36	12.16	13.11	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.5 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของค่า pH โดยของทุกชุดทดลองมีค่า pH ระหว่าง 3.87–4.65 ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.80) ไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 18–21 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุมมีค่า pH มากที่สุด (4.55-4.57) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (4.48-4.57) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (4.38-4.43) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4. 81) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยชุดควบคุมจะแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงมากที่สุด (3.17 คะแนน) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (1.78 คะแนน) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (2.00 คะแนน) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.80) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่า pH จะสามารถบ่งชี้การแสดงอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่ง McDonald and McCollum (1998) กล่าวว่าผลมะเขือเทศเมื่อแสดงอาการสะท้านหนาว จะแสดงค่า pH ที่สูงกว่าผลที่ไม่แสดงอาการ

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงค่า pH ลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษานาน 10 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบเปลี่ยนแปลงค่า pH เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.80 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	3.87	3.98	3.97	4.00	4.14	4.25	4.34	4.44	4.51	4.65	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	4.14	4.14	4.35	4.44	4.56	4.39	4.42	4.35	4.44	4.52	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	4.03	3.92	4.12	3.88	4.06	4.04	4.07	4.08	4.18	4.34	4.40
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	4.10	4.14	4.37	4.67	4.59	4.41	4.43	4.32	4.12	4.40	4.41
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.28	16.48	16.85	10.78	17.94	16.45	16.24	15.49	14.69	14.36	12.38

ตารางที่ 4.81 ความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	4.34	4.41	4.47	4.37	4.43	4.51	4.55 a	4.57 a	-	-	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	4.44	4.45	4.46	4.40	4.48	4.45	4.47 a	4.48 b	4.52	-	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	4.11	4.24	4.30	4.23	4.33	4.36	4.38 b	4.43 b	4.48	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	4.32	4.44	4.46	4.32	4.48	4.50	4.48 a	4.57 a	-	-	-
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	-	-
CV (%)	13.37	12.28	13.11	12.63	12.56	19.96	12.43	12.22	17.02	-	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.6 ปริมาณกรด (TA) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด โดยของทุกชุดทดลองมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดระหว่าง 0.41–0.61 ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.82)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 6-15 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุมมีปริมาณกรด (0.52-0.59%) มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (0.46-0.56%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.83)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วัน พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่ 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นจะพบปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน แล้วนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องไม่พบความแตกต่างของปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.82 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.61	0.58	0.53	0.53	0.51	0.54	0.52	0.49	0.46	0.44	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.58	0.55	0.51	0.55	0.52	0.47	0.46	0.46	0.43	0.41	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.61	0.60	0.58	0.56	0.57	0.58	0.58	0.52	0.49	0.47	0.44
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.60	0.58	0.55	0.54	0.57	0.55	0.54	0.49	0.47	0.45	0.45
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.57	15.15	16.58	15.50	16.71	8.95	10.54	15.93	8.33	8.67	.389

ตารางที่ 4.83 ปริมาณกรดของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน$_2$ ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณกรด (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.63	0.61	0.59 a	0.58 a	0.55 a	0.52 a	0.49	0.48	0.45	0.44	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.63	0.60	0.55 b	0.52 b	0.49 b	0.46 b	0.46	0.45	0.47	0.46	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.60	0.60	0.56 b	0.54 b	0.52 b	0.49 b	0.49	0.47	0.45	0.44	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.61	0.60	0.56 b	0.52 b	0.49 b	0.46 b	0.48	0.46	0.47	0.44	-
F-test	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	12.78	12.13	13.84	13.09	15.18	14.02	13.68	12.59	12.64	12.74	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.7 อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 3–12 พบว่าชุดควบคุมมีอัตราการหายใจมากที่ชุด (8.98–16.45 mg CO_2/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (6.51–13.02 mg CO_2/kg/hr) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (3.09–8.42 mg CO_2/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.84) ยังพบอีกว่าในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีอัตราการหายใจมากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี เช่นกัน ตรงกับการใช้ $CaCl_2$ กับผลแคนตาลูปสามารถลดอัตราการหายใจได้ต่ำกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (นกน้อย ชูคงมา, 2545)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 0–6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจมีแนวโน้มลดลง โดยการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่ามากที่สุด (15.48–23.83 mg CO_2/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (14.60–21.85 mg CO_2/kg/hr) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (12.73–14.49 mg CO_2/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.102) หลังจากนั้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อ พบว่าชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาวที่แสดงอาการในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.79) และยังพบอีกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาว ส่งผลให้อัตราการหายใจเพิ่มอย่างชัดเจน และก็จะลดลงตามลำดับ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.85) ซึ่งเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน (Hong and Gross, 2000)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจมะเขือเทศเชอรี่มีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นอัตราการหายใจลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

ตารางที่ 4.84 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	17.74	16.45 a	13.56 a	10.84 a	8.98 a	6.01	4.73 a	2.50	2.13	1.97	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	11.03	8.42 b	6.07 c	4.65 b	3.09 b	3.07	2.52 b	2.46	2.14	1.82	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	14.45	13.02 b	11.15 b	9.98 a	6.51 b	4.02	2.55 b	2.27	2.06	1.99	1.48
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	12.04	10.34 b	7.69 c	6.36 b	4.26 b	3.47	2.55 b	2.48	2.13	1.86	1.29
F-test	ns	*	*	*	*	ns	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.11	13.10	13.82	13.91	14.77	13.66	13.00	11.81	13.01	14.40	7.60

ตารางที่ 4.85 อัตราการหายใจของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการหายใจ (mg CO_2/kg/hr)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	18.48 bc	16.55 ab	14.62 a	14.21	18.81 a	9.82 a	8.44 a	4.38 b	2.29 d	1.66 b	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	23.83 a	19.49 a	15.48 a	10.68	7.25 c	5.45 b	5.77 b	13.81 a	7.28 b	1.67 b	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	14.49 c	12.29 b	12.73 b	11.29	9.17 b	8.96 a	5.73 b	4.18 b	5.86 c	12.14 a	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	21.85 ab	19.04 a	14.60 a	12.33	7.69 c	5.74 b	5.43 b	5.39 b	12.74 a	1.75 b	-
F-test	*	*	*	ns	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	12.56	14.90	15.61	14.03	15.53	16.86	15.90	17.04	10.59	16.49	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรตนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.8 อัตราการผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกันก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ในวันที่ 6–18 ของการเก็บรักษาพบว่าชุดควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนมากที่สุด (3.01–3.61 µl C_2H_4/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (2.72–3.33 µl C_2H_4/kg/hr) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (2.59–3.26 µl C_2H_4/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.86) ซึ่งในการใช้แคลเซียมกับผลมะม่วงจะมีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าการไม่ได้ใช้แคลเซียม (Joyce *et al.*, 2001)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนมีแนวโน้มลดลง โดยชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (3.49 µl C_2H_4/kg/hr) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (3.31 µl C_2H_4/kg/hr) และการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (2.83 µl C_2H_4/kg/hr) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.104) หลังจากนั้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาต่อ ในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว ที่แสดงอาการในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.87) และยังพบอีกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาว ส่งผลให้อัตราการการผลิตเอทิลีนจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ($P<0.01$; ตารางที่ 4.104) ตรงกับรายงานการเกิดอาการสะท้านหนาวจะมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (Manganaris *et al.,* 2008)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงของการผลิตเอทิลีนมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

ตารางที่ 4.86 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr) วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	4.06	3.70	3.61 a	3.26 a	3.27 a	3.23 a	3.01 a	2.77	2.46	2.27	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	3.37	3.29	3.26 b	3.06 b	3.07 ab	2.79 b	2.59 b	2.36	2.14	2.10	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	3.97	3.53	3.33 b	3.15 ab	2.87 b	2.84 b	2.72 b	2.66	2.45	2.11	2.09
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	3.81	3.49	3.32 b	3.07 b	2.95 b	2.80 b	2.68 b	2.56	2.35	2.09	1.96
F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	-
CV (%)	7.85	14.42	13.37	12.02	14.34	14.34	15.03	9.02	15.32	12.23	-

ตารางที่ 4.87 อัตราการผลิตเอทิลีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C_2H_4/kg/hr) วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	3.89	3.78	3.49 a	3.38	3.36 a	3.48 a	3.65 a	3.95 a	4.21 a	4.03 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	3.07	2.98	2.83 c	2.75	2.79 b	2.77 b	2.97 b	2.93 b	3.34 b	3.59 b	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	3.93	3.49	3.31 ab	3.22	2.76 b	2.81 b	2.65 b	2.72 b	2.92 b	3.67 b	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	3.34	3.13	2.96 bc	2.90	2.80 b	2.77 b	2.88 b	2.84 b	3.21 b	3.79 b	-
F-test	ns	ns	*	ns	**	**	**	**	**	**	-
CV (%)	10.58	8.59	16.65	12.67	7.39	10.30	8.69	7.81	9.25	8.59	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.9 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (EL) การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) วันที่แรกของการเก็บรักษาพบว่าการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีค่ามากที่สุด (13.31%) รองลงมาคือชุดควบคุม (10.68%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (8.50%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.88) ส่วนในวันที่ 12-18 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์พบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (22.09–28.99%) รองลงมาคือ การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (20.26–26.44%) และและการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (18.85–23.78%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.88) และหลังจากการเก็บรักษาต่อชุดควบคุมยังมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ตรงกับรายงานการใช้แคลเซียมกับผลแอปเปิลก่อนเก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยวมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์น้อยกว่าการไม่ได้ใช้ (Farag and Nagy, 2012)

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน และนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 0–3 พบว่า ชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (13.73–16.55%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (10.70–15.07%) และและการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (11.53–14.10%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.106) ส่วนในวันที่ 12 เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาว พบว่าชุดควบคุมมีค่ามากที่สุด (23.25–43.13%) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว (21.89–34.87%) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (20.85–33.99%) ตามลำดับ แตกต่างอย่ามีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.89) และหลังจากการเก็บรักษาต่อชุดควบคุมยังมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ซึ่งการเพิ่มขึ้นของการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ตรงกับการแสดงการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.41) ยังพบอีกว่าสอดคล้องกับอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่สูงขึ้น (ตารางที่ 4.85 และ 4.87 ตามลำดับ) การเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้นส่งผลให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นการใช้แคลเซียมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Wang, 2010) จึงสามารถลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ได้

การเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มะเขือเทศเชอรี่ลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน

ตารางที่ 4.88 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	10.68 ab	15.36	16.87	19.15	22.09 a	25.81 a	28.99 a	30.67	34.49	35.84 a	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	13.31 a	15.39	17.92	18.14	20.26 ab	24.72 ab	26.44 b	31.02	34.88	35.52 a	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	8.50 b	12.25	14.59	17.13	18.85 b	20.23 c	23.78 c	27.18	27.00	29.05 b	32.81
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	10.17 ab	12.67	15.00	16.85	18.90 b	21.42 bc	24.92 bc	29.03	29.97	32.06 ab	34.93
F-test	*	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns
CV (%)	18.55	10.98	7.55	8.60	15.53	9.26	14.52	7.45	12.24	8.66	12.67

ตารางที่ 4.89 การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	การรั่วไหลของสารอิเล็คโตไลต์ (%)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	13.73 a	16.55 a	16.62	21.49	23.25 a	25.73 a	28.47 a	34.15 a	43.13 a	42.56	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	10.70 b	15.07 b	17.31	19.97	21.89 b	22.88 b	27.49 ab	34.87 a	36.89 b	40.21	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	11.53 b	14.10 b	15.26	18.44	20.58 c	22.51 b	26.03 b	27.70 b	33.99 c	39.73	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	11.45 b	14.17 b	16.26	18.78	21.04 bc	22.96 b	25.92 b	30.99 b	35.13 bc	40.00	-
F-test	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	ns	-
CV (%)	15.90	14.90	9.46	15.01	12.59	8.50	13.93	9.83	13.59	13.11	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/]การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2.10 ปริมาณไลโคปีน การเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ โดยการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับค่า a*/b* (ตารางที่ 4.83) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) ปริมาณไลโคปีนของทุกชุดทดลองอยู่ระหว่าง 40.83-62.19 mg/kg ไม่พบความแตกต่างของการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (ตารางที่ 4.90)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน วันที่ 12-18 พบว่าการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด (57.79-59.32 mg/kg) รองลงมาคือชุดควบคุม (53.48-56.77 mg/kg) และการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (46.95- 48.56 mg/kg) ตามลำดับโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$; ตารางที่ 4.91) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* (ตารางที่ 4.83) ตรงกับรายงานการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไลโคปีนจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b* ในผลมะเขือเทศ (กิติพงศ์ อัศตรกุล, 2549) หลังจากนั้น ไม่พบความแตกต่าง

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณไลโคปีนมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นปริมาณไลโคปีนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.90 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	45.98	44.13	45.14	44.92	50.05	47.38	46.65	51.41	59.28	60.89	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	42.27	42.30	44.72	47.32	48.80	49.19	56.29	54.79	57.62	57.48	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	43.77	45.20	45.60	42.97	46.31	44.78	44.87	52.83	58.00	60.25	62.19
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	40.83	42.75	46.47	43.78	53.85	47.91	50.34	54.08	55.87	56.84	57.30
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.68	16.07	14.81	16.07	23.93	14.53	11.05	16.51	9.46	13.53	15.15

ตารางที่ 4.91 ปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณไลโคปีน (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	45.36	48.57	46.72	50.72	53.48 b	54.87 b	56.77 a	66.44	70.22	69.20	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	45.23	48.53	49.72	51.96	59.32 a	59.35 a	57.79 a	64.07	65.71	71.85	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	45.02	45.47	47.25	47.84	46.95 b	46.21 b	48.56 b	61.96	63.74	68.19	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	46.42	46.98	49.52	48.76	50.19 b	50.92 b	50.32 ab	59.99	66.71	67.84	-
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	-
CV (%)	13.99	7.89	8.91	7.58	11.02	12.93	7.20	7.05	14.37	10.69	-

[1] ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test) [-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

4.3.2.11 ปริมาณแคลเซียม การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มคงที่ในช่วงแรก และลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียม ในวันที่ 0-18 ของการเก็บรักษาพบว่าการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.42-0.55 mg/kg) รองลงมาคือการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว (0.38–0.54 mg/kg) และชุดควบคุม (0.36-0.46 mg/kg) ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.92) และเมื่อเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในชุดควบคุมมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ซึ่งการใช้แคลเซียมรูปแบบต่าง ๆ สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับผลิตผลได้ (เพชรดา อยู่สุข, 2540) โดยวิธีการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่น จะมีประสิทธิภาพมากกว่าเนื่องจากหินฝุ่นมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมและมีแมกนีเซียม และพบว่าการใช้ร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แคลเซียมหรือแมกนีเซียมเพียงอย่างเดียว (Farag and Nagy, 2012) ดังนั้นการใช้ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวน่าจะสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมได้ดีกว่าวิธีเดียว

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้แคลเซียมก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว และใช้แคลเซียมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวร่วมกัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาต่อ ในวันที่ 0–6 ของการเก็บรักษาต่อ การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ พบว่าการใช้แคลเซียมก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.55–0.57 mg/kg) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดอื่น (0.45–0.55 mg/kg) ส่วนในวันที่ 18–24 เมื่อปริมาณแคลเซียมมีการลงลงอย่างรวดเร็ว ในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมมากที่สุด (0.18–0.36 mg/kg) เมื่อเปรียบเทียบกับการการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี (0.21–0.48 mg/kg) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$; ตารางที่ 4.110) ซึ่งในการลดลงอย่างรวดเร็วของปริมาณแคลเซียมสอดคล้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยจะแสดงอาการรุนแรงขึ้นเมื่อปริมาณของแคลเซียมลดลง (ตารางที่ 4.93) ตรงกับรายงานการใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1 และ 2% กับผลมะเขือเทศเทศเชอรี่ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงน้อยกว่าการไม่ได้ใช้ $CaCl_2$ (ปริญญา และคณะ, 2555)

การศึกษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมมีลักษณะเช่นเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเมื่อการเก็บนานขึ้นปริมาณแคลเซียมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และปริมาณแคลเซียมลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อผลมะเขือเทศเชอรี่แสดงอาการสะท้านหนาว

ตารางที่ 4.92 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.46 b	0.47 b	0.49 c	0.49 b	0.48 b	0.41 b	0.36 b	0.29	0.26	0.23 c	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.47 b	0.54 a	0.55 ab	0.54 a	0.55 a	0.48 a	0.42 a	0.32	0.27	0.29 ab	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.54 a	0.56 a	0.52 b	0.50 b	0.49 b	0.46 a	0.38 b	0.33	0.30	0.27 b	0.21 b
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.55 a	0.55 a	0.56 a	0.56 a	0.56 a	0.49 a	0.42 a	0.36	0.29	0.31 a	0.29 a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**
CV (%)	14.14	12.31	11.58	15.43	13.34	16.87	11.22	13.55	15.97	12.54	14.57

ตารางที่ 4.93 ปริมาณแคลเซียมของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น การแช่ $CaCl_2$ และการใช้หินฝุ่นกับ $CaCl_2$ ร่วมกันก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน หลังจากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (mg/kg)										
	วันที่เก็บรักษา										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ชุดควบคุม	0.45 b	0.45 b	0.53 b	0.53	0.52	0.48	0.36 b	0.26 bc	0.18 b	0.22	-
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	0.48 b	0.48 b	0.53 b	0.54	0.53	0.49	0.38 b	0.24 c	0.21 b	0.19	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	0.55 a	0.53 ab	0.56 a	0.55	0.50	0.48	0.48 a	0.33 a	0.29 a	0.19	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	0.57 a	0.57 a	0.55 ab	0.54	0.51	0.48	0.45 a	0.31 ab	0.27 a	0.21	-
F-test	**	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns	-
CV (%)	12.62	8.76	16.63	14.45	14.78	10.45	7.52	11.29	13.17	15.67	-

[1]ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรคนละชนิด แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับที่ 0.05 (Duncan's New Multiple Range Test)

[-/] การเน่าเสียของมะเขือเทศเชอรี่

การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ในการทดลอง เมื่อนำมาสู่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ซึ่งการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยว แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุดและชะลอการเกิดอาการได้ดี (ตารางที่ 4.94)

สีผิวของผลมะเขือเทศเชอรี่ การพิจารณาค่าสีผิว (a*/b*) ของมะเขือเทศเชอรี่ โดยการใช้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงค่า a*/b น้อยที่สุด การเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้ค่า a*/b สูงขึ้น ซึ่งชุดควบคุมที่มีการแสดงอาการรุนแรงมีค่า a*/b เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.94)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี โดยการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่น พบว่ามีสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4.94)

ความแน่นเนื้อ การใช้แคลเซียมก่อนและหลังมีความแน่นเนื้อมากที่สุด และการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวมีส่งผลให้ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอรี่ลดลงอย่างรวดเร็ว (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4.94)

ความเป็นกรด–ด่าง (pH) การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีค่า pH น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวที่รุนแรงในชุดควบคุมส่งผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของค่า pH (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณกรด การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีปริมาณกรดน้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวที่รุนแรงในชุดควบคุมส่งผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณกรด (ตารางที่ 4.94)

อัตราการหายใจ, อัตราการผลิตเอทิลีน และ**การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์** การใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีมีทั้ง 3 ค่านี้น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะเขือเทศเชอรี่จะมีผลต่อทั้ง 3 ค่านี้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อแสดงอาการ (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณไลโคปีน การใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวพบว่ามีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด การเกิดอาการสะท้านหนาวไม่มีผลต่อปริมาณไลโคปีนของผลมะเขือเทศเชอรี่ (ตารางที่ 4.94)

ปริมาณแคลเซียม การใช้แคลเซียมก่อน-หลังมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด การเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมที่ลดลง (ตารางที่ 4.94)

ดังนั้น การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนเก็บเกี่ยว และใช้ $CaCl_2$ 1% ก่อนการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอและลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ดี สามารถรักษาคุณภาพต่าง ๆ ของมะเขือเทศเชอรี่ได้ดีตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.94 ความสัมพันธ์ของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง

ชุดทดลอง	ความสัมพันธ์ของการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวตลอดการเก็บรักษาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส											
	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี											
	CI	**a*/b***	**Weight loss**	**Firmness**	**TSS**	**pH**	**TA**	**CO_2**	**C_2H_4**	**EL**	**Lycopene**	**Ca**
ชุดควบคุม	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยว	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
แคลเซียมก่อน-หลังการเก็บเกี่ยว	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

+ กับ – มีอิทธิพลส่งเสริม กับไม่มีอิทธิพลส่งเสริมการเกิดอาการสะท้านหนาว และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีต่างๆ

ns, * และ ** ไม่แตกต่างทางสถิติ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาของการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่ และการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่หลังการเก็บเกี่ยว ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา เพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

ลักษณะอาการการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ แสดงอาการเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้น โดยมีอาการยุบตัวของเนื้อเยื่อที่บริเวณผิวของผล มีอาการฉ่ำน้ำของเนื้อเยื่อที่บริเวณภายในผล เมื่อเก็บรักษาระยะเวลาที่นานขึ้น แสดงอาการที่รุนแรงขึ้น เมล็ดภายในผลเปลี่ยนจากสีชมพู่เป็นสีน้ำตาลเข้ม ส่งผลให้เกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง

การทดลองการเก็บผลมะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่าง ๆ การเกิดอาการสะท้านหนาวจะแสดงเมื่อเก็บรักษามะเขือเทศเชอรี่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) จึงแสดงอาการให้เห็นชัดเจน และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ก่อนเก็บรักษา แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด และช่วยชะลอการเกิดอาการได้มากกว่า 3 วัน ของทุกชุดการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่างๆ และการแช่สารละลาย $CaCl_2$ ที่ระดับต่างๆก่อนการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่ พบว่าการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสร่วมกับการแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว pH ปริมาณกรดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณไลโคปีน ส่วนอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีนและการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาวจะมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนโดยการใช้สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นได้ และการใช้สารละลาย $CaCl_2$ สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ ซึ่งการลดลงของปริมาณแคลเซียมสามารถบ่งชี้การเกิดและความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้

5.2 ผลของการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงอาการเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 องศาเซลเซียส) แสดงอาการรุนแรงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยชุดควบคุม และการใช้หินฝุ่นวิธีและความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม เช่น การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 80 ppm จะแสดงอาการก่อนวิธีอื่นและความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวมากกว่าวิธีอื่นเช่นกัน ส่วนการใช้หินฝุ่นวิธีและความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่น การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้นานกว่า และความรุนแรงของอาการที่น้อยกว่า

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้หินฝุ่นด้วยวิธีต่าง ๆ และความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การใช้หินฝุ่นวิธีและความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่น การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ ชะลอและลดความรุนแรงการเกิดอาการสะท้านหนาว ชะลอการเพิ่มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสีผิว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ pH ปริมาณกรด และปริมาณไลโคปีน ส่วนอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาวจะมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งการใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นได้ดี

5.3 ผลของการใช้แคลเซียมกับมะเขือเทศเชอรี่ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ชีวเคมี และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและเพื่อลดการเกิดอาการสะท้านหนาว

การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศเชอรี่ ในการทดลอง เมื่อนำมาสู่อุณหภูมิห้อง (26 ±2 องศาเซลเซียส) ชุดควบคุมแสดงอาการสะท้านหนาวออกมาก่อนการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธี ซึ่งการใช้แคลเซียมก่อนแหลังเก็บเกี่ยว แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยที่สุด และชะลอการเกิดอาการได้ดี

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีของมะเขือเทศเชอรี่ที่ใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ ร่วมกับฉีดพ่นหินฝุ่น 70 ppm ก่อนการเก็บเกี่ยว การแช่สารละลาย $CaCl_2$ เข้มข้น 1% หลังการเก็บเกี่ยว และการใช้หินฝุ่นร่วมกับ $CaCl_2$ ทั้งก่อน และหลังการเก็บเกี่ยว ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ

5 องศาเซลเซียส โดยการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับมะเขือเทศเชอรี่ได้มากที่สุด และสามารถชะลอและลดความรุนแรงการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี ซึ่งการใช้แคลเซียมในรูปของหินฝุ่นจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรูปอื่น ๆ และการใช้แคลเซียมก่อนและหลังเก็บเกี่ยวจะมีการรักษาความแน่นเนื้อได้ดี สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลง pH และปริมาณกรดได้ดี แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสีผิว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณไลโคปีน ส่วนอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ เมื่อแสดงอาการสะท้านหนาวจะมีการเพิ่มสูงขึ้น โดยการใช้แคลเซียมทั้ง 3 วิธีสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

การใช้หินฝุ่น 30 กก./ไร่ (การใส่ก่อนปลูกหรือใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น) ร่วมกับฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm ทางใบกับต้นมะเขือเทศเชอรี่ (30, 45 และ 60 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว) และการแช่ $CaCl_2$ เข้มข้น 1% ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดี รักษาคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาได้ดี มีปริมาณผลผลิตสูง และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอรี่ได้ดี และอีกพบว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ และการลดลงของปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อ เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของความรุนแรงในการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH 154 ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

กิตติ ไสยวรรณ และวชิรญา อิ่มสบาย, 2554. ผลของเอทิฟอนต่ออาการสะท้านหนาวของผลกล้วยหอมทองและกล้วยน้ำว้าระหว่างและหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิต่ำ. **ว. วิทย. กษ.** 42:1 (พิเศษ): 299-302.

กิติพงศ์ อัศตรกุล. (2549). บรรจุภัณฑ์แบบดัดแปรบรรยากาศและเมทิลจัสโมเนตเพื่อลดอาการสะท้านหนาวและยืดอายุการเก็บมะเขือเทศ. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหารจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.** กรุงเทพฯ. 89 หน้า.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. (2538). **มะเขือเทศ**. ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. นนทบุรี. 63 หน้า

จิราภรณ์ กัวะขุนทด. (2548). อิทธิพลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาและอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. เชียงใหม่. 168 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2544). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 396 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 396 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและกระบวนการวายของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. นครปฐม. 453 หน้า.

ณิชชาภัฏ บรรพสุวรรณ. (2553). ผลของหินฝุ่นต่อผลผลิต ลักษณะทางกายภาพ เคมี และการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของหัวมันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.). **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี**. นครราชสีมา. 83 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2540). **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 226 หน้า.

ดุษฎี วิสุทธิแพทย์. (2541). ผลของวัย อุณหภูมิต่ำและความชื้นต่อการเกิด chilling injury ของผลพุทราพันธุ์บอมเบย์. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า**. กรุงเทพฯ. 52 หน้า.

ทับทิม ม่วงทุ่ง. (2551). การผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ดอยคำ. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้**. เชียงใหม่. 67 หน้า.

ธเนศวร์ สีระแก้ว. (2541). ผลของความร้อนและแคลเซียมคลอไรด์ต่ออาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. กรุงเทพฯ. 126 หน้า.

ธิติมา วงษ์ชีวี. (2551). ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์และการเกิดอาการสะท้านหนาวของใบพืชสกุลกระเพรา. **วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. กรุงเทพฯ. 125 หน้า.

นันทวุฒิ อิ่มศูนย์และ และดนัย บุญยเกียรติ. (2546). ผลของการใช้ความร้อนต่อการลดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศ. **วารสารเกษตร**. 19 (1): 37-45.

นกน้อย ชูคงมา. (2545). ผลของการใช้ความร้อนและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่ออายุการเก็บรักษาผล Netted Melon. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า**. กรุงเทพฯ. 152 หน้า.

ปริญญา เทพณรงค์, เรณู ขำเลิศ และอัศจรรย์ สุขธำรง. (2555). อิทธิพลของอุณหภูมิและ $CaCl_2$ ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154. **ว. วิทย. กษ.** 43: 3 (พิเศษ): 580-583.

เพชรดา อยู่สุข. (2540). ผลของการใช้ความร้อนและสารละลายแคลเซียมต่ออาการสะท้านหนาวในพริกหวาน. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. กรุงเทพฯ. 118 หน้า.

เพชรพนา สงวนวงษ์วิจิตร. (2541). ผลของการใช้สารละลายแคลเซียมครอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลแตงแคนตาลูปพันธุ์ซันเลดี้ในระหว่างการเก็บรักษา. **วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า**. กรุงเทพฯ. 84 หน้า.

ไพศอล หะยีสาและ และดนัย บุญยเกียรติ. (2546). ผลของอุณหภูมิสูงต่อการลดอาการสะท้านหนาวของผลลำไยพันธุ์ดอ. **วารสารเกษตร**. 19 (2): 107-115.

มยุรี กระจายกลาง. (2544). ผลของการผสมผสานการใช้ความร้อนกับการใช้วัสดุห่อต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและคุณภาพของพริกหวาน. **รายงานการวิจัย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร**. พิษณุโลก. 36 หน้า.

เมฆ จันทร์ประยูร. (2544). **ผักสวนครัว.** สำนักพิมพ์ไททรรศน์. กรุงเทพฯ. 98 หน้า.

ระจิตร สุวพานิช และปาริชาติ เทียนจุมพล. (2554). การตรวจสอบอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. **ว. วิทย. กษ.** 42: 1 (พิเศษ): 59-62.

เรณู ขำเลิศ, อัศจรรย์ สุขธำรง และศุภชัย สารกาญจน์. (2549). **โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง (การพัฒนาท่อนพันธุ์ที่มีคุณภาพและควบคุมปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง)**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา. 53-58.

เรวัตร จินดาเจี่ย. (2546). ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่โดยไม่ใช้ดินในเขตร้อน. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. กรุงเทพฯ. 98 หน้า.

วนิศรา ม่วงศรี. (2547). ลักษณะทางพืชสวนและระดับไลโคปีนของมะเขือเทศสายพันธุ์ต่าง ๆ. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. เชียงใหม่. 70 หน้า.

ศูนย์สารสนเทศ สำนักงานฐานเศรษฐกิจการเกษตร (2554). **ข้อมูลสินค้ามะเขือเทศ**. [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.oag.go.th

สายชล เกตุษา. (2528). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและอบรมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. 364 หน้า.

สุมลมาลย์ วงศ์กาญจนะ. (2543). ผลของตาข่ายพรางแสงที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH 155. **วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. กรุงเทพฯ. 63 หน้า.

อินทรา ลิจันทร์พร, เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์, นันทิพา เอี่ยมสกุล และศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์. (2554). ผลของเมทิลจัสโมเนทต่อการลดอาการสะม้านหนาวของผลมะเฟืองหลังการเก็บเกี่ยว. **ว. วิทย. กษ**. 42:1(พิเศษ): 244-247.

อิษยา ภู่สิทธิกุล และจริงแท้ ศิริพานิช. (2551). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมต่ออาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรด. **ว. วิทย. กษ.** 39(3): 176-179.

Aghdam, M.S., Asghari, M.R., Moradbeygi, H., Mohammadkhani, N., Hohayeji, M. and Rezapour-fard, J. (2012). Effect of postharvest salicylic acid treatment on reducing chilling injury in tomato fruit. **Romanian Biotechnology Letters.** 17: 7466-7473.

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.

Angeletti, P., Castagnasso, H., Miceli, E., Terminiello, L., Concellon, A., Chaves, A. and Vicente, A.R. (2010). Effect of pre-harvest calcium application on postharvest quality, softening and

cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinum cormbosum*) varieties. **Postharv. Biol. Technol**. 58: 98-103.

Al-Qurashi, A.D. (2012). Effect of pre-storage salicylic acid, calcium chloride and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid dipping on chilling injury and quality of 'Taify' cactus pear furit during cold storage. **Afr. J. Biotechnology.** 11(24): 6501-6509.

Beckles, D.M. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharv. Biol. Technol**. 63: 129-140.

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

Biswas, P., East, A.R., Brecht, J.K., Hewett, E.W. and Heyes, J.A. (2012). Intermittent warming during low temperature storage reduce tomato chilling injury. **Postharv. Biol. Technol**. 74: 71-78.

Brown, G.S., Kitchener, A.E., McGlasson, W.B. and Barnes, S. (1996). The effect of copper and calcium foliar sprays on cherry and apple fruit quality. **Scientia Horticulturae**. 67: 219-227.

Ciccarese, A., Stellacci, A.M., Gentilesco, G. and Rubino, P. (2013). Effectiveness of pre- and post-veraison calcium applications to control decay and maintain table grape fruit quality during storge. **Postharv. Biol. Technol**. 75: 135-141.

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

Chaplin, G.R., Cole, S.P., Landrigan, M., Nueno, P.A., Lam, P.F. and Graham, D. (1991). Chiliing injury and storage of mango (*Mangifera indica* L.) fruit held under low temperature. **Acta**. **Hort**. 291: 461-471.

Chen, N. and Paull, R.E. (1986). Deverlopment and prevention of chilling iujury in papaya fruit. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 11(4): 639-643.

Ding, C.K., Wing, C.Y., Gross, K.C. and Smith, D.L. (2001). Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. **Plant Science.** 161: 1153-1159.

Dodds, G.T., Brown, J.W. and Ludford, P.M., 1991. Surface color changes of tomato and other solanaceous fruit during chilling. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 116: 482-490.

El-Assi, N.M. (2004). Alleviating chilling injury and maintaining quality of tomato fruit by hot

water treatment. **Emir. J. Agric. Sci.** 16(1): 1-7.

El-hilali, F., Oubahon, A.A., Remali, A. and Akhayat, O. (2003). Chilling injury and peroxidase activity changes in "Fortune" mandarin fruit during low temperature storage. **Bule. J. Plant Physiol**. 29(1-2): 44-54.

Erkan, M., Pekmezci, M. and Wing, C.Y. (2005). Hot water and curing treatments reduce chilling injury and maintain post-harvest quality of 'Valencia' oranges. **Int. J. Food Sci. Technol.** 40: 91-96.

Farag, K.M. and Nagy, M.N. (2012). Effect of pre- and postharvest calcium and magnesium compounds and their combination treatment on "Anna" apple fruit quality and shelf life. **J. Hort. Sci. & Ornaman Plants**. 4(2): 155-168.

Gharezi, M., Joshi, N. and Sadeghian, E. (2012). Effect of postharvest treatment on stored cherry tomatoes**. J. Nutr Food Sci**. 2(8): 157-167.

Gonzalez-Aguilar, G.A., Buta, J.G. and Wing, C.Y. (2001). Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour development of 'Kent' mangoes. **J. Sci. Food Agric.** 81: 1244-1249.

Gupta, N., Jawandha, S.K. and Gill, P.S. (2011). Effect of calcium on cold storage and post-storage quality of peach. **J. Food Sci. Technol**. 48(2): 225-229.

Holb, I.J., Balla, B., Vamos, A. and Gall, J.M. (2012). Influence of preharvest calcium applications, fruit injury and storage atmospheres on postharvest brown rot of apple. **Postharv. Biol. Technol**. 67: 29-36.

Hong, J.H. and Gross, K.C. (2000). Involvement of ethylene in development of chilling injury in fresh-cut tomato slices during cold storage. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 125(6): 736-741.

Hussain, P.R., Meena, R.S., Dar, M.A. and Wani, A.M. (2012). Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradtion on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. **J. Food Sci. Technol**. 49(4): 415-426.

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.

Kader, A.A. (1992). **Postharvest technology of horticultural**. University of california. California. 296 p.

Kasim, M.U. and Kasim, R. (2011). Vapor heat treatment increase quality and prevent chilling

injury of cucumbers (*Cucumis melo* L. cv. Silor). **Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci**.11: 269-274.

Krarup, C., Toha, J. and Gonzalez, R. (2009). Symptoms and sensitivity to chilling injury of cantaloupe melons during postharvest. **Chilean. J. Agric. Res**. 69: 125-133.

Kumah, P., Olympio, N.S. and Tayviah, C.S. (2011). Sensitivity of three tomato (*Lycopersicon esculentun*) cultivar-Akoma, Pectomech and Power- to chilling injury. **Agric. Biol. J. N. Am**. 2(5): 799-805.

Lee, E., Sargent, S.A. and Huber, D.J. (2007). Physiological changes in roma-type tomato induced by mechanical stress at several ripeness stages. **HortScience**. 42(5): 1237-1242.

Lopez, C.A., Botia, M., Alcaraz, C.F. and Riquelme, F. (2003). Effects of foliar sprays containing calcium, magnesium and titanium on plum (*Prunus domestica* L.) fruit quality. **J. Plant Physiol**. 160: 1441-1446.

Lotze, E., Joubert, J. and Theron, K.I. (2008). Evaluating pre-harvest foliar calcium applications to increase fruit calcium and reduce bitter pit in 'Golden Delicious' apple. **Scientia Horticulturae**. 116: 299-304.

Luengwilai, K. and Beckles, D.M. (2010). Climacteric ethylene is not essential for initiating chilling injury in tomato (*Lycopersicon esculentun*) cv. Ailsa Craig. **J. Stored Prod. Postharvest Res.** 1(1): 1-8.

Luengwilai, K., Beckles, D.M. and Saltveit, E. (2012). Chilling-injury of harvested tomato (*Lycopersicon esculentun* L.) cv. Micro-Tom fruit is reduced by temperature pre-treatments. **Postharv. Biol. Technol**. 63: 123-128.

Lumpkin, H.M. (2005). **A comparison of lycopene and other phytochemicals in tomatoes grown under conventional and organic management systems**. Technonical Bulletin No.34. AVRDC. Taiwan. 48 pp.

Luna-Guzman, I., Cantwell, M. and Barrett, D.M. (1999). Fresh-cut cantaloupe: effects of $CaCl_2$ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharv. Biol. Technol**. 17: 201-213.

Manganaris, G.A., Vicente, A.R. and Crisosto, C.H. (2008). Effect of pre-harvest and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality. **Nutrition and Natural Resources**. [On-line]. Available: http://www/cababstractsplus.org/cabreviews.

McDonald, R.E. and McCollum, T.G. (1998). Heat treatment of mature-green tomatoes: differential effects of ethylene and partial ripening. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 123(3): 457-462.

McDonald, R.E., McCollum, T.G. and Baldwin, E.A. (1999). Temperatore of water heat treatment influences tomato quality following low-temperature storage. **Postharv. Biol. Technol**. 16: 147-155.

Mutari, A and Debbie, R. (2011). The effects of postharvest handling and storage temperature on the quality and shelf of tomato. **Afr. J. Food Sci.** 5(7): 446-452.

Ozden, M. (2009). Effect of calcium salts on chilling tolerance in cucumber (*Cucumis sativus* L.*)* seeding roots. **J. Agric. Fac. HR. U.** 13(1): 33-41.

Pantastico, Er.B., (1975). **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruit and vegetable**. AVI. Westport. 454 p.

Pérez-Tello, G. O., Angel Martínez-Téllez, M., Vargas-Arispuro, I. and González-Aguilar, G.A. (2009). Chilling Injury in Mamey Sapote Fruit (*Pouteria sapota*). **Amr. J. Agric. Bio Sci**. 4(2): 137-145.

Promyou, S., Supapvanich, S. and Boodkord, B. (2012). Alleviation of chilling injury in jujube fruit (*Ziziphus jujube* Mill) by dipping in 35 ^{o}C water. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)**. 46: 107-119.

Purvis, A.C. (1997). Role of alternative oxidase in limiting superoxide production by plant mitochondria. **Physiol. Plant**. 100: 165-170.

Rab, A. and Haq, I. (2012). Foliar application of calcium chloride and borax influences plant growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentun* Mill.) fruit. **Turk J. Agric.** 36: 695-701.

Rao, T.V.R., Gol, N.B. and Shah, K.K. (2011). Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). **Scientia Horticulturae**. 132: 18-26.

Rabiei, V., Shirzadeh, E., Sharafi, Y. and Mortazavi, N. (2011). Effects of postharvest application of calcium nitrate and acetate on quality and shelf-life improvement of “Jonagold” apple fruit. **J. Med. Plant. Res.** 5(19): 4912-4917.

Saltveit, M.E. (1999). Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharv. Biol. Technol**. 15: 279-292.

Saltveit, M.E. and Hepler, P.K. (2004). Effect of heat shock on the chilling sensitivity of trichomes

and petioles of African violet (*Saintpalia ionantha*). **Physiol. Plant.** 121: 35-43.

Schirra, M. and D'hallewin, G. (1997). Storage performance of forture mandarins following hot water dips. **Postharv. Biol. Technol**. 10: 229-238.

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'). **Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)**. 39(1): 35.44.

Sfakiotakis, E., Chlioumis, G. and Gerasopouls, D. (2005). Preharvest chilling reduces low temperature breakdown incidence of kiwifruit. **Postharv. Biol. Technol**. 38: 169-174.

Sharma, R.R., Singh, D. and Pal, R.K. (2013). Synergistic influence of pre-harvest calcium sprays and postharvest hot water treatment on fruit firmness, decay, bitter pit incidence and postharvest quality of royal delicious apple (*Malus x domestica* Borkh). **Amer. J. Plant. Sci**. 4: 153-159.

Sharom, M., Willemot, C. and Thompson, J.E. (1994). Chilling injury induce lipid phase changes in membranes of tomato fruit. **Plant Physiol.** 105: 305-308.

Shirzadeh, E., Rabiei, V. and Sharafi, Y. (2011). Effect of calcium chloride ($CaCl_2$) on postharvest quality of apple fruits. **Afr. J. Agric. Res**. 6(22): 5139-5143.

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

Wang, C.Y. (1990). **Chilling injury of horticultural crop**. CRC press. Florida. 313 p.

Wang, C.Y. (2000). Effect of heat treatment on postharvest quality of kale, collard and Brussels sprouts. **Acta Hort (ISHS).** 518: 71-78.

Wang, C.Y. (2010). Alleviation of chilling injury in tropical and subtropical fruits. **Acta Hort**. 864: 267-273.

Whitaker, B.D. (1994). Lipid changes in mature-green tomatoes during ripening, during chilling and after rewarming subsequent to chilling. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 119(5): 994-999.

Yang, J., Fu, M.R., Zhao, Y.Y. and Mao, L.C. (2009). Reduction of chilling injury and ultrastructural demage in cherry tomato fruits after hot water treatment. **Agricultural Sciences in China**. 8(3): 304-310.

Youssef, K., Ligorio, A., Sanzani, S.M., Nigro, F. and lpplito, A. (2012). Control of storage diseases of citrus by pre- and postharvest application of salts. **Postharv. Biol. Technol**. 72: 57-63.

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 แปลงปลูกทดสอบ ฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาเทคโนโลยีสุรนารี

ภาพผนวกที่ 2 วิธีการใส่หินฝุ่นจะใส่ในลักษณะผง ที่ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร โดยใส่ก่อนปลูก หรือใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น

ภาพผนวกที่ 3 มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 ในระยะสุกแดง (red stage) อายุประมาณ 85 วัน

ภาพผนวกที่ 4 การเก็บรักษาผลมะเขือเทศเชอรี่ในถุงพลาสติก (PE) เจาะรู และนำไปเก็บรักษาในอุณหภูมิต่างๆ

ตารางภาพผนวกที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ยของมะเขือเทศเชอรี่ทั้ง 3 การทดลอง

ชุดทดลอง	ผลผลิต
	กิโลกรัม./ไร่
1. ชุดควบคุม (เฉลี่ยทั้ง 3 การทดลอง)	3,000 d
2. การใส่หินฝุ่น 0 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 0 ppm	3,456 c
3. การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 0 ppm	5,120 ab
4. การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 0 ppm	4,045 b
5. การใส่หินฝุ่น 0 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm	4,378 b
6. การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm	5,453 a
7. การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 70 ppm	4,173 b
8. การใส่หินฝุ่น 0 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 80 ppm	3,840 b
9. การใส่หินฝุ่น 30 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 80 ppm	3,200 c
10. การใส่หินฝุ่น 40 กก./ไร่ + ฉีดพ่นสารละลายหินฝุ่น 80 ppm	3,661 bc
F-test	**
CV (%)	22.10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายปริญญา เทพฒรงค์ เกิดเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529 ที่อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์กาญจนบุรี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ในปี พ.ศ. 2548 ได้เข้าศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญา พ.ศ. 2552 อีกทั้งได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท เอกเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยได้รับทุนการศึกษาจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา สถาบันวิจัยและพัฒนาและภาคีศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขณะที่ศึกษาอยู่ ได้เป็นผู้ช่วยสอนและผู้ช่วยวิจัยรายวิชา ไม้สวนเศรษฐกิจ วิชาการขยายพันธุ์พืช วิชาการจัดงานสนามและภูมิทัศน์ และวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ของสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และ ในปี พ.ศ. 2556ได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และธนาคารเพื่อการเกษตร (ธ.ก.ส.) เพื่อดำเนินการวิจัยหัวในหัวข้อเรื่อง “โครงสร้างต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตมันสำปะหลัง”

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี