การใช้สารช่วยยืดอายุสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

พนิดา เมฆทัพ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
พฤษภาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การใช้สารช่วยยืดอายุสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค"
ของนางสาว พนิดา เมฆทัพ
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธวิช อินทรพันธุ์)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มยุรี กระจายกลาง)

.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จตุรพร รักษ์งาร)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร เปรมจิต)

อนุมัติ

.....
(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

15 มิ.ย. 2560

ประกาศคุณูปการ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. มยุรี กระจายกลาง ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. จตุรพร รักษ์งาร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร เปรมจิต และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธวิช อินทรพันธุ์ ที่ได้เป็นเกียรติมาเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิให้ความกรุณาแนะนำแนวคิดในการเขียนวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2559 ในบางส่วน เพื่อทำความวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้เครื่องมือ – อุปกรณ์ ในระหว่างการปฏิบัติงานด้วยดีเสมอมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด

พนิดา เมฆทัพ

ชื่อเรื่อง	การใช้สารช่วยยืดอายุสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค
ผู้วิจัย	พนิดา เมฆทัพ
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มยุรี กระจายกลาง
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จตุรพร รักษ์งาร
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2559
คำสำคัญ	สับปะรดตัดแต่ง สารช่วยยืดอายุ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้สารในการช่วยยืดอายุสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ด้วยกรรมวิธีที่ใช้สาร แอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และการนำสารมาผสมใช้ร่วมกัน โดยใช้สับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่น มีความบริบูรณ์ระดับ 2 -3 (มีสีเหลืองประมาณ ¼ ถึง ½ ของผล โดยขอบตามีสีเหลืองบ้างเล็กน้อย ถึงเหลืองกระจายทั่วทั้งผล ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวในเชิงการค้า) มาล้าง ปอกเปลือกและตัดแต่ง ก่อนนำไปทดสอบกับสารในแต่ละการทดลอง หลังจากนั้น บรรจุลงกล่องพลาสติกใส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้แช่ 2-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ทุก 2 วัน บันทึกข้อมูลคุณภาพ ดำเนินการทดลองระหว่าง เดือนมีนาคม 2557 ถึง เมษายน 2559 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT ที่ระดับ 95% ประกอบด้วย 4 การทดลอง

การทดลองที่ 1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารแอสคอร์บิกในการลดการเกิดสีน้ำตาลและชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์ห้วยมุ่น โดยใช้แอสคอร์บิกในรูปสารละลายเดี่ยวที่ระดับความเข้มข้น 0% (ชุดควบคุม โดยใช้น้ำกลั่น), 0.5% และ 1.0% แช่นาน 2 นาที พบว่า สารละลายแอสคอบิก 0.5 - 1.0% มีแนวโน้มลดการเกิดสีน้ำตาลในสับปะรดตัดแต่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่า L* และมีแนวโน้มชะลอการเสื่อมสภาพ โดยรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำและปริมาณวิตามินซีค่อนข้างสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ด้านรสชาติทุกกรรมวิธีมีรสหวานและกลิ่นปกติ ยกเว้นในชุดควบคุมปรากฏรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นมากที่สุดในวัน 6 ของการเก็บรักษา และสารละลายแอสคอบิก 1.0% ทำให้เกิดกลิ่นแปลกปลอมเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่ทุกกรรมวิธีมีค่าการยอมรับโดยรวมสูงสุดในวัน 6 ของการเก็บรักษา ดังนั้น สารละลายแอสคอร์บิกที่ 0.5% ชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งได้ดีที่สุด โดยประเมินจากลักษณะที่ปรากฏ และให้คะแนนการยอมรับสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษานานสุด 8.5 วัน ที่ อุณหภูมิ 6.03±0.03 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และสารละลายแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 1% ซึ่งให้อายุการเก็บรักษา 7.5 และ 7 วัน ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารซิตริกในการลดการเกิดสีน้ำตาลและชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์ห้วยมุ่น โดยใช้ซิตริกในรูปสารละลายเดี่ยวที่ระดับความเข้มข้น 0% (ชุดควบคุม โดยใช้น้ำกลั่น), 0.5% และ 1.0% แช่นาน 2 นาที พบว่า ซิตริก 0.5% มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดสีน้ำตาลในสับปะรดตัดแต่งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเฉพาะในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องการเปลี่ยนแปลงของค่า L* ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้น (สีสว่าง) และพบค่าการรั่วไหลของประจุของต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ด้านประสาทสัมผัสมีการเกิดกลิ่นแปลกปลอมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่สำหรับซิตริก 0.5% มีการเกิดกลิ่นแปลกปลอมน้อยที่สุด แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านความกรอบพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% และ 1.0% สามารถคงความกรอบได้ดีในช่วง 4 วันแรกของการทดลอง แต่ซิตริก 0.5% มีคะแนนความกรอบที่มากและยาวนานกว่ากรรมวิธีอื่น ดังนั้น กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีแนวโน้มในการชะลอการเสื่อมสภาพได้ดีที่สุด เห็นได้ชัดเจนจากการลดการเกิดสีน้ำตาลในสับปะรดตัดแต่งส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษานานสุด 8.5 วัน ที่ อุณหภูมิ 2.46±0.04 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และสารละลายซิตริกที่ความเข้มข้น 1% ซึ่งให้อายุการเก็บรักษา 7.5 และ 7 วัน ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารแคลเซียมคลอไรด์ในการเพิ่มความแข็งแรงและชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์ห้วยมุ่น โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ในรูปสารละลายเดี่ยวที่ระดับความเข้มข้น 0% (ชุดควบคุม โดยใช้น้ำกลั่น), 1.0% และ 2.0% พบว่าสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% มีแนวโน้มชะลอการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อสับปะรดตัดแต่ง โดยมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดควบคุมและมากที่สุดจนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่า L* ซึ่งแคลเซียมคลอไรด์ 1.0-2.0% มีค่าสูงกว่า (สว่างมากกว่า) ชุดควบคุมในวันที่ 4-6 ของการเก็บรักษา และมีความสามารถในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา แต่ในด้านประสาทสัมผัส แคลเซียมคลอไรด์ 1.0-2.0% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของรสเปรี้ยวและรสชาติแปลกปลอมเมื่อมีจำนวนวันเก็บรักษานานขึ้น

และโดยรวมให้ค่าความกรอบในสับปะรดตัดแต่งมากกว่าชุดควบคุม และค่อยๆ ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แคลเซียมคลอไรด์ 1.0% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่าทุกกรรมวิธี ดังนั้น สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งได้ดีที่สุด โดยประเมินจากลักษณะทางกายภาพ ลักษณะที่ปรากฏ และให้คะแนนการยอมรับสูงสุด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษานานสุด 6.5 วัน ที่ อุณหภูมิ 4.75±0.03 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 2.0% ซึ่งให้อายุการเก็บรักษา 5.5 และ 6 วัน ตามลำดับ

การทดลองที่ 4 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารรูปสารละลายเดี่ยว และสารผสม ต่อการปรับปรุงคุณภาพและชะลอการการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์ห้วยมุ่นต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ใช้สารละลายในระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุด นำมาใช้ในรูปสารละลายเดี่ยวและสารผสม ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี ได้แก่ แอสคอร์บิก 0.5%, ซิตริก 0.5%, แคลเซียมคลอไรด์ 1.0%, แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5%, แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1.0%, ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1.0%, แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1.0% และกรรมวิธีควบคุม (น้ำกลั่น)

จากการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า การใช้ แอสคอร์บิก 0.5% หรือ ซิตริก 0.5% ในรูปสารละลายเดี่ยว สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพ เพิ่มค่า L^* และ b^* ทำให้สับปะรดมีสีเหลืองและชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของสับปะรดตัดแต่งได้ดี ดังการทดลองก่อนหน้านี้ แอสคอร์บิก 0.5% เพิ่มปริมาณวิตามินซีได้ให้สูงขึ้นวันเริ่มแรกของการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อีกทั้งลดการเกิดกิจกรรมเอมไซม์โพลีฟีนอล รวมทั้งมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน 7.5 วัน (ที่อุณหภูมิ 2.41±0.03 องศาเซลเซียส) แต่อาจจะมีข้อเสียในเรื่องที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ และการใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1.0% ในการทดลองนี้ สามารถลดจำนวนยีสต์และราได้ยาวนานถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ช่วยลดสีน้ำตาลที่ผิวและลดกลิ่นได้เพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม การใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1.0% ไม่มีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งในทุกพารามิเตอร์ ถึงแม้จะให้อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน (ที่อุณหภูมิ 2.41±0.03 องศาเซลเซียส)

กรรมวิธีที่เป็นสารผสมระหว่างแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% ช่วยเสริมประสิทธิภาพในการลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดี สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเพิ่มค่า b^* ได้ อีกทั้งยังทำให้มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ ช่วยลดอัตราการผลิตเอทิลีนให้อายุการเก็บรักษาโดยรวม 4.5 วัน (ที่อุณหภูมิ 2.41±0.03 องศาเซลเซียส) กรรมวิธีที่เป็น

สารผสมระหว่างกรรมวิธีแอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1.0% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ เพิ่มค่า L* ทำให้สับปะรดตัดแต่งมีสีสว่างขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณวิตามินซีทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงต่ำ ลดการเกิดยีสต์และรา มีรสหวานในช่วงแรกแต่เพิ่มรสเปรี้ยวในวันสุดท้ายของการทดลอง เพิ่มความกรอบให้อยู่ในระดับที่ดี ให้อายุการเก็บรักษาโดยรวม 5 วัน (ที่อุณหภูมิ 2.41±0.03 องศาเซลเซียส) และกรรมวิธีที่เป็นสารผสมระหว่างซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1.0% ถึงแม้จะพบว่ามีความสามารถในการลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี ช่วยเสริมประสิทธิภาพในการลดการเกิดสีน้ำตาล รวมทั้ง เพิ่มค่า L* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเพิ่มค่า b* ได้ เพิ่มความแข็งแรงของเซลล์ แต่สารผสมของแคลเซียมคลอไรด์ ให้รสชาติที่ขมและกลิ่นที่แปลกปลอม อาจจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ ให้อายุการเก็บรักษาโดยรวม 3.5 วัน (ที่อุณหภูมิ 2.41±0.03 องศาเซลเซียส)

การใช้สารผสมระหว่างแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1.0% ช่วยเพิ่มปริมาณวิตามินซีได้ในวันเริ่มแรกของการทดลอง นอกจากนั้นไม่มีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งในทุกพารามิเตอร์ให้อายุการเก็บรักษาโดยรวม 4 วัน (ที่อุณหภูมิ 2.41±0.03 องศาเซลเซียส)

ดังนั้น จากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่า สารละลายเดี่ยวและสารละลายผสมมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน การใช้แอสคอร์บิก 0.5% ในรูปสารละลายเดี่ยว รองลงมา คือ สารผสมระหว่างแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการชะลอการเสื่อมสภาพ รักษาคุณภาพการบริโภค และโดยรวมยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งห้วยมุ่นได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี อื่น ๆ ทั้งหมด

Title	USING TREATMENT AGENTS TO IMPROVE SHELF LIFE FOR FRESH CUT PINEAPPLE (*Ananas comosus* (L.) Merr.) CV. "HUAIMUN"
Author	Panida Maketup
Advisor	Assistant Professor Mayuree Krajayklang, Ph.D.
Co - Advisor	Assistant Professor Jaturaporn Rakngan, Ph.D.
Academic Paper	Thesis M.S. in Agricultural Sciences, Naresuan University, 2016
Keywords	Fresh cut pineapple, antibrowning agents, postharvest quality

ABSTRACT

Effect of ascorbic acid, citric acid, calcium chloride and combination with all treatments in prolonging storage life of fresh cut pineapple cv. Huaimun (*Ananas comosus* L. Mess. cv. 'Huaimun') was investigated. Pineapples with a shell color corresponding to stages 2 and 3, meaning 25-50% of shell color change (as a commercial maturity stage) were washed, and sliced, the slices were air dried and then divided into pieces prior to each experiment. The slices were then packed in clamshell trays and stored at 2 – 5 ^{o}C for 10 days. The postharvest quality was observed every two days. The experiments were carried out during March 2014 - April 2016. The completely randomized design (CRD) approach was used throughout the whole experiment with 4 replications of each test. Data were analyzed with F-test, and significant differences ($P<0.05$) among means were determined by Duncan's new multiple range test. The research plan included 4 experiments.

Experiment 1, the purpose of this study was to reduce the incidence of browning and to delay senescence of fresh-cut pineapple by using ascorbic acid. Sample slices were dipped in various concentration of ascorbic acid at 0 (distilled water as a control), 0.5 or 1.0 % (w/v) for two minutes, respectively. The results showed that both of ascorbic acid treatments (0.5-1.0%) appeared to reduce browning incidence which was associated with a change in L* value of pineapple slices. Soluble solids contents and

vitamin C levels also remained significantly higher in treated slices than those in a control ($p \leq 0.05$). According to a sensory test, the flavor of all treatments revealed sweet taste with normal odor, excepting increased sour taste was found in a control at day 6 of the storage, and off-odor was found in 1% ascorbic acid slices when longer storage. However, the overall acceptances of all treatments were highest at day 6 of the storage. In this study, a 0.5% of ascorbic acid showed the best condition to delay senescence of fresh-cut pineapple with the best visual appearance and the highest acceptance at the end of the experiment. This could extend the storage life for fresh-cut pineapple to 8.5 days at 6.03±0.03 °C, while in a control and a 1.0% ascorbic acid treatment had only 7.5 and 7 days, respectively, with no significant difference among treatments ($p > 0.05$).

Experiment 2, the purpose of this study was to reduce the incidence of browning and to delay senescence of fresh-cut pineapple by using citric acid. Sample slices were dipped in various concentration of citric acid at 0 (distilled water as a control), 0.5 or 1.0 % (w/v) for two minutes, respectively. The best results were obtained from the 0.5% citric acid solution which showed reduced browning incidence at day 6 ($p < 0.05$), which was associated with a change in L* value of pineapple slices. As well, electrolyte leakage was lower in the slices treated with the 0.5% solution than those in the 0% control and 1.0% citric acid solutions, but not significantly ($p > 0.05$). The soluble solids content of the pineapple slices showed a small change from both citric acid treatments throughout the storage. All of the pineapple slices developed an off-odor over the storage period of the 10 days, but the off-odor of the slices in the 0.5% level slices was lowest, but not significantly lower than the control ($p > 0.05$). Fruit quality, as in firmness, was well maintained significantly better in the 0.5% treated fruit for the first 4 days of storage than the other two treatments. The results suggest that treating the fresh-cut pineapple with a 0.5% solution of citric acid resulted in better fruit quality, best visual appearance with less browning and delaying senescence of the fresh-cut pineapple. The acceptable storage life of the fresh-cut pineapple was extended in the 0.5% citric acid treated fruit to 8.5 days at 2.46±0.04 °C, while the storage life of the control and the 1% citric acid

treated fruit extended to 7.5 and 7 days, respectively. However, this indicates that there were no significant differences in storage life among the treatments ($p>0.05$).

Next experiment, the purpose of this study was to increase strengthening of the tissue and to delay senescence of fresh-cut pineapple by using calcium chloride. The pineapple was treated with calcium chloride consisted of 0, 1.0 or 2.0% (w/v). It was found that the calcium chloride at a concentration of 1% reduced deterioration in the texture of the fruit for up to 8 days of the storage compared to the control. Samples treated with calcium chloride concentrations at both 1.0% and 2.0%, retained higher L* values than the control at days 4-6 of storage and browning incidence was reduced over the 10 day storage period. Assessed by sensory tests, off-flavor development and acid taste increased with longer storage. Both 1.0% and 2.0% concentrations of calcium chloride appeared to increase crispness (assessed as a bite test) but this reduced with longer storage. Overall, the quality of the cut fruit, based on physical characteristics and visual appearance, was highest with the 1% calcium chloride samples, on day 6 of storage, and extended the storage life of fresh-cut pineapple to 6.5 days at $4.75\pm0.03^{\circ}C$. The storage life, with acceptable fruit quality, of the 2% calcium chloride treated samples was extended to 6 days. There was no significant difference between the treatments with 1.0% or 2.0% calcium chloride ($p>0.05$). The storage life of the control was extended to only 5.5 days, which is also not significantly different to the calcium chloride treatments' effect.

Last experiment, study of the efficacy of single-component and compound formulations on the improvement of quality and delay of deterioration of cut pineapple was investigated, continued from experiments 1, 2, 3 and used the solution at the best concentration in previous experiments, with single and mixed formulations. There were 8 treatments included with ascorbic acid 0.5%, citric acid 0.5%, calcium chloride 1.0%, ascorbic acid 0.5% + citric acid 0.5%, ascorbic acid 0.5% + calcium chloride 1.0%, citric acid 0.5% + calcium chloride 1.0%, ascorbic acid 0.5% + citric acid 0.5% + calcium chloride 1.0% (w/v) and distill water (a control).

In this study, showed that the single substance such as ascorbic acid 0.5% or citric acid 0.5% appeared to reduce browning incidence which were associated with a change in L* and b* value of pineapple slices. Ascorbic acid 0.5% increased vitamin C levels at the first day of storage, remained significantly higher in treated slices than in a control ($p<0.05$), and reduced enzyme browning reaction. Storage life of each treated fresh-cut pineapple was extended to 7.5 days at 2.41±0.03 ^{o}C. But in that respect may be disadvantage in that did not inhibit the growth of microorganisms. Overall, the use of calcium chloride 1.0% alone could reduce yeast and molds up to 8 days of storage, slightly reduced browning on the skin and minimized odor in treated fresh cut slices. However, calcium chloride 1.0% was effective in delaying the deterioration of the cut fruit in all parameters, although the effective storage life was 6 days at 2.41±0.03 ^{o}C.

The treatment as a mixture of ascorbic acid 0.5% + citric acid 0.5% appeared to reduce browning incidence and retained higher L* values than the control ($p<0.05$), and showed higher b* values. A low level of pH and a reduction in ethylene production were observed with treated slices. Storage life of the treated fruit was extended to 4.5 days at 2.41±0.03 ^{o}C.

For the treatment as a mixture of ascorbic acid 0.5% + calcium chloride 1.0%, could reduce weight loss and remained higher L* value of pineapple slices. The ascorbic acid 0.5% + calcium chloride 1.0% appeared to increase the amount of vitamin C, to remain the pH in low level, to reduce yeast and mold in treated fruit. Assessed by sensory tests, the sweetness was observed at the beginning of storage, but turned to sourness on the last day of the experiment with acceptable firmness. Storage life of the fresh-cut pineapple was extended in treated fruit to 5 days at 2.41±0.03 ^{o}C.

The treatment as a mixture of citric acid 0.5% + calcium chloride 1.0% showed a reduction in the growth of microorganisms and gave higher L* values in treated slices significantly than in the control ($p<0.05$). Although, this could reduce browning incidence on the fruit with higher b* values, and increased the strength of the cell, was unacceptable as because of calcium chloride either in a single solution or mixed solution

possibly made treated fruit slices having bitter taste and unusual odor. Storage life of the fresh-cut pineapple was extended in treated fruit to only 3.5 days at 2.41±0.03 $^{\circ}$C.

The treatment as a mixture of ascorbic acid 0.5% + citric acid 0.5%+ calcium chloride 1.0% could increase the amount of vitamin C level in fruit slices on the first day of the storage. However, it did not have any effect on reducing the deterioration of fresh cut pineapple in all parameters. Storage life in treated fruit was extended to only 4 days at 2.41±0.03 $^{\circ}$C.

Therefore, this experiment suggests that a single solution or a combination solution of treatment agents gave various effects on fruit quality. The use of ascorbic acid 0.5% (alone) as a single solution, or a combination treatment of ascorbic acid 0.5% + citric acid 0.5% appeared to be the most successful condition to delay senescence of fresh-cut pineapple, with acceptable fruit quality, and to extend the storage life compared to other treatments.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ	3
	ขอบเขตของงานวิจัย	3
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	สับปะรด (Pineapple)	4
	ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค	9
	การเปลี่ยนแปลงภายหลังการตัดแต่งผักและผลไม้	12
	ปัญหาที่มักเกิดกับผักและผลไม้ตัดแต่ง	14
	การยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ตัดแต่ง	18
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	27
	วัสดุ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	27
	วิธีดำเนินการทดลอง	30
	แผนการทดลอง	31
	การเตรียมสาร	33
	การบันทึกข้อมูล	34
	การวิเคราะห์ข้อมูล	45
	ระยะเวลาทำการทดลอง	45
	สถานที่ทดลองและเก็บข้อมูล	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**.....	46
	การทดลองที่ 1 ผลของสารแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค.....	46
	การทดลองที่ 2 ผลของสารซิตริกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค.....	80
	การทดลองที่ 3 ผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค.....	118
	การทดลองที่ 4 ผลของสารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ ในรูปแบบสารเดี่ยวและสารผสมร่วมกันต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค.....	155
5	**บทสรุป**.....	206
	สรุปผลการวิจัย.....	206
	อภิปรายผลการวิจัย.....	210
	ข้อเสนอแนะ.....	219
บรรณานุกรม.....		221
ภาคผนวก.....		230
ประวัติผู้วิจัย.....		237

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของส่วนเนื้อที่รับประทานได้ของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย.....	6
2	ระดับความบริบูรณ์ของสับปะรดโดยใช้สีผิวเปลือกสับปะรดเป็นดัชนี.....	7
3	คุณค่าทางอาหารของเนื้อสับปะรดสุก.....	7
4	การวัดอัตราการหายใจละการผลิตเอทิลีน.....	37
5	การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น ต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03 °C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).....	47
6	ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).....	48
7	ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).....	49
8	ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 12 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).....	50
9	ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).....	51
10	ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).....	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

11 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 53

12 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82 ± 0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10) 55

13 ความเป็นกรด - ด่าง ของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 56

14 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)... 57

15 ปริมาณวิตามินซี ของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 59

16 อัตรการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 60

17 อัตราการผลิตเอทิลีน ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 61

18 ปริมาณการรั่วไหลประจุของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day0,2,4,6,8,10).... 62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

19 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 63

20 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 65

21 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 67

22 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 69

23 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 71

24 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 73

25 ความกรอบของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 75

26 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

27 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิก ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 78

28 การสูญเสียน้ำหนัก ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 81

29 ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 82

30 ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10))..... 84

31 ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 85

32 ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 87

33 ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 89

34 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

35 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 93

36 ความเป็นกรด- ด่าง ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 94

37 ปริมาณกรดไทเทรตได้ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 95

38 ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 96

39 อัตราการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 98

40 อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 99

41 ปริมาณการรั่วไหลประจุของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 100

42 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 101

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

43 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 103

44 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 105

45 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 107

46 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 109

47 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 111

48 ความกรอบของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 113

49 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 115

50 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

51 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 119

52 ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 120

53 ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 122

54 ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 123

55 ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 125

56 ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 127

57 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 128

58 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้แคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 130

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

59 ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 131

60 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 132

61 ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 133

62 อัตราการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 135

63 อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 136

64 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 137

65 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 138

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

66 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 140

67 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 0 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 142

68 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 144

69 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 146

70 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 148

71 ความกรอบของสับปะรดจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 150

72 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 12 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)... 152

73 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 12 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 153

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

74 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 156

75 ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 158

76 ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 160

77 ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 162

78 ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 164

79 ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน(Day 0,2,4,6,8,10)..... 166

80 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 168

81 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 170

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

82 ความเป็นกรด - ด่างของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 172

83 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 174

84 ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 176

85 อัตราการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 178

86 อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 180

87 ปริมาณการรั่วไหลประจุของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 182

88 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 184

89 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 186

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

90 ปริมาณยีสต์และราของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 188

91 ปริมาณโคลิฟอร์มของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 189

92 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 191

93 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน(Day 0,2,4,6,8,10)..... 193

94 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน(Day 0,2,4,6,8,10)..... 195

95 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 197

96 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 199

97 ความกรอบของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)..... 201

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

98 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)... 203

99 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10).... 204

100 สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาในตู้แช่การทดลองที่ 1..... 233

101 สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาในตู้แช่การทดลองที่ 2..... 234

102 สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาในตู้แช่การทดลองที่ 3..... 235

103 สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาในตู้แช่การทดลองที่ 4..... 236

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 สารประกอบฟีนอลที่เป็นสับสเตรทในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส 15
2 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส 16
3 สูตรโครงสร้างแอสคอร์บิก 18
4 การทำงานของสารรีดิวซิงเอเจนต์ต่อการลดการเกิดสีน้ำตาล 19
5 สูตรโครงสร้างซิตริก 20
6 โครงสร้าง Egg-box model เมื่อปริมาณแคลเซียมอิออนต่ำ (A) และสูง (B) 21
7 กราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโปรตีนมาตรฐานกับการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร 39
8 การตรวจสอบ Coliform, Faecal Coliform 42
9 เกณฑ์การให้คะแนนสับปะรด 43
10 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก 79
11 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารซิตริก 117
12 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ 154
13 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 205

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ผลิตภัณฑ์ผลไม้ตัดแต่งได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากสภาพสังคม เศรษฐกิจ ที่เร่งรีบในปัจจุบันทำให้ ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่สะดวกรวดเร็วต่อการเตรียมและบริโภค (สุวิมล วัฒนะพันธ์ศักดิ์, 2549) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ยังคงความสด สะอาด และยังคงคุณภาพเดิมได้ใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด (สรวงสุดา ไชยทิพย์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2539) ผลไม้ตัดแต่ง หรือที่เรียกว่า fresh-cut fruit หรือ minimally processed fruit คือ ผลไม้สดที่นำมาปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพโดยผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด การคัดเลือก การปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้น การบรรจุ และเก็บในสภาวะที่เหมาะสม ยังคงรักษาความสดไว้จนถึงผู้บริโภค ผลไม้ตัดแต่งเป็นที่นิยมแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบันซึ่งผลไม้ที่ได้รับความนิยมนำมาตัดแต่งพร้อมบริโภคมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ สับปะรด แตงโม มะละกอ เป็นต้น (จรวยพร สมแก้ว, 2552)

หนึ่งในผลไม้ที่เป็นที่นิยมคือ สับปะรดซึ่งเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศไทยและผู้บริโภคมักเลือกผลิตภัณฑ์สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งมีหลายแบบให้ได้เลือกตามความต้องการ (จรวยพร สมแก้ว, 2552) สายพันธุ์สับปะรดที่ปลูกในประเทศไทย มี อยู่ 7 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวียหรือสับปะรดศรีราชา พันธุ์อินทรชิตหรือสับปะรดพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ขาว พันธุ์ภูเก็ตหรือพันธุ์สวี พันธุ์นางแลหรือพันธุ์น้ำผึ้ง พันธุ์ตราดสีทอง และพันธุ์ภูแล (กานดา หวังชัย และคณะ, 2555) และสายพันธุ์สับปะรดที่กำลังเป็นที่นิยมคือ สับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่น (cv. Huaimun) คือสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ที่นำมาปลูกในพื้นที่ตำบลห้วยมุ่น อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ แต่กลับมีคุณลักษณะแตกต่างจากลักษณะเดิม คือ สับปะรดฉ่ำ รสชาติหวานนุ่มนวล มีสีเหลือง อมน้ำผึ้ง มีน้ำมาก ไม่ฝาดลิ้น ทำให้สับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นเป็นของขึ้นชื่อของจังหวัดอุตรดิตถ์และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจากผู้บริโภค (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2556) เป็นโอกาสทางการตลาดที่น่าจะส่งเสริมพันธุ์ท้องถิ่นและยกระดับคุณภาพเพื่อการบริโภคผลสด อีกทั้งผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นสินค้าอีกอย่างหนึ่งที่มีมูลค่าในการส่งออก โดยในปัจจุบันมีผู้ค้าที่นำผลไม้แปรรูปพร้อมบริโภคนี้ส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศมากขึ้น ดังนั้นจึงจะต้องมีการพัฒนาการผลิตและวิธีการเก็บรักษาให้สามารถยืดอายุผลไม้ตัดแต่งให้มีอายุการเก็บได้นานขึ้น เมื่อสินค้ามีคุณภาพดีก็จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ค้า เป็นการเพิ่มมูลค่าทางการตลาดและเพิ่มมูลค่าของสินค้า

รวมทั้งเพิ่มช่องทางการตลาดให้แก่ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ทั้งการจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศ (เบญจมาส รัตนซินกร และคณะ, 2550)

อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์สับปะรดตัดแต่งมักประสบปัญหาการเน่าเสีย การเสื่อมสภาพเนื่องจากการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานและผ่านกระบวนการแปรรูปหลายขั้นตอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นๆ จึงทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลาย และก่อให้เกิดการสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ธนิตชยา พุทธมี และคณะ, 2553) ส่งผลให้ผลไม้มีอายุการเก็บรักษาสั้น 1-2 วัน ในอุณหภูมิห้องภายหลังจากการตัดแต่ง จึงมีความจำเป็นที่จะพัฒนาและหาแนวทางในการยืดอายุการวางจำหน่ายของผลไม้ตัดแต่งซึ่งมีหลายวิธีและในวิธีการนั้นคือการใช้สารเคมีเพื่อรักษาคุณลักษณะและช่วยในเรื่องของการเน่าเสีย (สุดารัตน์ ตัญเจริญสุขจิต, 2551) การใช้สารเคมีเพื่อยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีเป็นสีน้ำตาล ตัวอย่าง เช่น การใช้สารแอสคอร์บิกในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวผลไม้ตัดแต่งได้ (González-aguilar, et al., 2004) การใช้กรดซิตริกเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์กับผลไม้ตัดแต่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วรงค์รัตน์ ภู่กร, 2549) หรือการใช้แคลเซียมคลอไรด์สำหรับปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้มีความแข็งแรง ป้องกันการอ่อนนิ่มของผลไม้ตัดแต่งที่มักเกิดขึ้นภายหลังการตัดแต่ง (Martín-Diana, et al., 2007) ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเน่าเสียในสับปะรดตัดแต่ง และแคลเซียมคลอไรด์สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาไว้ได้ (ปรางค์ทอง กวานห้อง และคณะ, 2550)

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาและพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมในการใช้สารช่วยยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งพันธุ์ห้วยมุ่นพร้อมบริโภค ซึ่งเป็นผลไม้ที่ยังไม่มีการศึกษามากนัก สามารถคงคุณภาพการเก็บรักษาและช่วยยืดอายุการเก็บได้นานขึ้น

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และสรีรวิทยาบางประการของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังการใช้สารที่ช่วยยืดอายุและป้องกันการเสื่อมสภาพ

2. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารต่อการชะลอการเสื่อมสภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดการเสื่อมสภาพและยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคได้นานขึ้น
2. ได้วิธีการที่เหมาะสมในการผลิตสับปะรดตัดแต่งให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค
3. ผลการศึกษาสามารถเผยแพร่สู่ชุมชนและผู้จำหน่ายสับปะรดตัดแต่งได้
4. สามารถประยุกต์ใช้กับผลไม้สดตัดแต่งชนิดอื่นได้

ขอบเขตของงานวิจัย

1. การวิจัยนี้มุ่งเน้นถึงการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยใช้ กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และ แคลเซียมคลอไรด์
2. การวิจัยครั้งนี้ใช้พันธุ์ห้วยมุ่น ใช้ดัชนีสีเปลือกในการคัดเลือกสับปะรดที่นำมาทดลองโดยมีความบริบูรณ์ระดับ 2 (มีสีเหลืองประมาณ ¼ ของผล ขอบตามีสีเหลืองบ้างเล็กน้อย) และระดับ 3 (มีสีเหลืองประมาณ ½ ของผล ขอบตามีสีเหลืองกระจายทั่วทั้งผล) สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น
3. การวิจัยนี้ดำเนินการในช่วงฤดูการผลิตในปี 2557-2559 เท่านั้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สับปะรด (Pineapple)

สับปะรด *(Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นผลไม้เขตร้อนวงศ์ Bromeliaceae หนึ่งในสายพันธุ์ที่เป็นที่นิยมในทางการค้าคือสายพันธุ์ ปัตตาเวีย (Smooth Cayenne) และยังมีสายพันธุ์อื่นที่ขนาดของผลเล็กลงมา เช่น อินทรชิตหรืออินทรชิตแดง (Singapore Spanish) พันธุ์ขาว (Selangor green) พันธุ์ภูเก็ต (Malacca Gueen) (วรรณวิศา โพธิ์ศรี, 2553) สับปะรดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมนำมาบริโภคสด รวมทั้งนำมาใช้ในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปเพื่อการส่งออก (จรวยพร สมแก้ว, 2552) และสับปะรดยังเป็นผลไม้เศษรฐกิจสำคัญที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย โดยจะเห็นได้ว่าสับปะรดที่วางจำหน่ายอยู่ทั่วไปตามร้านค้าหรือตามท้องตลาด มักเป็นสับปะรดสดที่จำหน่ายเป็นผลสดหรือสับปะรดสดตัดแต่งพร้อมบริโภค (สรวงสุดา ไชยทิพย์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2539) ปัจจุบันไทยเป็นประเทศผู้ผลิตสับปะรด รายใหญ่ที่สุดของโลก โดยประมาณการว่าภายในปี 2557 น่าจะสามารถผลิตสับปะรดส่งออกได้ถึง 2.5 ล้านตัน ทั้งนี้ผลผลิตเฉลี่ยของไทยอยู่ที่ประมาณ 4 ตันต่อไร่ พื้นที่การปลูกทั่วประเทศ มีประมาณ 640,000 ไร่ จากการสำรวจพบว่า มีแนวโน้มของการผลิตสับปะรดบริโภคสดสูงขึ้น เพราะสับปะรดบริโภคสดของไทยมีขนาดผลไม่ใหญ่มากนัก รสชาติหวานกรอบ ปัญหาด้านการเพาะปลูกมีไม่มาก โดยประเทศไทยสามารถผลิตสับปะรดทานสดได้มากถึงปีละ 2-3 แสนตัน สำหรับสับปะรดแปรรูปสามารถสร้างรายได้เข้าประเทศได้ มากกว่า 25,000 ล้านบาทต่อปี ซึ่งเป็นรายได้ที่มากกว่าสินค้าเกษตรตัวอื่น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) อย่างไรก็ตามเป็นโอกาสทางการตลาดที่จะพัฒนาสับปะรดพันธุ์ท้องถิ่น ให้เป็นสายพันธุ์ใหม่ เพื่อการบริโภคสดในการสนองความต้องการของผู้บริโภค

สับปะรดห้วยมุ่น (Pineapple cv. Huaimun)

มีลักษณะทางกายภาพ ด้านรูปทรงเป็นผลทรงกลม มีน้ำหนักโดยประมาณ 1.5-3.5 กิโลกรัม หรือน้ำหนักโดยเฉลี่ย 2.2 กิโลกรัม เปลือกผิวบาง ตาตื้น ผลแก่เต็มที่จะมีสีเปลือกเป็นสีเหลืองอมส้ม เนื้อแน่นหนานิ่ม รสชาติ หวานฉ่ำ หอม สีเนื้อเป็นสีน้ำผึ้ง ไม่ระคายลิ้น เป็นลักษณะที่เด่นชัดของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่น ประวัติความเป็นมาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่น เดิมเป็นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ถูกนำมาปลูกจากจังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อ 50 ปีที่ผ่านมาแล้ว นำมาปลูกในตำบลห้วยมุ่น จังหวัดอุตรดิตถ์ จนกลายเป็นพันธุ์ท้องถิ่นซึ่งมีลักษณะแตกต่างไปจากพันธุ์เดิม (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2556) จึงถูกเลือกนำมาทดสอบในครั้งนี้

การปลูก

สามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ปลูกในฤดูแล้งเช่นเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงฝนแล้ง แดดจัด ซึ่งดินในระยะนี้ยังคงมีความชุ่มชื้นอยู่เพียงพอกับการเจริญเติบโตในระยะแรก พันธุ์ที่ใช้ปลูกควรมีการคัดเลือกและแบ่งกลุ่มให้มีขนาดเท่ากัน ทำให้มีระยะการเจริญเติบโตและผลแก่สม่ำเสมอกัน สามารถดูแลได้ง่ายและคำนวณผลผลิตได้สะดวก ควรปลูกเป็นแถวคู่ โดยใช้หน่อฝังตั้งตรงลงดินลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร แต่ถ้าปลูกในฤดูฝนการฝังหน่อควรฝังเอียง 45 องศา เป็นการป้องกันน้ำขัง แต่ทั้งนี้ระยะห่างของการปลูกจะแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่การปลูก (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2556)

การเก็บเกี่ยว

เมื่ออายุ 1 ปีขึ้นไปสับปะรดจะให้ผลผลิต ต้นสับปะรดที่มีอายุประมาณ 5-6 ปี ช่วงเก็บเกี่ยวในฤดู เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนมกราคม นอกฤดูเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนเมษายน และเดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม เก็บโดยใช้มีดตัดก้านผลโดยเหลือขั้วผลติดไว้เล็กน้อย ควรมีจุกติดเพื่อป้องกันการเน่าเนื่องจากมีบาดแผลที่ขั้วจุก (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2556)

ลักษณะทางคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด

องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (smooth cayenne) ในส่วนเนื้อที่รับประทานได้ (edible flesh) มีค่าระดับแตกต่างกันไปตามสภาพการสุก และการปลูก รวมทั้งปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ซึ่งมักประกอบไปด้วยน้ำ 81.2-86.2 % ปริมาณน้ำตาล 10.8-17.5% ปริมาณกรด 0.06-1.62% เส้นใย 0.30-0.61% เถ้า 0.30-0.42% นอกจากนี้ยังมีวิตามิน เอและวิตามินซี และพบไนอาซีน กรดแพนโตเธนิก ไธอามีน และไรโบแฟลวิน นอกจากนั้นแล้วในสับปะรดพบแร่ธาตุที่พบส่วนใหญ่ในน้ำสับปะรด คือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส โซเดียม เหล็ก สังกะสี และทองแดง (มนทร์ กรแก้ว, 2547)

ตาราง 1 องค์ประกอบทางเคมีของส่วนเนื้อที่รับประทานได้ของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

Chemical composition	fresh weight (%)
Brix	10.8-17.5
titratable acid (as citric acid)	0.60-1.62
ash	0.30-86.2
fiber	0.30-0.61
nitrogen	0.045-0.115
ester extract	0.2
ester extract (ppm)	1-250
pigment (ppm of carotene)	0.2-2.5

ที่มา: อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต, 2547

สับปะรดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric fruit มีการผลิตเอทิลีนต่ำประมาณ 0.1-1.0 µl/kg/h และมีการหายใจต่ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสโดยประมาณ การเก็บเกี่ยวสับปะรดควรเริ่มเก็บเกี่ยวในระยะที่สับปะรดมีความสุกของผลบริบูรณ์หรือหมายถึงอยู่ในระยะพร้อมบริโภค เพราะผลไม้ประเภท non-climacteric เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะไม่สามารถพัฒนาความสุกแก่ต่อไปได้อีก (อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต, 2547) และความบริบูรณ์ของผลสับปะรดควรมีปริมาณน้ำตาลประมาณ 12% และมีปริมาณกรดไม่เกิน 1% จึงจะเป็นสับปะรดที่มีรสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับ (Kader, 2002)

การกำหนดระดับความบริบูรณ์ (maturity) ของผลสับปะรด มีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้คือ การสังเกตจากสีเปลือกสับปะรด โดยมีระดับความสุกที่สามารถสังเกตได้จากสีเปลือกสับปะรด ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก

ตาราง 2 ระดับความบริบูรณ์ของสับปะรดโดยใช้สีผิวเปลือกสับปะรดเป็นดัชนี

ระดับความบริบูรณ์ของสับปะรด	ลักษณะของสีเปลือก
0	สีของเปลือกเขียวเข้มทั้งผล
1	มีสีเหลืองประมาณ 1/8 ของผล
2	มีสีเหลืองประมาณ 1/4 ของผล ขอบตามีสีเหลืองบางเล็กน้อย
3	มีสีเหลืองประมาณ 1/2 ของผล ขอบตามีสีเหลืองกระจายทั่วไป
4	มีสีเหลืองเกือบทั้งผลมีสีเขียวเล็กน้อย
5	มีสีเหลืองเกือบทั้งผล มีสีเขียวน้อยกว่าระดับที่ 4
6	สุกหมดทั้งผลมีสีเหลืองทั้งผล
7	สุกหมดทั้งผลมีสีเหลืองทั้งผล อาจมีน้ำตาลอมแดงในกรณี เน่า ช้ำ

ที่มา: อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต, 2547

ตาราง 3 คุณค่าทางอาหารของเนื้อสับปะรดสุก

ชนิด	ปริมาณ
น้ำ	81.2-86.2 %
น้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (soluble solid ; SS)	10.8-17.5 %
ซูโครส (sucrose)	5.9-12.0 %
กลูโคส (glucose)	1.0-3.2 %
ฟรุกโตส (fructose)	0.6-2.3 %
เซลลูโลส (cellulose)	0.43-0.54 %
เพคติน (pectin)	0.06-0.16 %
กรดที่ไทเทรตได้ (titratable acid; TA)	0.6-1.62 %
กรดซิตริก (citric acid)	0.32-1.22 %
กรดมาลิก (malic acid)	0.1-0.47 %
กรดออกซาลิก (oxalic acid)	0.005 %

ตาราง 3 (ต่อ)

ชนิด	ปริมาณ
เถ้า (ash)	0.32-0.4 %
ไนโตรเจน (nitrogen)	0.045-0.115 %
สารสกัดอีเทอร์ (ether extract)	0.2 %
เม็ดสี (pigment)	0.2-2.5 (ppm of carotene)
แคโรทีน (carotene)	0.13-0.29 (mg)
แซนโทฟิล (xanthophy ll)	0.03 (mg)
เอสเทอร์ (ester)	0.2-2.5 (ppm)
ไนอาซิน (niacin)	200-280 (mg/100 g fw)
กรดแพนโทธีน (pantothenic acid)	75-163 (mg/100 g fw)
ไทเอมีน (thiamine)	69-12 (mg/100 g fw)
ไรโบฟลาวิน (riboflavin)	20-88 (mg/100 g fw)
กรดอะมิโนเบนโซอิก (aminobenzioic acid)	17-22 (mg/100 g fw)
วิตามินบี 6 (vitamin B6)	10-140 (mg/100 g fw)
กรดแอสคอบิค (vitamin C)	10-25 (mg/100 g fw)
กรดโฟลิก (folic acid)	2.5-4.8 (mg/100 g fw)
วิตามินเอ (vitamin A)	0.02-0.04 (mg/100 g fw)

ที่มา: อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต, 2547

ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค (minimally processed fruit หรือ fresh-cut fruit) หมายถึง ผลไม้ที่ได้มีการนำมาแปรรูปโดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การล้างทำความสะอาด การปอกเปลือก การหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ การบรรจุใส่ภาชนะเช่น ถาดโฟม ถุงพลาสติก เป็นต้น โดยที่ผลไม้ยังคงมีชีวิตอยู่ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) การผลิตผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค เป็นการพัฒนาสินค้าและเพิ่มมูลค่าให้กับผลไม้ตัดแต่ง ผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นการตอบสนองความต้องการในเรื่องของความสะดวกสบายและลดปัญหาเรื่องเวลาและพื้นที่ในการจัดเตรียมผลไม้ตัดแต่งให้กับผู้บริโภคได้ ผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมเพราะความสะดวกในการซื้อรับประทาน (Rico, et al., 2007) ผลไม้ตัดแต่งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถประหยัดพื้นที่การจัดเก็บอีกทั้งยังสามารถสังเกตเห็นความผิดปกติอันเกิดจากการเสื่อมสภาพของผลไม้ตัดแต่งได้มากกว่าผลไม้ทั้งผล (จรวยพร สมแก้ว, 2552)

ความต้องการอาหารและผลไม้ตัดแต่งของผู้บริโภค

คนไทยมีพฤติกรรมการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเกิดจากระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เริ่มคล้ายคลึงเข่นเดียวกันกับประเทศทางตะวันตก โดยลักษณะการบริโภคจะเน้นที่สุขภาพมากขึ้น มีความรู้ความเข้าใจจากการศึกษาหาข้อมูลจากสื่อต่างๆ แต่ยังคงใช้ชีวิตแบบเร่งรีบ มีความเครียด มีเวลาประกอบอาหารลดลง และมีสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษมากขึ้น จึงเกิดโรคภัยจากวิธีการดำเนินชีวิตและวิธีการเลือกบริโภคอาหารมากขึ้น ฉะนั้น จึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่สามารถหาซื้อได้อย่างสะดวก พร้อมบริโภค เก็บล้าง/กำจัดทิ้งภาชนะบรรจุได้ทันที ซึ่งผลิตดังกล่าวสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในเรื่องของ การใช้เวลากับการจัดการอาหารลดลง ทำให้มีเวลาเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะพักผ่อนหรือทำกิจกรรมอื่นๆ (มลศิริ วีโรทัย, 2545) ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา พบว่าผู้บริโภคมีความต้องบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นเรื่อยๆ โดยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของผู้สูงอายุ เพราะว่าประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) เมื่อปี 2553 ที่ผ่านมา อีกทั้งกลุ่มของวัยรุ่นและวัยทำงาน ที่เริ่มมีความรู้สึกตื่นตัวเกี่ยวกับโรคภัยมากขึ้น จึงหันมาดูแลใส่ใจสุขภาพมากขึ้น ไม่เพียงเท่านั้นกลุ่มผู้บริโภค ยังให้ความสนใจที่จะศึกษาหาความรู้ในด้านโภชนาการ และการบริโภคอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากขึ้น

ด้วยคุณประโยชน์ของผักและผลไม้ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังมีมากมายหลายชนิด ผักและผลไม้ตัดแต่งจึงเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในมื้ออาหารในปัจจุบัน นอกจากนี้ผักและผลไม้ตัดแต่งสามารถนำมาเป็นของว่างทานเล่นได้อีก (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2559) ในปัจจุบันพบว่าผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (Ready to Eat Fresh Pre – Cut Fruits and Vegetables) เป็นสินค้า ที่มีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มมากขึ้น และในฐานะที่ไทยเป็นประเทศผู้ผลิต

หลักที่จะก้าวสู่การเป็นครัวโลก จึงจำเป็นเร่งพัฒนา และผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งให้ได้มาตรฐานสากล หรือ การปฏิบัติในการผลิตที่ดี (GMP) (อาร์วายทีไนน์, 2556) เพราะผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นสินค้าอีกอย่างหนึ่งที่มีมูลค่าในการส่งออก ในปัจจุบันมีการนำผลไม้แปรรูปพร้อมบริโภคนี้ส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศมากขึ้น สามารถเพิ่มมูลค่าทางการตลาดและเพิ่มมูลค่าของสินค้ารวมทั้งเพิ่มช่องทางการตลาดให้แก่ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้อีกด้วย (เบญจมาส รัตนชินกร และคณะ, 2550)

ผลไม้ที่เหมาะสมกับการแปรรูปพร้อมบริโภค

ผลไม้สดที่นำมาแปรรูปให้พร้อมสำหรับการบริโภคนั้น ไม่สามารถทำได้ทุกชนิด แต่เนื่องจากมีเหตุผลบางอย่างที่ใช้เป็นหลักในการเลือกชนิดของผลไม้สดมาแปรรูปพร้อมบริโภค (จรวยพร สมแก้ว, 2552) เนื่องจากสับปะรดเป็นผลไม้เศรษฐกิจของไทยที่มีมูลค่าการส่งออกในรูปแบบการแปรรูปที่ทำรายได้เข้าประเทศได้มากกว่าผลไม้ชนิดอื่น ๆ ประเทศไทยมีรายได้ต่อปีจากการส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น สับปะรดกระป๋องประมาณ 19,000 ล้านบาท น้ำสับปะรด 6,000 ล้านบาท และสับปะรดกวน 2,000 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นรายได้เข้าประเทศมากกว่า 25,000 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) และด้วยเป็นผลไม้ที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เป็นผลไม้มีเปลือกหรือรูปทรงที่ยากต่อการตัดแต่ง ผู้บริโภคจึงไม่สะดวกและเสียเวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อตัดแต่งผลไม้ โดยเฉพาะในปัจจุบันเป็นครอบครัวเดียวเล็ก ๆ ที่บ้านมีพื้นที่ใช้สอยไม่มากนัก รวมถึงด้านราคา น้ำหนักมากส่วนใหญ่ราคาก็จะสูงตามไปด้วย ในส่วนของคุณภาพภายในสับปะรดก็สำคัญเพราะผู้บริโภคไม่สามารถมองเห็นลักษณะภายในได้ ดังนั้นการแปรรูปเป็นผลไม้จึงสามารถตรวจสอบคุณภาพภายในได้ ในเรื่องการปอกเปลือกผลไม้ที่มีผิวแข็งและหนา ผู้บริโภคไม่อยากเสี่ยงหรือเสียเวลาในการปอกเปลือกมากนัก และการเข้าทำลายของแมลงที่สามารถเข้าทำลายผลไม้สดได้ เช่น แมลงวันผลไม้ ผลไม้ที่ถูกแมลงวันเข้าทำลายคุณภาพจะลดลง ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นการตัดแต่งผลไม้จึงเป็นวิธีที่จะช่วยลดความเสียหายที่เกิดได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)

ตัวอย่างวิธีการปฏิบัติของผลไม้ตัดแต่ง (จากรายงานของ Nithiya, et al., 2000)

แคนตาลูป สามารถตัดแบ่งตามแนวยาวหรือแนวนอน โดย 1 ผลแบ่งได้ 2 ถึง 6 ส่วน จากนั้นคว้านเมล็ดออก และปอกเปลือก

ทุเรียน ตัดแต่งโดยใช้มีดที่คมผ่าตามแนวยาวและแกะเอาเนื้อออก แต่ทุเรียนปอกค่อนข้างยาก ดังนั้นผู้บริโภคส่วนใหญ่ในประเทศไทย จึงเลือกซื้อทุเรียนที่ปอกเปลือกและบรรจุในถาดพลาสติกเรียบร้อยแล้วมากกว่า

มะม่วง ปอกเปลือกตามแนวยาวของมะม่วง และหั่นเป็นชิ้น บรรจุใส่ถาดหรือถุงพลาสติก

ฝรั่ง มักจะหั่นครึ่งตามยาวและหั่นแบ่งเป็นชิ้นเล็ก ๆ อีก ทั่วทั้งลูก บางร้านจะปอกเปลือกออกจนหมด จากนั้นบรรจุใส่ถาดหรือถุงพลาสติก

ขนุน ส่วนมากพบขนุนตัดแต่งแล้วขายที่ตลาดสด โดยแบ่งครึ่งผลตามแนวยาวหรือแนวขวาง จากนั้นผ่าเอาส่วนแกนออก แต่การปอกเปลือกและตัดแต่งทำได้ยากเพราะขนุนมีน้ำยางสีขาวข้นที่เหนียวและติดมือ จึงต้องใช้มาการีนหรือน้ำมันทาที่มีดและมือ จากนั้นปาดเอาน้ำยางออกโดยกระดาษหรือแผ่นพลาสติก จากนั้นแกะเอาเยื่อหุ้มออกและผ่าเอาเมล็ดออก ขนุนตัดแต่งมักขายที่รถเข็นหรือตลาดสด โดยใส่ถาดหรือถุงพลาสติก และด้านล่างมีน้ำแข็งเกล็ดรองพื้นไว้

มะละกอ ผ่าตามแนวยาวหรือแนวนอน ผ่าเอาเยื่อและเมล็ดออก ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้น จากนั้นบรรจุใส่ถาดหรือถุงพลาสติก

สับปะรด ปอกเปลือกออก ผ่าครึ่ง หรือผ่าเป็นส่วน ๆ ตัดแกนออก หั่นเป็นชิ้นๆ จากนั้นบรรจุใส่ถาดหรือถุงพลาสติก

ส้มโอ ปอกเปลือกออก ผ่าครึ่งตามแนวยาว แบ่งเนื้อออกมาเป็นกลีบ และลอกเยื่อกับแผ่นสีขาวๆ ออก จากนั้นบรรจุใส่ถาดพลาสติก

ชมพู่ ผ่าตามแนวยาว แบ่งเป็นชิ้นเล็ก ๆ เอกเมล็ดออกจากนั้นบรรจุใส่ถาดหรือถุงพลาสติก

แตงโม แบ่งครึ่งก่อน จากนั้นผ่าเป็นส่วนๆ ใช้มีดหั่นตามแนวนอนตรงส่วนที่เนื้อติดกับเปลือก เพื่อแยกเนื้อออกมา หั่นเป็นชิ้นๆ จากนั้นบรรจุใส่ถาดหรือถุงพลาสติก

มะพร้าวอ่อน ต้องตัดแต่งตั้งแต่ผู้ส่งหรือเจ้าของสวน โดยปอกเปลือก ส่วนบนหั่นเปลือกเป็นทรงแหลม จากนั้นแช่ในสาร sodium metabisulfite (2-4%) เพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิว จากนั้นบรรุใส่ถุงพลาสติก ส่งต่อไปยังร้านค้ารายย่อยเพื่อจำหน่าย

มังคุด ที่ยังไม่สุกสามารถนำมาตัดแต่ง เรียกว่า "มังคุดคัด" มังคุดที่ยังมีสีเขียวจะถูกตัดเปลือก ส่วนหัว และท้าย เฉาะเอาเปลือกออก แล้วแช่ในสารละลายสารส้มความเข้มข้น 1 % กับน้ำเกลือ 1% ภายหลังการแช่ประมาณครึ่งชั่วโมง เนื้อมังคุดก็จะได้รับการทำความสะอาด โดยการตัดแต่งเอาเนื้อส่วนที่มีตำหนิออก นำมาเสียบไม้ คงความขาวอยู่ได้นานประมาณ 5 ชั่วโมง สีจะ

ค่อย ๆ คล้ำลง นอกจากนี้ การเตรียมสารละลาย ถ้าใช้เกลือและสารส้มมากไปจะทำให้เนื้อมีสีคล้ำได้เช่นกัน แต่ถ้าใช้เกลือน้อยไปจะทำให้เนื้ออ่อนนุ่มลง ไม่กรอบ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)

ผลไม้รวมตัดแต่ง มักขายในห้าง โดยในหนึ่งถาดมีผลไม้ 2-4 ชนิด เช่น สับปะรด มะละกอ แตงโม ชมพู่ เป็นต้น หรืออาจจะพบ แอปเปิล องุ่น สาลี่ บรรจุรวมกัน โดยผลไม้ที่จัดร่วมกันนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลของผลไม้

อย่างไรก็ตาม การตัดแต่งผลไม้ยังคงมีปัญหาของการสูญเสียที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงภายหลังการตัดแต่งผลิตผลสด สามารถสรุปได้ ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงภายหลังการตัดแต่งผักและผลไม้

ผักและผลไม้สดที่ผ่านกระบวนการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเสื่อมสลายทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพราะบาดแผลที่เกิดจากการตัดแต่ง การหั่นเป็นชิ้น ส่งผลต่อเนื้อเยื่อผิวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ ด้าน สรีรวิทยาและทางด้านชีวเคมีอย่างรวดเร็ว และส่วนหนึ่งเป็นการเข้าทำลายโดยจุลินทรีย์จึงเป็นเหตุให้อายุการเก็บรักษาสั้น (จรวยพร สมแก้ว, 2552)

1. **การเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพ**

จากกระบวนการตัดแต่งผลไม้สดพร้อมบริโภคทำให้เกิดบาดแผลบนผิวผลไม้ ดังนั้นจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการผิดปกติทางด้านสรีรวิทยา ได้มีรายงานไว้ดังนี้

1.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การปอกเปลือก การหั่น หรือการตัดเป็นชิ้น ทำให้บริเวณผิวหน้าของผลไม้เกิดบาดแผล น้ำจึงระเหยออกมา (Ahvenainen, 1996) ทำให้น้ำหนักของผลไม้ลดลง ซึ่งตามธรรมชาติผลไม้ที่มีการตัดแต่งทำให้เซลล์ได้รับความเสียหายจึงมีผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก (Martiñon, et al., 2014) แต่ผลไม้แต่ละชนิดการสูญเสียน้ำที่แตกต่างกันทำให้คุณภาพของผลไม้ลดลงแตกต่างกันจึงส่งผลต่อการยอมรับจากผู้บริโภค (อนุวัตร แจ้งชัด และคณะ, 2548)

1.2 การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ผลไม้หลังจากผ่านการตัดแต่งและหั่นเป็นชิ้นมักประสบปัญหาหลักคือการเปลี่ยนแปลงสีผิว อย่างเช่น แอปเปิ้ล พีช (Watada and Qi, 1999) ซึ่งบริเวณที่ผ่านการตัดแต่งผิวหน้าจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) การเกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวจนเป็นสีน้ำตาล เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเอมไซม์ polyphenol oxidases (PPO) มีผลทำให้เกิดอาการสีน้ำตาลที่ผิวหน้าในผักและผลไม้ที่ผ่านการตัดแต่ง (Ghidelli, et al., 2013)

1.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

ในทางกายภาพแล้ว การปอกเปลือกและการตัดเป็นกระบวนการที่สร้างความเสียหายให้กับผักและผลไม้ตัดแต่งและยังเป็นการเพิ่มอัตราการหายใจ เพิ่มการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และมีส่วนทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลาย จึงมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนสีรวมถึงความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ (Rico, et al., 2007) เพราะเมื่อเซลล์ของเนื้อเยื่อถูกทำลาย เอนไซม์ pectinolytic และ proteolytic จะเข้าสู่เนื้อเยื่อและย่อยสลายผนังเซลล์ ผักและผลไม้จึงมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนิ่มลง (อนุวัตร แจ้งชัด และคณะ, 2548)

2. การเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยา

2.1 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

ผลไม้ที่ผ่านการตัดแต่งหรือหั่นเป็นชิ้นแล้ว ขั้นตอนเหล่านี้ทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลายและเสื่อมคุณภาพ (ธนิตชยา พุทธมี และคณะ, 2553) และเมื่อมีพื้นที่ผิวสัมผัสเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้อากาศสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับเซลล์ผลไม้ได้มากขึ้น ผลไม้ตัดแต่งจึงมีอัตราการหายใจที่สูงกว่าผลไม้เป็นผล (อนุวัตร แจ้งชัด และคณะ, 2548)

2.2 การเปลี่ยนแปลงการผลิตเอทิลีน

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีสถานะเป็นแก๊ส ตามปกติแล้วฮอร์โมนชนิดนี้จะไปเร่งการเสื่อมสภาพของพืช เพราะว่าแก๊สเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้เนื้อเยื่อพืชมีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเมื่อถูกตัดหรือหั่นเป็นชิ้นทำให้เนื้อเยื่อเกิดบาดแผลซึ่งจะเป็นสิ่งที่ไปกระตุ้นการผลิตเอทิลีนให้สูงขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) ผลไม้ที่ได้รับการตัดแต่งทำให้เกิดบาดแผลจึงมีผลให้มีการสังเคราะห์เอทิลีนเกิดขึ้นภายใน 1 นาที หรือ 1 ชั่วโมง เอทิลีนที่ผลิตขึ้นมีผลต่อผลไม้ตัดแต่งให้มีการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ เช่น การแก่ของผักกินใบ โดยกระตุ้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ทำให้ผักมีใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือเร่งการสุกแก่ ในผลไม้ทำให้ความแน่นเนื้อลดลง (สุดารัตน์ ตัญเจริญสุขจิต, 2551)

2.3 การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte leakage; EC)

เนื่องจากการเกิดบาดแผลของผลไม้ตัดแต่งและการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ การรั่วไหลของสารที่ออกมาจากเซลล์พืชเป็นปัจจัยที่กำหนดคุณภาพ รวมทั้งอายุการเก็บรักษา เช่น มะเขือเทศและแคนตาลูปหั่นเป็นชิ้นมีการเพิ่มขึ้นของสารอิเล็กโทรไลต์ถึง 25-40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 วันและ 12 วัน

3. การเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือค่าพีเอช (pH) การแปรรูปผักหรือผลไม้และสภาพการเก็บรักษาที่บรรยากาศต่าง ๆ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าพีเอชของผักหรือผลไม้ตัดแต่งและค่าพีเอชยังเป็นปัจจัยที่มีส่วนในกระบวนเกิดกิจกรรม polyphenol oxidase (PPO) เป็นผลให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นที่ผิวผักหรือผลไม้ตัดแต่งในบริเวณที่เกิดบาดแผลที่ค่าพีเอชระดับ 7 และยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ที่ค่าพีเอชประมาณ 4-6 (จรวยพร สมแก้ว, 2552)

4. การเปลี่ยนแปลงทางด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ผลไม้ตัดแต่งมีการประเมินคุณภาพจากการสังเกตลักษณะ เช่น ความแน่นเนื้อ สีเนื้อ กลิ่น รสชาติ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัด (จรวยพร สมแก้ว, 2552) มีผลการศึกษารายงานว่าสับปะรดตัดแต่งมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 2-5 และ 10 องศาเซลเซียส เฉลี่ยนาน 12 10 และ 6 วัน

5. การเปลี่ยนแปลงด้านปริมาณจุลินทรีย์

ผักและผลไม้ตัดแต่งมีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน เพราะผลไม้ส่วนใหญ่มีความเป็นกรด ด่างต่ำแบคทีเรียจึงเจริญไม่ได้ แต่จะเน่าเสียจากยีสต์ รา มากกว่า โดยอาจเกิดการปนเปื้อนในแปลงปลูก ระหว่างการการเก็บเกี่ยว เกิดจากการแปรรูปขั้นต่ำ (อนุวัตร แจ้งชัด และคณะ, 2548) การเปลี่ยนแปลงด้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้กล่าวไปนี้มีผลโดยตรงต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ตัดแต่ง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและหาแนวทางในการลดการเปลี่ยนแปลงเพื่อรักษาคุณภาพของผักผลไม้ตัดแต่ง

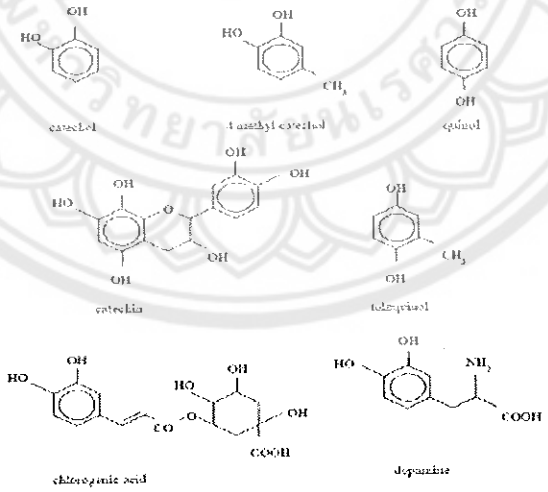
ปัญหาที่มักเกิดกับผลไม้ตัดแต่ง

การตัดแต่งผลไม้ทำให้ผลไม้เกิดการเน่าเสียได้ง่ายกว่าผลไม้ที่มีเปลือก เพราะเปลือกเป็นส่วนที่ช่วยปกป้องความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อของสับปะรดไม่ว่าจะเป็นความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์และความเสียหายที่เกิดจากการรอยตัด อันเกิดจากการกระทบกระแทกในระหว่างการเก็บเกี่ยวเป็นต้น กระบวนการตัดแต่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของเนื้อผลไม้ เพราะผลไม้ที่ได้รับการตัดแต่งมักสูญเสียน้ำ และเนื้อเยื่อของผลไม้เกิดความเสียหายทำให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีเกิดขึ้น จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพเกิดขึ้น (จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์, 2550) ได้แก่

การเกิดสีน้ำตาลในผลไม้

การเกิดสีน้ำตาลบนผักและผลไม้สดสามารถเกิดขึ้นได้เป็นบางชนิด เช่น สับปะรด แอปเปิล กล้วย ที่จะสามารถเกิดสีน้ำตาลได้อย่างรวดเร็ว เพราะเมื่อเนื้อเยื่อผิวของผักและผลไม้สัมผัสที่ถูกทำลาย (จรวยพร สมแก้ว, 2552) จากการปอกเปลือก การตัดแต่ง การหั่นเป็นชิ้น หรือแช่แข็ง การกระทำเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารประกอบฟีนอล โดยเอมไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นในผักและผลไม้ ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลนี้เป็นลักษณะที่ไม่เป็นที่ยอมรับของตลาดและผู้บริโภค เพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ตัดแต่งลดลง (สุดารัตน์ ตัญเจริญสุขจิต, 2551)

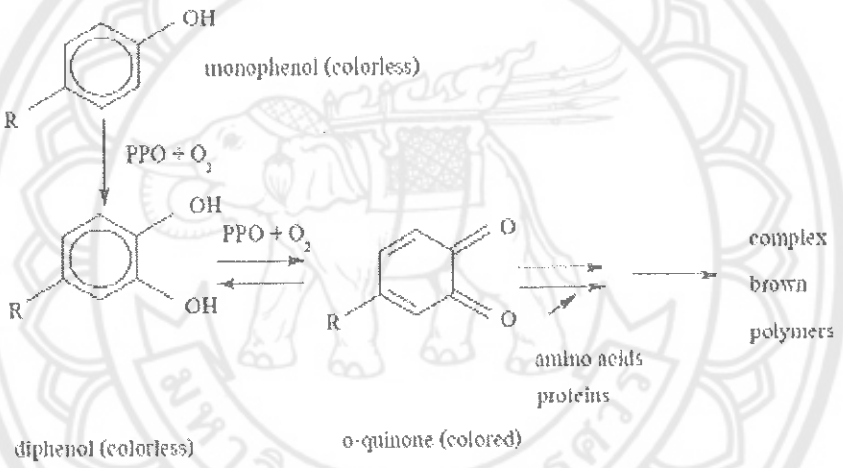
การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidaes, PPO) เกิดขึ้นเมื่อผักหรือผลไม้มีการปอกเปลือก การหั่น การตัด ซึ่งทำให้เซลล์ของผักหรือผลไม้ถูกทำลาย (พัชรินทร์ สายสังข์, 2545) ในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นซึ่ง สารประกอบด้วยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส จึงต้องอาศัยออกซิเจนในการเกิดปฏิกิริยาเสมอ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารประกอบไดฟีนอล (Diphenolic compound) โดยมีเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) (จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์, 2550) และสารประกอบฟีนอลลิกเป็นสับสเตรทของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส คือ สารประกอบฟีนอลที่มีหมู่ ไฮดรอกซิลอย่างน้อย 1 หมู่ขึ้นไป (สุดารัตน์ ตัญเจริญสุขจิต, 2551)



ภาพ 1 สารประกอบฟีนอลที่เป็นสับสเตรทในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

ที่มา: อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต, 2547

การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสมีอยู่ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก ในสภาวะที่มีอากาศเกิดเป็นสารออโธ-ไดฟีนอล (o-diphenol) เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันสารประกอบฟีนอลไปเป็น *o*-quinones หากสับสเตรทเป็น diphenol แต่ถ้าเป็น monophenol เอนไซม์จะออกซิไดส์ไปเป็น diphenol ก่อน ขั้นตอนที่สองเป็น การถูกออกซิไดซ์ต่อไปทำปฏิกิริยาของ *o*-quinones ของสารควิโนนกับกรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Polymerization) (พัชรินทร์ สายสังข์, 2545) ที่มีสีน้ำตาลที่ไม่ละลายน้ำ (melanin) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักและผลไม้ คือความเข้มข้นของเอนไซม์ ชนิดและความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลที่เป็นสับสเตรท ออกซิเจน ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)



ภาพ 2 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

ที่มา: อ้อมอรุณ นุกูลประกิต, 2547

การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของผลไม้ตัดแต่ง มักมีลักษณะของเนื้อเยื่อที่อ่อนนิ่ม ลักษณะเนื้อสัมผัสเช่นนี้เป็นปัญหาต่อผู้ค้าเพราะสามารถบ่งบอกได้ถึงคุณภาพและอาจส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค (จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์, 2550) เป็นที่ทราบกันว่ากระบวนการผลิตผักหรือผลไม้ตัดแต่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและทางชีวเคมีอย่างรวดเร็ว รวมทั้งการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ เป็นเหตุผลที่ว่าทำให้เกิดการเสื่อมสภาพเกิดขึ้น อย่าง เช่น ด้านสี โดยเฉพาะเนื้อสัมผัส (Toivonen and Brumnell, 2008) ซึ่งการเสื่อมสลายผนังเซลล์ (cell wall)

ที่มีความสำคัญต่อความแข็งแรงของเนื้อเยื่อพืช โดยประกอบด้วยเส้นใยของเซลลูโลส (cellulose) ที่ฝังตัวในเมทริกซ์ที่ซับซ้อนของเพกทิน (pectin) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) โปรตีนและฟินอลลิก (phenolics) (ทิพวรรณ ทองสุก, 2553) เมื่อถูกตัดแต่ง จึงทำให้เกิดการฉีกขาดความเสียหายของเนื้อเซลล์ ส่งผลให้เกิดอ่อนนิ่มและการเน่าเสียที่รวดเร็วยิ่งขึ้นด้วยเหตุนี้ผลิตภัณฑ์จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Rico, et al., 2007) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผนังเซลล์ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ กระบวนการผลิตและการจัดการ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและองค์ประกอบของเพกทินเกิดจากปฏิกิริยาที่ใช้และไม่ใช้เอนไซม์มักจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคือผนังเซลล์อ่อนนิ่มไม่แข็งแรง (ทิพวรรณ ทองสุก, 2553) การเกิดไฮโดรไลซ์สารของสารประกอบเพกติน เอมไซม์สำคัญในที่นี้คือ pectin methyl esterase (PME) และ polygalacturonase (PG) ทำปฏิกิริยากับเพกตินผนังเซลล์จึงไม่สามารถยึดเกาะกันไว้ได้ ทำให้ผลไม้อ่อนนิ่ม (จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์, 2550)

ความเสียหายจากการเข้าทำลายจากเชื้อจุลินทรีย์

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ภายในกระบวนการตัดแต่งผลไม้และผักมีความสอดคล้องกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อและการเสื่อมสลายของเซลล์ เชื้อจุลินทรีย์มีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วมากโดยเฉพาะกับผลไม้ตัดแต่ง ซึ่งผลไม้ตัดแต่งที่ทั้งกระบวนการมีทั้ง การปอกเปลือก การหั่นชิ้น การเฉือน การตัด กระบวนการทั้งหมดทำให้เซลล์เสื่อมสลายและเชื้อจุลินทรีย์ได้เข้ามาปนเปื้อนจากกระบวนการนี้ เชื้อจุลินทรีย์จึงใช้สารอาหารจากเซลล์ จากเนื้อเยื่อผลไม้ ในการเจริญเติบโต (Siddiqui, et al., 2011) การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดความเสียหายกับเนื้อเยื่อผลิตภัณฑ์แล้ว ยังทำให้เกิดโรคต่อผู้บริโภคด้วย จากการศึกษาของ (Song, et al., 2013) พบว่า มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแบคทีเรีย และยีสต์ ราสูงในแอปเปิ้ลตัดแต่ง โดยพบว่า เกิดการเข้าทำลายตั้งแต่วันเริ่มต้นการทดลองและมีปริมาณการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลอง จะเห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์สามารถปนเปื้อนมากับผลไม้ตั้งแต่แปลงปลูก หากผลไม้ที่มีรอยช้ำการปริแตกเนื้อเยื่อ รวมทั้ง ผลไม้มี ดินโคลน ติดมาด้วย (จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์, 2550)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะพัฒนาและหาวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ตัดแต่งจากการชะลอความเสียหายที่เกิดขึ้นได้จากข้างต้น

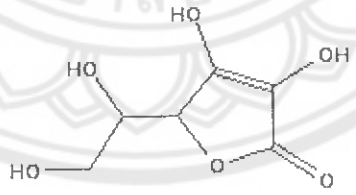
การยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ตัดแต่ง

ผลไม้ตัดแต่งมักเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้อย่างชัดเจน เพราะผลไม้ตัดแต่งผ่านกระบวนการตัด หั่น ซึ่งส่งผลต่อเนื้อเยื่อของผลไม้ และการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจน คือ การเกิดสีน้ำตาลบริเวณผิวของเนื้อเยื่อผลไม้และเนื้อเยื่อผิวผลไม้มีความอ่อนนุ่มลงไปมาก ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ฉะนั้นควรหาแนวทางในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อเยื่อผลไม้ตัดแต่ง และอาจจะหาวิธีการที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้ได้จริง ดังตัวอย่างของ การใช้สารเคมีในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลไม้ตัดแต่ง พบว่าสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้จริง ซึ่งมีการใช้สารเคมีที่นิยมนั้นมาใช้ในระดับอุตสาหกรรม เช่น กรด แอสคอร์บิก กรดซิตริก และสารอื่นๆ อีก (González-aguilar, et al., 2004) ดังนั้น จึงได้รายงานถึงผลกระทบและประสิทธิภาพของสารเคมีเหล่านี้กับผลไม้ตัดแต่งซึ่งเป็นแนวทางสำคัญของการนำมาศึกษาในงานวิจัยนี้

1. **สารเคมีกับผลไม้ตัดแต่ง**

สารเคมีถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบอุตสาหกรรมการผลิตผักและผลไม้แปรรูป จุดประสงค์เพื่อการลดการเสื่อมเสีย ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ รักษาคุณค่าทางโภชนาการ และคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Wiley, 1994) นอกจากนี้ยังช่วยในเรื่องปรุงปรุงคุณภาพของสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และลักษณะที่ปรากฏ จึงทำให้ผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งที่ลักษณะที่น่ารับประทานขึ้น (Huxosll and Bolin, 1989)

1.1 **กรดแอสคอร์บิก** (Ascorbic acid)



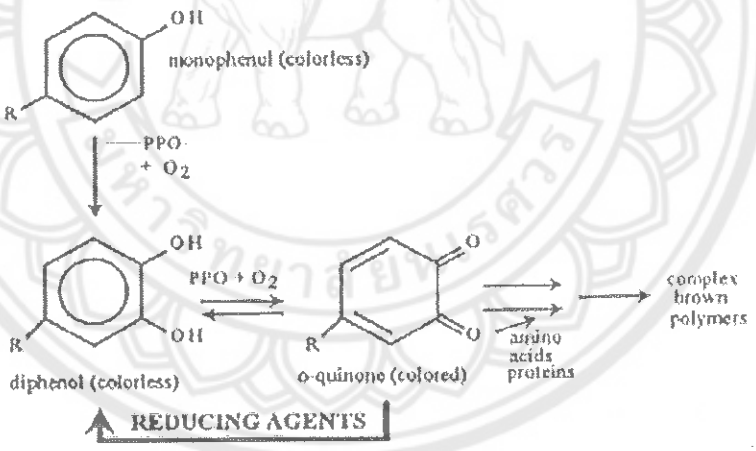
ภาพ 3 สูตรโครงสร้างแอสคอร์บิก

ที่มา : ALS Environmental, 2014

กรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซี สูตรโมเลกุล $C_6H_8O_6$ เป็นสารที่อยู่ในกลุ่ม GRAS ที่นิยมใช้กับผักและผลไม้ตัดแต่ง เป็นกรดอินทรีย์สามารถพบได้ในธรรมชาติ พบมากใน ผัก ผลไม้ พวกส้ม

พวกเบอร์รี่ สับปะรด มะเขือเทศ เป็นต้น และมีความปลอดภัยเมื่อนำมาใช้กับอาหารไม่เป็นอันตรายและไม่ทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลง สามารถพบได้ทั่วไปในผลไม้ ลักษณะของกรดแอสคอร์บิกมักจะเป็นผลึกที่สามารถละลายน้ำได้แต่ไม่สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ มีความคงตัวมากเมื่ออยู่ในรูปเกลือโซเดียมแอสคอร์เบต มักนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปผลไม้ อีกทั้งยังช่วยในเรื่องของการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยคุณสมบัติที่เป็นกรด ดังนั้นจึงทำให้มีสภาวะที่เชื้อจุลินทรีย์จะสามารถมีชีวิตอยู่ได้ยาก

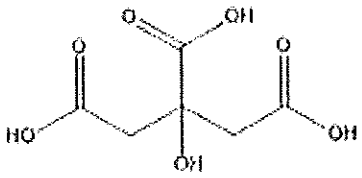
กรดแอสคอร์บิกสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลกับผลไม้ได้ (González-aguilar, et al., 2004) โดยกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซิงเอเจนต์เมื่ออยู่ในรูปของเหลว เพราะแอสคอร์บิกสามารถรีดิวซ์ควิโนนกลับไปเป็นไดไฮดรอกซีโพลีฟีนอล หากไม่มีการสะสมของควิโนนปฏิกิริยาที่จะเกิดสีน้ำตาลก็จะไม่เกิด กล่าวคือจะเป็นตัวไปลดเอนไซม์ที่จะไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจน แล้วก่อตัวเป็น o-quinones (Rico, et al., 2007) สาร o-quinones จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน เมื่อรวมตัวกับกรดอะมิโนหรือโปรตีนต่อไปจึงได้เป็นสารสีน้ำตาลที่ไม่ละลายน้ำ



ภาพ 4 การทำงานของสารรีดิวซิงเอเจนต์ต่อการลดการเกิดสีน้ำตาล

ที่มา: สุวิมล วัฒนะพันธ์ศักดิ์, 2549

2. กรดซิตริก (Citric acid)



ภาพ 5 สูตรโครงสร้างซิตริก

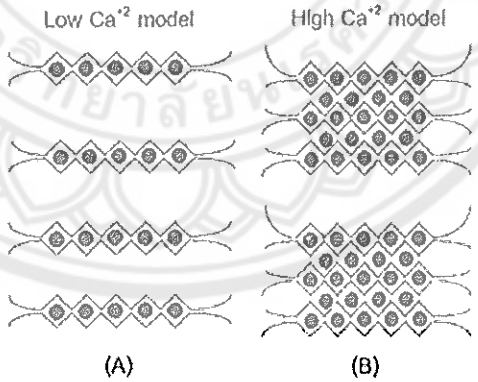
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2560

กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์ที่พบมากในธรรมชาติ จัดเป็นสารในกลุ่ม GRAS (generally recognized as safe ; สารที่เป็นวัตถุเจือปนในอาหารที่สามารถนำมาใช้บริโภคได้อย่างปลอดภัย โดยที่ไม่ต้องมีกฎหมายควบคุมปริมาณการใช้) สูตรโมเลกุล $C_6H_8O_7$ พบมากในผลไม้ตระกูลส้ม เป็นสารที่มีความปลอดภัยและเป็นที่นิยมนำมาใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากละลายน้ำได้ดีมีกลิ่นที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค กรดซิตริกสามารถนำมาใช้กับผักและผลไม้เพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลได้อีกด้วย อีกทั้งยังสามารถต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย เป็นกลุ่มเดียวกัน กับกรดแอสคอร์บิก นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเช่นกัน โดยเฉพาะผลไม้ตัดแต่ง เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยกรดซิตริกมีคุณสมบัติเป็นสารจับโลหะที่มีประสิทธิภาพ (chelating agent) จะจับกับโลหะที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เมื่อเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถจับกับโลหะได้ เชื้อจุลินทรีย์จึงไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ และเนื่องจากสามารถจับโลหะทองแดงได้ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส จึงช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลกับผิวของผลไม้ตัดแต่งได้ (สรวงสุดา ไชยทิพย์ และนิธิยา รัตนปนนท์, 2539) และกรดซิตริกสามารถลดความเป็นกรดเป็นด่างกับผลไม้ลงได้ทำให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส เนื่องจากกิจกรรมของเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจะสามารถทำงานได้ดีเมื่อมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 6-7 เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดต่ำกว่า 4 เอนไซม์จะถูกยับยั้งการทำงาน (อรรถพล ภูษณะพงษ์, 2552) นอกจากนี้กรดซิตริกยังมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ต่ำ ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ เพราะเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตในสภาวะที่มีความเป็นกรดในระดับต่ำได้ (จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์, 2550)

3. **แคลเซียมคลอไรด์** (Calcium Chloride)

การใช้แคลเซียมสูตร $CaCl_2$ มักใช้ลดการสูญเสียเนื้อสัมผัสเพื่อปรับปรุงให้เนื้อเยื่อมีความแข็งแรง ช่วยเรื่องของการป้องกันไม่ให้เนื้อเยื่อของผลไม้นิ่มเร็ว ลดการอ่อนนิ่มของผลิตภัณฑ์ผลไม้ตัดแต่ง ที่เกิดจากการย่อยของเอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) ซึ่งย่อยโมเลกุลของเพกทิน (pectin) ทำให้เนื้อผักผลไม้นิ่มเละและ ไม่สามารถคงรูปภายหลังการตัดแต่งได้ ดังนั้นการใช้แคลเซียมคลอไรด์กับผักผลไม้ตัดแต่งสามารถทำให้เนื้อสัมผัสของผักผลไม้แข็งแรงและมีสีที่ดีขึ้น เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างเกลือแคลเซียมที่แตกตัวเป็นแคลเซียมอิออน (Ca^{2+}) ทำปฏิกิริยากับเพกทิน (pectin) ซึ่งเป็น polysaccharide ที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ของ galacturonic acid พบที่บริเวณ middle lamella และผนังเซลล์ cell wall ของผักและผลไม้ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2559)

จากปฏิกิริยาดังกล่าว Luna-Gutzan, et al. (1999) ทำให้เกิดการเชื่อมข้าม (crosslink) ระหว่างหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group -COOH) โดยแคลเซียมอิออน (Ca^{2+}) จะดึงหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) บนสายของเพกทิน (pectin) ให้มาจับกับหมู่คาร์บอกซิลของเพกทินอีกสายหนึ่ง เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า egg box model (ภาพที่ 6) เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมเพกเทต (calcium pectate) ซึ่งไม่ละลายในน้ำ จึงทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง แน่น กรอบ เซลล์จึงยังคงรักษาความแข็งแรงไว้ได้ (Poovaiah, 1986)



ภาพ 6 โครงสร้าง Egg-box model เมื่อปริมาณแคลเซียมอิออนต่ำ (A) และสูง (B)

ที่มา: จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2556

การแช่ผลไม้ในสารละลายของเกลือแคลเซียมคลอไรด์ เป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลไม้ที่นิ่มเกินไปมักนิยมใส่ลงไปในน้ำสำหรับแช่ผลไม้เพื่อเพิ่มความคงตัวของ

เนื้อเยื่อผลไม้ (วันวิสาข์ ง้าวงาม และสุภาภรณ์ มุ่งเปลี่ยนกลาง, 2550) พบว่าได้ผลดีกับผักผลไม้หลายชนิด การแช่สารละลายแคลเซียมใช้กันอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามการใช้แคลเซียมที่ความเข้มข้นสูงทำให้ได้รสชาติที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Martín-Diana, et al., 2007) ดังนั้นจึงนิยมใช้การแช่สารละลายในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ เมื่อเนื้อเยื่อที่มีรูพรุนถูกแช่ในสารละลายแคลเซียม อากาศจะถูกสกัดออกจากรูขนาดเล็ก สารละลายจะทะลุทะลวงเข้าไปในช่องว่างระหว่างเซลล์โดยการซึมตามรูขนาดเล็กของชั้นผนังเซลล์ แคลเซียมจะช่วยรักษาสภาวะให้สมดุลระหว่างการซึมผ่านเข้าออกของสารระหว่างผนังเซลล์ (ทิพวรรณ ทองสุก, 2553) โดยสร้างประจุไฟฟ้าขึ้นระหว่างเซลล์ ดังนั้นจึงช่วยในการลดการหายใจลดการผลิตก๊าซเอทิลีนได้ ทั้งนี้ เมื่อเนื้อเยื่อของผลไม้ตัดแต่งแข็งแรงขึ้นแล้ว จึงสามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (สรวงสุดา ตัญเจริญสุขจิต และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2539)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวหรือใช้สารร่วมกัน ดังนี้

Rico, et al. (2007) การใช้สารอินทรีย์กับผักและผลไม้ตัดแต่งในระดับอุตสาหกรรม อย่างเช่น กรดแอสคอร์บิก กรด ซิตริก กรดอะซิติก และ อื่นๆ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ด้วยคุณสมบัติที่มีความเป็นกรด ทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ อีกทั้งสารอินทรีย์ อย่าง เช่น กรด แอสคอร์บิก ยังมีส่วนช่วยในเรื่องของการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดการกระบวนการออกซิเดชั่น

Ghidelli, et al. (2013) แสดงให้เห็นว่าการใช้สารแอนตี้ออกซิเดสชั่น อย่างเช่น กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก 4-Hexylresorcinol (Hexyl) แคลเซียมคลอไรด์ มีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนผิวลูกพลับได้ แต่ประสิทธิภาพอาจแตกต่างกันตามระดับความเข้มข้นของสาร แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สารแอนตี้ออกซิเดชันเพียงตัวเดียว ไม่ใช้เหตุผลที่จะสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ ยังมีปัจจัยในเรื่องของ กิจกรรมในเซลล์ บาดแผลของผลไม้ และถึงแม้ว่า แคลเซียมคลอไรด์จะเป็นตัวเดียวที่ยืดอายุและคงสภาพลูกพลับตัดแต่งได้ดี แต่การใช้สารร่วมกันอย่าง กรดแอสคอร์บิกร่วมกับกรดซิตริก มีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่า

Luna-Guzmán, et al. (1999) การใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับแคนตาลูปตัดแต่ง ที่ระดับความเข้มข้น (1-5%) จุ่มนานเป็นเวลา 1-5 นาที พบว่า มีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับที่ต่ำกว่าตัวควบคุม รวมถึงการผลิตเอทิลีนที่ต่ำอีกด้วย แคลเซียมคลอไรด์ยังมีส่วนช่วยในเรื่องของความแน่นเนื้อ ความกรอบของแคนตาลูปตัดแต่ง ที่เก็บที่ 5 องศาเซลเซียส ที่จุ่มนาน 5 นาที

Giacalone and Chiabrando (2013) มีการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาในเรื่องของความอ่อนนิ่มของเนื้อเยื่อผลไม้และการเกิดอาการสีน้ำตาลบนผิวผลไม้ตัดแต่ง และมันก็เป็นเหตุให้ระยะเวลา

การวางขายสั้น ดังนั้นจึงคิดวิธีการพัฒนาการยืดอายุผลไม้ตัดแต่ง โดยใช้เทคนิคการใช้สารร่วมกัน อย่าง แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับกรดซิตริก กับแอปเปิ้ลตัดแต่ง เก็บรักษาที่ 1 องศาเซลเซียส ผลที่ได้คือสามารถช่วยในเรื่องของความแน่นเนื้อและสีของผิวแอปเปิ้ลได้ดี การใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับกรดซิตริกสามารถใช้ได้ดีกับอุตสาหกรรม

Antoniolli, et al. (2012) พบว่าสับปะรดตัดแต่งมีการใช้สารร่วมกันระหว่าง กรดแอสคอร์บิกกับกรดซิตริก (%) (1.0:0.5 และ 1.0:1.0) กับ โซเดียมไฮโปรคลอไรด์ เก็บรักษาในถุงโพลีซิสเทลีน ที่ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ระยะเวลานานถึง 8 วัน ในกรรมวิธีที่ใช้อัตราส่วน 1.0:0.5

Lee, et al. (2003) พบว่าแอปเปิ้ลตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส มีการลดลงของการหายใจถึง 5% เมื่อใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับผงบุกเคลือบผิว และ 20% เมื่อใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับโปรตีนหางนม ตามลำดับ และเมื่อมีการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกันอย่างเช่น กรดแอสคอร์บิกร่วมกับกรดซิตริก พบว่าสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนผิวแอปเปิ้ลตัดแต่งได้ นอกจากนี้ การใช้แคลเซียมคลอไรด์ยังสามารถลดการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ การสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับโปรตีนหางนมและแคลเซียมคลอไรด์ มีผลต่อการรักษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสได้ดีที่สุด และการใช้สารเคลือบผิวกับสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสามารถลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย

Ahvenainen (1996) ได้มีการศึกษาและรวบรวมสารเคมีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อยืดอายุผลไม้ตัดแต่งรวมถึงคำนึงถึงความปลอดภัยของสารนั้น ๆ ด้วย จากรายงานพบว่า คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์นั้นตอบสนองต่อระดับความต้องการของผู้บริโภคระดับใด มีตั้งแต่ ตัดแต่งเพื่อขายรายวัน ระดับอุตสาหกรรม และขายส่ง ซึ่งกระบวนการจัดการที่แตกต่างแตกต่างกันย่อมได้คุณภาพต่างกัน ในเรื่องของความสะอาดและความปลอดภัยของกระบวนการตัดแต่ง ในเรื่องของการใช้สารเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ที่เกิดขึ้นภายหลังการตัดแต่งผลไม้ มักนิยมใช้ กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกัน หรือใช้ โพแทสเซียม ซอสเบตกับมันผรั่งตัดแต่ง ผลที่ดีที่สุดคือ การใช้กรดแอสคอร์บิกรวมกับกรดซิตริก สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด

González-aguilar, et al. (2004) การตอบสนองของสับปะรดตัดแต่งร่วมกับการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล จุ่มนาน 2 นาที เก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส พบว่า สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลและลดการเน่าเสียได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะสามารถลด

ค่า L*, b* ได้ดี รวมถึงคงคุณด้านความแน่นเนื้อ การประเมินด้านลักษณะที่ปรากฏภายนอก พบว่าไอโซแอสคอร์บิกได้ผลที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากกว่าตัวควบคุม

Martín-Diana, et al. (2007) พบว่าแคลเซียมคลอไรด์มีคุณสมบัติในเรื่องของการคงคุณภาพด้านความกรอบความแข็งแรงของเนื้อเยื่อผลไม้ตัดแต่ง อย่างเช่น แคนตาลูป สตอเบอรี่ องุ่น สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นกว่าเดิมได้ และช่วยลดคุณภาพการปรากฏลักษณะภายนอกของผลไม้ตัดแต่งและผัก และยังสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวสัมผัส

Song, et al. (2013) แอปเปิ้ลตัดแต่งร่วมกับเจลว่านหางจระเข้กับสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล อย่างกรดแอสคอร์บิก พบว่าสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวแอปเปิ้ลตัดแต่งได้มากกว่ากรดซิตริกกับเจลว่านหางจระเข้ และสามารถลดจำนวนการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

Zheng, et al. (2014) แอปเปิ้ลตัดแต่งที่ได้จุ่มลงในแคลเซียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 2% พบว่าสามารถคงสภาพการสูญเสียน้ำหนัก อีกทั้งยังช่วยในด้านประสาทสัมผัส เช่น รสชาติ สี และความแน่นเนื้อได้ดีกว่าตัวควบคุมได้ถึงวันที่ 9 ของการเก็บรักษา

Tortoe, et al. (2007) มีการใช้สารที่ช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ ทั้งที่ใช้เป็นสารตัวเดี่ยวๆ หรือการใช้สารร่วมกับตัวอื่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลรวมทั้งชะลอการเสื่อมสภาพในด้านต่างๆ ดังนั้นในการทดลองนี้ ที่ใช้สารตัวเดียว เช่น แอสคอร์บิก ซิสเตอีน ซิตริกโซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ โซเดียมแอสคอร์เบท และการใช้สาร 2 ตัวร่วมกัน เช่น แอสคอร์บิกร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ แอสคอร์บิกร่วมกับซิตริก ซิสเตอีนร่วมกับซิตริก เป็นต้น

Varela, et al. (2007) การใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ 3 ระดับความเข้มข้น (1%, 2%,m3%) มีผลต่อการเพิ่มสภาพความแน่นเนื้อของแอปเปิ้ลตัดแต่ง ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยาวนานถึง 16 วัน แต่อย่างไรก็ตาม ภายหลังจาก 16 วัน แคลเซียมคลอไรด์ทั้ง 3 ความเข้มข้น มีผลให้คงสภาพความแน่นเนื้อไม่แตกต่างจากวันแรกซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทั้งตัวควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์

เบญจมาส รัตนชินกร และคณะ (2550) กล่าวว่า อุณหภูมิที่สูง (10 องศาเซลเซียส) จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ การเก็บที่อุณหภูมิที่ 2 หรือ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่น้อยกว่า แต่อย่างไรก็ตามทุกอุณหภูมิจะสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เช่นเดียวกับคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงขึ้นและเก็บรักษานานขึ้น และคะแนนความชอบจะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิการเก็บรักษานานขึ้น เช่น ที่อุณหภูมิ 2 5 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 12 10 และ 6 วัน ตามลำดับ

Son, et al. (2001) แสดงให้เห็นว่าการนำสารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแต่ละชนิดมีผลอย่างไรกับแอปเปิ้ลตัดแต่ง โดยสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและเป็นที่นิยมนำมาใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร เช่น แอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ ซีสเตอีน ออกซาลิกแอซิก และอื่นๆ โดยแอสคอบิกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล เช่นเดียวกับซิตริก แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับ ออกซาลิก แอซิกที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.02%

Robles-Sánchez, et al. (2009) จากการใช้สารร่วมกัน 3 ชนิด ได้แก่ แอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ กับมะม่วงตัดแต่ง พบว่าการใช้สารร่วมกันดังกล่าวมีประสิทธิภาพเป็นอย่างมากต่อการลดการเกิดสีน้ำตาล มากกว่าตัวควบคุม ซึ่งตัวควบคุมสามารถเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้เพียง 6 วัน ที่ 5 องศาเซลเซียส แต่หลังจากนั้นไม่เป็นที่ยอมรับเนื่องจากเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของมะม่วงตัดแต่ง ในขณะที่มะม่วงตัดแต่งที่ใช้สารร่วมกัน (แอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์) สามารถอยู่ได้นานกว่า 10 วัน และยังคงคุณภาพและสีของผิวของมะม่วงตัดแต่งได้ดี

Luna-Guzmán and Barrett (2000) พบว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์สามารถเพิ่มความแน่นเนื้อให้กับแมลอนตัดแต่งได้ดีกว่าตัวควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามด้านการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์นั้นทำให้มีรสขมเพิ่มมากขึ้น และมีค่าความยอมรับในส่วนของรสชาติโดยรวมลดลง เมื่อมีความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์มากขึ้น ในส่วนของความกรอบแคลเซียมคลอไรด์สามารถคงความกรอบของเมลอนตัดแต่งได้ดีกว่าตัวควบคุม

Suttirak and Manurakchinakorn (2011) แสดงให้เห็นว่ามีการใช้สารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่นิยมใช้ในปัจจุบันและเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ แอสคอร์บิก ซิตริก ออกซาลิกแอซิก เมื่อนำมาใช้กับผักและผลไม้ตัดแต่งสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดี ทั้งนี้สารดังกล่าวสามารถลดการเกิดกิจกรรมของเอมไซม์ (PPO : Polyphenol oxidase) ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลได้อีกด้วย และยังสามารถใช้ได้กับผักและผลไม้อีกหลายชนิด ได้แก่ มังคุดตัดแต่ง แตงกวา เห็ด บล็อคเคอรี่ เป็นต้น ไม่เพียงแค่ใช้สารเพียงตัวเดี่ยวๆ การใช้สารร่วมกันระหว่างแอสคอร์บิกและซิตริกก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวได้อย่างดี

วรงค์รัตน์ ภู่กร (2549) พบว่า ฝรั่งตัดแต่งภายหลังจากการจุ่มสาร ซิตริก 1% สามารถยับยั้งการเกิดจุลินทรีย์และชะลอการเกิดสีน้ำตาล แอสคอร์บิก 1% สามารถชะลดการเปลี่ยนแปลงสีน้ำตาลและชะลอการเกิดกิจกรรมเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส จึงทำให้เกิดสีน้ำตาลช้ากว่า

กรรมวิธีอื่น และแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น และการใช้สารทั้งหมดนี้ทำให้ฝรั่งตัดแต่งสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 6 วัน ในขณะที่ตัวควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 4 วัน

จากการศึกษาการใช้สารเคมีกับผลไม้ตัดแต่งในเบื้องต้น พบว่า มีสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการอ่อนนิ่มของเนื้อเยื่อผลไม้ และยังมีความสามารถยับยั้งการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดสีน้ำตาลบนผิวของผลไม้ตัดแต่ง อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ด้วยเหตุทั้งหมดที่กล่าวมา จึงนำมาศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ทั้งในรูปแบบสารเดี่ยวและสารผสม

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วัสดุ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. วัตถุดิบในการทดลอง

สับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่น เก็บเกี่ยวจากไร่ที่ปลูกในอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์หรือเขตพื้นที่ใกล้เคียง คัดเลือกผลสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นที่มีลักษณะสุก โดยมีความบริบูรณ์ระดับ 2 มีสีเหลืองประมาณหนึ่งส่วนสี่ของผล ขอบตามีสีเหลืองบ้างเล็กน้อย และระดับ 3 มีสีเหลืองประมาณหนึ่งส่วนสองของผล ขอบตามีสีเหลืองกระจายทั่วทั้งผล

2. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ Digital refractometer (ยี่ห้อ ATAGO, Japan)

เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Texture Analysis ยี่ห้อ Brookfield รุ่น QTS25, USA)

เครื่องวัดสี (Colorimeter ยี่ห้อ MiniScan XE PLUS Hunter Associates Laboratory, USA)

เครื่องวัด pH (Thermo บริษัท Scientific)

เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Sartorius Ducu-pH meter, Germany)

เครื่องวิเคราะห์แก๊สโครมาโทรกราฟ (Gas chromatograph) ยี่ห้อ SHIMADZU GC-14B ชนิด TCD และ FID (Detector, Japan)

เครื่องกวนสารละลาย (Magnetic stirrer) ยี่ห้อ LMS รุ่น HTS 1003

เครื่องผสมสาร (Vortex) บริษัท Scientific Industries

เครื่องวัดความชื้น และอุณหภูมิ (HOBO onset computer corporation RH Temp, Japan)

เครื่องปั่นเหวี่ยงสาร (Centrifuge ยี่ห้อ Dynamica รุ่น Velocity 149 บริษัท Dynamica Scientific Ltd., UK)

เครื่องชั่งแบบดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ ADAM รุ่น PGW 3502C , Germany)

เครื่องชั่งแบบดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius รุ่น BS 224S, Germany)

เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) Optizen 3220 UV UV , Mecasay Co.,Ltd., KOREA

ตู้อบแบบลมร้อน (hot air oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น ED/FD, Germany

หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave ยี่ห้อ TOMY รุ่น ES-215.315 บริษัท TOMY SEIKO CO.,LTD., Japan)

ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ (สหะชัยมอเตอร์, พิษณุโลก)

3. **วัสดุและอุปกรณ์**

แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic bar)

Pipette pump (Labnet Interational,Inc Biopette A™ pipettes)

กล่องเก็บก๊าซ (รุ่น# 358-5 ขนาด 1,800 มิลลิลิตร บริษัท เทสโก้ จำกัด)

หลอดเก็บก๊าซ (Vacuum Tube Sterile) ขนาด 5 มิลลิลิตร

เข็มฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร

คิวเวต PMMA (Plastibranb) Germany No.759115 12.5×12.5×45 mm

แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ (ARO บริษัท ควิคแท็ค จำกัด ขนาด 12 นิ้ว×300 เมตร×10 ไมครอน)

กระดาษกรองสาร (Whiteman No.1, 10×10)

บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร

โกร่ง

ผ้าขาวบาง

อุปกรณ์ไทเทรต

Stomacher Bag

ตะเกียงแอลกอฮอล์

หลอดอาหาร

จานเพาะเชื้อ

หลอดดักก๊าซ (Durham tube)

เครื่องตีป่นผสม

อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

ตู้บ่มเชื้อ

อุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

เครื่องมือและแบบสอบถามด้านประสาทสัมผัส

มีดปอกผลไม้

ถาดสแตนเลส

ปากคีบยาว

กระชอนพลาสติก

ซามพลาสติก

ทัพพี

กล่องพลาสติก

เขียง

ตะแกรง

4. **สารที่ใช้ในการวิจัย**

สารเคมีสำหรับการทดลองกับสับปะรด

กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid; $C_6H_8O_6$: Food grade,บริษัท เวชกิจ)

กรดซิตริก (Citric ; $C_6H_8O_7$: Food Grade, Best odour, เบสท์ โอเดอร์ จำกัด)

แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium Chloride ; $CaCl_2$: Food Grade,UNION SCIENCE CO.,LTD)

สารเคมีสำหรับการทดสอบการรั่วไหลของประจุ

น้ำกลั่นไม่มีประจุ (deionized water) (RCI labscan, Australia)

สารละลายแมนนิทอล Mannital 0.4 M (Fisher, Germany)

สารเคมีสำหรับการทดสอบปริมาณกรดที่ไตเทรตได้

Sodium hydroxide 0.1 N (NaOH) (Merck, Germany)

Phenolpthalein 1% (Labchem, Australia)

สารเคมีสำหรับการทดสอบปริมาณวิตามินซี

Metaphosphoric acid (HPO_3) (Merck, Germany)

Acetic acid (Merck, Germany)

Ascorbic acid (Fisher, Germany)

2,6-Dichloroindophenol (Fluka, Austria)

Sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) (Fisher, UK)

วัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานพีเอช 4.00,7.00,10.00 (Thermo (Orion) Thermo Fisher Scientific, USA)

สารเคมีสำหรับการทดสอบกิจกรรมของเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

Sodium phosphate monobasic (H_2NaO_4P) (Fisher, Germany)

di-Sodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4) (Merck, Germany)

Pyrocatechol (Sigma-Aldrich , USA)

Polyvinylpyrrolidone (PVP) (Fluka, Austria)

สารเคมีวัดปริมาณแก๊ส

แก๊สมาตรฐานเอทิลีน 100 ppm (Restek (Air Liquide), USA)

แก๊สมาตรฐานคาร์บอนไดออกไซด์ 1000 ppm (Restek (Air Liquide), USA

สารเคมีสำหรับทดสอบปริมาณโปรตีน

Bradford Reagent (Sigma-Aldrich, USA)

การทดสอบด้านจุลินทรีย์

อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) (Hi-Media Laboratory, India)

อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) (Hi-Media Laboratory, India)

อาหารเลี้ยงเชื้อ Rose Bengal Agar Base (Hi-Media Laboratory, India)

อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate broth (Hi-Media Laboratory, India)

เปปโตน (Peptone : Difco Becto peptone, American)

วิธีดำเนินการทดลอง

การเตรียมการทดสอบ

สับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นที่ปราศจากโรคและแมลง ใช้ดัชนีสีเปลือกในการคัดเลือกสับปะรดที่นำมาทดลอง โดยมีความบริบูรณ์ระดับ 2 (มีสีเหลืองประมาณ ¼ ของผล ขอบตามีสีเหลืองบางเล็กน้อย) และระดับ 3 (มีสีเหลืองประมาณ ½ ของผล ขอบตามีสีเหลืองกระจายทั่วทั้งผล) นำมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก โดย 1 ผล หั่นตามยาวแบ่งเป็น 4 ชิ้น พร้อมแกนผล ขนาดชิ้นตามยาวประมาณ 5 นิ้ว และ หนาประมาณ 2 นิ้ว บรรจุใส่ถุงพลาสติกนำใส่กล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็ง ปิดฝามิดชิด นำส่งทันทีมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อนำมาศึกษาตามวิธีการที่กำหนดต่อไป

แผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารแอสคอบิก ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

แผนการทดลอง : CRD

Replication: 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ชิ้น

Treatment:

1. แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) นาน 2 นาที
2. แช่ในสารละลาย แอสคอร์บิก เข้มข้น 0.5% (0.5 g/100mL) นาน 2 นาที
3. แช่ในสารละลาย แอสคอร์บิก เข้มข้น 1% (1g/100mL) นาน 2 นาที

ระยะเวลาการเก็บรักษา: 10 วัน หรือจนกว่าจะหมดสภาพ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ภาคผนวก ข ตาราง 1) บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก 2 วัน (รายละเอียดในหัวข้อบันทึกข้อมูล)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารซิตริก ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

แผนการทดลอง : CRD

Replication: 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ชิ้น

Treatment:

1. แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) นาน 2 นาที
2. แช่ในสารละลาย ซิตริก เข้มข้น 0.5% (0.5 g/100mL) นาน 1 นาที
3. แช่ในสารละลาย ซิตริก เข้มข้น 1% (1 g/100mLนาน) 1 นาที

ระยะเวลาการเก็บรักษา: 10 วัน หรือจนกว่าจะหมดสภาพ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ภาคผนวก ข ตาราง 2) บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก 2 วัน (รายละเอียดในหัวข้อบันทึกข้อมูล)

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

แผนการทดลอง : CRD

Replication: 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ชิ้น

Treatment:

1. แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) นาน 2 นาที
2. แช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1% (1 g/100mL) นาน 2 นาที

3. แช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 2% (2 g/100mL) นาน 2 นาที

ระยะเวลาการเก็บรักษา: 10 วัน หรือจนกว่าจะหมดสภาพ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ภาคผนวก ข ตาราง 3) บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก 2 วัน (รายละเอียดในหัวข้อบันทึกข้อมูล)

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของสารแอสคอบิก แคลเซียมคลอไรด์ ซิตริก หรือสารผสมรวมกัน ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

แผนการทดลอง : CRD

Replication: 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ชิ้น

Treatment:

1. แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) นาน 2 นาที
2. สารแอสคอร์บิกที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 1
3. สารซิตริกที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 2
4. สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 3
5. สารแอสคอร์บิกที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 1 รวมกับสารซิตริกที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 2
6. สารแอสคอร์บิกที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 1 รวมกับสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 3
7. สารซิตริกที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 2 รวมกับสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 3
8. สารแอสคอร์บิก สารซิตริก และสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 1,2,3 รวมกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา: 10 วัน หรือจนกว่าจะหมดสภาพ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ภาคผนวก ข ตาราง 4) บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก 2 วัน (รายละเอียดในหัวข้อบันทึกข้อมูล)

การเตรียมสาร

การเตรียมสารตัวเดี่ยว

สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% และ1% เตรียมโดยนำสารแอสคอร์บิก 0.5 และ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

สารละลายซิตริก 0.5% และ 1% เตรียมโดยนำสารซิตริก 0.5 และ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

สารละลายแคลเซียมคลอไรค์ 1% และ 2% เตรียมโดยนำสารแคลเซียมคลอไรค์ 1 และ 2 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

การเตรียมสารผสม

สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% + สารละลายซิตริก 0.5% เตรียมโดยนำสารแอสคอร์บิก 0.5 กรัมละลายในน้ำกลั่น และสารซิตริก 0.5 กรัมละลายในน้ำกลั่น นำสารทั้งหมดผสมรวมกันและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% + สารละลายแคลเซียมคลอไรค์ 1% เตรียมโดยนำสารแอสคอร์บิก 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และสารแคลเซียมคลอไรค์ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น นำสารทั้งหมดผสมรวมกันและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

สารละลายซิตริก 0.5% + สารละลายแคลเซียมคลอไรค์ 1% เตรียมโดยนำสารซิตริก 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และสารแคลเซียมคลอไรค์ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น นำสารทั้งหมดผสมรวมกันและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% + สารละลายซิตริก 0.5% + สารละลายแคลเซียมคลอไรค์ 1% เตรียมโดยนำสารแอสคอร์บิก 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น สารซิตริก 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และสารแคลเซียมคลอไรค์ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น นำสารทั้งหมดผสมรวมกันและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

การบันทึกข้อมูล

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางชีวเคมี คุณภาพทางสรีรวิทยา คุณภาพด้านจุลินทรีย์ การทดสอบด้านประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษา ตามลำดับ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน บันทึกผลทุก 2 วัน

1. **การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ**

1.1 **การสูญเสียน้ำหนัก** (%) โดยทำการวัดน้ำหนักก่อนทำการทดลองและหลังทำการทดลองแล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (ชิโรวรรณ เข็มพล, 2550)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อน} - \text{น้ำหนักหลัง}}{\text{น้ำหนักก่อน}} \times 100$$

1.2 **ความแน่นเนื้อ** โดยใช้เครื่องมือสำหรับวัดความแน่นเนื้อสัมผัส เรียกว่า Texture analysis ความหนาของเนื้อสับปะรดประมาณ 1 นิ้ว กดเป็นแนวตั้งฉากกับเนื้อสับปะรด 4 ตำแหน่งใน 1 ชิ้น โดยใช้หัวกดขนาด 2 มิลลิเมตร ความเร็ว 60 นาโนเมตร ความลึก 4 มิลลิเมตร ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้มีหน่วยเป็นกรัม (g) (ดัดแปลงจากชิโรวรรณ เข็มพล, 2550)

1.3 **การเปลี่ยนของสีเนื้อ** โดยใช้เครื่องวัดสี (Miniscan XE PLUS,USA) และแสดงผลของสีให้อยู่ในระบบ L*a*b* color space และระบบ L*C* (h^{O}) (AOAC, 1990) ซึ่งค่า

L* คือ ค่าความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมาก
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด

a* คือ ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว โดย
ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกแดง
ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว

b* คือ ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดย
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน

Chroma(C*) ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดย

ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน

ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม

Hue (h°) ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสี รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีมีค่า 360 องศา

กรณีที่ ค่าHue เท่ากับ 0 หมายถึง สีแดง-ม่วง

ค่า Hue เท่ากับ 90 หมายถึง สีเหลือง

ค่า Hue เท่ากับ 180 หมายถึง สีน้ำเงิน – สีเขียว

ค่า Hue เท่ากับ 270 หมายถึง สีน้ำเงิน

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Soluble Solids Content ; SSC) โดยการคั้นน้ำสับปะรด จากนั้นนำน้ำคั้นมาวัดการหักเหของแสงแบบอัตโนมัติ (Digital refractomater; ATAGO, Japan) ซึ่งใช้น้ำกลั่นปรับเครื่องให้อ่านค่าได้ 0 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) ก่อนทำการวัดทุกครั้งแล้วอ่านค่าที่ได้ แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ (สรวงสุดา ไชยทิพย์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2539)

2.2 วัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) จากน้ำคั้นของสับปะรดด้วยเครื่องวัด (Digital refractomater; ATAGO, Japan) โดยได้มีการตรวจสอบความถูกต้องด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีพีเอชเท่ากับ 4.00 , 7.00 ตามลำดับ ดัดแปลงจากสรวงสุดา ไชยทิพย์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (2539)

2.3 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity ; TA) โดยการไทเทรตน้ำคั้นของสับปะรด 10 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH 0.1 N) ใช้ phenolphthalein 1% เป็น indicator จำนวน 1-2 หยด จนถึงจุด end point คือจุดที่สารปลี่ยนเป็นสีชมพู หลังจากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์กรด ในรูปของกรดซิตริก (AOAC, 1990)

$$\text{TA}(\%) = \frac{(\text{ml NaOH}) \times (N\ \text{NaOH}) \times (\text{meq. Wt กรดซิตริก})}{\text{ml sample}} \times 100$$

โดยที่ ml NaOH = จำนวน มล. ของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

N NaOH = ความเข้มข้น(Normality) ของสารละลายด่างมาตรฐาน

ml sample = จำนวนมล. ของน้ำคั้นที่ใช้

meq.Wt. กรดซิตริก = 0.064

2.4 **ปริมาณวิตามินซี** โดยใช้น้ำคั้นสับปะรดปริมาตร 2 ml รวมกับ metaphosphoric acid ปริมาตร 5 ml ไทเทรตด้วยสารละลาย 2,6-dichloroindophenol (dye solution) จนถึงจุดยุติ end point คือจุดที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างน้อย 5 วินาที และไทเทรตสารตัวอย่างมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนาณ โดยใช้สารละลายกรดแอสคอบิคอิ่มตัว ปริมาตร 2 ml แทนน้ำคั้นสับปะรด ทำซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าปริมาตรสารละลาย 2,6-dichloroindophenol ที่ใช้ไป มาคำนวณหาปริมาตรกรดแอสคอบิค โดยมีหน่วยเป็น mg/100 ml จากสูตร (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000) ตรวจสอบอ้างอิง ดังนี้

ปริมาณวิตามินซี = (X-B)(F/E)(V/Y)100

X = ปริมาณเฉลี่ยที่ใช้กับ 2,6-dichloroindophenol (dye solution) ที่ใช้ไตเตรทกับน้ำคั้น (ml)

B = ปริมาณเฉลี่ยที่ใช้กับ 2,6-dichloroindophenol (dye solution) ที่ใช้ไตเตรทกับ blank

F = mg equivalent ascorbic acid (anhydrous)ml : standard – blank

E = ปริมาณน้ำคั้นก่อนการวิเคราะห์ (2 ml)

V = ปริมาณของสารละลายตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ (7 ml)

Y = ปริมาณของสารละลายตัวอย่างที่นำมาไทเตรท (7 ml)

3. **การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางสรีรวิทยา**

3.1 **อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน** (ดัดแปลงจาก Gemma, et al., 1994) สับปะรด 1 ผล ผ่าแบ่งได้ 4 ชิ้น บรรจุลงในกล่องพลาสติก ปิดฝากล่องให้สนิท นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วทำการเก็บตัวอย่างก๊าซภายในภาชนะด้วยกระบอกเข็มฉีดยาสูญญากาศ ฉีดเก็บไว้ในหลอดเก็บก๊าซ จากนั้นตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีนด้วยปริมาณ 1 มิลลิลิตร ด้วยเครื่อง gas chromatography (Shimadzu, Model GC-14B, Japan) ซึ่งติดตั้งด้วย Thermal conductivity detector (TCD) สำหรับวัดอัตราการหายใจ และ Flame ionization detectot (FID) สำหรับการวัดอัตราการผิจเอทิลีน โดยท่อ stainless steel โดยมีความยาว 1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร และภายนอก 4 มิลลิเมตร ภายในบรรจุด้วย unibeads C จนาด 80/100 mesh โดยมีก๊าซไนโตรเจนเป็น carrier gas ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นร้อยละ แล้วนำมาคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหายใจของสับปะรด มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ($mgCO_2/kg/h$) ส่วนอัตราการผลิตเอทิลีนค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นหนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) แล้วนำมาวัดอัตราการผลิตเอทิลีนที่เกิดขึ้น เมื่อนำมาคำนวณจะได้ค่าเป็น ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง (µg/kg/h)

ตาราง 4 การวัดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน

	CO_2 (mg/kg/h)	C_2H_4 (µl/kg/h)
INJ (°C)	80	120
Column (°C)	50	200
FID (°C)	200	200
TCD (°C)	100	200
Current (°C)	60	60

คำนวณอัตราการหายใจดังนี้

$$\text{Respiration rate (mg/kg/h)} = \frac{\text{Difference in co2} \times \text{Free volume (ml)} \times 321.75}{\text{Sealed time} \times \text{Sample wt (kg)} \times (273 + \text{storage temperature } ^\circ\text{C})}$$

โดยที่

Difference in co_2 (%) = co_2 ชุดทดลอง – ความเข้มข้นของ co_2 ในบรรยากาศ

Free volume (ml) = ปริมาณกล่องเก็บก๊าซ – ปริมาณผลไม้

Sealed time (min) = ระยะเวลาเก็บผลไม้

Sample wt (kg) = น้ำหนักผลไม้

คำนวณอัตราการผลิตเอทิลีนดังนี้

$$\text{Ethylene production rate (µl/kg/h)} = \frac{\text{Free volume (l)} \times \text{ppm ethylene measured}}{\text{Sample wt} \times \text{Seal time (h)}}$$

โดยที่

Free volume (l) = ปริมาณกล่องเก็บก๊าซปริมาณผลไม้

ppm ethylene measured = ปริมาณเอทิลีนที่วัดได้

Sample wt (kg) = น้ำหนักตัวอย่าง

Seal time (hr) = ระยะเวลาเก็บผลไม้

3.2 **การรั่วไหลของประจุ** (Electrolyte leakage) ดัดแปลงจากวิธีการของกชกร ชั้นจริกุล (2553) โดยใช้ชิ้นเนื้อสับปะรดส่วนใกล้แกนผล ตัดเป็นชิ้นที่มีขนาดกว้าง ยาว หนา ประมาณ 0.5 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำกลั่นไม่มีประจุ (deionized water) 3 ครั้ง แล้วใส่ชิ้นเนื้อ

สับปะรดลงในขวดชมพู่ที่บรรจุสารละลายแมนนิทอล (mannitol) ความเข้มข้น 0.4 M ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำไปวางที่เครื่องเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างสับปะรดไปต้ม เป็นเวลา 5 นาที จนเดือดเพื่อให้เนื้อเยื่อสับปะรดเสื่อมสภาพ ทิ้งไว้ให้เย็นเป็นเวลา 20-15 นาที แล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าอีกครั้งเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุ} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าก่อนต้ม}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้าหลังต้ม}} \times 100$$

4. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

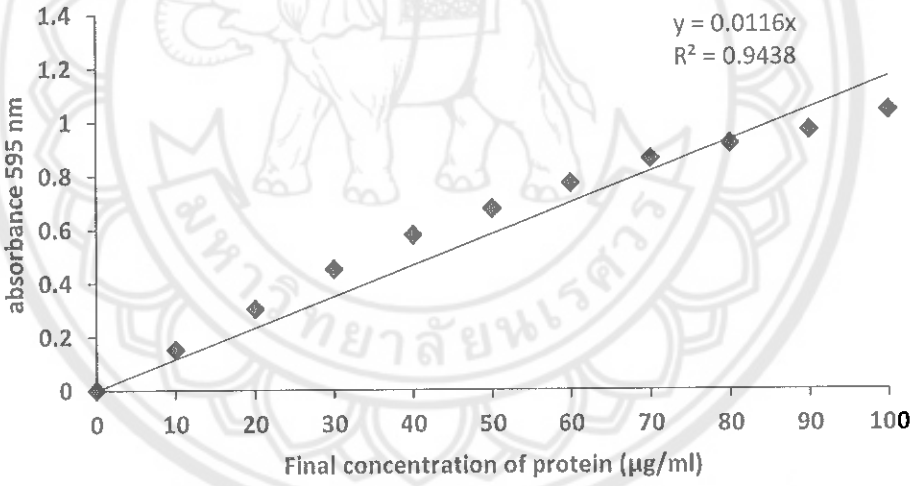
4.1 **การวิเคราะห์กิจกรรมของเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส** (PPO activity) (Jiang, et al., 1999) ทำการสกัดเอมไซม์ โดยนำชิ้นสับปะรด 2.5 กรัม บดด้วย 0.1 M phosphate buffer pH 6.4 จำนวน 15 มิลลิลิตร ที่มี 1% polyvinyl pyrolidone นำไปบดโดยใช้โกร่งที่แช่ในตู้อุณหภูมิ -4 องศา ให้ละเอียด แล้ววางพักไว้บนน้ำแข็ง จนกระทั่งละลาย นำไปหมุนเหวี่ยงที่ 12,000 xg อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 20 นาที เอนไซม์ PPO จะอยู่ในส่วนใส

เตรียมสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์ (assay mixture) โดยปิเปตสาร สาร catechol 0.1 M (ที่ละลายใน phosphate buffer pH 6.4) ปริมาณ 700 ไมโครลิตร ปิเปตสาร 0.1 M phosphate buffer pH 6.4 ที่ไม่มี 1% polyvinyl pyrolidone ปริมาณ 1.2 มิลลิลิตร และเอนไซม์ PPO ที่สกัดจากสับปะรดปริมาณ 100 ไมโครลิตร ลงใน cuvette tube ผสมให้เข้ากัน แล้วเริ่มวัดค่าการดูดกลืนแสงทันทีที่ 400 นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสงทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 7 นาที นำค่าที่วัดได้ เขียนกราฟระหว่างระยะเวลากับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ วิเคราะห์กิจกรรมเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่มีในตัวอย่างในช่วงกราฟที่มีความชันเป็นเส้นตรง กำหนดให้กิจกรรมเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส 1 หน่วย เท่ากับปริมาณเอมไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วย ในเวลา 1 นาที ที่ pH 6.4 และอุณหภูมิ 25 °C แล้วคำนวณหากิจกรรมเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นจำนวนหน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมของโปรตีน

4.2 **การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน** (Bradford,1976) ทำได้โดยนำสารละลาย crude enzyme ปริมาตร 200 ไมโคลิตร ใส่ลงในคิวเวตที่มีสารละลาย Bradford reagent ปริมาตร 800 ไมโครลิตร ผสมเข้าด้วยกัน วางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่

ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบหาระดับความเข้มข้นของโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน

การสร้างกราฟมาตรฐานโปรตีน (Bradford, 1976) ปิเปตสารละลายโปรตีนมาตรฐานความเข้มข้น 0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองความเข้มข้นละ 3 หลอด ส่วนหลอดที่มีความเข้มข้น 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็น blank ทำเพียงหลอดเดียว รวมเป็น 11 หลอด จากนั้นเติมสารละลายสีย้อมปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 595 นาโมเมตร แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโปรตีนมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง มีสมการจากกราฟมาตรฐานคือ y=ax+b (ภาพ 7)



ภาพ 7 กราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโปรตีนมาตรฐานกับการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร

การคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์

โดยวิธีคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส กำหนดกิจกรรมเอนไซม์ของเอนไซม์โพลีฟีนอบออกซิเดส 1 หน่วย เท่ากับ ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร เพิ่มขึ้นเป็น 0.001 หน่วย ในเวลา 1 นาที ที่ค่า pH 6.4 จะได้กิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ A หน่วย

สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.1 มิลลิลิตร มีกิจกรรม เท่ากับ A หน่วย

สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 1 มิลลิลิตร มีกิจกรรม เท่ากับ A/0.1 หน่วย = หน่วย

แสดงว่าสารละลายเอนไซม์มีกิจกรรม เท่ากับ B หน่วย

การคำนวณหาปริมาณโปรตีน

นำค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร ไปเปรียบเทียบหาปริมาณโปรตีนจากกราฟโปรตีนมาตรฐาน

สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 1000 ไมโครลิตร มีโปรตีนที่ละลายได้ C ไมโครกรัม

สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 1 ไมโครลิตร มีโปรตีนที่ละลายได้ C / 1000 ไมโครกรัม=D

แสดงว่าการละลายเอนไซม์ทีโปรตีน เท่ากับ D ไมโครกรัม / ไมโครลิตร หรือ เท่ากับ D มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

วิธีคำนวณหา specific activity ของเอนไซม์ มีหน่วยเป็น หน่วย/นาที/มิลลิกรัมของโปรตีน

5. **การเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์**

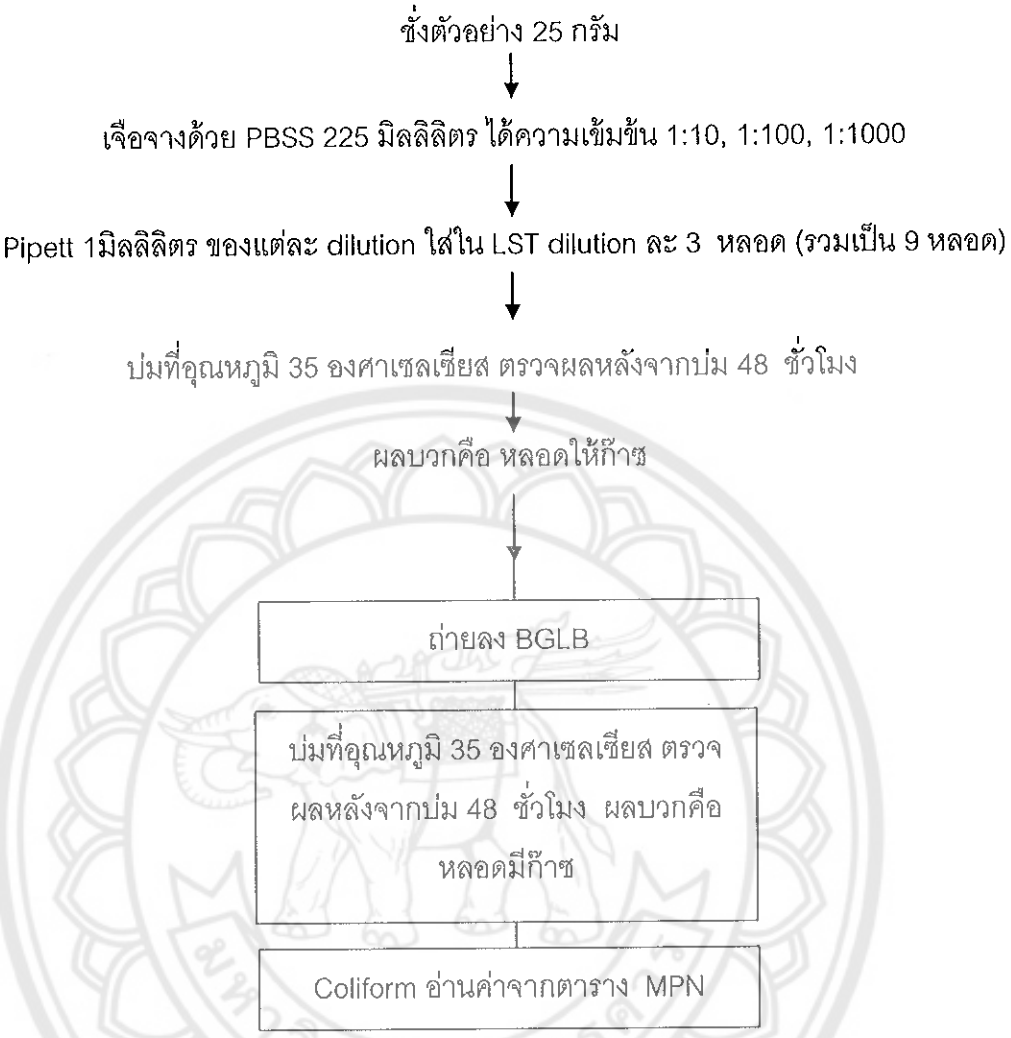
5.1 **การเตรียมตัวอย่างผลไม้** ใช้มีดและปากคีบสแตนเลสที่ผ่านการฆ่าเชื้อ โดยการแช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70% และลนไฟ ตัดชิ้นเนื้อสับปะรดทันทีที่เปิดภาชนะออก ตัดชิ้นเนื้อสับปะรดแบบสุ่มให้ทั่วภาชนะ ชั่งน้ำหนักให้ได้ 25 กรัม ชั่งสับปะรด 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตน 0.1% ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ลงในถุง นำไปตีผสมเป็นเวลา 60 นาที จะได้ตัวอย่างเจือจาง 10^{-1} จากนั้นใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มีเปบโตน 9 มิลลิลิตร ด้วยวิธีการเดียวกันจนถึงระดับที่ต้องการ ตัวอย่างที่มีความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ เช่น 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} เป็นต้น

5.2 **การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด** ใช้วิธี AOAC (1990) โดยการพอร์เพลท (Pour plate) โดยถ่ายตัวอย่าง (สับปะรด) จากความเจือจาง 10^{-1} โดยใช้ปิเปตดูดลงในจานเพาะเชื้อปลอดเชื้อ 1 มิลลิลิตร เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่หลอมเหลว อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง (สับปะรด) จานละประมาณ 15 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจานและรอจนวุ้นแข็ง บรรจุลงถุงพลาสติก มัดปากถุงด้วยยางแล้วเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35

องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง คำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีใน 1 จาน และคำนวณ (Colony forming unit) ต่อกรัมของตัวอย่างที่ได้จากวิธีพอร์เพลท

5.3 **การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา** ใช้วิธี AOAC (1990) โดยการสเปรดเพลส (Spread plate) โดยถ่ายตัวอย่าง (สับปะรด) จากความเจือจาง 10^{-1} โดยใช้ปิเปตดูดลงบนผิวของอาหารแข็ง PDA ในจานเพาะเชื้อ 0.1 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วปลอดเชื้อ (เผาด้วยเปลวไฟ ทิ้งไว้ให้เย็น) เกลี่ยอย่างให้ทั่วผิวหน้าของอาหารแต่ละจาน บ่มจานเพาะเชื้อ (โดยวางจานคว่ำลง) เพื่อเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 2-3 วัน นับจำนวนโคโลนีจากแต่ละจานเพาะเชื้อหาเฉลี่ยจำนวนโคโลนีใน 1 จาน และคำนวณ Colony forming unit ต่อกรัมของตัวอย่างที่ได้จากวิธีสเปรดเพลท

5.4 **การวิเคราะห์จำนวน** Coliforms ใช้วิธี AOAC (1990) เพื่อหาจำนวน Coliforms โดยถ่ายตัวอย่าง (สับปะรด) จากความเจือจาง 10^{-1} ลงในหลอดหาร LST broth (ที่ได้จากการเตรียมโดยใช้อาหารสำเร็จรูป Lauryl sulphate tryptose (LST) ผสมกับน้ำกลั่น บรรจุในหลอดแก้วขนาด 16×150 มิลลิลิตร หลอดละ 10 มิลลิลิตร และใส่หลอดดักก๊าซ (Durham) 1 หลอด (คว่ำหลอด) นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที) ในหลอดอาหาร LST broth 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร และทำวิธีการเช่นเดียวกันนี้กับความเจือจางที่ 10^{-2}, 10^{-3} ลงในหลอกอาหาร LST broth 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร บ่มหลอดอาหาร LST broth ที่มีตัวอย่าง (รวมทั้ง 9 หลอด ต่อหนึ่งตัวอย่าง) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อ่านผลจาก 24 ชั่วโมงแรก หากเกิดการเจริญของเชื้อ สังเกตว่ามีความขุ่นและเกิดฟองก๊าซในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและมีที่ว่างในหลอดดักก๊าซ บ่มหลอดที่ไม่มีผลต่ออีก 24 ชั่วโมง และอ่านผลอีกครั้ง (นำค่าจำนวนหลอดที่ได้ไปอ่านผลปริมาณ Coliform จากตาราง MPN) (ภาพ 8)



ภาพ 8 การตรวจสอบ Coliform, Faecal Coliform ตามวิธีของ Most Probable Number Technique (MPN)

ที่มา: AOAC, 1990

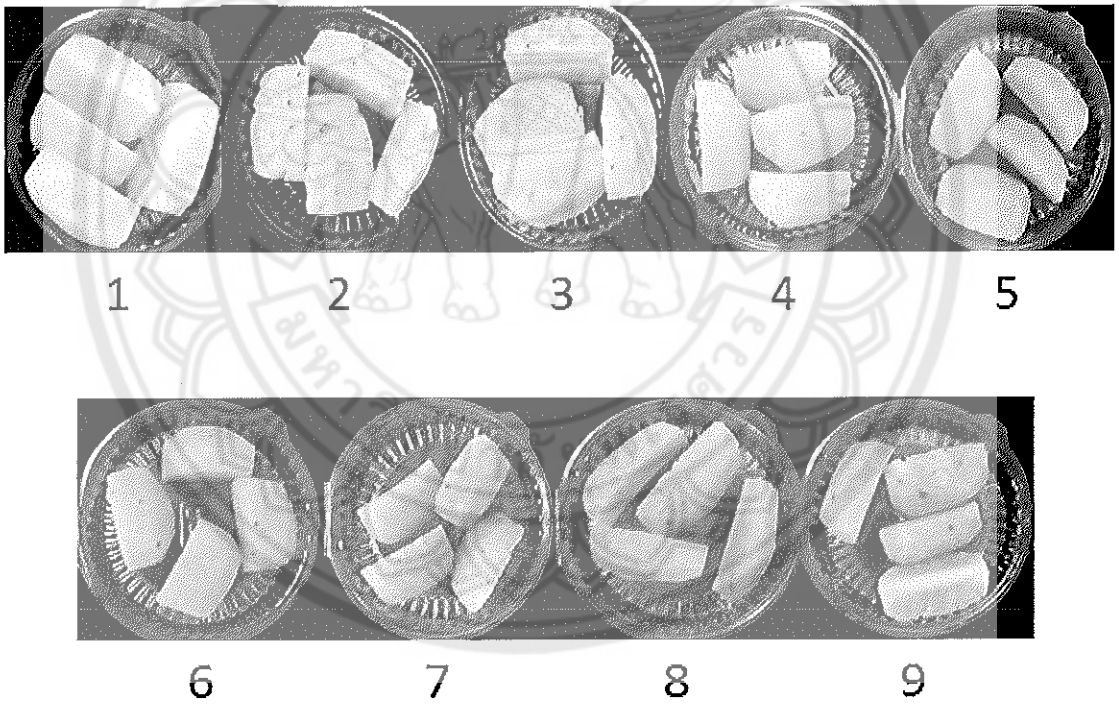
6. การทดสอบด้านประสาทสัมผัส

การประเมินค่าทางประสาทสัมผัสของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ในการชิมจำนวน 10 คน ปัจจัยที่ทดสอบได้แก่ สี กลิ่นแปลกปลอม รสชาติ (หวาน เปรี้ยว รสแปลกปลอม) ความกรอบของเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยทดสอบแบบ Hedonic scale โดยการให้คะแนน 9 ระดับ (ประยุกต์จาก ภาสุรี ฤทธิเลิศ, 2548) จากนั้นเลือกกรรมวิธีที่ดีที่สุดเพื่อนำไปศึกษาในการทดลองต่อไป

1. สี (ความคล้ำ) ลักษณะที่ปรากฏสีของสับปะรด ได้จากสีโดยรวมของชิ้นสับปะรด มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 (ภาพ 9)

1 = สับปะรดมีสีอ่อนมาก (ซีด) 3 = สับปะรดมีสีเหลืองอ่อน 5 = สับปะรดมีเหลือง

7 = สับปะรดมีเหลืองเข้ม 9 = สับปะรดมีเหลืองเข้มปนน้ำตาลเข้ม



ภาพ 9 เกณฑ์การให้คะแนนสับปะรดตัดแต่ง

2. กลิ่นแปลกปลอม การปรากฏกลิ่นแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากกลิ่นอื่นใดนอกเหนือจากกลิ่นของสับปะรด เช่น กลิ่นเหม็น กลิ่นบูด เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม 3 = กลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อย 5 = กลิ่นแปลกปลอมปานกลาง

7 =มีกลิ่นแปลกปลอม 9 = กลิ่นแปลกปลอมมาก

3. รสหวาน การปรากฏรสหวานของสับปะรด ได้จากการรับประทานสับปะรด โดยสับปะรดจะมีรสหวาน มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่หวาน 3 = หวานเล็กน้อย 5 = หวานปานกลาง

7 =หวาน 9 = หวานมาก

4. รสเปรี้ยว การปรากฏรสเปรี้ยวของสับปะรดได้จากการรับประทานสับปะรด โดยที่สับปะรดจะมีรสเปรี้ยว มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่เปรี้ยว 3 = เปรี้ยวเล็กน้อย 5 = เปรี้ยวปานกลาง

7 =เปรี้ยว 9 = เปรี้ยวมาก

5. รสแปลกปลอม การปรากฏรสแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากรสชาติอื่นๆที่ได้นอกเหนือจากรสธรรมชาติสับปะรด เช่น รสเค็ม รสขม เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่มีรสแปลกปลอม 3 = มีรสแปลกปลอมเล็กน้อย 5 = มีรสแปลกปลอมปานกลาง

7 =มีรสแปลกปลอม 9 = มีรสแปลกปลอมมาก

6. ความกรอบ การปรากฏความกรอบของเนื้อสับปะรด ได้จากการสัมผัสโดยการกัดลงบนชิ้นสับปะรด จะมีลักษณะแน่น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่กรอบ 3 = กรอบเล็กน้อย 5 = กรอบปานกลาง

7 =กรอบ 9 = กรอบมาก

7. การยอมรับโดยรวมเป็นการประเมินผลการยอมรับของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารต่างๆ โดยพิจารณาจากสมบัติ ลักษณะข้างต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 3 = ไม่ชอบปานกลาง 5 = เฉยๆ

7 =ชอบปานกลาง 9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะคุณภาพที่อยู่ระหว่างคะแนนเหล่านี้ให้เป็นคะแนน 2,4,6,8 ตามความเหมาะสม

7. อายุการเก็บรักษา

ประเมินอายุการเก็บรักษาโดยใช้คะแนนการยอมรับโดยรวม ถ้ามีคะแนนต่ำกว่า 5 ถือว่าหมดสภาพการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ชิ้น เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลโดยการใช้ F-test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธีการทดลอง (ทรีตเมนต์) โดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระยะเวลาทำการทดลอง

รวมระยะเวลาทำการทดลองทั้งสิ้น 25 เดือน (มีนาคม 2557 ถึง เมษายน 2559)

การทดลองที่ 1 เริ่ม 13 มีนาคม 2557 ถึง 13 เมษายน 2557

การทดลองที่ 2 เริ่ม 29 พฤษภาคม 2558 ถึง 29 มิถุนายน 2558

การทดลองที่ 3 เริ่ม 23 พฤศจิกายน 2558 ถึง 23 ธันวาคม 2558

การทดลองที่ 4 เริ่ม 1 มีนาคม 2559 ถึง 1 เมษายน 2559

สถานที่ทดลอง และเก็บข้อมูล

แหล่งผลิตที่สำคัญในเขตพื้นที่ปลูกสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่น ได้แก่ ตำบลห้วยมุ่น อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ และสถานที่ทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก (%) ค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี (L*, a*, b*, C* และ h°) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก (%)

การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ที่ระดับความเข้มข้นที่ 0%, 0.5% ,1% ระหว่างการเก็บรักษาที่ (6.03±0.03) องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ (73.82±0.28) นาน 10 วัน พบว่า สารละลายแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้น ไม่มีผลในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดตัดแต่งตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (6.03±0.03) องศาเซลเซียส โดยเฉพาะการเก็บรักษาในวันที่ 2 พบว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดมีค่าอยู่ที่ 2.79 % รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่าอยู่ที่ 1.45 % ภายหลังจากนั้น กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นมีแนวโน้มสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ตาราง 5) จากการทดลองแอสคอร์บิก 0.5% มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากรรมวิธีอื่น ในวันที่ 2 ของเก็บรักษา ภายหลังจากนี้แอสคอร์บิกทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำหนัก

ตาราง 5 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03 °C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.00a[1]	1.29a	2.27a	2.07a	2.19a	1.53a
AA 0.5 %	0.00a	2.79b	1.85a	2.65a	2.33a	2.09a
AA 1%	0.00a	1.45ab	2.22a	3.11a	2.66a	2.02a
ค่าสถิติ	ns	*	ns	ns	ns	ns
% C.V.	0.00	54.61	24.38	37.71	45.09	59.02

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

2. ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ความแน่นเนื้อของชิ้นสับปะรดตัดแต่งอยู่ระหว่าง 163.25-210.75 กรัม ก่อนการเก็บรักษา สารละลายแอสคอร์บิกทุกความเข้มข้นไม่มีผลช่วยชะลอการอ่อนตัวของเนื้อสัมผัส โดยพบว่า ในวันที่ 2 4 8 และ 10 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นมีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม มีเพียงวันที่ 6 ของการเก็บรักษาเท่านั้นที่กรรมวิธีที่ใช้แอสร์บิกทุกระดับความเข้มข้นมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม และในวันสุดท้ายของการทดลองพบว่า ค่าความแน่นเนื้อของทุกกรรมวิธีอยู่ระหว่าง 174.5- 201.5 กรัม ตลอดระยะเวลาทำการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ตาราง 6)

ตาราง 6 ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (g) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	210.75a[1]	187.50a	235.50a	157.75a	194.25a	177.25a
AA 0.5 %	196.75a	137.50a	155.75a	187.50a	182.50a	139.50a
AA 1%	163.25a	145.75a	174.25a	170.50a	186.00a	166.50a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	29.85	26.95	47.64	18.94	23.77	26.73

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ค่า L*

ค่า L* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า L* ความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมากและถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด) พบว่าค่า L* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ 0%, 0.5% ,1% มีค่าที่ไม่สม่ำเสมอกันตลอดระยะการเก็บในวันสุดท้ายของการทดลอง กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% สามารถรักษาความสว่างของเนื้อสับปะรดตัดแต่งไว้ได้ดีกว่าตัว (ตาราง 7) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าแอสคอร์บิก 0.5% มีแนวโน้มเพิ่มค่า L* ในวันสุดท้ายของการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

ตาราง 7 ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า L*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	42.22a[2]	35.26a	29.47a	45.73a	34.29a	41.7a
AA 0.5 %	39.38a	36.5a	37.17a	37.49a	37.33a	42.22a
AA 1%	36.27a	36.88a	34.29a	40.48a	37.26a	34.97a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	19.40	21.79	24.24	16.07	15.03	19.60

[1/] L* หมายถึง ค่าความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย

ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมาก

ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ค่า a*

ค่า a* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวกแสดงความเป็นสีออกแดง ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว) โดยค่า a* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ 0%, 0.5% ,1% พบว่ากรรมวิธีควบคุม(0%) , 0.5% และ 1% มีค่า a* อยู่ระหว่าง -0.29 - 0.35 ,-0.74 – 1.35 และ -0.26 – 0.56 ตลอดระยะเวลาทำการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารแอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* (ตาราง 8)

ตาราง 8 ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 12 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า a*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	-0.48a[2]	-0.29a	-0.24a	0.35a	-0.52a	-0.32a
AA 0.5 %	-0.44a	-0.74a	-0.67a	1.35a	-0.48a	-0.47a
AA 1%	-0.38a	-0.04a	-0.39a	0.56a	-0.13a	-0.26a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	90.44	125.83	79.91	134.20	105.55	141.46

[1/]a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว โดย

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกแดง

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. ค่า b*

ค่า b* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน) พบว่าค่า b* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลองและแสดงให้เห็นว่าการใช้สารแอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า b* (ตาราง 9)

ตาราง 9 ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า b*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	11.97a[2]	12.39a	7.47a	10.74a	11.18a	14.49a
AA 0.5 %	11.12a	9.76a	11.03a	7.15a	13.12a	14.70a
AA 1%	10.00a	13.53a	10.50a	10.91a	12.40a	12.55a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	23.58	38.88	39.46	38.10	27.37	30.41

[1/] b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดย
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

6. ค่า C*

ค่า C* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า C* หมายถึง ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดยถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม) พบว่าค่า C* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ตลอดระยะเวลาทำการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารแอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า C* (ตาราง 10) และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตาราง 10 ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น**ต่างกัน** เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า C*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	11.98a[2]	12.40a	7.47a	10.77a	11.19a	14.51a
AA 0.5 %	11.13a	9.79a	11.06a	7.47a	13.15a	14.72a
AA 1%	10.03a	13.54a	10.51a	10.91a	12.40a	12.56a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	23.65	38.83	39.41	35.98	27.27	30.33

[1/] C*(chroma) หมายถึง ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดย
ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน
ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

7. ค่า Hue

ค่า hue ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ วัดค่า hue (ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสีถ้าค่า hue มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลืองถ้าค่า hue มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว) พบว่า ค่า hue ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นที่ 0%, 0.5% ,1% พบว่ากรรมวิธีควบคุม (0%), 0.5% และ 1% มีค่า hue อยู่ระหว่าง 88.46 – 93.27 , 68.44 – 94.76 และ 87.07 – 90.97 แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการใช้สารแอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า hue (ตาราง 11)

ตาราง 11 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า h°[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	92.38a[2]	91.78a	92.00a	88.42a	93.27a	91.65a
AA 0.5 %	92.19a	94.79a	93.68a	87.07a	90.66a	92.60a
AA 1%	92.17a	90.97a	92.66a	68.44a	92.28a	91.51a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	2.05	2.92	2.27	18.28	2.66	2.59

[1/] h° (hue angle = arctangent) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสี
ถ้าค่า h° มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง
ถ้าค่า h° มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (^{o}Brix) ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ** (^{o}Brix)

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนถึงวันสิ้นสุดการทดลองมีค่าการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 10.28 – 13.88 (^{o}Brix) กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % มีค่าอยู่ระหว่าง 12.35 – 13.73 (^{o}Brix) และ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่าอยู่ระหว่าง 11.75 – 14.70 (^{o}Brix) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารแอสคอร์บิก 1% มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงกว่ากรรมวิธีอื่นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง12)

ตาราง 12 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82 ± 0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (°Brix) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	13.88a[1]	13.28a	12.75a	13.00a	10.28a	10.75b
AA 0.5 %	13.68a	12.58a	12.35a	13.73a	12.75a	12.50ab
AA 1%	11.75a	12.93a	12.03a	13.23a	13.00a	14.70a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	*
% C.V.	17.79	17.13	15.72	12.85	18.34	17.45

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

2. ความเป็นกรด - ด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงมากที่สุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 %และ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงมากที่สุดใน วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าอยู่ที่ 4.68 , 4.50 และ 4.65 ตามลำดับ ภายหลังจากนั้น เมื่อมีระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น ทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดต่ำลงจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง จากวันแรกของการทดลองตลอดจนสิ้นสุดการเก็บรักษา การใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (ตาราง 13)

ตาราง 13 ความเป็นกรด - ด่าง ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรววิธี	ความเป็นกรด - ด่าง ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.48a[1]	4.57a	4.69a	4.33a	4.22a	3.65a
AA 0.5 %	4.34a	4.50a	4.42a	4.30a	4.09a	3.85a
AA 1%	4.53a	4.65a	4.54a	4.04a	3.85a	3.90a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	5.601	4.47	7.05	6.68	6.21	5.07

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. **ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้**

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อเริ่มทำการทดลองค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.30% ภายหลังจากวันเริ่มการทดลอง ทุกกรรมวิธีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นจนสิ้นสุดการทดลอง การใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และไม่พบค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 14)

ตาราง 14 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.27a[1]	0.25a	0.19a	0.34a	0.29a	0.40a
AA 0.5 %	0.30a	0.23a	0.26a	0.30a	0.34a	0.38a
AA 1%	0.26a	0.23a	0.21a	0.33a	0.41a	0.35a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	40.99	25.49	46.37	31.67	30.56	25.66

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกมีค่าปริมาณวิตามินซีสูงตั้งแต่วันเริ่มทำการทดลองและมีค่าลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้น โดยค่าที่สูงที่สุดคือ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่า 84.96 (mg/100ml) รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % มีค่า 65.43 (mg/100ml) และตัวควบคุมมีค่า 13.86 (mg/100ml) ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) เช่นเดียวกับในวันที่ 2 และ 6 ของการเก็บรักษามีปริมาณวิตามินซีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปริมาณวิตามินซีค่อย ๆ ลดลงจากวันเริ่มทำการทดลองตามลำดับ ในวันที่ 10 พบว่ามี ค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตาราง 15)

ตาราง 15 ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	13.86b[1]b	15.39b	18.81a	17.46b	23.40a	13.50ab
AA 0.5 %	65.43a	30.78ab	30.33a	23.76a	16.65a	10.08b
AA 1%	84.96a	36.72a	19.89a	24.03a	24.30a	16.20a
ค่าสถิติ	***	*	ns	*	ns	*
% C.V.	70.93	63.69	50.58	28.12	35.01	29.00

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

ผลการวิเคราะห์ทางสรีรวิทยา

การวิเคราะห์ทางสรีรวิทยาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน ปริมาณการรั่วไหลประจุ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **อัตราการหายใจ**

อัตราการหายใจของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงและมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง อัตราการหายใจของทุกกรรมวิธีในวันเริ่มแรกของการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 2.90 – 3.01 ($mgCO_2/kg/h$) ในวันสิ้นสุดการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 2.70 – 3.20 ($mgCO_2/kg/h$) และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (ตาราง 16)

ตาราง 16 อัตราการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg/h$) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	2.87a[1]	2.77a	2.22a	2.66a	2.87a	3.19a
AA 0.5 %	2.89a	2.47a	1.83a	2.58a	3.93a	3.18a
AA 1%	3.01a	2.85a	2.44a	2.44a	3.01a	2.70a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	8.25	15.65	19.21	28.43	33.28	25.55

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. อัตราการผลิตเอทิลีน

อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มแรกของการทดลอง ตัวควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงที่สุดถึง 1.63 (µl/kg/h) ส่วนกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกความเข้มข้นที่ 0.5% และ1 % มีค่าอยู่ที่ 0.14 และ 0.12 (µl/kg/h) ตามลำดับ จากนั้นในวันที่ 4 และ 6 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกความที่ระดับความเข้มข้นที่ 0.5% มีการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าอีกสองกรรมวิธี ภายหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษาอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงจนจบการทดลอง (ตาราง 17)

ตาราง 17 อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl/kg/h) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.63a[1]	0.27a	0.20b	0.23b	0.09a	0.13a
AA 0.5 %	0.14a	0.86a	0.12a	0.13a	0.15a	0.12a
AA 1%	0.12a	0.27a	0.16ab	0.13a	0.15a	0.12a
ค่าสถิติ	ns	ns	*	*	ns	ns
% C.V.	252.05	178.34	28.37	38.29	48.72	26.05

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3. ปริมาณการรั่วไหลของประจุ

ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า การใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการรั่วไหลของประจุ โดยในวันเริ่มแรกของการเก็บรักษาค่าปริมาณการรั่วไหลประจุของทุกกรรมวิธีอยู่ในช่วง 56.88 – 63.88% ต่อมาทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษาจากนั้นค่ากลับมาเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษา ในวันที่ 10 ทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มสูงขึ้น และสูงขึ้นใกล้เคียงกับวันเริ่มแรกของการทดลอง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 54.45 – 62.40% แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง ($p>0.05$) (ตาราง 18)

ตาราง 18 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	56.88a[1]	40.15a	33.43a	48.48a	37.23a	49.20a
AA 0.5 %	63.33a	33.33a	41.55a	43.05a	47.45a	29.28a
AA 1%	63.88a	59.83a	34.45a	45.98a	38.95a	38.73a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	22.3737	57.2574	23.2442	26.4265	19.9501	40.9554

[1] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางชีวเคมี

การวิเคราะห์ทางชีวเคมีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซึ่งจะทำการศึกษา กิจกรรมเอนไซม์ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **กิจกรรมเอนไซม์**

กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง การใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอมไซม์ถึงแม้ว่าในวันเริ่มแรกของการทดลอง กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่าสูงถึง 2.21 (unit/min/mg) ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น แต่ภายหลังจากนั้นค่ากิจกรรมเอนไซม์จึงค่อย ๆ ลดลง เช่นเดียวกับกรรมวิธีอื่นที่ค่ากิจกรรมเอนไซม์มีปริมาณไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาทำการทดลองและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 19)

ตาราง 19 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กิจกรรมเอนไซม์ PPO (unit/min/mg of protein)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.21a[1]	0.12a	1.01a	0.05a	0.21a	0.59a
AA 0.5 %	0.11a	1.17a	0.10a	0.36a	0.26a	0.10a
AA 1%	2.21a	0.67a	0.08a	0.09a	0.22a	0.38a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	283.02	196.14	247.96	152.88	79.91	85.59

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัสของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซึ่งจะทำการศึกษา สีคล้ำ กลิ่นแปลกปลอม รสหวาน รสเปรี้ยว รสแปลกปลอม ความกรอบ การยอมรับโดยรวม ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **สีคล้ำ**

สีคล้ำที่ผิวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มการทดลองทุกกรรมวิธีเกิดสีคล้ำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ค่าอยู่ระหว่าง 1.00 – 1.25 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% ไม่เกิดสีคล้ำที่ผิวสับปะรดตัดแต่ง ภายหลังจากนั้นสีคล้ำมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่ง วันที่ 6 ทุกกรรมวิธีมีค่าสีคล้ำลดลง หลังจากนั้นจึงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น โดยในวันสุดท้ายของการทดลอง พบว่า ตัวควบคุม กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่าสีคล้ำอยู่ที่ 4.25 , 3.25 และ 3.25 คะแนน ตามลำดับ และตลอดระยะเวลาการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 20) ดังภาพ 10

ตาราง 20 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	สีคล้ำ (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.25a[2]	1.75a	2.00a	1.00a	2.25a	4.25a
AA 0.5 %	1.00a	1.00a	1.75a	1.00a	3.00a	3.25a
AA 1%	1.25a	1.00a	2.00a	1.75a	4.25a	3.25a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	233.50	49.73	34.88	56.10	62.92	34.61

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีของสับปะรด ได้จากสีโดยรวมของชิ้นสับปะรด มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีสีอ่อนมาก(ขีด) จนถึง 9 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีเหลืองเข้มปนน้ำตาลเข้ม)

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. กลิ่นแปลกปลอม

กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีค่ากลิ่นแปลกปลอมในวันเริ่มการทดลอง เริ่มมีกลิ่นแปลกปลอมในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยตัวควบคุมมีคะแนนที่ 2 คะแนน ซึ่งมากกว่าอีก 2 กรรมวิธี ในวันที่ 2 ถึง 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % มีค่า 1.25 คะแนนเท่ากันทุกวัน หลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีกลิ่นแปลกปลอมเพิ่มขึ้น ในวันที่ 8 ของการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีกลิ่นแปลกปลอมสูงสุด มีคะแนนเท่ากับ 5.25 คะแนน รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % และตัวควบคุม มีคะแนน 3.00 และ1.00 ตามลำดับ (ตาราง 21)

ตาราง 21 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กลิ่นแปลกปลอม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.00a[2]	2.00b	1.00a	1.00a	1.00a	1.75a
AA 0.5 %	1.00a	1.25a	1.25a	1.25a	3.00b	1.75a
AA 1%	1.00a	1.00a	1.00a	1.00a	5.25c	1.75a
ค่าสถิติ	ns	*	ns	ns	*	ns
% C.V.	ns	151.6	346.55	346.55	66.98	35.52

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีกลิ่นแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากกลิ่นอื่นใดนอกเหนือจากกลิ่นของสับปะรด เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นบูด เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีกลิ่นแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีกลิ่นแปลกปลอมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

3. **รสหวาน**

รสหวานของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันเริ่มแรกทำการทดลอง โดยกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่าคะแนนความหวานอยู่ที่ 7.50 และ 6.75 ตามลำดับ แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % ที่มีคะแนนอยู่ที่ 3.00 คะแนน ในวันที่ 2- 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีคะแนนอยู่ในช่วง 2.25 – 7.00 , 2.75 – 6.25 และ 4.50 – 7.00 ตามลำดับ หลังจากนั้นพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อีกครั้งในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % มีคะแนน 5.75 คะแนน รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีคะแนน 3.33 คะแนน และตัวควบคุมมีคะแนนความหวานอยู่ที่ 1.25 คะแนน วันที่ 8 เป็นสุดท้ายที่ประเมินด้านรสหวาน เนื่องจากชิ้นสับปะรดมีการเจริญเติบโตทางจุลินทรีย์ (ตาราง 22)

ตาราง 22 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสหวาน (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	7.50a[2]a	4.00a	2.25a	7.00a	1.25b	/
AA 0.5 %	3.00b	6.25a	2.75a	6.25a	5.75a	/
AA 1%	6.75a	7.00a	4.50a	7.00a	3.33ab	/
ค่าสถิติ	*	ns	ns	ns	*	/
% C.V.	49.26	54.05	65.74	26.85	72.50	/

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสหวานของสับปะรด ได้จากการรับประทานสับปะรดโดยสับปะรดจะมีรสหวาน มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสหวาน จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสหวานมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(/) หมายถึง ไม่ได้ทดสอบเนื่องจากเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

4. **รสเปรี้ยว**

รสเปรี้ยวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ช่วงวันแรกเริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนความเปรี้ยวอยู่ในช่วง 2.75 – 7.00 โดยคะแนนลดลงเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นคะแนนความเปรี้ยวเพิ่มสูงสุดในวันที่ 8 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีคะแนนที่ 7.00 คะแนน สูงกว่าทุกกรรมวิธี กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีคะแนนความเปรี้ยวอยู่ในช่วง 2.50 – 5.00 คะแนน โดยคะแนนความเปรี้ยวมีค่าสูงสุดที่วันเริ่มการทดลองที่ 5.00 คะแนน ภายหลังจากนั้นคะแนนมีค่าลดลงและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาและมีคะแนนความเปรี้ยวอยู่ที่ 3.25 ในวันที่ 8 และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีคะแนนความเปรี้ยวอยู่ในช่วง 2.50 – 5.33 โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% ในวันเริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 2.50 – 3.25 ภายหลังจากนั้นคะแนนความเปรี้ยวจึงเพิ่มขึ้น มีคะแนนอยู่ 5.33 คะแนน ซึ่งเป็นค่าที่สูงสุด ในวันที่ 8 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 23)

ตาราง 23 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสเปรี้ยว (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.50a[2]	5.00a	3.75a	2.75a	7.00a	/
AA 0.5 %	5.00a	2.50a	3.00a	4.50a	3.25a	/
AA 1%	3.25a	2.75a	2.50a	3.00a	5.33a	/
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	/
% C.V.	52.25	67.74	85.76	40.36	47.13	/

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสเปรี้ยวของสับปะรดได้จากการรับประทานสับปะรด โดยที่สับปะรดจะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสเปรี้ยว จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสเปรี้ยวมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(/) หมายถึง ไม่ได้ทดสอบเนื่องจากเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

5. รสแปลกปลอม

รสแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ในช่วง 1.00 – 2.50 โดยมีคะแนนรสแปลกปลอมสูงสุดในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาอยู่ที่ 2.50 ในวันเริ่มการทดลอง พบว่ามีค่ารสแปลกปลอมน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดย มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ในช่วง 1.00 – 2.25 คะแนน ปรากฏรสแปลกปลอมในวันที่ 4 และมีคะแนนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีค่าสูงสุดในวันที่ 8 มีคะแนนอยู่ที่ 2.25 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ในช่วง 1.00 – 6.00 คะแนน ในวันเริ่มการทดลองมีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ที่ 2.50 คะแนน ไม่พบค่ารสแปลกปลอม ในวันที่ 2,4 ของการเก็บรักษา 4 ภายหลังจากนั้นมีรสแปลกปลอมปรากฏในวันที่ 6 และมีคะแนนสูงสุดในวันที่ 8 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดในการทดลอง มีคะแนนอยู่ที่ 6.00 คะแนน (ตาราง 24)

ตาราง 24 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสแปลกปลอม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.00a[2]	2.00b	1.00a	2.00b	2.50a	/
AA 0.5 %	1.75b	1.00a	1.25a	1.00a	2.25a	/
AA 1%	2.50b	1.00a	1.00a	1.75a	6.00b	/
ค่าสถิติ	**	**	ns	*	*	/
% C.V.	87.53	173.20	346.55	75.38	68.15	/

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากรสชาติอื่นๆที่ได้นอกเหนือจากรสชาติสับปะรด เช่น รสเค็ม รสขม เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสแปลกปลอมมาก)

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(/) หมายถึง ไม่ได้ทดสอบเนื่องจากเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

6. ความกรอบ

ความกรอบของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีคะแนนความกรอบมากอยู่ที่ 7.25 , 7.00 ตามลำดับ ซึ่งต่างจากกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีคะแนนความกรอบอยู่ที่ 5.75 คะแนน ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีคะแนนความกรอบมากกว่ากรรมวิธีอื่นมีคะแนนอยู่ที่ 6.00 ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีคะแนนความกรอบที่ 5.25 – 5.00 คะแนน ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีค่าความกรอบมากกว่ากรรมวิธีอื่น มีคะแนนอยู่ที่ 6.75 คะแนน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีค่าความกรอบอยู่ที่ 5.50 , 6.00 ตามลำดับ (ตาราง 25)

ตาราง 25 ความกรอบของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความกรอบ (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	7.25a[2]a	6.50a	5.25b	5.50b	6.00a	/
AA 0.5 %	5.75b	7.00a	6.00a	6.00b	5.25a	/
AA 1%	7.00a	6.75a	5.00a	6.75a	4.67a	/
ค่าสถิติ	*	ns	**	**	ns	/
% C.V.	13.32	6.70	9.51	10.99	17.24	/

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏความกรอบของเนื้อสับปะรด ได้จากการสัมผัสโดยการกัดลงบนชิ้นสับปะรดจะมีลักษณะแน่น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีความกรอบ จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีความกรอบมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(/) หมายถึง ไม่ได้ทดสอบเนื่องจากเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

7. **การยอมรับโดยรวม**

การยอมรับโดยรวมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีคะแนนการยอมรับสูงสุดอยู่ที่วันเริ่มการทดลองมีคะแนน 7.00 คะแนน มีคะแนนต่ำสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา คะแนนอยู่ที่ 3.75 คะแนน และวันสุดท้ายของการประเมินมีคะแนนอยู่ที่ 3.25 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีคะแนนการยอมรับสูงสุดอยู่วันที่ 2 ของการเก็บรักษามีคะแนนอยู่ที่ 6.25 คะแนน มีคะแนนต่ำสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และวันสุดท้ายของการประเมินมีคะแนนอยู่ที่ 4.75 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1 % มีคะแนนการยอมรับสูงสุดอยู่วันที่ 2 ของการเก็บรักษามีคะแนนอยู่ที่ 6.25 คะแนน มีคะแนนต่ำสุดในวันที่ 8 และเป็นวันสุดท้ายของการประเมิน คะแนนอยู่ที่ 1.50 คะแนน แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 26)

ตาราง 26 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การยอมรับโดยรวม (1-9)[1/]					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	7.00a[2]	4.75a	2.25a	6.50a	3.25a	/
AA 0.5 %	4.75a	6.25a	3.75a	6.00a	4.75a	/
AA 1%	7.00a	7.50a	4.50a	6.50a	1.50a	/
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	/
% C.V.	30.61	35.14	57.79	16.94	79.47	/

[1/]หมายถึงคะแนน การยอมรับโดยรวมของสับปะรด เป็นการประเมินผลการยอมรับของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกโดยพิจารณาจากสมบัติ ลักษณะข้างต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีการยอมรับโดยรวมน้อย จนถึง 9 คะแนน หมายถึงสับปะรดมีการยอมรับโดยรวมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(/) หมายถึง ไม่ได้ทดสอบเนื่องจากเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

8. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 0%, 0.5 % และ 1 % มีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 7.5, 8.5 และ 7.0 วันตามลำดับ (ตาราง 27)

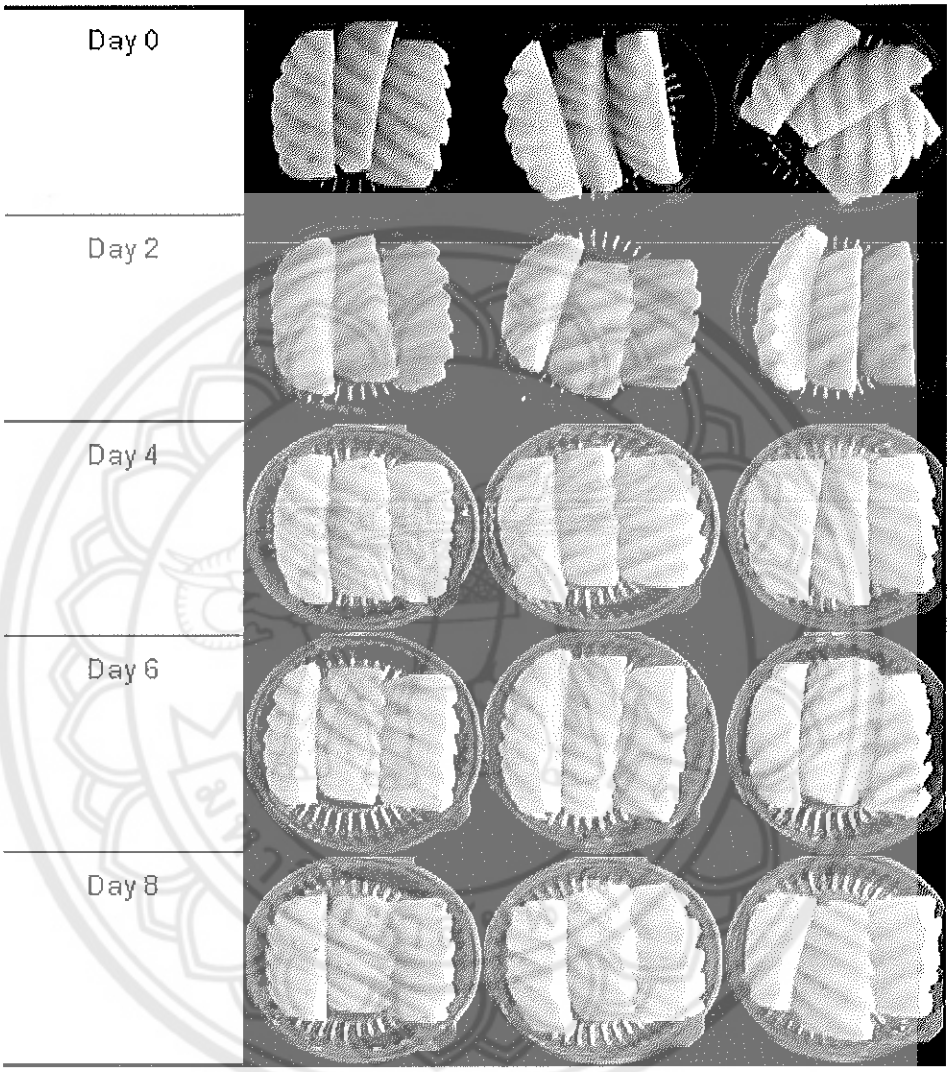
ตาราง 27 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษา (วัน)[1/]
Control	7.5a[2]
AA 0.5 %	8.5a
AA 1%	7.0a
ค่าสถิติ	ns
% C.V.	24.45

[1/]หมายถึงคะแนน ประเมินอายุการเก็บรักษาของสับปะรดตัดแต่ง ณ วันที่มีคะแนน การยอมรับโดยรวม น้อยกว่า 5 คะแนน เป็นเกณฑ์ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถือว่าหมดสภาพ

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 10 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้แอสคอร์บิก

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารซิตริกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริก ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก (%) ค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี (L*, a*, b*, C* และ h°) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก (%)

การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริก ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า สารละลายซิตริกทุกความเข้มข้น มีผลในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารละลายซิตริก ในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษา และพบค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.06 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีค่าเท่ากับ 0.18 % และกรรมวิธีควบคุมมีค่าการสูญเสียน้ำหนักถึง 0.23 % ภายหลังจากนั้น สารละลายซิตริกทุกความเข้มข้น ไม่มีผลในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดตัดแต่งจนสิ้นสุดการทดลอง และพบว่าในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยสารละลายซิตริกทุกความเข้มข้นมีค่าการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 และ 1% มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.63 % เท่ากัน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ค่าเท่ากับ 0.02 % (ตาราง 28)

ตาราง 28 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การน้ำหนักสูญเสีย (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.00a[1]	0.23b	0.34a	0.02a	0.09a	0.08a
CA 0.5 %	0.00a	0.18a	0.06a	0.06b	0.09a	0.10a
CA 1%	0.00a	0.06a	0.24a	0.06b	0.11a	0.13a
ค่าสถิติ	ns	**	ns	**	ns	ns
% C.V.	0.00	55.39	183.67	49.03	33.84	58.71

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

2. ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ค่าความแน่นเนื้อของกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าอยู่ระหว่าง 154.75 – 199.25 , 148.75 – 233.75 และ 127.25 – 209.75 กรัม ตามลำดับ โดยช่วงระยะเวลาตั้งแต่วันเริ่มทำการทดลองจนกระทั่งวันที่ 8 ของการเก็บรักษา สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีความสามารถในการรักษาความแน่นเนื้อของสับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารซิตริกได้น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่ในวันสิ้นสุดการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % สามารถรักษาความแน่นเนื้อของสับปะรดตัดแต่งได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าความแน่นเนื้อถึง 233.75 กรัม ถัดมาคือกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีค่า 209.75 กรัม และกรรมวิธีควบคุมมีค่า 199.25 กรัม แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 29)

ตาราง 29 ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (g) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	154.75a[1]	185.25a	194.25a	176.00a	175.50a	199.25a
CA 0.5 %	183.00a	180.00a	189.50a	179.75a	148.75a	233.75a
CA 1%	150.00a	138.50a	163.00a	127.25a	146.00a	209.75a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	33.41	28.67	38.01	24.69	24.07	30.04

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ค่า L*

ค่า L* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า L* ความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมากและถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด) พบว่าค่า L* ของทุกกรรมวิธีมีแนวโน้วสูงขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันที่ 2 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้น กรรมวิธีควบคุมมีค่า L* เพิ่มขึ้นอีกในขณะที่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และ 1% มีค่าลดลง กระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่า L* ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 29.63 มีสีคล้ำมากที่สุดในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่า 40.34 และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีค่า 46.14 หลังจากนั้นค่า L* ของทุกกรรมวิธีอยู่ในช่วง 41.21 – 45.49 และวันสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่า L* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น คือ 41.48 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีค่า 39.86 และกรรมวิธีควบคุมมีค่า 34.19 (ตาราง 30)

ตาราง 30 ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า L*[1/]					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	38.56a[2]	42.23a	47.03a	40.34a	45.49a	34.19a
CA 0.5 %	36.71a	42.76a	39.05a	46.14a	41.21a	38.86a
CA 1%	35.54a	40.20a	37.81a	29.63b	41.68a	41.48a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	**	ns	ns
% C.V.	17.80	13.83	22.22	21.59	14.79	16.24

[1/] L* หมายถึง ค่าความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมาก
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

4. ค่า a*

ค่า a* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวกแสดงความเป็นสีออกแดง ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว) โดยค่า a* ของกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 %และ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่า a* ไปในทิศทางเดียวกันตั้งแต่วันเริ่มทำการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดทางการลอง โดย ค่า a* ของกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 %และ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าอยู่ในช่วง -0.22 ถึง -0.95 และ -0.31 ถึง -0.85 ตามลำดับ การใช้ซิริกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกตางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 31)

ตาราง 31 ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า a*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	-0.66a[2]	-0.42a	-0.38a	-0.61a	-0.63a	-0.46a
CA 0.5 %	-0.93a	-0.65a	-0.75a	-0.22a	-0.60a	-0.95a
CA 1%	-0.85a	-0.65a	-0.81a	-0.31a	-0.57a	-0.66a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	35.05	83.30	61.35	128.28	46.23	48.86

[1/]a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว โดย

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกแดง

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. ค่า b*

ค่า b* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน) พบว่าค่า b* ของกรรมวิธีควบคุมอยู่ในช่วง 7.64 – 14.38 ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 %และ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่า b* อยู่ในช่วง 10.65 - 18.60 และ 9.97 – 15.59 ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยพบว่าค่า b* ของกรรมวิธีควบคุมมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก อยู่ที่ 7.64 ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 %และ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าอยู่ที่ 18.60 และ 15.59 ตามลำดับ (ตาราง 32)

ตาราง 32 ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า b*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	9.04a[2]	11.87a	13.01a	7.64b	15.54a	14.38a
CA 0.5 %	10.32a	10.95a	11.22a	18.60a	14.12a	10.65a
CA 1%	7.28a	11.28a	12.62a	15.59a	14.57a	9.97a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	***	ns	ns
% C.V.	28.43	35.87	27.68	37.44	24.52	25.61

[1/] b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดย
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

6. ค่า C*

ค่า C* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า C* หมายถึง ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดยถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม) พบว่าค่า C* ของกรรมวิธีควบคุมอยู่ในช่วง 7.67 – 15.55 ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 %และ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่า C* อยู่ในช่วง 10.67 - 18.60 และ 7.34 – 15.60 ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยพบว่าค่า C* ของกรรมวิธีควบคุมมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก อยู่ที่ 7.66 ในขณะที่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าอยู่ที่ 18.60 และ 15.59 ตามลำดับ (ตาราง 33)

ตาราง 33 ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า C*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	9.07a[2]	11.89a	13.02a	7.67b	15.55a	14.39a
CA 0.5 %	10.36a	10.98a	11.25a	18.60a	14.14a	10.67a
CA 1%	7.34a	11.32a	12.66a	15.59a	14.59a	9.93a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	***	ns	ns
% C.V.	28.23	35.64	27.59	37.32	24.50	25.81

[1/] C* (chroma) หมายถึง ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดย
ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน
ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

7. ค่า Hue

ค่า hue ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ วัดค่า hue (ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสีถ้าค่า hue มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลืองถ้าค่า hue มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว) พบว่าค่า hue ของทุกกรรมวิธีมีค่า hue ในวันเริ่มการทดลองอยู่ในช่วง 94.19 – 97.22 ภายหลังจากการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่า hue ของทุกกรรมวิธีจึงค่อย ๆ ลดลง จนกระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่า hue สูงกว่ากรรมวิธีอื่นอยู่ที่ 94.84 ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่า hue อยู่ที่ 90.64 และ 90.63 ตามลำดับ ภายหลังจากนั้นกรรมวิธีควบคุมมีค่า hue ลดต่ำลง (ตาราง 34)

ตาราง 34 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า h°[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	94.19a[2]	92.66a	91.57a	94.84a	92.37a	91.92a
CA 0.5 %	95.16a	93.87a	94.16a	90.64b	92.69a	95.00a
CA 1%	97.22a	94.57a	94.04a	90.63b	92.70a	94.44a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	**	ns	ns
% C.V.	2.57	3.21	2.24	2.72	1.76	2.41

[1/] h° (hue angle = arctangent) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสี
ถ้าค่า h° มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง
ถ้าค่า h° มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริก ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ($^{\circ}$Brix) ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ($^{\circ}$Brix)

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเพิ่มสูงขึ้นจากวันเริ่มการทดลองเพียงเล็กน้อยตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง โดยกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 13.03 – 16.58 ($^{\circ}$Brix) และมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 16.58 ($^{\circ}$Brix) อยู่ในวันสุดท้ายของการทดลอง ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 13.25 – 15.70 ($^{\circ}$Brix) และ 13.28 – 15.70 ($^{\circ}$Brix) ตามลำดับ และทั้งสองกรรมวิธี มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 15.70 ($^{\circ}$Brix) ในวันที่ 8 ของการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 35)

ตาราง 35 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (°Brix) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	13.03a[1]	13.98a	13.60a	13.95a	15.70a	16.58a
CA 0.5 %	15.38a	13.25a	14.75a	15.60a	15.70a	14.68a
CA 1%	13.28a	14.90a	15.50a	14.20a	15.70a	14.63a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	15.89	11.36	11.26	12.17	7.43	13.02

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. **ความเป็นกรด - ด่าง**

ความเป็นกรดเป็นด่างของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดและเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง กรรมวิธีควบคุมมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 3.99 – 4.18 ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 3.92 – 4.35 และ 3.92 – 4.28 ตามลำดับ ในวันเริ่มการทดลองกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอยู่ที่ 4.35 , 4.28 และ 4.15 ตามลำดับ หลังจากนั้น วันที่ 2 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงอยู่ที่ 3.92 , 4.07 และ 4.02 ตามลำดับ หลังจากวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตลอดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 36)

ตาราง 36 ความเป็นกรด – ด่างของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความเป็นกรด - ด่าง ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.15a[1]	4.02a	3.99a	4.18a	4.18a	4.03a
CA 0.5 %	4.35a	3.92a	4.18a	4.11a	4.17a	4.18a
CA 1%	4.28a	4.07a	4.24a	4.23a	4.10a	3.92a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	6.00	3.47	3.97	4.38	5.84	5.47

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าวันเริ่มแรกของการทดลอง ทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.36 – 0.41% หลังจากนั้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา สำหรับกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดต่ำลงอยู่ที่ 0.42% และ 0.40% ส่วนกรรมวิธีควบคุมอยู่ที่ 0.56 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดต่ำลงมากที่สุดถึง 0.32 %ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีค่าอยู่ที่ 0.42% และ 0.50% ในวันสุดท้ายของการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่มนช่วง 0.42% – 0.46% อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดการทดลอง (ตาราง 37)

ตาราง 37 ปริมาณกรดไทเทรตได้ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.42a[1]	0.49a	0.56a	0.42a	0.46a	0.45a
CA 0.5 %	0.36a	0.69a	0.42a	0.50a	0.42a	0.42a
CA 1%	0.38a	0.61a	0.40a	0.32a	0.51a	0.46a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	31.78	26.93	35.02	33.46	19.29	19.61

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 2.84 – 5.41 (mg/100ml) , 3.08 – 5.55 (mg/100ml) และ 3.13 – 5.12 (mg/100ml) ตามลำดับ ในวันเริ่มการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่าปริมาณวิตามินซีใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 4.06 – 4.55 (mg/100ml) ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาพบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีค่าอยู่ที่ 5.41 , 5.55 และ 5.12 (mg/100ml) ตามลำดับ ภายหลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีจึงค่อย ๆ ลดลง ตามอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ในวันสุดท้ายของการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีลดต่ำลงอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือ 2.84 – 3.31 (mg/100ml) ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 38)

ตาราง 38 ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.55a[1]	5.41a	3.84a	3.42a	3.84a	2.84a
CA 0.5 %	4.06a	5.55a	3.56a	3.56a	3.13a	3.08a
CA 1%	4.55a	5.12a	3.27a	3.13a	3.70a	3.31a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	28.27	10.58	30.61	27.40	29.84	13.92

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่ความแตกต่างกันทาง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางสรีรวิทยา

การวิเคราะห์ทางสรีรวิทยาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารซิตริก ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน ปริมาณการรั่วไหลของประจุ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **อัตราการหายใจ**

อัตราการหายใจของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าอัตราการหายใจในวันเริ่มการทดลองอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือ 1.31 – 1.50 (mg CO_2/kg/h) โดยพบว่า กรรมวิธีควบคุมมีอัตราการหายใจมากกว่าอีกสองกรรมวิธีอยู่ที่ 1.50 (mgCO_2/kg/h) ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีอัตราการหายใจอยู่ที่ 1.32 และ 1.31 (mgCO_2/kg/h) ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กรรมวิธีควบคุมมีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 1.25 – 1.89 ซึ่งมีค่าสูงสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 %มีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 1.32 – 2.04 (mgCO_2/kg/h) ซึ่งมีค่าสูงสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 1.31 – 2.01 (mgCO_2/kg/h) มีค่าสูงสุดในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามตลอกระยะเวลาทำการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 39)

ตาราง 39 อัตราการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg/h$) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.49a[1]	1.25a	1.84a	1.90a	1.83a	1.70a
CA 0.5 %	1.33a	1.74a	1.50a	2.04a	1.72a	1.54a
CA 1%	1.31a	1.59a	1.83a	1.60a	2.01a	1.63a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	19.17	23.35	26.96	31.94	11.95	16.86

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. **อัตราการผลิตเอทิลีน**

อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันเริ่มการทดลองกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ภายหลังจากนั้นวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงต่ำลงตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น ในวันสิ้นสุดการทดลองกรรมวิธีควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มเล็กน้อย ในวันที่ 10 ของการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่ากรรมวิธีควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริกทุกระดับความเข้มข้น โดยอัตราการผลิตเอทิลีนของกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีอัตราการผลิตเอทิลีน อยู่ที่ 1.73 , 0.10 และ 0.71 (µl/kg/h) ตามลำดับ (ตาราง 40)

ตาราง 40 อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl/kg/h) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.54a[1]	1.35a	2.36a	2.11a	1.59a	1.73b
CA 0.5 %	1.78a	1.24a	2.04a	1.52a	1.44a	0.99a
CA 1%	1.24a	1.46a	2.08a	1.23a	1.90a	0.71a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	*
% C.V.	39.67	32.48	51.89	37.90	25.32	49.92

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3. ปริมาณการรั่วไหลของประจุ

ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ปริมาณการรั่วไหลของประจุของกรรมวิธีควบคุมกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีอยู่ในช่วง 46.94 – 60.04% , 38.62 – 60.53% และ 40.04 – 59.40% ตามลำดับ ในวันเริ่มการทดลองพบว่ากรรมวิธีควบคุมมีปริมาณการรั่วไหลประจุสูงถึง 60.04 %ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% ปริมาณการรั่วไหลประจุอยู่ที่ 46.57% และ 45.90% ภายหลังจากนั้นกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณการรั่วไหลประจุลดลงและมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในแต่ละวันของการเก็บรักษา โดยรวมแล้วมีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาจนถึงวันสิ้นสุดการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 41)

ตาราง 41 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	60.04a[1]	46.94a	51.51a	47.66a	51.16a	50.01a
CA 0.5 %	46.57a	40.54a	47.82a	60.52a	42.29a	38.62a
CA 1%	45.90a	40.04a	57.85a	59.40a	44.44a	47.64a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	34.23	40.00	17.08	28.15	30.60	16.69

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางชีวเคมี

การวิเคราะห์ทางชีวเคมีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริก ซึ่งจะทำการศึกษากิจกรรมเอนไซม์ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **กิจกรรมเอนไซม์**

กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากิจกรรมเอมไซม์ของทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน ในวันเริ่มแรกและวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 0.03 ถึง 0.06 (µg/ml) กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 0.03 ถึง 0.07 (unit/min/mg of protein) กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีค่าอยู่ที่ 0.05 ถึง 0.05 (unit/min/mg of protein) ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีค่าเพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าอยู่ที่ 0.44 (unit/min/mg of protein) ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 0.09 และ 0.06 (unit/min/mg of protein) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดการทดลอง (ตาราง 42)

ตาราง 42 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดของสับปะรดภายหลังจากใช้สาร ซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กิจกรรมเอนไซม์ PPO (unit/min/mg of protein)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.03a[1]	0.06a	0.09a	0.16a	0.47a	0.03a
CA 0.5 %	0.03a	0.07a	0.06a	0.23a	0.24a	0.03a
CA 1%	0.05a	0.05a	0.44a	0.32a	0.03a	0.03a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	50.98	51.06	180.07	124.01	164.02	33.03

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัสของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริก ซึ่งจะทำการศึกษา สีคล้ำ กลิ่นแปลกปลอม รสหวาน รสเปรี้ยว รสแปลกปลอม ความกรอบ การยอมรับโดยรวม ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **สีคล้ำ**

สีคล้ำที่ผิวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าทุกกรรมวิธีมีคะแนนการเกิดสีคล้ำใกล้เคียงกันในวันเริ่มการทดลองตลอดจนวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยใน 4 วันแรกมีคะแนนสีคล้ำของกรรมวิธีควบคุมอยู่ในช่วง 1.88 – 2.25 กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% อยู่ในช่วง 2.12 – 2.50 และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% อยู่ในช่วง 1.88 - 2.25 ตามลำดับ ภายหลังจากนั้นคะแนนสีคล้ำของทุกกรรมวิธีจึงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบความมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่ากรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนสีคล้ำสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% คะแนน ในวันสุดท้ายของการทดลองกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนสีคล้ำลดลงอยู่ที่ 3.25 ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีคะแนนสีคล้ำเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย มีคะแนนสีคล้ำอยู่ที่ 4.38 และ 5.00 ตามลำดับ (ตาราง 43) ดังภาพ 11

ตาราง 43 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	สีคล้ำ (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	2.25a[2]	1.88a	2.00a	4.50b	3.88a	4.38a
CA 0.5 %	2.25a	2.13a	2.50a	2.63a	4.13a	5.00a
CA 1%	2.25a	1.88a	2.50a	4.75b	3.13a	3.25a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	*	ns	ns
% C.V.	20.10	25.44	38.04	35.91	27.25	34.16

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีของสับปะรด ได้จากสีโดยรวมของชิ้นสับปะรดมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีสีอ่อนมาก(ขีด) จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีเหลืองเข้มปนน้ำตาลเข้ม)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

2. กลิ่นแปลกปลอม

กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าทุกกรรมวิธีมีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมใกล้เคียงกันในวันเริ่มการทดลองตลอดจนวันที่ 6 ของการเก็บรักษา คะแนนกลิ่นแปลกปลอมของกรรมวิธีควบคุมอยู่ในช่วง 1.00 – 1.38 กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% อยู่ในช่วง 1.00 – 1.25 และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% อยู่ในช่วง 1.00 – 1.65 ตามลำดับ โดยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริกอยู่ที่ 2.00 ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5%และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนอยู่ที่ 1.25 และ 1.00 ตามลำดับ ภายหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่าทุกกรรมวิธีมีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 44)

ตาราง 44 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กลิ่นแปลกปลอม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.00a[2]	1.00a	2.00b	1.38a	2.50a	3.13a
CA 0.5 %	1.00a	1.00a	1.25b	1.00a	2.25a	3.50a
CA 1%	1.00a	1.25a	1.00a	1.63a	1.63a	2.50a
ค่าสถิติ	ns	ns	**	ns	ns	ns
% C.V.	0.00	26.65	36.35	29.19	41.52	24.74

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีกลิ่นแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากกลิ่นอื่นใดนอกเหนือจากกลิ่นของสับปะรด เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นบูด เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีกลิ่นแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีกลิ่นแปลกปลอมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3. **รสหวาน**

รสหวานของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสหวานสูงสุดอยู่ในวันเริ่มการทดลอง มีคะแนนอยู่ที่ 6.06 ภายหลังจากนั้นคะแนนรสหวานค่อย ๆ ลดต่ำลงในวันสิ้นสุดการทดลอง กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีคะแนนรสหวานสูงสุดอยู่ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา มีคะแนนอยู่ที่ 6.48 คะแนน ในวันสิ้นสดการทดลองมีคะแนนรสหวานอยู่ที่ 2.93 คะแนน ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนความหวานสูงถึง 3 วัน ได้แก่ วันที่ 2 4 และ 8 ของการเก็บรักษา โดยมีคะแนนรสหวานอยู่ที่ 6.85 6.17 และ 6.38 ตลอดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 45)

ตาราง 45 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสหวาน (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	6.06a[2]	5.08a	4.40a	4.65a	4.15a	4.75a
CA 0.5 %	5.02a	6.17a	4.55a	4.29a	6.48a	2.93a
CA 1%	5.75a	6.85a	6.17a	4.21a	6.38a	3.45a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	36.76	50.65	57.30	40.54	41.02	54.93

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสหวานของสับปะรด ได้จากการรับประทานสับประรด โดยสับปะรดจะมีรสหวาน มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึงสับปะรดไม่มีรสหวาน จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสหวานมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. **รสเปรี้ยว**

รสเปรี้ยวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันเริ่มการทดลองทุกกรรมวิธีมีคะแนนรสเปรี้ยวใกล้เคียงกัน โดยกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนรสเปรี้ยว ได้แก่ 2.72 3.04 และ 2.73 ตามลำดับ กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีคะแนนสูงสุดในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา มีคะแนนรสเปรี้ยวอยู่ที่ 4.96 คะแนน และมีคะแนนลดลงในวันสิ้นสุดการทดลอง อยู่ที่ 3.67 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีคะแนนรสเปรี้ยวเพิ่มสูงขึ้น และมีคะแนนรสเปรี้ยวสูงสุดในวันสุดท้ายของการทดลอง มีคะแนนอยู่ที่ 4.58 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนรสเปรี้ยวเพิ่มจากวันแรกของการทดลองเพียงเล็กน้อย มีคะแนนรสเปรี้ยวต่ำสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา อยู่ที่ 1.67 คะแนน และมีคะแนนรสเปรี้ยวสูงสุดในวันสุดท้ายของการทดลอง มีคะแนนอยู่ที่ 3.42 คะแนน ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 46)

ตาราง 46 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสเปรี้ยว (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	2.72a[2]	3.76a	3.50a	4.27a	4.96a	3.67a
CA 0.5 %	3.04a	3.13a	3.28a	3.66a	4.27a	4.58a
CA 1%	2.73a	2.44a	2.98a	1.67a	2.81a	3.42a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	36.73	76.50	83.66	76.70	59.27	64.39

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสเปรี้ยวของสับปะรดได้จากการรับประทานสับปะรดโดยที่สับปะรดจะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึงสับปะรดไม่มีรสเปรี้ยว จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสเปรี้ยวมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. **รสแปลกปลอม**

รสแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในช่วงระยะเวลา 6 วันแรกของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีคะแนนรสแปลกปลอมใกล้เคียงกัน มีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ระหว่าง 1.00 – 2.13 คะแนน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % มีคะแนนรสแปลกปลอมสูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา อยู่ที่ 2.13 คะแนน กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสแปลกปลอมสูงสุดในวันที่ 8 รองลงมาคือวันที่ 10 ของการทดลอง มีคะแนนอยู่ที่ 2.92 และ 2.67 คะแนน ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีคะแนนรสแปลกปลอมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วง 8วันแรกของการเก็บรักษา แต่มีคะแนนรสแปลกปลอมสูงสุดในวันสุดท้ายของการทดลอง อยู่ที่ 2.92 คะแนน ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 47)

ตาราง 47 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสแปลกปลอม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.13a[2]	1.04a	1.25a	1.20a	2.92a	2.67a
CA 0.5 %	1.61a	1.00a	2.13a	1.05a	1.50a	2.08a
CA 1%	1.29a	1.08a	1.08a	1.60a	1.50a	2.92a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	34.48	7.24	75.38	36.07	61.45	31.87

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากรสชาติอื่นๆที่ได้นอกเหนือจากรสชาติสับปะรด เช่น รสเค็ม รสขม เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสแปลกปลอมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

6. ความกรอบ

ความกรอบของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าทุกกรรมวิธีมีคะแนนความกรอบใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาทำการทดลอง โดยกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนความกรอบอยู่ในช่วง 4.50 -5.56 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีคะแนนอยู่ในช่วง 4.05 – 5.93 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีคะแนนอยู่ในช่วง 4.40 – 6.13 คะแนน ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีคะแนนเพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงกัน โดยกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5%และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มี มีคะแนนความกรอบอยู่ที่ 5.56 5.93 และ 5.76 คะแนน ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1 % มีคะแนนความกรอบสูงกว่ากรรมวิธีอื่นภายหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้ซิตริกทุกความเข้มข้นมีคะแนนความกรอบมากกว่าตัวควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 48)

ตาราง 48 ความกรอบของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความกรอบ (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.89a[2]a	5.56a	4.56b	4.50a	4.88a	4.71a
CA 0.5 %	4.05b	5.93a	5.02b	4.90a	5.28a	5.63a
CA 1%	4.69ab	5.76a	6.13a	4.40a	5.23a	5.79a
ค่าสถิติ	*	ns	*	ns	ns	ns
% C.V.	11.54	5.87	16.79	8.08	6.52	13.29

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏความกรอบของเนื้อสับปะรด ได้จากการสัมผัสโดยการกัดลงบนชิ้นสับปะรด จะมีลักษณะแน่น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีความกรอบ จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีความกรอบมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

7. การยอมรับโดยรวม

การยอมรับโดยรวมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีคะแนนการยอมรับโดยรวมอยู่ในช่วง 4.15 ถึง5.75 คะแนน กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนการยอมรับสูงสุดในวันเริ่มการทดลอง ภายหลังจากนั้น คะแนนการยอมรับโดยรวมจึงค่อย ๆ ลดลง ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น กรรมวิธีที่ใช้ ซิตริก 0.5% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมอยู่ในช่วง 3.29 ถึง 5.93 คะแนน วันเริ่มทำการทดลองมีคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำสุด ภายหลังจากนั้นคะแนนการยอมรับโดยรวมจึงเพิ่มขึ้น และมีคะแนนสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา อยู่ที่ 5.93 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมอยู่ในช่วง 3.64 ถึง7.31 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาอยู่ที่ 7.31 คะแนน ภายหลังจากนั้น คะแนนการยอมรับโดยรวม ลดต่ำลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการทดลองที่นานขึ้น อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 49)

ตาราง 49 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.46±0.04°C (68.67±0.38%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การยอมรับโดยรวม (1-9)[1/]					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	5.75a[2]	5.50a	4.46a	4.89a	4.15a	4.29a
CA 0.5 %	3.29a	5.93a	4.54a	5.10a	5.86a	3.96a
CA 1%	5.62a	7.31a	6.26a	4.49a	6.08a	3.64a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	34.89	33.41	49.90	42.29	24.36	34.86

[1/]หมายถึงคะแนน การยอมรับโดยรวมของสับปะรด เป็นการประเมินผลการยอมรับของสับปะรด ภายหลังจากใช้สาร Citric acid โดยพิจารณาจากสมบัติ ลักษณะข้างต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีการยอมรับโดยรวมน้อย จนถึง 9 คะแนน หมายถึงสับปะรดมีการยอมรับโดยรวมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

8. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ซิตริกที่ระดับความเข้มข้น 0%, 0.5 % และ 1 % มีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 7.5, 8.5 และ 7 วันตามลำดับ (ตาราง 50)

ตาราง 50 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารซิตริกที่ระดับความเข้มข้น ต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.03±0.03°C (73.82±0.28 %RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษา (วัน)[1/]
Control	7.5a[2]
CA 0.5 %	8.5a
CA 1%	7.0a
ค่าสถิติ	ns
% C.V.	18.72

[1/]หมายถึงคะแนน ประเมินอายุการเก็บรักษาของสับปะรดตัดแต่ง ณ วันที่มีคะแนน การยอมรับโดยรวม น้อยกว่า 5 คะแนน เป็นเกณฑ์ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถือว่าหมดสภาพ

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Days of storage	Control	CA 0.5%	CA 1.0%
Day 0			
Day 2			
Day 4			
Day 6			
Day 8			

ภาพ 11 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้ซิตริก

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก (%) ค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี (L*, a*, b*, C* และ h^{o}) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก (%)

การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า วันเริ่มการทดลองไม่พบความสูญเสียน้ำหนักในทุกกรรมวิธี ภายหลังจากนั้นในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นและมีค่าการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกัน ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้น ค่าการสูญเสียน้ำหนักของกรรมวิธีควบคุมอยู่ที่ 2.70 % ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และแคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีค่าการสูญเสียน้ำหนักอยู่ที่ 1.97% และ 1.78% ตามลำดับ ภายหลังจากนั้นในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่าการสูญน้ำหนักเพิ่มขึ้นในระดับที่ใกล้เคียงกัน และในวันสิ้นสุดการทดลองกรรมวิธีควบคุมมีค่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าแต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 51)

ตาราง 51 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.00a[1]	1.40a	1.76a	2.70a	2.51a	2.72a
$CaCl_2$ 1%	0.00a	1.40a	1.97a	1.97a	2.32a	3.36a
$CaCl_2$ 2%	0.00a	1.20a	1.77a	1.78a	2.18a	3.07a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	0.00	27.61	25.45	29.20	23.69	19.33

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. **ความแน่นเนื้อ**

ความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าวันเริ่มทำการทดลอง กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และกรรมวิธีควบคุม มีความแน่นเนื้ออยู่ที่ 219.00 162.75 และ 117.25 กรัม ตามลำดับ หลังจากวันเริ่มทำการทดลองเป็นต้นไป กรรมวิธีควบคุมมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 146.75 – 201.00 กรัม กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่าความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 144.75 – 215.25 กรัม และพบว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอยู่ในวันที่ 2 4 และ 8 ของการเก็บรักษา ส่วนกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่องหลังจากวันเริ่มทำการทดลอง แต่กลับมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ในวันที่ 6 และ 10 ของการทดลอง ทั้งนี้อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 52)

ตาราง 52 ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (g) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	117.25a[1]	201.00a	174.25a	175.75a	146.75a	158.75a
$CaCl_2$ 1%	162.75a	215.25a	209.75a	181.75a	215.00a	144.75a
$CaCl_2$ 2%	219.00a	178.00a	152.50a	218.25a	147.75a	197.00a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	46.35	30.88	23.06	23.25	31.30	34.42

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ค่า L*

ค่า L* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า L* ความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมากและถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด) พบว่า ในช่วง 4 วันแรกของการทดลอง กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่า L* ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่กลับมามีค่า L* สูงกว่าทุกกรรมวิธีในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ภายหลังจากนั้น ค่า L*ของกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % จึงค่อยๆลดลง สำหรับกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % และกรรมวิธีควบคุม ในช่วง 4 วันแรกของการทดลอง มีค่า L* ใกล้คียงกัน ภายหลังจากนั้น L* จึงเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยและมีค่าที่ใกล้เคียงกันไปจนสิ้นสุดการทดลอง อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)ตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 53)

ตาราง 53 ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า L*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	44.11a[2]	51.88a	41.32a	43.26a	45.42a	44.87a
$CaCl_2$ 1%	37.40a	39.93a	38.15a	50.43a	45.27a	38.95a
$CaCl_2$ 2%	46.45a	48.72a	46.65a	48.24a	45.67a	46.25a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	14.58	19.85	14.77	21.56	18.25	16.60

[1/] L* หมายถึง ค่าความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมาก
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ค่า a*

ค่า a* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวกแสดงความเป็นสีออกแดง ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบแสดงความเป็นสีออกเขียว) โดยค่า a* ของทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันแต่วันแรกของการทดลองจนถึงสันสิ้นสุดการทดลอง จากการทดลองแสดงเห็นว่าการใช้ซิตริกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดการทดลอง (ตาราง 54)

ตาราง 54 ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า a*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	-0.77a	-1.07a	-1.02a	-0.72a	-1.02a	-0.97a
$CaCl_2$ 1%	-0.94a	-1.11a	-0.91a	-0.76a	-0.95a	-0.85a
$CaCl_2$ 2%	-1.01a	-0.98a	-0.92a	-0.80a	-0.76a	-1.01a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	44.73	19.22	23.69	41.23	38.24	20.14

[1/]a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว โดย

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกแดง

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. ค่า b*

ค่า b* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน) พบว่าค่า b* ในวันเริ่มทำการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่า b* ใกล้เคียงกันโดย กรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 %ค่า b* ดังนี้ 15.11 12.41 และ13.5 ตามลำดับ แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีค่า b* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 15.66 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีค่า b* ใกล้เคียงกันอีกครั้งอยู่ในช่วง 13.37 – 15.10 และภายหลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีค่า b* ลดลงเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 55)

ตาราง 55 ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า b*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	15.11a[2/]	13.43a	9.87a	13.99a	11.10a	12.09a
$CaCl_2$ 1%	12.41a	11.33a	12.13a	15.10a	11.99a	10.37a
$CaCl_2$ 2%	13.50a	15.78a	15.66b	13.37a	13.99a	13.13a
ค่าสถิติ	ns	ns	**	ns	ns	ns
% C.V.	20.79	30.04	23.55	32.67	25.40	19.34

[1/] b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดย
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

6. ค่า C*

ค่า C* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า C* หมายถึง ค่ามุมของสีแสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดยถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม) พบว่าค่า C* ในวันเริ่มทำการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่า C* ใกล้เคียงกันโดย กรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 %ค่า C* ดังนี้ 15.16 12.45 และ 13.54 ตามลำดับ ภายหลังจากนั้นกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่า C* ลดลงใกล้เคียงกันในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษา แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีค่า C* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 15.70 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีค่า C* ใกล้เคียงกันอีกครั้งอยู่ในช่วง 13.42 – 15.12 และภายหลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีค่า C* ลดลง จนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 56)

ตาราง 56 ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า C*[1/]					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	15.16a[2]	13.48a	9.92a	14.01a	11.57a	12.14a
$CaCl_2$ 1%	12.45a	11.38a	12.17a	15.13a	12.03a	10.41a
$CaCl_2$ 2%	13.54a	15.82a	15.70b	13.40a	14.01a	13.17a
ค่าสถิติ	ns	ns	**	ns	ns	ns
% C.V.	20.63	29.79	23.37	32.53	24.48	19.21

[1/]C* (chroma) หมายถึง ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดย

ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน

ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

7. ค่า Hue

ค่า hueของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ วัดค่า hue (ค่าที่แสดงถึงเฉดสีของวัตถุเป็นค่ามุมของสีถ้าค่า hue มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลืองถ้าค่า hue มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว) พบว่าการใช้ซิตริกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า hue ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ทุกกรรมวิธีมีค่า hue ใกล้เคียงกัน และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 57)

ตาราง 57 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า h°[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	94.58a[2]	94.98a	95.87a	93.25a	95.15a	94.65a
$CaCl_2$ 1%	94.55a	95.81a	94.32a	93.50a	94.58a	95.04a
$CaCl_2$ 2%	94.35a	93.96a	93.52a	93.89a	93.03a	94.39a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	1.68	1.99	1.65	2.26	1.54	1.32

[1/] h° (hue angle = arctangent) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสี
ถ้าค่า h° มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง
ถ้าค่า h° มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (^{o}Brix) ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (^{o}Brix)

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 10.53 – 14.50 (^{o}Brix) กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 11.25 – 12.58 (^{o}Brix) และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 10.45 – 13.25 (^{o}Brix) ในวันแรกของการทดลองและวันที่ 2 6 และ 10 ของการเก็บรักษาพบว่า กรรมวิธีควบคุม มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมากว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้น ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำสูงกว่ากรรมวิธีอื่น แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 58)

ตาราง 58 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (°Brix) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	13.35a[1]	12.63a	13.05a	14.50a	10.53a	11.90a
$CaCl_2$ 1%	11.95a	11.98a	12.35a	11.40a	12.58a	11.25a
$CaCl_2$ 2%	12.10a	11.35a	13.25a	12.20a	11.45a	10.45a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	20.47	18.64	10.39	17.42	21.80	19.91

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. ความเป็นกรด- ด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 3.78 – 4.07 กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 %มีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 3.83 – 4.11 และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 3.77 – 4.08 ทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างใกล้เคียงกันและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 59)

ตาราง 59 ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03^{o}C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความเป็นกรด - ด่าง ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.07a[1]	3.93a	4.07a	4.00a	3.78a	3.96a
$CaCl_2$ 1%	3.99a	4.09a	4.00a	3.83a	3.88a	4.10a
$CaCl_2$ 2%	4.08a	3.85a	3.83a	3.77a	3.93a	3.84a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	4.53	8.35	7.58	6.03	5.701	6.29

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไปในทิศทางเดียวกันในวันเริ่มการทดลอง ทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่ในช่วง 0.30 – 0.35% ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่ที่ 0.60 และ 0.55 % มากกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีค่าอยู่ที่ 0.41 แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ภายหลังจากนี้กรรมวิธีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงอีกครั้งในวันสิ้นสุดการทดลอง ส่วนกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงเรื่อยๆ จากวันที่ 6 ไปจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 60)

ตาราง 60 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.30a[1]	0.44a	0.38a	0.41a	0.52a	0.41a
$CaCl_2$ 1%	0.35a	0.43a	0.43a	0.60a	0.45a	0.39a
$CaCl_2$ 2%	0.34a	0.48a	0.46a	0.55a	0.49a	0.47a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	17.30	32.82	28.89	26.66	24.21	25.54

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทาง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันเริ่มทำการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่าปริมาณวิตามินซีใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 4.78 – 6.00 (mg/100ml) ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาไปจนถึงวันสุดท้ายของการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีค่าปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยตลอดระยะเวลาทำการทดลองแล้วกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % เป็นกรรมวิธีที่มีค่าปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีอื่น รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และกรรมวิธีควบคุม มีเพียงวันที่ 2 ของการเก็บรักษาที่กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่าปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีอื่น แต่ตลอดระยะเวลาทำการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 61)

ตาราง 61 ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	5.51a[1]	4.29a	4.04a	3.31a	3.37a	2.94a
$CaCl_2$ 1%	4.78a	5.82a	4.47a	4.78a	4.41a	4.35a
$CaCl_2$ 2%	6.00a	5.39a	5.27a	5.15a	5.64a	4.47a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	38.17	28.85	29.75	28.62	36.58	45.77

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางสรีรวิทยา

การวิเคราะห์ทางสรีรวิทยาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน ปริมาณการรั่วไหลประจุ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **อัตราการหายใจ**

อัตราการหายใจของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ช่วงระยะเวลา 4 วันแรกของการทดลองทุกกรรมวิธีมีอัตราการหายใจไปในทิศทางเดียวกัน ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 %มีอัตราการหายใจสูงสุดค่าอยู่ที่ 5.18 ($mgCO_2/kg/h$) รองลงมาคือกรรมวิธีควบคุม ค่าอยู่ที่ 4.71 ($mgCO_2//kg/h$) อันดับสุดท้ายคือ กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % ค่าอยู่ที่ 3.74 ($mgCO_2/kg/h$) ภายหลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีอัตราเพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 62)

ตาราง 62 อัตราการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg/h$) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.82a[1]	4.71ab	3.08a	4.14a	2.59a	2.27a
$CaCl_2$ 1%	5.16a	3.74a	3.30a	5.29a	3.03a	4.55a
$CaCl_2$ 2%	5.40a	5.18b	4.05a	3.29a	3.76a	3.70a
ค่าสถิติ	ns	*	ns	ns	ns	ns
% C.V.	7.97	17.46	33.08	40.52	40.52	40.63

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

2. อัตราการผลิตเอทิลีน

อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันเริ่มทำการทดลอง กรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีอัตราการผลิตเอทิลีนดังนี้ 0.00 0.24 และ 0.68 (µl/kg/h) ตามลำดับ ภายหลังจากนั้น นวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีอัตราการผลิตเอทิลีนดังนี้ 0.52 0.22 และ0.12 (µl/kg/h) ตามลำดับ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และหลังจากนั้นอัตราการผลิตเอทิลีนจึงลดลง จนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนกรรมวิธีควบคุม มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 8 หลังจากนั้นอัตราการผลิตเอทิลีนลดลงในวันสุดท้ายของการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 63)

ตาราง 63 อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl/kg/h) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.00a[1]	1.74a	0.52a	0.02a	0.25a	0.00a
$CaCl_2$ 1%	0.24a	0.63a	0.22a	0.29a	0.05a	0.00a
$CaCl_2$ 2%	0.68a	1.17a	0.12a	0.20a	0.00a	0.00a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	163.15	61.31	120.30	104.00	167.75	0.00

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ปริมาณการรั่วไหลของประจุ

ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันเริ่มทำการทดลองกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณการรั่วไหลของประจุมากกว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้น โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 73.81% และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 และ 2 % มีค่าอยู่ที่ 53.39% และ 52.41% แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีปริมาณการรั่วไหลของประจุลดลง และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ภายหลังจากนั้น พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณการรั่วไหลของประจุลดลงอย่างต่อเนื่องไปตลอดจนวันสุดท้ายของการทำการทดลองและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 64)

ตาราง 64 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	73.81a[1]	40.47a	70.29a	57.21a	49.17a	39.04a
$CaCl_2$ 1%	53.39a	48.72a	73.27a	60.91a	54.65a	47.47a
$CaCl_2$ 2%	52.41a	51.28a	71.65a	65.48a	50.41a	40.85a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	26.72	21.76	7.07	14.55	26.54	22.46

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางชีวเคมี

การวิเคราะห์ทางชีวเคมีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งจะทำการศึกษา กิจกรรมเอนไซม์ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **กิจกรรมเอนไซม์**

กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าตลอดระยะเวลาทำการทดลองกรรมวิธีควบคุมมีกิจกรรมเอนไซม์อยู่ที่ 0.02 ถึง 0.04 (unit/min/mg of protein) กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่าอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.04 (unit/min/mg of protein) และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีค่าอยู่ในช่วง 0.03 ถึง 0.04 (unit/min/mg of protein) กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 0% , 1% และ 2% มีแนวโน้มของค่ากิจกรรมเอนไซม์ไปในทิศทางเดียวกันตลอดระยะเวลาทำการทดลอง และไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 65)

ตาราง 65 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กิจกรรมเอนไซม์ (unit/min/mg of protein) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.02a[1]	0.04a	0.03a	0.04a	0.03a	0.02a
$CaCl_2$ 1%	0.03a	0.02a	0.04a	0.03a	0.04a	0.04a
$CaCl_2$ 2%	0.03a	0.03a	0.03a	0.03a	0.04a	0.03a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	52.49	45.52	25.09	26.28	36.22	50.14

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัสของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งจะทำการศึกษา สีคล้ำ กลิ่นแปลกปลอม รสหวาน รสเปรี้ยว รสแปลกปลอม ความกรอบ การยอมรับโดยรวม ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **สีคล้ำ**

สีคล้ำที่ผิวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในช่วงระยะเวลา 8 วันแรกของการทดลอง ทุกกรรมวิธีมีคะแนนสีคล้ำใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยช่วงระยะเวลา 8 วันแรกของการทดลองกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนสีคล้ำอยู่ในช่วง 2.00 ถึง 3.88 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีคะแนนสีคล้ำอยู่ในช่วง 1.50 ถึง 2.88 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนสีคล้ำอยู่ในช่วง 1.50 ถึง 2.96 คะแนน ในวันสุดท้ายของการทดลองพบว่ากรรมวิธีควบคุมมีคะแนนสีคล้ำมากที่สุดอยู่ที่ 6.13 คะแนน รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีคะแนนสีคล้ำอยู่ที่ 5.88คะแนน และสุดท้ายกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนสีคล้ำอยู่ที่ 5.25 คะแนน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 66) ดังภาพ 153

ตาราง 66 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	สีคล้ำ (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	2.50a[2]	2.00a	2.75a	3.88a	3.00a	6.13a
$CaCl_2$ 1%	2.58a	1.50a	2.75a	2.00a	2.88a	5.88a
$CaCl_2$ 2%	2.96a	1.50a	2.25a	2.25a	2.50a	5.25a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	23.18	59.08	41.95	46.21	47.36	28.60

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีเหลืองของสับปะรด ได้จากสีโดยรวมของชิ้นสับปะรด จะมีสีเหลืองเข้ม มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีสีอ่อนมาก(ซีด) จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีเหลืองเข้มปนน้ำตาลเข้ม)

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. กลิ่นแปลกปลอม

กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในระยะเวลา 4 วันแรกของการทดลองทุกกรรมวิธีมีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมอยู่ในช่วง 1.00 ถึง1.75 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมอยู่ในช่วง 1.19 ถึง 1.50 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมอยู่ในช่วง 1.00 ถึง 1.50 คะแนน ภายหลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นไปสิ้นสุดระยะเวลาทำการ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 67)

ตาราง 67 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กลิ่นแปลกปลอม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.06a[2]	1.00a	1.75a	2.38a	3.25a	5.00a
$CaCl_2$ 1%	1.19a	1.25a	1.50a	1.13a	2.13a	4.00a
$CaCl_2$ 2%	1.00a	1.00a	1.50a	1.88a	2.50a	2.75a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	11.36	26.65	32.52	45.25	50.15	44.50

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีกลิ่นแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากกลิ่นอื่นใดนอกเหนือจากกลิ่นของสับปะรด เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นบูด เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีกลิ่นแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีกลิ่นแปลกปลอมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. **รสหวาน**

รสหวานของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ตลอดระยะเวลาทำการทดลองทุกกรรมวิธีมีคะแนนรสหวานอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียง โดยกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสหวานอยู่ในช่วง 3.00 ถึง 5.63 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีคะแนนรสหวานอยู่ในช่วง 3.25 ถึง 6.25 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนรสหวานอยู่ในช่วง 2.00 ถึง 4.13 คะแนน คะแนนรสหวานที่มีค่าสูงที่สุดของกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % อยู่ที่ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา มีคะแนนอยู่ที่ 5.63 และ 6.25 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % คะแนนรสหวานที่มีค่าสูงที่สุดอยู่มนวันที่ 8 ของการเก็บรักษา มีคะแนนอยู่ที่ 4.13 คะแนน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 68)

ตาราง 68 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสหวาน (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.29a[2]	5.63a	4.50a	4.63a	3.00a	3.50a
$CaCl_2$ 1%	4.17a	6.25a	4.75a	3.25a	3.63a	3.50a
$CaCl_2$ 2%	3.33a	3.25a	3.00a	3.63a	4.13a	2.00a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	23.12	53.90	47.52	64.94	44.06	65.13

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสหวานของสับปะรด ได้จากการรับประทานสับปะรด โดยสับปะรดจะมีรสหวาน มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึงสับปะรดไม่มีรสหวาน จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสหวานมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. **รสเปรี้ยว**

รสเปรี้ยวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สาร แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนน รสเปรี้ยวสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ในช่วงวันแรกของการทดลองและวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยพบว่ามี คะแนนรสเปรี้ยวอยู่ที่ 3.50 และ 4.13 คะแนน ตามลำดับ ภายหลังจากนั้น ในวันที่ 8 ของการเก็บ รักษาพบว่า กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสเปรี้ยวสูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยพบว่ามีคะแนนรสเปรี้ยวอยู่ที่ 5.38 คะแนน และในวันสุดท้ายของการทดลอง กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสเปรี้ยวอยู่ที่ 6.50 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 %มีคะแนนรสเปรี้ยวอยู่ที่ 6.50 คะแนน และกรรมวิธีที่ ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนรสเปรี้ยวอยู่ที่ 7.75 คะแนน ไม่พบความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง (ตาราง 69)

ตาราง 69 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสเปรี้ยว (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	2.25a[2]	3.00a	2.63a	2.50a	5.37a	6.50a
$CaCl_2$ 1%	2.08a	3.25a	1.75a	3.25a	3.25a	6.50a
$CaCl_2$ 2%	3.50a	4.13a	2.63a	3.25a	2.63a	7.75a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	38.91	57.98	55.83	28.87	15.44	6.53

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสเปรี้ยวของสับปะรดได้จากการรับประทานสับปะรด โดยที่สับปะรดจะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสเปรี้ยว จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสเปรี้ยวมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. **รสแปลกปลอม**

รสแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันแรกของการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีคะแนนรสแปลกปลอมสูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่าอยู่ที่ 1.33 คะแนน รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีค่าอยู่ที่ 1.08 คะแนน และกรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 1.04 คะแนน ภายหลังจากนั้น ทุกกรรมวิธีมีรสแปลกปลอมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จนกระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนรสแปลกปลอมสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอยู่ที่ 2.88 คะแนน และในวันสุดท้ายของการทดลองกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ที่ 5.75 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ที่ 5.25 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนรสแปลกปลอมอยู่ที่ 6.00 คะแนน แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 70)

ตาราง 70 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสแปลกปลอม (1-9)[1/]					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.04a[2]	1.00a	1.13a	1.50a	3.25a	5.75a
$CaCl_2$ 1%	1.33b	1.00a	1.38a	1.63a	2.63a	5.25a
$CaCl_2$ 2%	1.08a	1.00a	1.75a	2.88a	2.50a	6.00a
ค่าสถิติ	*	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	15.67	0.00	29.46	54.36	42.15	11.49

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากรสชาติอื่นๆที่ได้นอกเหนือจากรสชาติสับปะรด เช่น รสเค็ม รสขม เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสแปลกปลอมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

6. **ความกรอบ**

ความกรอบของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีคะแนนความกรอบสูงสุดในวันดังกล่าว โดยกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนอยู่ที่ 7.25 คะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีคะแนนอยู่ที่ 8.00 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนอยู่ที่ 8.00 คะแนน ภายหลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีคะแนนความกรอบลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่า กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 และ 2% มีคะแนนความกรอบเท่ากันและมีค่ามากกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยมีคะแนนอยู่ที่ 7.00 คะแนน ส่วนกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนอยู่ที่ 5.75 คะแนน ภายหลังจากนี้คะแนนความกรอบของทุกกรรมวิธีค่อย ๆ ลดลงเรื่อยจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 71)

ตาราง 71 ความกรอบของสับปะรดภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความกรอบ (1-9)[1/]					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	5.08a[2]	7.25a	6.13a	5.75b	5.88a	3.75a
$CaCl_2$ 1%	5.17a	8.00a	5.25a	7.00a	5.75a	4.25a
$CaCl_2$ 2%	5.21a	8.00a	6.13a	7.00a	5.88a	5.75a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	***	ns	ns
% C.V.	5.76	9.73	13.35	10.66	12.84	32.84

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏความกรอบของเนื้อสับปะรด ได้จากการสัมผัสโดยการกัดลงบนชิ้นสับปะรด จะมีลักษณะแน่น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีความกรอบ จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีความกรอบมาก)

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9%

7. **การยอมรับโดยรวม**

การยอมรับโดยรวมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันที่ 2 ของการเก็บรักษากรรมวิธีควบคุม มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด มีคะแนนอยู่ที่ 6.50 คะแนน และคะแนน กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดมีคะแนนอยู่ที่ 6.88 คะแนน ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 2 % มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดมีคะแนนอยู่ที่ 4.88 คะแนน ภายหลังจากนั้น คะแนนการยอมรับโดยรวมของทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงเรื่อย ๆ จนวันสุดท้ายของการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่า กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มมีคะแนนการยอมรับเท่ากัน อยู่ที่ 1.75 คะแนน และมีคะแนนมากกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีคะแนนอยู่ที่ 1.00 คะแนน (ตาราง 72)

ตาราง 72 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 12 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การยอมรับโดยรวม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	5.21a[2]	6.50a	5.38a	4.75a	3.25a	1.00b
$CaCl_2$ 1%	4.50a	6.88a	5.38a	5.38a	4.25a	1.75a
$CaCl_2$ 2%	4.00a	4.38a	4.88a	3.25a	4.25a	1.75a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	*
% C.V.	23.04	31.79	18.52	45.73	32.13	34.82

[1/] หมายถึงคะแนน การยอมรับโดยรวมของสับปะรด เป็นการประเมินผลการยอมรับของสับปะรด ภายหลังจากใช้สาร Calcium Chloride โดยพิจารณาจากสมบัติ ลักษณะข้างต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีการยอมรับโดยรวมน้อย จนถึง 9 คะแนน หมายถึงสับปะรดมีการยอมรับโดยรวมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

8. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0%, 1 % และ 2 % มีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 5.5, 6.5 และ 6.0 วันตามลำดับ (ตาราง 73)

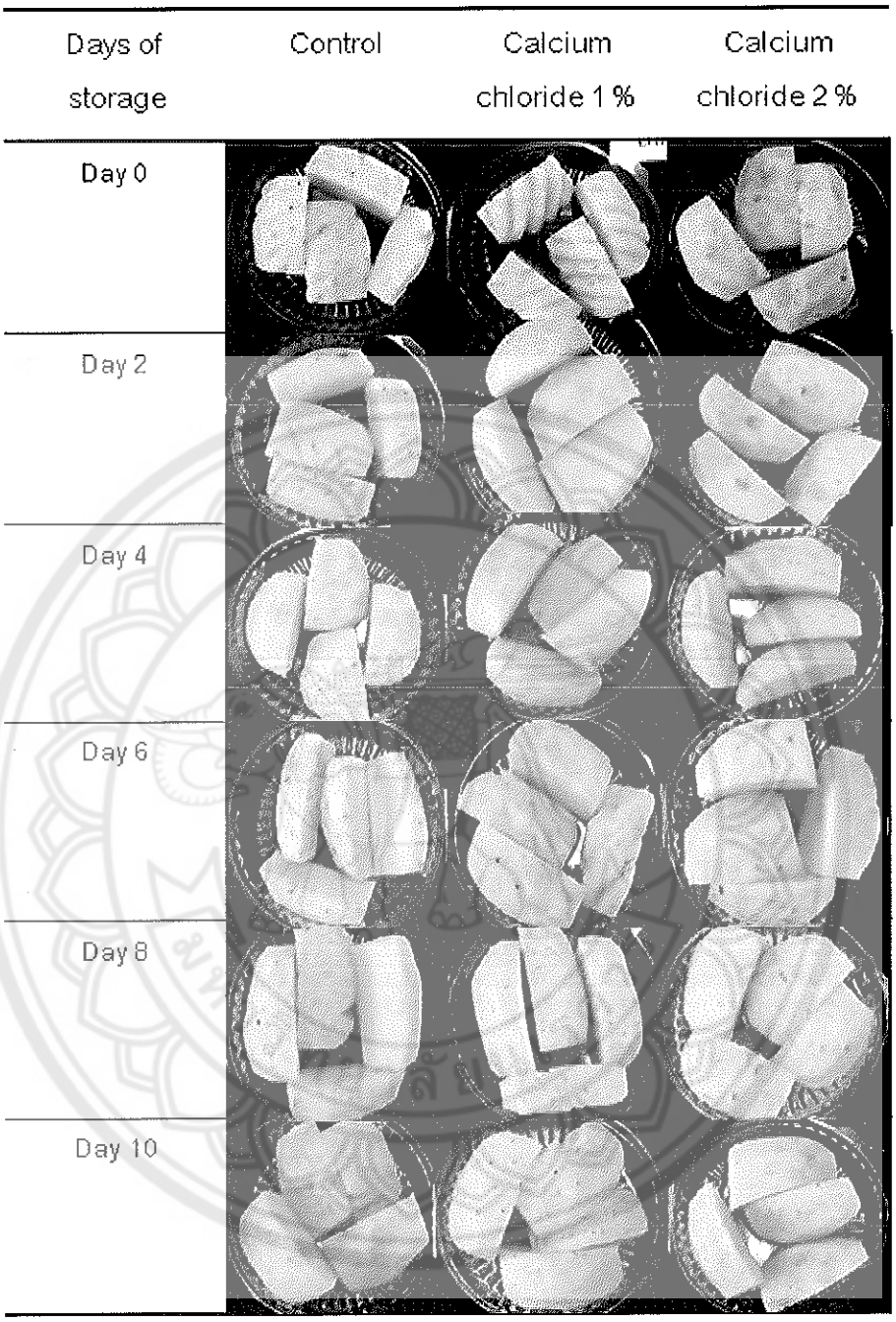
ตาราง 73 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.75±0.03°C (70.10±0.22%RH) เป็นเวลา 12 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษา (วัน)[1/]
Control	5.5a[2]
$CaCl_2$ 1%	6.5a
$CaCl_2$ 2%	6.0a
ค่าสถิติ	ns
% C.V.	37.61

[1/]หมายถึงคะแนน ประเมินอายุการเก็บรักษาของสับปะรดตัดแต่ง ณ วันที่มีคะแนน การยอมรับโดยรวม น้อยกว่า 5 คะแนน เป็นเกณฑ์ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถือว่าหมดสภาพ

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 12 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของสารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ในรูปสารเดี่ยวและสารผสมร่วมกันต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมรวมกันซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก (%) ค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี (L*, a*, b*, C* และ h°) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก (%)

การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมรวมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันเริ่มทำการทดลองไม่พบการสูญเสียน้ำหนักของทุกกรรมวิธี ในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษา พบความแตกต่างอย่างมีนัยว่าคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา โดยพบว่ามีอยู่ 3 กรรมวิธีที่มีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าตัวควบคุม ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% ,ซิตริก 0.5% และ แคลเซียมคลอไรด์ 1% ส่วนกรรมวิธีที่มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าตัวควบคุมคือ กรรมวิธีที่เป็นสารผสมร่วมกันทั้งหมด ได้แก่ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% , แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% , ซิตริก 0.5% +แคลเซียมคลอไรด์ 1% และ แอสคอร์บิก 0.5%+ ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% ภายหลังจาก วันที่ 8 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่เป็นสารตัวเดี่ยวและแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าตัวควบคุม ส่วนกรรมวิธีอื่น ๆ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 74)

ตาราง 74 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.00a[1]	1.08a	1.20a	1.33a	1.68bc	2.38a
AA 0.5%	0.00a	1.17a	1.22a	1.61a	2.05c	2.69a
CA 0.5%	0.00a	1.21a	1.61a	1.68a	1.97c	3.30a
$CaCl_2$ 1%	0.00a	1.07a	1.14a	1.77b	2.08c	2.84a
AA 0.5% + CA 0.5%	0.00a	1.24a	1.03a	1.09a	1.44abc	3.38a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.00a	1.08a	0.98a	1.28a	1.12ab	1.16a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.00a	0.91a	1.23a	1.48a	0.95a	1.33a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.00a	0.88a	0.91a	1.27a	1.50abc	1.81a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	**	ns
% C.V.	0.00	20.19	30.09	28.27	35.25	57.10

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

2. **ความแน่นเนื้อ**

ความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มทำการทดลองกรรมวิธีที่เป็นสารตัวเดี่ยวทั้งสามกรรมวิธี สามารถคงสภาพความแน่นเนื้อได้ดีกว่ากว่าตัวควบคุม แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ในวันสิ้นสุดการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มี 4 กรรมวิธีที่สามารถรักษาสภาพความแน่นเนื้อได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรค์ 1% มีค่าความแน่นเนื้อสูงสุดอยู่ที่ 257.50 กรัม ,แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าความแน่นเนื้ออยู่ที่ 232.75 กรัม , แอสคอร์บิก 0.5 % + ซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรค์ 1% มีค่าความแน่นเนื้ออยู่ที่ 200.00 กรัม และ ซิตริก 0.5 % มีค่าความแน่นเนื้ออยู่ที่ 192.50 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ที่ 172.00 กรัม ส่วนกรรมวิธีที่ดีที่สุดในการคงสภาพความแน่นเนื้อคือกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% สามารถคงสภาพความแน่นเนื้อได้ดีกว่าตัวควบคุมและโดยรวมแล้วดีกว่ากรรมวิธีอื่น ตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 75)

ตาราง 75 ความแน่นเนื้อของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (g)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	199.87a[1]	192.38a	154.000a	176.500a	193.00a	172.00bc
AA 0.5%	235.75a	166.50a	157.00a	171.25a	248.25a	179.25bc
CA 0.5%	224.00a	224.75a	235.00a	166.00a	225.75a	192.50abc
$CaCl_2$ 1%	229.75a	205.25a	210.50a	207.25a	237.00a	232.75ab
AA 0.5% + CA 0.5%	169.25a	214.25a	190.25a	180.00a	197.50a	170.25bc
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	165.50a	148.00a	193.50a	200.25a	193.25a	161.00c
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	170.00a	177.50a	156.00a	147.25a	216.00a	257.50a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	196.75a	165.25a	178.25a	177.25a	202.25a	200.00abc
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	*
% C.V.	21.52	24.56	28.17	22.49	20.46	23.72

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3. ค่า L*

ค่า L* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า L* ความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมากและถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด) พบว่าในวันเริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้สารตัวเดี่ยวมีค่า L* ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม และในวันที่ 8 จนถึงวันสิ้นสุดการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารตัวเดี่ยวมีค่า L* สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมเพียงเล็กน้อย ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สารร่วมกันพบว่ามีค่า L* สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมทุกกรรมวิธีตั้งแต่วันเริ่มทำการทดลองตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 1 % และ แอสคอร์บิก 0.5 % + ซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่า L* สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมาก และวันสิ้นสุดการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่เป็นสารร่วมกันสองชนิด มีค่า L* สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมาก ส่วนกรรมวิธีที่เป็นสารร่วมกันสามชนิดอย่างแอสคอร์บิก 0.5 % + ซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่า L* ใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่เป็นสารตัวเดี่ยว (ตาราง 76)

ตาราง 76 ค่า L* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า L*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	42.64a[2]	44.05a	48.97bc	44.59abc	42.59c	40.15c
AA 0.5%	43.51a	46.34a	49.40bc	35.96d	46.61abc	48.87abc
CA 0.5%	40.13a	47.54a	42.63c	44.72abc	44.56bc	43.32bc
$CaCl_2$ 1%	45.30a	43.86a	45.47bc	42.19cd	43.66bc	46.30abc
AA 0.5% + CA 0.5%	41.59a	37.32a	52.06ab	61.36a	41.89c	52.20ab
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	48.39a	54.61a	57.89a	58.48a	48.59abc	57.13a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	56.90a	52.21a	59.53a	53.33ab	57.42a	57.50a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	55.80a	49.98a	52.75ab	46.87bc	54.95ab	47.41abc
ค่าสถิติ	ns	ns	**	***	*	*
% C.V.	25.87	19.01	13.67	19.74	17.71	17.51

[1/] L* หมายถึง ค่าความสว่างของวัตถุ มีค่า 0-100 โดย
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 จะแสดงความสว่างมาก
ถ้าค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงความมืด

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, 99% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

4. ค่า a*

ค่า a* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สาร แอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวกแสดงความเป็นสีออกแดง ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว) โดยค่า a* มีค่าไม่แตกต่างกันตลอด 8 วันของการเก็บรักษา ในวันเริ่มทพการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่า a* อยู่ระหว่าง -0.80 ถึง -1.26 ภายหลังจากนั้น a* ของทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ในวันสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % + ซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่า a* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ -0.30 ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 1 % มีค่า a* น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ -1.51 ในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ ที่เหลือมีค่า a* ใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง -1.12 ถึง - 0.79 (ตาราง 77)

ตาราง 77 ค่า a* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ค่า a*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	-1.08a[2]	-0.99a	-0.97a	-0.93a	-0.65a	-0.97abc
AA 0.5%	-1.05a	-1.02a	-0.89a	-0.51a	-0.69a	-0.79bc
CA 0.5%	-.82a	-1.19a	-0.71a	-0.71a	-0.59a	-0.76bc
$CaCl_2$ 1%	-1.16a	-1.05a	-0.75a	-0.71a	-0.81a	-1.00ab
AA 0.5% + CA 0.5%	-1.07a	-0.58a	-1.21a	-1.17a	-0.35a	-1.12ab
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	-0.99a	-1.08a	-1.16a	-0.59a	-0.60a	-1.50a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	-0.93a	-0.77a	-0.97a	-1.02a	-0.88a	-1.02ab
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	-1.26a	-0.57a	-1.10a	-0.70a	-1.05a	-0.29c
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	*
% C.V.	24.19	43.52	37.41	48.65	57.48	54.07

[1/]a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว โดย

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกแดง

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกเขียว

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

5. ค่า b*

ค่า b* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน) พบว่าค่า b* ในวันเริ่มทำการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่า b* อยู่ระหว่าง 12.17 ถึง 15.36 หลังจากนั้นค่า b* ลดลงเล็กน้อยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่า b* อยู่ระหว่าง 10.98 ถึง 14.85 หลังจากนั้นค่า b* เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่า b* อยู่ระหว่าง 12.32 ถึง 16.51 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่า b* อยู่ที่ 17.14 ซึ่งสูงกรรมวิธีอื่น ๆ โดยเฉพาะกรรมวิธีควบคุมมีค่า b* อยู่ที่ 12.54 ภายหลังจากนั้น ค่า b* ของทุกกรรมวิธีลดลงเล็กน้อย และในวันสิ้นสุดการทดลองทุกกรรมวิธีมีค่า b* อยู่ระหว่าง 11.91 ถึง 16.42 (ตาราง 78)

ตาราง 78 ค่า b* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	b*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	14.87a[2]	13.43a	16.51a	12.54b	12.93a	13.89a
AA 0.5%	12.24a	10.99a	15.93a	10.48b	13.95a	13.51a
CA 0.5%	13.29a	13.47a	12.71a	13.40ab	11.94a	11.91a
$CaCl_2$ 1%	14.34a	13.10a	12.93a	12.02b	12.25a	13.42a
AA 0.5% + CA 0.5%	15.36a	10.98a	12.32a	13.54ab	12.71a	15.71a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	13.16a	12.26a	15.33a	17.14a	12.07a	15.07a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	14.28a	13.65a	14.80a	13.01b	14.78a	15.30a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	12.17a	14.85a	13.34a	11.16b	13.29a	16.42a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	*	ns	ns
% C.V.	17.70	20.60	18.02	22.42	16.53	16.20

[1/] b* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดย
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก แสดงความเป็นสีออกเหลือง
ถ้าค่า b* มีค่าเป็นลบ แสดงความเป็นสีออกน้ำเงิน

[2] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

6. ค่า C*

ค่า C* ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (ค่า C* หมายถึง ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดยถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม) พบว่าค่า C* วันเริ่มทำการทดลองและวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมี C* อยู่ระหว่าง 11.04 ถึง 15.40 โดยส่วนใหญ่แล้วทุกกรรมวิธีที่มีค่า C* ลดลง มีเพียงกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่า C* เพิ่มขึ้น อยู่ที่ 14.88 แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นค่า C* ของทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมี 2 กรรมวิธีที่มีค่าเพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม มีค่า C* อยู่ที่ 17.80 และกรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่า C* อยู่ที่ 15.38 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่า C* อยู่ที่ 17.16 ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเฉพาะ กรรมวิธีควบคุมมีค่า C* อยู่ที่12.57 ภายหลังจากนี้ค่า C* ของทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยในวันสิ้นสุดการทดลองมีค่า C* อยู่ระหว่าง 11.93 ถึง 16.45 (ตาราง 79)

ตาราง 79 ค่า C* ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	C*[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	14.90a[2]	13.47a	17.79a	12.58b	12.96a	13.93a
AA 0.5%	12.29a	11.04a	15.96a	10.49b	13.98a	13.54a
CA 0.5%	13.31a	13.52a	12.79a	13.43ab	11.97a	11.93a
$CaCl_2$ 1%	14.37a	13.14a	12.95a	12.05b	12.27a	13.46a
AA 0.5% + CA 0.5%	15.40a	11.00a	12.36a	13.59ab	12.72a	15.75a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	13.19a	12.32a	15.38a	17.16a	12.09a	15.15a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	14.31a	13.66a	14.85a	13.05b	14.81a	15.34a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	12.24a	14.88a	13.35a	11.32b	13.34a	16.45a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	*	ns	ns
% C.V.	17.58	20.50	20.46	22.37	16.43	16.10

[1/] C* (chroma) หมายถึง ค่ามุมของสี แสดงถึงความเข้มของสี ระหว่าง 0-90 โดย

ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีอ่อน

ถ้าค่า C* มีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

7. ค่า Hue

ค่า hue ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ วัดค่า hue (ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสีถ้าค่า hue มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลืองถ้าค่า hue มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว) พบว่าค่า hue ของทุกกรรมวิธีในช่วงวันเริ่มทำการทดลองและวันที่ 2 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 92.45 ถึง 96.05 และในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษาค่า hue ของทุกกรรมวิธียังคงมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 95.74 ถึง 92.91 แต่พบว่ามีกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่า hue สูงกว่ากรรมวิธีอื่นทั้งสองวัน โดยมีค่า hue อยู่ที่ 95.74 และ 95.03 แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่า hue เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย มีค่า hue อยู่ในช่วง 91.74 ถึง 94.56 ในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยรวมแล้วเกือบทุกกรรมวิธีมีค่า hue ใกล้เคียงกันมากมีค่าอยู่ระหว่าง 93.81 ถึง 94.27 มีเพียงสองกรรมวิธีที่มีค่า hue แตกต่างออกไป ได้แก่ แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่า hue สูงกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 96.01 และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่า hue ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 90.84 (ตาราง 80)

ตาราง 80 ค่า Hue (h°) ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	h°[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	94.21a[2]	94.42a	93.68a	94.32a	93.21a	94.11a
AA 0.5%	94.98a	95.21a	93.25a	92.91a	93.09a	93.81a
CA 0.5%	93.55a	95.10a	93.21a	93.71a	93.06a	93.64a
$CaCl_2$ 1%	93.86a	94.59a	93.27a	93.50a	93.84a	94.27a
AA 0.5% + CA 0.5%	94.39a	93.65a	95.74a	95.03a	91.74a	94.11a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	94.28a	95.79a	94.41a	92.02a	93.23a	96.01a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	94.54a	93.41a	94.17a	94.53a	93.52a	93.83a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	96.05a	92.45a	93.97a	93.61a	94.56a	90.84a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	1.39	1.94	1.75	1.97	2.17	2.33

[1/] h° (hue angle = arctangent) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงเฉดของวัตถุเป็นค่ามุมของสี
ถ้าค่า h° มีค่า เข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง
ถ้าค่า h° มีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (^{o}Brix) ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^{o}Brix)

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆพบว่า ในวันเริ่มทำการทดลองทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 10.18 ถึง 13.63 และในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 11.05 ถึง 14.55 (^{o}Brix) แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งสองวัน ในวันที่ 4ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.001$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 8.42 (^{o}Brix) รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 10.05 (^{o}Brix) โดยที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 12.75 ภายหลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้น อยู่ระหว่าง 12.05 ถึง 14.45 (^{o}Brix) จากนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอยู่ในช่วง 10.40 ถึง 14.03 (^{o}Brix) และในวันสิ้นสุดการทดลอง ทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 11.60 ถึง 14.58 (^{o}Brix) (ตาราง 81)

ตาราง 81 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (°Brix) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	12.86a[1]	12.73a	12.75ab	12.91a	13.13a	13.06a
AA 0.5%	13.63a	13.85a	14.05a	14.45a	14.03a	14.58a
CA 0.5%	13.13a	11.10a	13.73a	14.03a	11.98a	13.90a
$CaCl_2$ 1%	12.55a	14.55a	13.73a	12.63a	11.38a	12.70a
AA 0.5% + CA 0.5%	11.65a	12.53a	12.73ab	13.28a	13.98a	12.88a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	10.18a	13.55a	11.45ab	12.50a	11.05a	11.60a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	10.28a	12.30a	10.05bc	12.05a	13.10a	12.70a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	10.45a	11.05a	8.43c	13.55a	10.40a	11.70a
ค่าสถิติ	ns	ns	***	ns	ns	ns
% C.V.	19.82	15.86	20.39	12.99	17.62	16.33

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

2. ความเป็นกรด- ด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3.61 ถึง 3.93 ในวันเริ่มทำการทดลอง มีเพียงสองกรรมวิธีที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 2.50 และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 3.10 แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ภายหลังจากนี้ถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของทุกกรรมวิธี มีค่าอยู่ระหว่าง 3.52 ถึง 4.14 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 3.55 ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเฉพาะกรรมวิธีควบคุมที่มีค่าอยู่ที่ 3.79 และในวันสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.001$) กรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 3.80 พบว่ามีกรรมวิธีที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม สองกรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 3.40 และซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 3.47 และพบกรรมกรรมวิธีที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม คือ ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 4.01 (ตาราง 82)

ตาราง 82 ความเป็นกรด – ด่างของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความเป็นกรด-ด่าง					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	3.69a[1]	3.81a	3.84a	3.79bc	3.73a	3.80cd
AA 0.5%	2.50a	3.83a	3.91a	3.94c	3.77a	3.78cd
CA 0.5%	3.10a	3.68a	3.75a	3.93c	3.68a	4.01d
$CaCl_2$ 1%	3.78a	3.95a	3.78a	3.78abc	3.83a	3.78cd
AA 0.5% + CA 0.5%	3.86a	4.14a	3.68a	3.66ab	3.90a	3.61bc
AA 0.5% + $CaCl_2$ %	3.93a	3.82a	3.75a	3.63ab	3.74a	3.40a
CA 0.5% + $CaCl_2$ %	3.79a	3.75a	3.75a	3.55a	3.56a	3.47ab
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	3.61a	3.82a	3.61a	3.59ab	3.52a	3.64abc
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	*	ns	***
% C.V.	23.17	5.59	3.81	5.17	5.26	6.24

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

3. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆพบว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของทุกกรรมวิธีในช่วงวันเริ่มทำการทดลองและวันที่ 2 ของการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วง 0.32 ถึง 0.87 และ 0.34 ถึง 0.56 % ภายหลังจากนี้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของทุกกรรมวิธีมีค่าเปลี่ยนแปลงทั้งมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงแต่เป็นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.64 % และในวันสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยมีสองกรรมวิธีที่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 0.45 % กรรมวิธีนั้น ได้แก่ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 0.84 % และ กรรมวิธีซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 0.78 % (ตาราง 83)

ตาราง 83 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดียวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.44a[1]	0.50a	0.46a	0.48a	0.60a	0.45bc
AA 0.5%	0.32a	0.45a	0.34a	0.31a	0.47a	0.51bc
CA 0.5%	0.40a	0.51a	0.43a	0.46a	0.52a	0.41c
$CaCl_2$ 1%	0.51a	0.34a	0.37a	0.46a	0.45a	0.52bc
AA 0.5% + CA 0.5%	0.43a	0.40a	0.65a	0.59a	0.60a	0.58b
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.33a	0.49a	0.48a	0.61a	0.60a	0.84a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.57a	0.56a	0.48a	0.64a	0.51a	0.78a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.53a	0.48a	0.60a	0.62a	0.64a	0.58b
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	***
% C.V.	35.41	26.51	29.39	28.23	23.48	28.66

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

4. ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยมีถึง 4 กรรมวิธีด้วยกันที่มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ในวันแรกของการทดลอง ได้แก่ แอสคอร์บิก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 24.85 (mg/100ml) ต่อมาคือ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 21.31 (mg/100ml) ต่อมาคือ แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 21.31 (mg/100ml) และสุดท้าย คือแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 23.58 (mg/100ml) โดยที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 6.94 (mg/100ml) และกรรมวิธีอื่น มีค่าอยู่ระหว่าง 6.94 ถึง 7.89 (mg/100ml) เท่านั้น ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีลดลงและพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีสองกรรมวิธีที่มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 5.94 (mg/100ml) และกรรมวิธีอื่น ๆ ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 16.51 (mg/100ml) และกรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 13.06 (mg/100ml) หลังจากนั้นทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซี ลดลงจนกระทั่งวันสิ้นสุดการทดลอง มีเพียงกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% ที่มีค่าเพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% ที่มีค่าเพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นในวันที่ 8 ของการเก็บ ในวันสุดท้ายของการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยมีสองกรรมวิธีที่มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 9.98 (mg/100ml) และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5%+ แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 13.15 (mg/100ml) โดยที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 6.48 (mg/100ml) (ตาราง 84)

ตาราง 84 ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซี (mg/100ml) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	6.94b[1]	5.94d	7.89a	7.48a	9.11a	6.48cd
AA 0.5%	24.85a	16.51a	11.61a	8.62a	6.17a	8.97bc
CA 0.5%	7.71b	10.70bcd	9.07a	8.43a	6.71a	5.71d
$CaCl_2$ 1%	6.26b	6.53d	6.62a	8.80a	5.99a	8.07bcd
AA 0.5% + CA 0.5%	20.86a	11.06bcd	13.78a	12.33a	6.53a	9.98b
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	21.31a	13.42d	11.15a	7.53a	9.07a	13.15a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	7.89b	7.80abc	6.71a	6.62a	5.62a	7.80bcd
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	23.58a	13.06c	12.42a	9.43a	11.34a	6.17d
ค่าสถิติ	***	*	ns	ns	ns	***
% C.V.	58.15	43.51	40.97	35.32	40.81	33.20

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

ผลการวิเคราะห์ทางสรีรวิทยา

การวิเคราะห์ทางสรีรวิทยาของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน ปริมาณการรั่วไหลประจุ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. อัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าทุกกรรมวิธีมีอัตราการหายใจอยู่ระหว่าง 4.50 ถึง 6.4 ($mgCO_2/kg/h$) ในวันเริ่มทำการทดลอง ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา พบค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) กรรมวิธีควบคุมมีอัตราการหายใจอยู่ที่ 4.7 ($mgCO_2/kg/h$) มีกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5%+ แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่ามากกว่ากรรวิธีควบคุม อยู่ที่ 6.62 (mg $CO_2/kg/h$) ในขณะที่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 3.61 (mg $CO_2/kg/h$) และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 3.45 ($mgCO_2/kg/h$) ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 6.55 ($mgCO_2/kg/h$) ซึ่งมีอัตราการหายใจสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 5.60 ($mgCO_2/kg/h$) และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 6.09 ($mgCO_2/kg/h$) ซึ่งมีอัตราการหายใจสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในวันสิ้นสุดการทดลอง พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 5.65 ($mgCO_2/kg/h$) มีอัตราการหายใจสูงที่สุด และ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีอัตราการหายใจต่ำที่สุด (ตาราง 85)

ตาราง 85 อัตราการหายใจของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg/h$) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.82a[1]	4.71bc	3.08ab	4.14ab	3.88ab	4.06ab
AA 0.5%	4.94a	4.24abc	4.83abc	3.89a	3.99b	4.81ab
CA 0.5%	5.81a	5.09c	6.55c	5.59c	3.67ab	5.65b
$CaCl_2$ 1%	5.16a	3.74ab	3.30ab	5.29bc	3.03a	4.55ab
AA 0.5% + CA 0.5%	6.37a	3.76ab	3.0ab	4.34ab	5.57c	5.11b
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	5.36a	6.63d	3.21ab	6.09c	3.64ab	3.24a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	4.91a	3.61a	2.48a	5.22bc	3.61ab	3.51a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	4.50a	3.45a	5.481bc	3.66a	6.16c	3.35a
ค่าสถิติ	ns	***	*	*	***	*
% C.V.	18.73	25.51	44.26	20.73	26.22	25.72

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

2. อัตราการผลิตเอทิลีน

อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าทุกกรรมวิธี มีอัตราการผลิตเอทิลีน อยู่ที่ 0.28 และพบพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกครั้งในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษากรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าทุกกรรมวิธี มีอัตราการผลิตเอทิลีน อยู่ที่ 0.07 (µl/kg/h) ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่ากรรมวิธีควบคุมมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าทุกกรรมวิธี มีอัตราการผลิตเอทิลีน อยู่ที่ 0.06 (µl/kg/h) โดยกรรมวิธีที่เป็นสารผสมร่วมกันทุกกรรมวิธีไม่มีการผลิตเอทิลีนเกิดขึ้น และในวันสิ้นสุดการทดลองมีเพียงสองกรรมวิธีเท่านั้นที่มีการผลิตเอทิลีน ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 0.02 (µl/kg/h) และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 0.01 (µl/kg/h) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติในวันสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 86)

ตาราง 86 อัตราการผลิตเอทิลีนของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl/kg/h) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.00a[1]	0.28b	0.08a	0.00ab	0.06b	0.00a
AA 0.5%	0.05a	0.05a	0.04a	0.07c	0.02ab	0.00a
CA 0.5%	0.02a	0.03a	0.03a	0.04bc	0.01a	0.02a
$CaCl_2$ 1%	0.04a	0.07a	0.03a	0.04bc	0.01a	0.00a
AA 0.5% + CA 0.5%	0.07a	0.05a	0.05a	0.02ab	0.00a	0.00a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.08a	0.08a	0.03a	0.00a	0.00a	0.01a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.06a	0.02a	0.02a	0.00a	0.00a	0.00a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.08a	0.02a	0.04a	0.00a	0.00a	0.00a
ค่าสถิติ	ns	*	ns	*	*	ns
% C.V.	110.82	126.43	91.84	140.69	220.34	372.59

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

3. **ปริมาณการรั่วไหลของประจุ**

ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาณการรั่วไหลประจุของทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 35.64 ถึง 44.59 % ในวันเริ่มการทดลอง พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษา โดย กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีค่าปริมาณการรั่วไหลของประจุสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 49.25% ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 35.95 % ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีสองกรรมวิธีที่มีค่าปริมาณการรั่วไหลของประจุสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ คือกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 47.55% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 47.66% ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าอยู่ที่ 36.21% ภายหลังจากนี้ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มของปริมาณการรั่วไหลประจุเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษากรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีปริมาณการรั่วไหลของประจุสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในวันสิ้นสุดการทดลองทุกกรรมวิธีมีปริมาณการรั่วไหลของประจุลดลงเพียงเล็กน้อยและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตาราง 87)

ตาราง 87 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณการรั่วไหลของประจุ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	40.94a[1]	35.95abc	36.21ab	39.42a	44.28a	41.21a
AA 0.5%	40.69a	40.45abcd	42.90b	41.23a	53.75a	33.76a
CA 0.5%	44.59a	49.25d	39.79abc	34.77a	47.06a	45.36a
$CaCl_2$ 1%	37.77a	46.74cd	47.55c	42.06a	49.90a	47.43a
AA 0.5% + CA 0.5%	38.68a	32.97ab	47.66c	39.93a	43.52a	42.33a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	37.36a	41.33bcd	30.84a	32.54a	35.46a	41.31a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	35.64a	29.04a	38.16abc	36.15a	34.25a	35.13a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	36.64a	33.17ab	32.74a	39.43a	39.39a	36.43a
ค่าสถิติ	ns	*	*	ns	ns	ns
% C.V.	21.43	24.31	20.04	17.92	25.50	22.79

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ผลการวิเคราะห์ทางชีวเคมี

การวิเคราะห์ทางชีวเคมีของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งจะทำการศึกษา กิจกรรมเอนไซม์ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **กิจกรรมเอนไซม์**

กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีกิจกรรมเอนไซม์ใกล้เคียงกันในวันเริ่มทำการทดลองและวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีค่ากิจกรรมเอนไซม์อยู่ในช่วง 0.22 ถึง 0.04 และ 0.02 ถึง 0.04 (unit/min/mg of protein) ตามลำดับ หลังจากนั้นพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตั้งแต่วันที่ 4 เป็นต้นไป จนถึงวันสิ้นสุดการทดลอง ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาพบว่ามีกรรมวิธีที่มีกิจกรรมเอนไซม์สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมได้แก่ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีค่าอยู่ที่ 0.05 (unit/min/mg of protein) ซึ่งมีค่าความแตกต่างทางสถิติ ถัดมาคือ วันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 0.05 (unit/min/mg of protein) ซึ่งมีกิจกรรมเอนไซม์สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 0.06 (unit/min/mg of protein) ซึ่งมีกิจกรรมเอนไซม์สูงกว่ากรรมวิธีอื่น และในวันสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีสามกรรมวิธีที่มีค่ากิจกรรมเอนไซม์สูงกว่ากรรมวิธีอื่นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือกรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5%+ แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 0.05 (unit/min/mg of protein) ถัดมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 0.04 (unit/min/mg of protein) และสุดท้าย กรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าอยู่ที่ 0.04 (unit/min/mg of protein) (ตาราง 88)

ตาราง 88 กิจกรรมเอนไซม์ของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กิจกรรมเอนไซม์ (unit/min/mg of protein) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.02a[1]	0.03a	0.03abc	0.03a	0.03a	0.02a
AA 0.5%	0.04a	0.03a	0.02a	0.04abc	0.03a	0.03ab
CA 0.5%	0.02a	0.03a	0.02ab	0.03ab	0.03a	0.02a
$CaCl_2$ 1%	0.03a	0.03a	0.03abc	0.03a	0.02a	0.04abc
AA 0.5% + CA 0.5%	0.03a	0.04a	0.05d	0.04abc	0.04a	0.03bc
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.03a	0.02a	0.04cd	0.05c	0.04a	0.05d
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.03a	0.04a	0.04cd	0.04bc	0.06b	0.04cd
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.04a	0.04a	0.04bcd	0.04abc	0.04a	0.04bcd
ค่าสถิติ	ns	ns	*	*	*	*
% C.V.	34.76	31.29	34.68	30.80	40.75	40.98

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

การวิเคราะห์ด้านเชื้อจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ด้านเชื้อจุลินทรีย์ของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งจะทำการศึกษา ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์ม ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด**

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) ตั้งแต่วันเริ่มทำการทดลองตลอดจนสิ้นสุดวันทำการทดลอง โดยพบว่ามีเพียงกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% เท่านั้นที่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีกว่าและยาวนานทุกกรรมวิธีตั้งแต่วันเริ่มทำการทดลองจนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง log 2 cfu/g ส่วนกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% ช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ถึงวันที่ 2ของการเก็บรักษาเท่านั้น ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง log 3 cfu/g ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษาเป็นต้นไปทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มสูงกว่ากรรมวิธี กรรมวิธีที่ใช้ ซิตริก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ลดลงน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมในวันที่ 8 และ 10 ของการเก็บรักษา ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ลดลงน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา (ตาราง 89)

ตาราง 89 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	3.28b[2]	3.62b	3.53b	3.24a	6.85cd	7.20bc
AA 0.5%	7.4225	5.93c	6.91e	7.09d	7.27de	7.66cd
CA 0.5%	7.38e	5.78c	5.51c	5.95b	5.95b	7.06b
$CaCl_2$ 1%	6.71d	3.57b	6.16d	6.60c	6.60c	6.58a
AA 0.5% + CA 0.5%	3.55c	7.10e	7.14e	7.62e	7.62e	7.91d
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	6.89d	3.48b	6.97e	7.15d	7.15d	7.38bc
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	2.40a	2.40a	2.69a	2.99a	2.99a	6.54a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	6.84d	6.84d	7.03a	7.72e	7.72e	7.63cd
ค่าสถิติ	***	***	***	***	***	***
% C.V.	35.93	35.02	28.74	30.02	22.77	7.65

[1/]เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (ฉบับที่ 2) ปริมาณจุลินทรีย์/กรัม ควรน้อยกว่า 1×10^6

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9 %

2. ปริมาณยีสต์และรา

ปริมาณยีสต์และราของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มการทดลองทุกกรรมวิธีไม่พบปริมาณยีสต์และรา หลังจากนั้นในวันที่ 2 จนถึงวันสุดท้ายของการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีปริมาณยีสต์และราเพิ่มขึ้นและมากกว่ากรรมวิธีควบคุม ยกเว้นกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% ยังคงไม่พบปริมาณยีสต์และรา ซึ่งปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง log 2 cfu/g ถึง log 3 cfu/g ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีปริมาณยีสต์และราเพิ่มสูงขึ้นและมากกว่ากรรมวิธีควบคุม ปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง log 2 cfu/g ถึง log 5 cfu/g กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถลดปริมาณยีสต์และราได้ต่ำกว่า log 4 ตั้งแต่วันแรกจนกระทั่งวันสิ้นสุดการทดลอง รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1%และกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% สามารถลดปริมาณยีสต์และราได้ต่ำกว่า log 4 cfu/g ได้ถึง 6 วัน (ตาราง 90)

ตาราง 90 ปริมาณยีสต์และราของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณยีสต์และรา (log cfu/g)[1/]					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.00a[2]	2.42b	2.45a	3.45bc	5.23c	6.38e
AA 0.5%	0.00a	3.25c	3.35c	3.71cd	3.26a	3.90a
CA 0.5%	0.00a	3.20c	3.45c	2.52a	3.45a	4.22b
$CaCl_2$ 1%	0.00a	3.48c	2.68b	3.94d	4.11b	6.05d
AA 0.5% + CA 0.5%	0.00a	3.59c	4.57d	5.51e	5.71c	6.38e
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.00a	0.00a	4.69d	5.45e	5.52c	5.62c
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.00a	2.44b	2.66b	3.14b	6.36d	6.39e
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	0.00a	3.36c	5.64e	6.40f	6.36d	6.39e
ค่าสถิติ	ns	***	***	***	***	***
% C.V.	0.00	42.91	29.90	30.64	24.25	17.31

[1/]เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (ฉบับที่ 2) ปริมาณยีสต์และรา/กรัม ควรน้อยกว่า 1×10^4

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9%

3. ปริมาณโคลิฟอร์ม

ปริมาณโคลิฟอร์มของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าทุกกรรมวิธีพบการเกิดปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดทั้งการทดลอง (ตาราง 91)

ตาราง 91 ปริมาณโคลิฟอร์มของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ปริมาณโคลิฟอร์ม (MPN/g)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	<3a[2]	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
AA 0.5%	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
CA 0.5%	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
$CaCl_2$ 1%	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
AA 0.5% + CA 0.5%	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a	<3a
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1/]เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (ฉบับที่ 2) ปริมาณโคลิฟอร์ม /กรัม ควรน้อยกว่า 100

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัสของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งจะทำการศึกษา สีคล้ำ กลิ่นแปลกปลอม รสหวาน รสเปรี้ยว รสแปลกปลอม ความกรอบ การยอมรับโดยรวม ได้ผลการทดลองดังนี้

1. **สีคล้ำ**

สีคล้ำที่ผิวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบทุกกรรมวิธีมีคะแนนสีคล้ำใกล้เคียงกันในวันแรกของการทดลองและวันที่ 2 ของการเก็บรักษา จนกระทั่งวันที่ 4 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนอยู่ที่ 2.25 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนอยู่ที่ 2.00 คะแนน ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ จากนั้นคะแนนสีคล้ำเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีคะแนนสีคล้ำสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 5.50 คะแนน และในวันสิ้นสุดการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีควบคุมมีคะแนนสีคล้ำสูงสุด อยู่ที่ 4.88 คแนน และมีกรรมวิธีที่มีคะแนนสีคล้ำต่ำสุดได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีคะแนนอยู่ที่ 1.25 คะแนน (ตาราง 92) ดังภาพ 12

ตาราง 92 สีคล้ำของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	สีคล้ำ (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.25a[2]	1.38a	1.13a	2.00a	2.75ab	4.88cd
AA 0.5%	1.00a	1.25a	1.00a	2.50a	2.50ab	2.25ab
CA 0.5%	1.00a	1.25a	1.00a	1.25a	3.00abc	4.25bcd
$CaCl_2$ 1%	1.00a	1.25a	1.00a	1.25a	2.00a	3.00abc
AA 0.5% + CA 0.5%	1.00a	2.00a	1.50ab	1.00a	5.50c	1.25a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	1.25a	1.25a	1.00a	1.70a	4.75bc	2.75abc
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	1.00a	1.50a	2.25b	2.00a	4.50abc	3.75bcd
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	1.00a	1.50a	2.00b	1.50a	3.50abc	5.75d
ค่าสถิติ	ns	ns	*	ns	*	*
% C.V.	19.82	36.94	47.85	59.11	51.01	52.37

[1] [/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีของสับปะรด ได้จากสีโดยรวมของชิ้นสับปะรด มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีสีอ่อนมาก (ซีด) จนถึง 9 คะแนน หมายถึงสับปะรดมีเหลืองเข้มปนน้ำตาลเข้ม)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

2. กลิ่นแปลกปลอม

กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มทำการทดลองไม่พบการเกิดกลิ่นแปลกปลอมกับทุกกรรมวิธี วันที่ 2 จนถึง วันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีการเกิดกลิ่นแปลกปลอมกับทุกกรรมวิธี หากแต่เกิดเพียงเล็กน้อยเท่านั้นและไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมสูงกว่าทุกกรรมวิธี มีคะแนนอยู่ที่ 4.50 คะแนน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนอยู่ที่ 1.75 คะแนน และในวันสิ้นสุดการทดลองความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบกรรมวิธีที่มีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีคะแนนอยู่ที่ 3.63 คะแนน ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีคะแนนอยู่ที่ 4.50 คะแนน , กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนอยู่ที่ 3.75 คะแนน และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนอยู่ที่ 5.25 คะแนน โดยกรรมวิธีที่มีคะแนนกลิ่นแปลกปลอมเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาทำการทดลองคือ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% (ตาราง 93)

ตาราง 93 กลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดียวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	กลิ่นแปลกปลอม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.00a[2]	1.25a	1.13a	1.38a	3.50ab	3.63abc
AA 0.5%	1.00a	1.25a	1.00a	1.50a	1.75a	1.50ab
CA 0.5%	1.00a	1.25a	1.00a	1.25a	2.00a	4.50bc
$CaCl_2$ 1%	1.00a	1.25a	1.50a	1.25a	2.75ab	1.25a
AA 0.5% + CA 0.5%	1.00a	1.25a	1.00a	2.00a	4.50b	5.00c
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	1.00a	1.00a	1.00a	1.50a	2.00a	3.75abc
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	1.00a	1.00a	1.50a	1.25a	3.25ab	3.00abc
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	1.00a	1.25a	1.50a	1.25a	2.50a	5.25c
ค่าสถิติ	ns	ns	ns	ns	*	*
% C.V.	0.00	29.77	33.15	39.04	47.88	62.65

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏสีกลิ่นแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากกลิ่นอื่นใดนอกเหนือจากกลิ่นของสับปะรด เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นบูด เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีกลิ่นแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีกลิ่นแปลกปลอมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

3. **รสหวาน**

รสหวานของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันแรกและวันที่ 2 ของการทดลอง โดยกรรมวิธีที่มีคะแนนรสหวานมากกว่ากรรมวิธีควบคุมทั้ง 2 วันทำการทดลอง ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5% , กรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้ แอสคอร์บิก 0.5%+ แคลเซียมคลอไรด์ 1% รวมทั้งกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนรสหวานถึง 7.50 คะแนน ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ภายหลังจากนั้นคะแนนรสหวานมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในทุกกรรมวิธีจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา หลังจากนี้ทุกกรรมวิธีมีคะแนนรสหวานค่อย ๆ ลดลง ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1%และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีคะแนนความหวานเท่ากันอยู่ที่ 4.00 คะแนน ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น และในวันสิ้นสุดการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีคะแนนความหวานสูงสุดอยู่ที่ 4.50 คะแนน ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น (ตาราง 94)

ตาราง 94 รสหวานของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสหวาน (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	5.75ab[2]	3.25b	5.63a	5.50a	2.63ab	2.25bc
AA 0.5%	6.00ab	6.50ab	5.25a	5.00a	3.00a	3.75ab
CA 0.5%	2.50c	3.50b	3.00a	4.50a	3.25a	4.50a
$CaCl_2$ 1%	4.00abc	7.50a	2.75a	3.25a	4.00a	1.75bc
AA 0.5% + CA 0.5%	7.00a	5.88ab	2.75a	3.00a	4.00a	3.00abc
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	5.25abc	6.13ab	3.50a	5.00a	1.25b	1.25c
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	3.00bc	3.25b	5.00a	3.25a	1.25b	1.75bc
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	3.50bc	3.88ab	1.25a	4.75a	1.25b	1.25c
ค่าสถิติ	*	*	ns	ns	**	*
% C.V.	48.50	50.01	67.93	43.79	55.97	69.07

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสหวานของสับปะรด ได้จากการรับประทานสับปะรด โดยสับปะรดจะมีรสหวาน มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสหวาน จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสหวานมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

4. **รสเปรี้ยว**

รสเปรี้ยวของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบความแตกต่างอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เกือบทุกวันที่ทำการทดลอง ยกเว้นวันที่ 8 ของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) โดยในวันแรกของการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนรสเปรี้ยวมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 7.25 คะแนน ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีคะแนนรสเปรี้ยวอยู่ที่ 6.25 คะแนน สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ที่มีคะแนน 5.37 คะแนน ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย ($p<0.05$) กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนรสเปรี้ยวสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 9.00 คะแนน ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีคะแนนรสเปรี้ยวสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 7.25 คะแนน และในวันสิ้นสุดการทดลองรักษามีความแตกต่างอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนรสเปรี้ยวสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อยู่ที่ 7.50 คะแนน (ตาราง 95)

ตาราง 95 รสเปรี้ยวของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสเปรี้ยว (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	4.25abc[2]	5.38cd	5.00a	3.88ab	7.00a	3.13ab
AA 0.5%	2.75ab	2.75ab	4.00a	3.50a	5.50a	5.50abc
CA 0.5%	5.50bc	6.25d	6.50ab	4.50ab	5.50a	4.00abc
$CaCl_2$ 1%	1.75a	2.25a	4.00a	4.50ab	4.75a	7.50c
AA 0.5% + CA 0.5%	3.50ab	2.25a	6.75ab	7.25c	2.25a	3.25ab
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	2.00a	3.38abc	5.25a	6.00bc	5.25a	6.50bc
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	3.75ab	5.25bcd	4.50a	2.50a	5.00a	5.25abc
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	7.25c	4.38abcd	9.00b	2.50a	4.25a	2.00a
ค่าสถิติ	*	*	*	**	ns	*
% C.V.	64.70	51.15	44.36	47.00	41.05	57.88

[1/] หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสเปรี้ยวของสับปะรดได้จากการรับประทานสับปะรด โดยที่สับปะรดจะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสเปรี้ยว จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสเปรี้ยวมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

5. **รสแปลกปลอม**

รสแปลกปลอมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยวันแรกของการทดลอง มีสองกรรมวิธีที่มีคะแนนรสแปลกปลอมเพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนอยู่ที่ 5.00 และ 4.25 คะแนน ตามลำดับ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนรสแปลกปลอม อยู่ที่ 2.50 คะแนน สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนรสแปลกปลอมสูงกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 4.00 และ 3.00 คะแนน และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษากรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% มีคะแนนรสแปลกปลอมสูงกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 4.00 คะแนน ภายหลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 96)

ตาราง 96 รสแปลกปลอมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	รสแปลกปลอม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.00a[2]	1.13a	1.13a	1.50ab	4.00a	3.50a
AA 0.5%	1.00a	1.00a	1.25a	2.00ab	3.00a	3.50a
CA 0.5%	1.00a	1.00a	1.00a	4.00c	2.75a	4.50a
$CaCl_2$ 1%	1.00a	1.00a	1.00a	2.75b	3.00a	3.25a
AA 0.5% + CA 0.5%	1.00a	1.25a	1.75abc	1.00a	4.25a	3.25a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	2.25a	1.13a	3.00b	1.75ab	3.50a	2.75a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	5.00b	2.50b	2.50ab	2.00ab	4.00a	3.25a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	4.25b	1.5000a	4.00c	2.00ab	5.00a	1.75a
ค่าสถิติ	***	*	**	**	ns	ns
% C.V.	88.75	56.01	70.73	52.10	33.52	47.34

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏรสแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากรสชาติอื่นๆที่ได้นอกเหนือจากรสชาติสับปะรด เช่น รสเค็ม รสขม เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีรสแปลกปลอม จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีรสแปลกปลอมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ,99% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9%

6. ความกรอบ

ความกรอบของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนความกรอบมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ มีคะแนนอยู่ที่ 9.00 และ 8.75 คะแนน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนอยู่ที่ 7.50 คะแนน วันที่ 2ของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีคะแนนความกรอบใกล้เคียงและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) หลังจากนั้นในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในวันที่ 4 กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนความกรอบมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ มีคะแนนอยู่ที่ 8.00 และ 8.25 คะแนน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนอยู่ที่ 7.13 คะแนน วันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนความกรอบอยู่ที่ 7.25 และ 7.00 คะแนน คะแนน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีคะแนนอยู่ที่ 5.50 คะแนน ภายหลังจากนั้นคะแนนความกรอบของทุกกรรมวิธีมีคะแนนใกล้เคียงกันและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง 97)

ตาราง 97 ความกรอบของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	ความกรอบ (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	7.50c[2]	6.75a	7.13abc	5.50c	7.38a	3.00a
AA 0.5%	6.50c	6.50a	6.00c	5.75bc	5.50a	4.50a
CA 0.5%	7.25c	7.75a	7.75ab	5.25c	6.50a	5.50a
$CaCl_2$ 1%	7.00c	6.25a	6.50bc	6.25abc	6.00a	6.00a
AA 0.5% + CA 0.5%	7.75bc	6.00a	8.00a	7.25a	5.50a	5.00a
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	6.50c	7.25a	7.00abc	6.75ab	6.50a	6.75a
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	9.00a	7.12a	8.00a	6.25abc	6.75a	5.00a
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	8.75ab	6.88a	8.25a	7.00a	5.75a	2.00a
ค่าสถิติ	**	ns	*	*	ns	ns
% C.V.	15.17	14.68	14.36	15.34	20.27	54.29

[1/]หมายถึงคะแนน ลักษณะที่ปรากฏความกรอบของเนื้อสับปะรด ได้จากการสัมผัสโดยการกัดลงบนชิ้นสับปะรด จะมีลักษณะแน่น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดไม่มีความกรอบ จนถึง 9 คะแนนหมายถึงสับปะรดมีความกรอบมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

7. การยอมรับโดยรวม

การยอมรับโดยรวมของสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายหลังจากการใช้สารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และสารผสมร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ในวันเริ่มการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ทุกกรรมวิธีมีคะแนนการยอมรับโดยรวมใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 5.75 ถึง 8.00 คะแนน มีเพียงสองกรรมวิธีที่มีคะแนนน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนอยู่ที่ 2.75 และ2.5 ตามลำดับ วันที่ 2 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าคะแนนการยอมรับโดยรวมเปลี่ยนแปลงในทุกกรรมวิธี มีเพียงสองกรรมวิธีที่ยังคงมีคะแนนมากกว่ากรรมวิธีอื่น ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% และกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนอยู่ที่ 7.75 และ 8.00 คะแนน วันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยรวมแล้วทุกกรรมวิธีมีคะแนนการยอมรับลดลง และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% , กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1%และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 2.75 , 2.00 และ 1.00 คะแนน วันที่ 8 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยกรรมวิธีที่ใช้สารตัวเดี่ยวทั้งสามชนิด ได้แก่ แอสคอร์บิก 0.5% , ซิตริก 0.5% 1และ แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีคะแนนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 4.00 4.75 และ4.00 คะแนน ตามลำดับ และในวันสิ้นสุดการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) โดยกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีคะแนนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น อยู่ที่ 2.75 คะแนน ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 98)

ตาราง 98 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	การยอมรับโดยรวม (1-9)[1/] ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Control	7.38a[2]	4.88c	5.88a	5.88a	2.25b	1.38b
AA 0.5%	8.00a	7.75ab	6.25a	6.25a	4.00a	2.75a
CA 0.5%	5.75a	4.25c	3.75abc	6.00a	4.70a	1.75b
$CaCl_2$ 1%	6.75a	8.00a	4.50ab	4.50a	4.00a	1.25b
AA 0.5% + CA 0.5%	7.75a	5.88abc	2.75bc	3.25a	1.50b	1.75b
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	6.50a	5.75abc	2.00bc	5.25a	1.00b	1.00b
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	2.75b	4.88c	4.25ab	3.50a	1.25b	1.00b
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	2.50b	5.25bc	1.00ac	4.50a	1.00b	1.00b
ค่าสถิติ	**	*	*	ns	***	***
% C.V.	44.42	33.94	61.02	38.89	68.43	48.01

[1/]หมายถึงคะแนน การยอมรับโดยรวมของสับปะรด เป็นการประเมินผลการยอมรับของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม โดยพิจารณาจากสมบัติ ลักษณะข้างต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน (1 คะแนน หมายถึง สับปะรดมีการยอมรับโดยรวมน้อย จนถึง 9 คะแนน หมายถึงสับปะรดมีการยอมรับโดยรวมมาก)

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ,99% หรือ 99.9%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(*) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

(**) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

(***) หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99.9%

8. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสม ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (2.41±0.03°C , 66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10) (ตาราง 99)

ตาราง 99 อายุการเก็บรักษาของสับปะรดภายหลังจากใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.41±0.03°C (66.90±0.27%RH) เป็นเวลา 10 วัน (Day 0,2,4,6,8,10)

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษา (วัน)[1/]
Control	5.5abc
AA 0.5%	7.5a
CA 0.5%	7.5a
$CaCl_2$ 1%	6.0ab
AA 0.5% + CA 0.5%	4.5abc
AA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	5aac
CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	3.5c
AA 0.5% + CA 0.5% + $CaCl_2$ 1%	4.0bc
ค่าสถิติ	*
% C.V.	39.47

[1/]หมายถึงคะแนน ประเมินอายุการเก็บรักษาของสับปะรดตัดแต่ง ณ วันที่มีคะแนนการยอมรับโดยรวม น้อยกว่า 5 คะแนน เป็นเกณฑ์ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถือว่าหมดสภาพ

[2]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ภาพ 13 สับปะรดตัดแต่งภายหลังจากการใช้สารตัวเดี่ยวและสารผสมที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค สรุปผลการทดลองดังนี้

สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% เป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวสับปะรดตัดแต่ง โดยแอสคอร์บิก 0.5% เพิ่มปริมาณวิตามินซีได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุม และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในวันเริ่มต้นการทดลอง ภายหลังจากนี้ปริมาณวิตามินซีจึงลดลง แต่ยังคงพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 2 4 และ 10 ของการทดลอง การใช้แอสคอร์บิก 0.5% สามารถลดการผลิตเอทิลีนได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา และสามารถลดการเกิดกิจกรรมเอนไซม์ได้ดี การใช้แอสคอร์บิก 0.5% ช่วยในเรื่องของคงรสหวานและมีความเปรี้ยวเล็กน้อย รวมถึงแอสคอร์บิกทั้งสองระดับความเข้มข้นมีคะแนนความกรอบที่มากกว่ากรรมวิธีควบคุมและพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา

กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นมีค่า L* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่า a*, b* C* และ hue มีค่าใกล้เคียงกัน การใช้แอสคอร์บิกทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงได้ในช่วงวันท้าย ๆ ของการทดลอง ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และค่าการยอมรับโดยรวมมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลในการช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ อัตราการหายใจ รวมทั้งปริมาณการรั่วไหลของประจุ และแอสคอร์บิก 1% ทำให้มีรสแปลกปลอมและกลิ่นแปลกปลอมเพิ่มขึ้นกว่ากรรมวิธีอื่นโดยเฉพาะในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

อายุการเก็บรักษาของกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % เก็บรักษาได้นานที่สุดเท่ากับ 8.5 วัน ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 7.5 และ 7 วันตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารซิตริกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค สรุปผลการทดลองดังนี้

สารละลายซิตริก 0.5 % เป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวสับปะรดตัดแต่ง ซิตริก 0.5% ทำให้มีค่า L* เพิ่มขึ้นและช่วยลดการเกิดสีคล้ำที่ผิวสับปะรดตัดแต่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ค่า L*พบความแตกต่างทางสถิติที่ ($p \leq 0.01$) คะแนนสีคล้ำพบความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ในการวัดค่าสี ค่า b* และ C* มีการพัฒนาของสีเหลืองที่เข้มขึ้น และมีค่า hue อยู่ในช่วงสีเหลือง ซึ่งทำให้ผิวสับปะรดมีสีเหลืองได้มากกว่ากรรมวิธีที่ควบคุม ซิตริก 0.5 % ช่วยลดกลิ่นแปลกปลอมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างทุกกรรมวิธีลดลงในช่วงวันสุดท้าย ปริมาณวิตามินซี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ซิตริก 0.5% ไม่เพิ่มความเปรี้ยวและมีความหวานใกล้เคียงกัน รสแปลกปลอมเพิ่มเพียงเล็กน้อยช่วงวันสุดท้าย มีค่าการยอมรับใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การใช้ซิตริกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีส่วนช่วยชะลออัตราการผลิตเอทิลีน กิจกรรมเอนไซม์ความแน่นเนื้อ รวมถึงปริมาณการรั่วไหลของประจุ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

อายุการเก็บรักษาของกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % เก็บรักษาได้นานที่สุด 8.5 วัน ที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1.0% มีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 7.5 และ 7 วันตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค สรุปผลการทดลองดังนี้

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและเพิ่มกรอบให้กับสับปะรดตัดแต่ง การใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% ช่วยเพิ่มค่า b* และ C* ทำให้สีผิวสับปะรดตัดแต่งมีสีเหลืองเข้มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) แคลเซียมคลอไรด์ 1% ลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าทุกกรรมวิธี ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อีกทั้งมีคะแนนการยอมรับสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในช่วงแรกของการทดลอง และแคลเซียมคลอไรด์ 1% ช่วยเพิ่มความกรอบได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา

แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่า L* a* และ hue มีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) คะแนนสีคล้ำ คะแนนความเปรี้ยว และคะแนนกลิ่นแปลกปลอมของแคลเซียมคลอไรด์ทุกกรรมวิธีปรากฏเล็กน้อยในช่วงแรก ๆ แต่มีค่าสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ความหวานมีคะแนนปานกลาง และทั้งหมดนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

การใช้แคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีส่วนช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณการรั่วไหลของประจุ กิจกรรมเอนไซม์และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

อายุการเก็บรักษานานสุด 6.5 วัน ที่ อุณหภูมิ 4.75 องศาเซลเซียส ในแคลเซียมคลอไรด์ 1% ถึงแม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2% ซึ่งให้อายุการเก็บรักษา 5.5 และ 6 วัน ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของสารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ในรูปสารเดี่ยวและสารผสมร่วมกัน ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค

สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% (ในรูปสารเดี่ยว) สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพและชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของสับปะรดตัดแต่งได้ดี ช่วยเพิ่มปริมาณวิตามินซีได้ในช่วงแรกได้อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รวมทั้งคงความหวานและรสเปรี้ยวในระดับที่พอดี มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานถึง 7.5 วัน ที่ อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส แต่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่อยู่ในช่วงที่ต่ำ ดังนั้นจึงทำให้กิจกรรมเอนไซม์ทำงานไม่ได้เต็มที่ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวได้

สารละลายซิตริก 0.5% (ในรูปสารเดี่ยว) สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพและมี กิจกรรมเอมไซม์ค่อนข้างต่ำจึงชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของสับปะรดตัดแต่งได้ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่อยู่ในช่วงที่ต่ำช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี มีค่าความเปรี้ยวและความกรอบอยู่ในช่วงที่พอดี มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานถึง 7.5 วัน ที่ อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% (ในรูปสารเดี่ยว) ลดการเกิดสีคล้ำและลดกลิ่นแปลกปลอมได้ดี ค่าความเปรี้ยวมีอยู่เล็กน้อย ยกเว้นวันสุดท้ายของการทดลองมีค่าความเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ช่วยเพิ่มค่าความกรอบให้กรอบสับปะรดตัดแต่งได้ดี มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน ที่ อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส

สารผสมระหว่างแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีประสิทธิภาพในเรื่องการลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดี ช่วยเพิ่มปริมาณวิตามินซี ช่วยลดการเจริญของยีสต์และราได้ถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และชะลอการเสื่อมคุณภาพในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มค่า L* ได้อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และมีส่วนให้ค่า b* ที่เป็นสีเหลือง ทำให้สับปะรดมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดค่าความเป็นกรดเป็นด่างทำให้กิจกรรมเอนไซม์เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้สีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ผิวสับปะรดตัดแต่งลดลง และช่วยลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานถึง 4.5 วัน ที่อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส

สารผสมระหว่างแอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้เพิ่มค่า L* ทำให้สับปะรดตัดแต่งมีสีสว่างขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณวิตามินซีทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงต่ำ ลดการเกิดยีสต์และรา มีรสหวานในช่วงแรกแต่เพิ่มรสเปรี้ยวในวันสุดท้ายของการทดลอง เพิ่มความกรอบให้อยู่ในระดับที่ดี มีอายุการเก็บรักษา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส

สารผสมระหว่างซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีความสามารถในการลดการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาทำการทดลองโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ลดลงอยู่ในช่วงไม่เกิน pH 4 ซึ่งเป็นค่าที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ อีกทั้งช่วยเสริมประสิทธิภาพทั้งในเรื่องของการลดสีเพิ่มค่า L* ทำให้ผิวสับปะรดมีสีน้ำตาลลดน้อยลง ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเซลล์ทำให้มีความกรอบเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในวันเริ่มทำการทดลอง แต่อาจจะไม่เป็นที่ยอมรับเพราะส่วนผสมของแคลเซียมคลอไรด์มักให้รสชาติที่ขม มีอายุการเก็บรักษาเพียง 3.5 วัน ที่อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส

สารผสมรวมกันระหว่าง แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก เพิ่มค่า L* ทำให้ผิวสับปะรดมีสีน้ำตาลลดน้อยลง เพิ่มปริมาณวิตามินซี เพิ่มความกรอบได้ดีจนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และช่วยลดการผลิตเอทิลีนได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาเป็นต้นไป สารผสมทำให้มีค่าสีคล้ำและกลิ่นแปลกปลอมเพิ่มขึ้นในวันสุดท้ายของการทดลอง แต่อย่างไรก็ตาม ค่ายังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ส่วนรสเปรี้ยวมีค่าเพิ่มสูงมากในช่วง 4 วันแรกของการทดลอง มีอายุการเก็บรักษาที่ 4 วัน ที่ อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส

จากการทดลองที่ 4 นี้ แสดงให้เห็นว่า สารละลายเดี่ยวและสารละลายผสมมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน การใช้แอสคอร์บิก 0.5% ในรูปสารละลายเดี่ยวเป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด รองลงมา คือ สารผสมระหว่างแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% จากการศึกษานี้ พบว่ามีผลช่วยชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งห้วยมุ่นได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี อื่น ๆ ทั้งหมด

อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค อภิปรายผลการทดลองดังนี้

สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% เป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวสับปะรดตัดแต่ง โดยแอสคอร์บิก 0.5% เพิ่มปริมาณวิตามินซีได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุม และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ในวันเริ่มต้นการทดลอง ภายหลังจากนี้ปริมาณวิตามินซีลดลง แต่ยังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 2 4 และ 10 ของการทดลอง โดยปริมาณวิตามินซีที่สูงขึ้นเป็นผลจากเพิ่มแอสคอบิก ซึ่งมักนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลไม้ตัดแต่ง (Antoniolli, et al. 2012) เพื่อช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลและเพิ่มปริมาณคุณค่าทางอาหารให้กับผลไม้ในบางชนิด ในกรณีเดียวกันกับสับปะรดตัดแต่ง การใช้กรดแอสคอบิกช่วยเพิ่มคุณค่าสารอาหาร แต่มีประสิทธิภาพเฉพาะในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษาในการศึกษานี้

การใช้แอสคอร์บิก 0.5% สามารถลดการผลิตเอทิลีนได้ดีที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษากรรมวิธี เพราะสับปะรดจัดเป็นผลไม้ประเภท Non-Climacteric fruit เป็นผลไม้ที่มีอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนอาจเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อผลไม้อายุมากขึ้น ต่อเนื่องถึงระยะสุก ยกเว้นตกอยู่ในสภาพเครียด (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) ดังปรากฏในชุดควบคุม เมื่อสับปะรดถูกตัดแต่ง (ความเครียด) และการใช้สารแอสคอบิก ส่งผลให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเก็บรักษาและจะลดลงตามการเสื่อมสภาพของผลิตผล

แอสคอร์บิก 0.5% มีแนวโน้มชะลอการเกิดกิจกรรมเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 1% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ นพมาศ วรเนตร์ (2548) พบว่า เมื่อใช้แอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 0.05%, 0.10% และ 0.20% กับข้าวโพดฝักอ่อนตัดแต่ง ทำให้มีกิจกรรม

เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่มากขึ้นและเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เพราะเมื่อเก็บรักษานานการสูญเสียน้ำหนักจะเพิ่มมากขึ้นจึงเกิดความเครียดเพิ่มขึ้น และความเครียดมีส่วนในการทำให้ เกิดกิจกรรมเอมไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส อย่างไรก็ตามสับปะรดตัดแต่งภายหลังจากใช้แอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ทุกกรรมวิธีไม่พบความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นมีค่า L* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ความสว่างมากขึ้น) ส่วนค่า a*, b* C* และ hue มีค่าใกล้เคียงกัน การใช้แอสคอร์บิกทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงได้ในช่วงวันท้าย ๆ ของการทดลอง ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และค่าการยอมรับโดยรวมมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามการใช้สารละลายแอสคอบิกมีแนวโน้มช่วยชะลอการเกิดสีคล้ำ (browning index) ในชิ้นสับปะรดตัดแต่ง แต่พบเฉพาะช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา ถึงแม้จะไม่แตกต่างจากชุดควบคุม เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านไป การปรากฏลักษณะสีคล้ำเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี เนื่องจากแอสคอร์บิก เป็นสารกลุ่ม (reducing agent) นิยมนำมาใช้กับอุตสาหกรรมเพื่อควบคุมการเกิดสีน้ำตาล หน้าที่ของสารกลุ่มนี้ คือ รีดิวซ์ *o*-quinone ให้กลับไปเป็นในรูปของ *o*-diphenol ซึ่งเป็นสารประกอบไม่มีสี เมื่อไม่มี *o*-quinone ขั้นตอนการเกิดสีน้ำตาลจึงไม่สมบูรณ์ ทำให้ไม่มีน้ำน้ำตาลเกิดขึ้น (มนทร์ กรแก้ว, 2547) อย่างไรก็ตาม González-Aguilar, et al. (2004) พบว่าการใช้แอสคอร์บิก 0.05 M กับชิ้นสับปะรดตัดแต่ง สามารถชะลอการเกิดสีคล้ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แอสคอร์บิก 0.5% ช่วยในเรื่องของคงรสหวานและมีความเปรี้ยวเล็กน้อย รวมถึงแอสคอร์บิกทั้งสองระดับความเข้มข้นมีคะแนนความกรอบที่มากกว่ากรรมวิธีควบคุมและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) ในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา

การใช้แอสคอร์บิกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลในการช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ส่วนหนึ่งมาจากความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างต่ำ (73.82±0.28%) ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิของการศึกษานี้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ นพมาศ วรเนตร์ (2548) เมื่อเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนตัดแต่งยาวนาน การสูญเสียน้ำหนักก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ความแน่นเนื้อชิ้นสับปะรดตัดแต่งอยู่ระหว่าง 163.25-210.75 กรัม ก่อนการเก็บรักษา สารละลายแอสคอบิกทุกความเข้มข้นไม่มีผลช่วยชะลอการอ่อนตัวของเนื้อสัมผัส ค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 174.5- 201.5 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สอดคล้องกับ Solliva-Fortuny, et al. (2003) พบว่า สารละลายแอสคอบิกเดี่ยว ๆ ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการรักษาความแน่นเนื้อ แต่ถ้าใช้ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ (1.0% AA + 0.5% $CaCl_2$) รักษาความแน่นเนื้อของแอปเปิ้ลตัดแต่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ การอ่อนตัวของเนื้อ

สัมผัส เป็นสาเหตุจากเยื่อหุ้มเซลล์ (cell wall) ของผลไม้ ซึ่งมีสารประกอบเพกทิน ซึ่งจะถูกย่อยสลายจากการเสื่อมสภาพในขณะที่ผลไม้เข้าสู่กระบวนการสุก ทำให้ผนังเซลล์อ่อนแอ นิ่มลง ประกอบกับการตัดแต่งทำให้เกิดบาดแผลกับเซลล์ สารประกอบเพกทินที่ละลายน้ำได้เกิดหดตัว ทำให้เนื้อเยื่อสูญเสียเนื้อสัมผัสลง (จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์, 2550)

การปรากฏกลิ่นแปลกปลอม (off-odor) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในชุดที่ใช้แอสคอร์บิกในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา แต่พบกลิ่นแปลกปลอมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา สำหรับกรรมวิธีควบคุมมีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาแอสคอร์บิก 1% มีกลิ่นแปลกปลอมเพิ่มมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามค่ากลิ่นแปลกปลอมที่เพิ่มขึ้นยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ การเกิดกลิ่นแปลกปลอมนั้น เกิดจากกระบวนการหายใจของผลิตผล ซึ่งเปลี่ยนรูปแบบการหายใจเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือ Anaerobic respiration ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ในกรณีที่ขาดออกซิเจนหรือมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงมากในบรรยากาศรอบๆ ผลิตผล (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559)

การใช้แอสคอร์บิก 0.5 % ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งได้ 8.5 วัน ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับการวิจัยของ Ghidelli, et al., (2013) พบว่าการใช้สารแอสคอร์บิก 1.12% กับผลพลับตัดแต่งพร้อมบริโภค ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานถึง 7 วัน โดยแช่นาน 3 นาที ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เก็บในถาดพลาสติกและปิดปากถุงและเจาะรู

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารซิตริกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค อภิปรายผลการทดลองดังนี้

ซิตริก 0.5 % เป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวสับปะรดตัดแต่ง การใช้ซิตริก 0.5 ทำให้มีค่า L* เพิ่มขึ้นและช่วยลดการเกิดสีคล้ำที่ผิวสับปะรดตัดแต่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่า L* พบความแตกต่างทางสถิติที่ ($p\leq0.01$) คะแนนสีคล้ำพบความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) สารละลายกรดซิตริก 0.5% เป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการรักษาสีผิวตลอดการทดลอง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่า L* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวการศึกษาของ Son, et al. (2001) รายงานว่ากรดซิตริก 1% มีประสิทธิภาพในการลดระดับของการเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิ้ลตัดแต่ง การใช้สารละลายซิตริกเป็นสารที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลเป็นเพราะซิตริกสามารถยับยั้งการเกิดเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลได้ (สุดารัตน์ ตัญเจริญสุขจิต, 2551) และสารละลายซิตริก 0.5% มีประสิทธิภาพ

ที่สุดในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลของสับปะรดตัดแต่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับการศึกษาของ González-Aguilar, et al. (2004) ในการวัดค่าสีค่า b* และ C* มี การพัฒนาของสีเหลืองที่เข้มขึ้น และมีค่า hue อยู่ในช่วงสีเหลือง ซึ่งทำให้ผิวสับปะรดมีสีเหลืองได้มากกว่ากรรมวิธีที่ควบคุม

ซิตริก 0.5 % ช่วยลดกลิ่นแปลกปลอมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลิ่นแปลกปลอมของสับปะรดตัดแต่งที่ใช้สารละลายซิตริก 0.5 % มีค่ากลิ่นแปลกปลอมต่ำสุด และในวันสิ้นสุดการทดลอง ทุกกรรมวิธีมีกลิ่นแปลกปลอมเพิ่มขึ้น แต่ไม่มากนักและอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซิตริก 0.5% ไม่เพิ่มความเปรี้ยวและมีความหวานใกล้เคียงกัน รสแปลกปลอมเพิ่มเพียงเล็กน้อยช่วงวันสุดท้าย มีค่าการยอมรับใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ความเป็นกรดเป็นด่างทุกกรรมวิธีลดลงในช่วงวันสุดท้าย ดังเช่นการทดลองของ วรงค์รัตน์ ภู่กร (2549) รายงานว่า เมื่อมีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผักหรือผลไม้ตัดแต่งนานขึ้น กรดอินทรีย์ตามธรรมชาติที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อจะสลายตัวและนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการหายใจหรือใช้สำหรับสังเคราะห์สารประกอบอื่น ทำให้ที่ค่าความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์ผักหรือผลไม้ตัดแต่งมีน้อยลง การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 3.92 ถึง 4.35 สำหรับทุกกรรมวิธีในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งช่วงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างดังกล่าวนี้ สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ผิวได้ ยกตัวอย่างเช่น การทำงานของเอนไซม์ phenoloxidase จะอยู่ในช่วงกลางของค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 6.0 - 6.5 (Son, et al., 2001) ในสภาพที่มีความเป็นกรดจึงมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ลดลง (สุดารัตน์ ตัญเจริญสุขจิต , 2551) โดยการทำงานของเอนไซม์ phenoloxidase จะลดลง ถ้าค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 4.5 (Oms-Oliu, et al., 2010) ปริมาณของวิตามินซีมีค่าสูงขึ้นที่ในวันแรกของการทดลองและจากนั้นค่าปริมาณวิตามินซีจึงลดลงเรื่อย ๆ จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา มีค่าเป็นเช่นเดียวกันกับทุกกรรมวิธี สารละลายซิตริกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีในการศึกษาครั้งนี้ ในทำนองเดียวกันการศึกษาของ Ahvenainen, et al., (1996) พบว่าปริมาณวิตามินซีในชิ้นมันฝรั่งจุ่มลงในสารละลายซิตริกลดลงระหว่างการเก็บรักษา

ซิตริกทุกระดับความเข้มข้นไม่มีส่วนช่วยในเรื่องอัตราการผลิตเอทิลีน ซึ่งปริมาณการผลิตเอทิลีนอยู่ระหว่าง 1.2-1.45 µl C_2H_4/kg /h ที่วันแรกของการเก็บรักษาและมีแนวโน้มที่จะลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา และทุกกรรมวิธีไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 2.5 องศาเซลเซียส อาจจะชะลอปริมาณการผลิตเอทิลีนได้ในการศึกษานี้

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผลไม้สดตัดแต่งที่แนะนำอยู่ที่ 5 ถึง10 องศาเซลเซียส (González-Aguilar, et al., 2004) นอกจากนี้ อย่างที่ได้รู้กันว่าสับปะรดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ดังนั้นอัตราการผลิตเอทิลีนของผลไม้ประเภทนี้จึงผลิตเอทิลีนได้น้อยอยู่แล้ว (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) และอัตราการหายใจซึ่งผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในการศึกษาครั้งนี้ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับทุก ๆ กรรมวิธี สอดคล้องกับการศึกษาของ Marrero และ Kader (2006) พบว่าการเก็บรักษาสับปะรดสดตัดแต่งมากกว่าสองวัน อาจทำให้เกิดอัตราการหายใจมากขึ้นและมากขึ้นกว่าสับปะรดผลสด เมื่อเซลล์ของผลไม้ถูกทำลายด้วยกระบวนการตัดแต่ง อัตราการหายใจของผลไม้ตัดแต่งจึงเพิ่มสูงขึ้น (Watada and Qi, 1999)

อายุการเก็บรักษาของกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 0.5 % เก็บรักษาได้ 8.5 วัน ที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิตริก 1.0% มีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 7.5 และ 7 วัน ตามลำดับ ถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับการวิจัยของ Ghidelli, et al., (2013) พบว่าการใช้สาร ซิตริก 0.21% กับลูกพลับตัดแต่งพร้อมบริโภค ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานถึง 7 วัน โดยแช่นาน 3 นาที ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เก็บในถาดพลาสติกและปิดปากถุงและเจาะรู

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค อภิปรายผลการทดลองดังนี้

แคลเซียมคลอไรด์ 1% เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและเพิ่มความกรอบให้กับสับปะรดตัดแต่ง ได้ จากรายงาน Irfan, et al. (2013) พบว่าใช้แคลเซียมกับผลไม้ตัดแต่งเพราะแคลเซียมเป็นตัวประสานและเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ของผลไม้ตัดแต่ง จึงสามารถชะลอการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อไว้ได้ การใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% ช่วยเพิ่มค่า b* และ C* ทำให้สีผิวสับปะรดตัดแต่งมีสีเหลืองเข้มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) จากงานวิจัยของ วรงค์รัตน์ ภู่กร (2549) ที่มีการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0.1-1% พบว่า สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น มีค่า C* ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา ภายหลังจากนั้น จึงมี ค่า C* เพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม จากผลที่กล่าวมาพบว่า ค่า C* และค่า b* มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของค่า b* จึงมีการเพิ่มขึ้นของค่า C* ด้วยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามค่าที่เพิ่มขึ้นนั้น มีเพียงเล็กน้อย อาจไม่ส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงที่สีผิวสับปะรดให้เป็นสีน้ำตาลเข้มได้

แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่า L* a* และ hue มีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะทำการทดลอง ในส่วนของค่า L* พบว่าสอดคล้องกับ Poovaiah (1986)

รายงานเดี่ยวกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เป็นสาร antioxidant สามารถช่วยลดการเกิดอาการสีน้ำตาลกับผักและผลไม้ได้ และจากการทดลองของ Agar, et al. (1991) รายงานว่า ภายหลังจากการแช่กีวีตัดแต่งลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% สามารถรักษาคุณภาพสีของกีวีได้อย่างมีประสิทธิภาพ กีวีตัดแต่งนี้มีค่า L* เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ผิวหน้าของกีวีแทบไม่มีการเกิดสีน้ำตาล

แคลเซียมคลอไรด์ 1% ลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าทุกกรรมวิธี ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Luna-Guzmám, et al. (1999) ได้ใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์กับเมลอนตัดแต่งเป็นเวลา 1 นาที พบว่าทุกกรรมวิธีมีอัตราการหายใจเกิดขึ้นค่อนข้างน้อยตลอดระยะเวลาทำการทดลอง และอัตราการผลิตเอทิลีนของการทดลองนี้ กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีอัตราการผลิตเอทิลีนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมตลอดระยะเวลาทำการทดลอง เช่นเดียวกับงานทดลองของ (Wills and Tirmazi, 1979) รายงานว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์มีส่วนช่วยในการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนและการสุกของผลมะเขือเทศได้

ความกรอบของเนื้อสับปะรดตัดแต่ง พบว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 2% สามารถเพิ่มความกรอบให้เนื้อสับปะรดตัดแต่งได้ รองลงมาคือ แคลเซียมคลอไรด์ 1% และ 0% ได้นานสุดจนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และจากงานวิจัยของ Luna-Guzmán, et al. (1999) ได้พบว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์กับเมลอนตัดแต่งที่มีความเข้มข้นสูงสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นจึงสอดคล้องกับค่าความกรอบของสับปะรดตัดตัดแต่งที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 2% จึงมีความกรอบมากที่สุด แต่ยิ่งมีความเข้มข้มสูง รสชาติแปลกปลอมพบว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ 2% มีรสชาติแปลกปลอมจึงมีมากที่สุดเมื่อเก็บรักษานานขึ้นรสชาติแปลกปลอมยิ่งเพิ่มขึ้น สอดคล้องการ Martin-Diana, et al. (2007) ซึ่งกล่าวถึงงานวิจัยหลายๆ กรณีเมื่อใช้แคลเซียมคลอไรด์กับผลไม้ตัดแต่งแล้ว มักทำให้เกิดรสขม และรสขมมากขึ้นหากใช้แคลเซียมคลอไรด์มากขึ้น

ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนปริมาณวิตามินซีภายหลังการใช้แคลเซียมคลอไรด์ 0% 1% และ 2% มีผลให้ค่าปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 4.77-4.35 mg/ 100 ml และ 6.00-4.47 mg/ 100 ml ในขณะที่ชุดควบคุมให้ค่าอยู่ในช่วง 5.51-2.94 mg/ 100 ml เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ วรงค์รัตน์ ภู่กร, (2549) จากการใช้แคลเซียมคลอไรด์กับฝรั่งตัดแต่งที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0%, 0.1%, 0.3%, 0.5% และ 1% ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีกับฝรั่งตัดแต่งจนสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง

คะแนนสีคล้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Verela, et al. (2007) พบว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์จุ่มกับแอปเปิ้ลตัดแต่งเป็นเวลานาน 2 นาที สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวได้ดีกว่าการใช้เวลานาน 1 นาที อาจเกิดจากระยะเวลาที่น้อยเกินไป แคลเซียมคลอไรด์จึงยังไม่ได้ทำงานได้อย่างเต็มที่ คะแนนความเปรี้ยวและคะแนนกลิ่นแปลกปลอมของแคลเซียมคลอไรด์ทุกกรรมวิธีปรากฏเล็กน้อยในช่วงแรก ๆ แต่มีค่าสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นวันสุดท้าย ความหวานมีคะแนนปานกลางและทั้งหมดนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

อีกทั้งมีคะแนนการยอมรับสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในช่วงแรกของการทดลอง และแคลเซียมคลอไรด์ 1% ซึ่งการยอมรับโดยรวม (acceptability) ของสับปะรดตัดแต่งภายหลังจากใช้แคลเซียมคลอไรด์ในทุกความเข้มข้นไม่พบความแตกต่างตลอดอายุการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีให้การยอมรับโดยรวมสูงสุด ณ วันที่ 6 ของการเก็บรักษา Zheng, et al., (2014) พบว่า กรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์มีค่าการยอมรับโดยรวมลดลงเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการทดลอง

อายุการเก็บรักษานานสุด 6.5 วัน ที่ อุณหภูมิ 4.75 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2% ซึ่งให้อายุการเก็บรักษา 5.5 และ 6 วัน ตามลำดับ ถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับการวิจัยของ Zheng, et al., (2014) พบว่าการใช้สาร แคลเซียมคลอไรด์ 2% กับแอปเปิ้ลตัดแต่งพร้อมบริโภค ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานถึง 9 วัน โดยแช่นาน 4 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส เก็บใส่ถาดพลาสติกและห่อหุ้มด้วยฟิลม์

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของสารแอสคอร์บิก ซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ ในรูปสารเดี่ยวและสารผสมร่วมกันต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ห้วยมุ่นตัดแต่งพร้อมบริโภค อภิปรายผลการทดลองดังนี้

การใช้แอสคอร์บิก 0.5% ในรูปสารละลายเดี่ยว สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพและชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของสับปะรดตัดแต่งได้ดีขึ้น รวมทั้งมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานแต่ อาจจะมีข้อเสียในเรื่องที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มากนัก จากการศึกษาของ O'Connor-Shaw, et al. (1994) พบว่า ปัญหาหลักของการเสื่อมสภาพของสับปะรดตัดแต่งไม่ใช่เพราะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แต่อาจเป็นเพราะมีเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปอยู่ในผลผลิตตั้งแต่ระยะก่อนการเก็บเกี่ยวแล้ว (Antoniolli, et al., 2005) โดยตั้งแต่เริ่มกระบวนการตัดแต่ง พบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ถึง $10^4 - 10^5$ CFU/g (Martínez-Ferrer and Harper, 2005) การใช้สารแอสคอร์บิก 0.5% สามารถเพิ่มปริมาณวิตามินซีได้อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่อยู่ในช่วงที่ต่ำ ดังนั้น จึงทำให้กิจกรรมเอนไซม์ทำงานไม่ได้เต็มที่

ส่วนกรรมวิธีที่เป็นสารผสมอย่างแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีประสิทธิภาพในเรื่องการลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดี กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5 % + ซิตริก 0.5 % มีคะแนนการเกิดสีคล้ำน้อยที่สุดและมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สาเหตุอาจเป็นเพราะการใช้ซิตริกทำให้มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ ด้วยสภาพนี้จึงไม่เหมาะสมต่อการทำงานของกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Lyengar and McEvily,1992) เช่นเดียวกับงานของ Weller, et al. (1997) รายงานว่า การใช้สารละลายซิตริก 1% หรือ 2.5% ใช้ร่วมกับสารละลายแอสคอร์บิก 0.25% กับมะเฟืองตัดแต่งพร้อมบริโภค ปรากฏว่าสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวมะเฟืองได้ช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มค่า L* ได้อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.001$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และมีส่วนให้ค่า b* ที่เป็นสีเหลือง ทำให้สับปะรดมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดค่าความเป็นกรดเป็นด่างทำให้กิจกรรมเอนไซม์เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้สีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ผิวสับปะรดตัดแต่งลดลง และช่วยลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นมากกว่ากรรมวิธีอื่นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา การที่เอทิลีนมีการผลิตน้อยนั้นอาจเป็นเพราะสับปะรดตัดแต่งเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ซึ่งมีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำอยู่แล้ว เช่นเดียวกับรายงานของ Brecht (1995) กล่าวว่า เอทิลีนมักไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ประเภท non-climacteric แต่อาจมีผลต่อการสุกของผลไม้ประภท climacteric มากกว่า

กรรมวิธีซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีความสามารถในการลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาทำการทดลองโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.001$) สอดคล้องกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ลดลงอยู่ในช่วงไม่เกิน pH 4 นอกจากจะช่วยเสริมประสิทธิภาพทั้งในเรื่องของการลดสีเพิ่มค่า L* ทำให้ผิวสับปะรดมีสีน้ำตาลลดน้อยลงแล้ว ค่า pH ดังกล่าวเป็นค่าที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)ในวันที่ 6 และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.001$) ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา อีกสาเหตุหนึ่งคือซิตริก 0.5 % + แคลเซียมคลอไรด์ 1% สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าทุกกรรมวิธี โดยสารละลายซิตริกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซิตริกจะจับกับโลหะที่ใช้ในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเติบโตต่อไปได้ (Wiely, 1994) อีกเหตุผลหนึ่งคือแคลเซียมคลอไรด์มี แคลเซียมไอออน (ไอออนบวก) ที่สามารถจับเพคตินในผนังเซลล์ ทำหน้าที่เชื่อมกรดเพคติกให้ติดกัน หรือเชื่อมกับโพลีแซคคาไรด์ ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรงคงทนจากการย่อยของเอมไซม์เพคโตไลติค ซึ่งเป็นเอมไซม์ที่เชื้อจุลินทรีย์ผลิตขึ้นเพื่อย่อยสลาย

เนื้อเยื่อพืชให้นิ่มลง (Conway, et al., 1994) แต่อาจจะไม่เป็นที่ยอมรับเพราะส่วนผสมของแคลเซียมคลอไรด์มักให้รสชาติที่ขม อายุการเก็บรักษา กรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% มีอายุสูงสุด 7.5 วัน, ซิตริก 0.5% มีอายุ 7.5 วัน , แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีอายุ 6 วัน, แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% มีอายุ 4.5 วัน , แอสคอร์บิก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีอายุ 5 วัน , ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีอายุ 3.5 วัน และ แอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% มีอายุ 4 วัน ที่ อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากการศึกษานี้ จะเห็นได้ว่า ทั้ง 3 กรรมวิธี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วงที่ยังคงคุณค่าทางอาหาร เช่นเดียวกับรายงานของ (อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต, 2547) กล่าวว่า คุณค่าอาหารของเนื้อสับปะรดสุก จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อยู่ระหว่าง 0.6-1.62 % และกรรมวิธีที่ใช้แอสคอร์บิก 0.5% หรือ ซิตริก 0.5% ในรูปสารเดี่ยว ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่ง แต่การใช้สารผสม กลับไม่ได้ช่วยเสริมประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพมากนัก อาจเป็นเพราะการใช้แอสคอร์บิกหรือซิตริกในการทดลองนี้มีระดับความเข้มข้นที่น้อยเกินไป ด้วยเหตุนี้เมื่อใช้แบบสารผสมจึงไม่ได้ช่วยเสริมประสิทธิภาพได้อย่างเต็มที่ จากการทดลองของ Antoniolli, et al., (2012) ใช้สารแอสคอร์บิกร่วมกับซิตริก ในอัตราส่วน 1.0 : 0.5 (%) กับสับปะรดตัดแต่ง โดยจุ่มสับปะรดตัดแต่งแช่เป็นเวลา 30 วินาที เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เก็บในถุงพลาสติก (PET) และปิดปากถุง พบว่า สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานถึง 8 วัน สีผิวของสับปะรดตัดแต่งเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ช่วยเพิ่มปริมาณวิตามินซี จากการใช้สารแอสคอร์บิกร่วมกับซิตริก ในอัตราส่วน 1.0 : 0.5 (%) มีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีคงอยู่มาก มีระดับ pH ไม่เกิน 4.00 ส่งผลให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลไม่สมบูรณ์ จึงช่วยคงสภาพสีผิวสับปะรดตัดแต่งไว้ได้ ซึ่งความแตกต่างที่พบ อาจขึ้นอยู่กับชนิดหรือพันธุ์พืช ระดับความเข้มข้น วิธีการใช้ ภาชนะบรรจุ และสภาพแวดล้อมของการเก็บรักษา

การพัฒนาผลไม้ตัดแต่งในเชิงพาณิชย์

ประเทศไทยส่งออกผลไม้ ผักสดแช่เย็น แช่แข็งและแห้งปี 2558 มีมูลค่ารวม 1,547 ล้านเหรียญสหรัฐ เพิ่มขึ้น 3.3% มีปริมาณทั้งสิ้น 1,579,539 ตัน ตลาดหลัก คือ สหรัฐ ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ ออสเตรเลีย และสหราชอาณาจักร ตามลำดับ โดยจุดแข็งของผักและผลไม้ไทย อยู่ที่ผลผลิตที่หลากหลายและต่อเนื่อง อีกทั้งยังมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เพื่อโอกาสทางการตลาดที่มากขึ้น จึงต้องพัฒนาคุณภาพ ใช้สายพันธุ์ที่โดดเด่น ใช้บรรจุภัณฑ์ที่ยืดอายุและเก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสม เป็นต้น (ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, 2559) แต่ที่ผ่านมาพบว่าต้นทุนจากการเน่าเสียของผลไม้ ต้องทิ้งผลไม้เนื่องจากการเน่าเสียหลังปอกสูงถึง 10% จึงหาวิธีการลดต้นทุนด้วยการยืดอายุสินค้าด้วยการผลิตฟิล์มเคลือบผลไม้ โดยใช้ชื่อว่า แนทชูเร็น เป็น

สารสกัดธรรมชาติ ได้แก่ สารเคลือบ CMC ไคโตซาน และวิตามินซี โดยฉีดพ่นลงบนพื้นผิวผลไม้ที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว เคลือบพื้นผิวไว้สกัดกั้นการหายใจ สามารถยืดอายุของผลไม้ได้นานขึ้น 10 เท่า ทั้งยังเพิ่มมูลค่าสินค้าจากการจำหน่ายผลไม้ปอกสำเร็จพร้อมทาน (ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, 2558) จากการศึกษานี้ การใช้สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% (ในรูปสารเดี่ยว) แช่นาน 2 นาที นอกจากสามารถช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวผลสับปะรด ยังช่วยรักษาคุณภาพการบริโภคโดยรวม ได้เป็นอย่างดี ให้อายุการเก็บรักษาสูงสุด 8.5 วัน ที่อุณหภูมิต่ำ แนวทางนี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในผลิตผลสดตัดแต่งเพื่อการค้า ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย และสะดวก อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องพัฒนาสูตรของสารเคลือบ หรือสารช่วยยืดอายุของผักและผลไม้ตัดแต่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และเพิ่มโอกาสในการขยายตลาดเพื่อการส่งออกของผักและผลไม้ตัดแต่งในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้สารละลายแอสคอร์บิก 0.5% (ในรูปสารเดี่ยว) แช่นาน 2 นาที เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดจากการศึกษานี้ โดยมีผลช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิว ช่วยในเรื่องของการคงรสหวานและรสเปรี้ยวให้อยู่ในระดับที่พอดี ลดการเกิดกลิ่นและรสแปลกปลอม ให้อายุการเก็บรักษาโดยรวม 7.5 - 8.5 วัน ที่อุณหภูมิ 2.41-6.0 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ปรับปรุงคุณภาพของสับปะรดตัดแต่งในเชิงพาณิชย์ ในสภาพที่ใกล้เคียงกับการศึกษานี้

2. สำหรับสารผสมแอสคอร์บิก 0.5% + ซิตริก 0.5% แช่นาน 2 นาที ช่วยเพิ่มค่า L* (ความสว่าง) ทำให้ผิวสับปะรดมีสีน้ำตาลลดน้อยลง อีกทั้งยังทำให้มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ ช่วยลดอัตราการผลิตเอทิลีน ให้อายุการเก็บรักษาประมาณ 4.5 วัน ที่อุณหภูมิ 2.41 องศาเซลเซียส แต่มีประสิทธิภาพเล็กน้อยในการลดการเจริญเติบโตของยีสต์และรา อาจต้องหาสารยับยั้งเพิ่มเติมในสูตรผสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งมีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งในเชิงการค้า ต่อไป อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้นและการจัดการสารผสม ดังกล่าว

3. การใช้สารผสมระหว่างซิตริก 0.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 1% ช่วบยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และรา และมีประสิทธิภาพในการลดการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด สามารถเพิ่มค่า L* ลดสีคล้ำ แต่ ให้รสชาติแปลกปลอม อาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเพื่อให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการการประยุกต์ใช้ในอนาคต อาจจำเป็นต้องศึกษาถึงระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของแคลเซียมคลอไรด์ในสารผสมกับชนิดของผลไม้ตัดแต่ง ต่อไป

4. การใช้ซิตริก 0.5% (ในรูปสารเดี่ยว) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพของสับปะรดตัดแต่ง และ ทุกกรรมวิธีที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1% (ทั้งในรูปสารเดี่ยวและสารผสม) มักทำให้มีรส

แปลกปลอมเกิดขึ้น ส่งผลต่อการยอมรับโดยรวมต่ำลง ถึงแม้ว่าจะเป็นกรรมวิธีที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพสับปะรดตัดแต่งให้ดีขึ้นในด้านความแน่นเนื้อ และลดการเกิดสีคล้ำในสับปะรดตัดแต่งก็ตาม จึงไม่ขอแนะนำ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรกช ชั้นจิรกุล. (2553). *ปริมาณกรดไขมัน แอนตี้ออกซิแดนท์ และเอมไซม์ที่เกี่ยวข้องการเกิดอาการไส้น้ำตาลในสับปะรด (Ananas como (L.) Merr.)* (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. (2556). *สับปะรดห้วยมุ่น*. สืบค้น 15 มษายน 2560, จาก http://www.ipthailand.go.th/th/ประกาศโฆษณา/item/สับปะรดห้วยมุ่น.html

กานดา หวังชัย, สุทธิวัลย์ สีทา, วิลาวัลย์ คำป่วน, สาธิต ปิยนลินมาศ และนากะ โนมูระ. (2555). *การพัฒนาระบบการล้างและการเก็บรักษาผลสับปะรดสดพันธุ์ภูแล โดยเทคโนโลยีออกซิเดชั่นเพื่ออาหารปลอดภัย* (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว.

จรวยพร สมแก้ว. (2552). *รูปแบบการหั่นชิ้นต่อคุณภาพของมะม่วงและสับปะรดระหว่างการเก็บรักษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2556). *โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2546). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้* (พิมพ์ครั้งที่ 4). นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมเกษตรแห่งชาติ.

จันทกานต์ เอี่ยมสำอางค์. (2550). *ผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมกับสารเคมีในการควบคุมคุณภาพของผลละมุดแปรรูปขั้นต่ำ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชิโรวรรณ เข็มพล. (2550). *ผลของโซเดียมคลอไรค์และไคโตซานต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลละมุด* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทิพวรรณ ทองสุก. (2553). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและเทคนิคการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แปรรูป* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ธนิตชยา พุทธมี, เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์ และศิริชัย กัลยาณรัตน์. (2553). รูปแบบการตัดแต่งสับปะรดพร้อมบริโภคพันธุ์ตราดสีทองต่อคุณภาพภายหลังการเก็บรักษา. *วิทยาศาสตร์เกษตร, 41*(3/1), 125-128.

นพมาศ วรเนตร์. (2548). *การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนตัดแต่งโดยใช้สารเคลือบร่วมกับสารเคมี* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เบญจมาส รัตนชินกร, คมจันทร์ สรงจันทร์, ปรางค์ทอง กวานห้อง, ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์, วิชา ธิติประเสริฐ และเฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. (2550). *ผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

ประชาชาติธุรกิจออนไลน์. (2558). *ศศินทร์ชูนวัตกรรมยืดอายุผลไม้ คว้าแชมป์การประกวดแผนธุรกิจ. ประชาชาติธุรกิจ.* สืบค้น จาก http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1426488574.

ประชาชาติธุรกิจออนไลน์. (2559). *ส่งออกผัก-ผลไม้ปี"58ยอดพุ่ง" พาณิชย์"ชี้จุดแข็งไทยมีเพียบ.* สืบค้น 5 เมษายน 2560, จาก http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1454168161

ปรางค์ทอง กวานห้อง, เบญจมาส รัตนชินกร, ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ และคมจันทร์ สรงจันทร์. (2550). *การใช้สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค.* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

พัชรินทร์ สายสังข์. (2545). *การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอมไซม์โดยสารยับยั้งจากเปลือกสับปะรด* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2559). *เกลือแคลเซียม.* สืบค้น 29 ตุลาคม 2559, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1868/calcium-salt..

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2560). *ซิตริก.* สืบค้น 25 กุมภาพันธ์ 2560, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1339/citric-acid.

ภาสุรี ฤทธิเลิศ. (2548). *ผลของไคโตซานต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลละมุด* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

มนทร์ กรแก้ว. (2547). *สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอมไซม์จากเปลือกสับปะรด* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มลศิริ วีโรทัย. (2545). *เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ.* กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรงค์รัตน์ ภู่กร. (2549). *ผลของการจุ่มสารเคมีต่อคุณภาพของฝรั่งตัดแต่ง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วรรณวิศา โพธิ์ศรี. (2553). *ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปรับตัวของราคาสับปะรดที่ส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรม* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วันวิสาข์ ง้าวงาม และสุภาภรณ์ มุ่งเปลี่ยนกลาง. (2550). *ผลของสารละลายแคลเซียมต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สละลอยแก้ว* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จันทบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2559). *ผักและผลไม้แปรรูป โอกาสจับเทรนด์ความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ*. สืบค้น 23 ตุลาคม 2559, จาก www.greenshopcafe.com/greennews1199.html.

สรวงสุดา ไชยทิพย์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2539). *ผลของอุณหภูมิและสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสับปะรดสดพร้อมบริโภค* (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2560). *Active PAK™ ถุงหายใจได้*. สืบค้น 20 มีนาคม 2560, จาก https://www.nstda.or.th/th/nstda-r-and-d/559-active-paktm

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2557, พฤศจิกายน). *ไทยครองแชมป์ผู้ผลิตสับปะรดรายใหญ่ของโลก แซงหน้าฟิลิปปินส์และบราซิล เชื่อประสานความร่วมมือโรงงานเกษตรกรและตลาด ดันไทยขยายตลาดส่งออกสับปะรดสู่ตลาดโลกมากยิ่งขึ้น*. สืบค้น 24 พฤศจิกายน 2557, จาก http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=12469&filename=news

สุดารัตน์ ตัญเจริญสุขจิต. (2551). *การรักษาคุณภาพสับปะรดตัดแต่งพันธุ์ภูเก็ตโดยใช้สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและสภาพบรรยากาศควบคุม* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิมล วัฒนะพันธ์ศักดิ์. (2549). *ผลของสารลดการเกิดสีน้ำตาลและดัดแปลงสภาพอากาศต่ออายุการเก็บรักษาของผักกาดแก้วตัดแต่ง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อรรถพล ภูษณะพงษ์. (2552). *การพัฒนาสารเคลือบบริโภคได้เพื่อยืดอายุมะม่วงตัดแต่ง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุวัตร แจ้งชัด, กมลวรรณ แจ้งชัด และขวัญจิต อนุกูลวัฒนา. (2548). *การศึกษามะม่วงตัดแต่งที่ผ่านกระบวนการแปรรูปที่น้อยที่สุด*. (รายงานผลการวิจัย). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาร์วายทีไนน์. (2556, 10 กรกฎาคม). ยกเครื่องผัก-ผลไม้พร้อมบริโภค มกอช. เล็งคลอดมาตรฐานกำกับ ยกระดับปลอดภัย-คาดใช้ ก.ย. นี้. *แนวหน้า*. สืบค้น จาก http://www.ryt9.com/s/nnd/1689186.

อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต. (2547). *อนุมูลเสรีและตัวต้านทานออกซิเดชั่นกับอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Agar, I. T., Massantini, R., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A. (1991). Postharvest CO_2 and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *Journal of food science, 64*(3), 433-440.

Ahvenainen, R. (1996). New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, *7*(6), 179-187.

ALS Environmental. (2014). *Ascorbic acid*. Retrieved March 10, 2017., from http://www.caslab.com

Antoniolli, L. R., Benedetti, B. C., Souza Filho, M. D. S. M., & Borges, M. D. F. (2005). Effect of sodium hypochlorite on the microflora of fresh-cut 'Pérola' pineapple. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *27*(1), 157-160.

Antoniolli, L. R., Benedetti, B. C., Souza Filho, M. D. S. M., Garruti, D. D. S., & Borges, M. D. F. (2012). Shelf life of minimally processed pineapples treated with ascorbic and citric acids. *Bragantia, 71*(3), 447- 453.

AOAC. (1990). *Official methods of analysis of the association of office analytical chemists* (15 th ed.). Washington, D.C: Association of official analytical chemists.

AOAC. (2000). *Official methods of analysis of the association of office analytical chemists* (15 th ed.). Washington, D.C: Association of official analytical chemists.

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. *Biochem, 72*, 248-254.

Brecht,J.K. (1995). Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortSciene, 30(*1), 18-22.

Conway, W. S., Sams, C. E., & Kelman, A. (1994). Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. *HortScience, 29*(7), 751-754.

Gemma, H., Yuri., M. & Hong-kong, w. (1994). Ripening characteristics and chilling injury of banana fruit 1: Effect of storage temperature on respiration, ethylene production and membrane permeability of peel and pulp tissue. *Japan Journal of Tropical Agriculture, 38*, 216-220.

Ghidelli, C., Rojas-Argudo, C., Mateos, M., & Pérez-Gago, M. B. (2013). Effect of antioxidants in controlling enzymatic browning of minimally processed persimmon 'Rojo Brillante'. *Postharvest Biology and Technology, 86*, 487-493.

Giacalone, G., & V. Chiabrando. (2013). Effect of different treatments with calcium salts on sensory quality of fresh-cut apple. *Journal of Food and Nutrition Research. 52*(2), 79-86.

González-Aguilar, G. A., Ruiz-Cruz, S., Cruz-Valenzuela, R., Rodrıguez-Félix, A., & Wang, C. Y. (2004). Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. *LWT-Food Science and Technology, 37*(3), 369-376.

Huxsoll, C.C. & Bolin, M.R. (1989). Processing and distribution alternative for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol, 43*(1), 124-128.

Irfan, P. K., Vanjakshi, V., Prakash, M. K., Ravi, R., & Kudachikar, V. B. (2013). Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (Ficus carica L.) during storage and shelf-life. *Postharvest biology and technology, 82*, 70-75.

Jiang, Y., Joyce, D. C., & Macnish, A. J. (1999). Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. *Plant Growth Regulation, 28*(2), 77-82.

Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. California: University of California.

Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y., & Choi, W. Y. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *LWT-Food Science and Technology, 36*(3), 323-329.

Lyengar, Radha, & Arthur J. McEvily. (1992). Anti-browning agents: alternatives to the use of sulfites in foods. *Trends in Food Science & Technology, 3*, 60-64.

Luna-Guzmán, I., Cantwell, M., & Barrett, D. M. (1999). Fresh-cut cantaloupe: effects of $CaCl_2$ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biology and Technology, 17*(3), 201-213.

Luna-Guzmán, I., & Barrett, D. M. (2000). Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology, 19*(1), 61-72.

Martin-Diana, A. B., Rico, D., Frias, J. M., Barat, J. M., Henehan, G. T. M., & Barry-Ryan, C. (2007). Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables : a review. *Trends in Food Science & Technology, 18*(4), 210-218.

Martínez - Ferrer, M., & Harper, C. (2005). Reduction in microbial growth and improvement of storage quality in fresh cut pineapple after methyl jasmonate treatment. *Journal of Food Quality, 28*(1), 3-12.

Martiñon, M.E., Moreira, R.G., Castell-Perez, M.E., & Gomes, C. (2014). Development of a multi layered antimicrobial edible coating for shelf-life extension of fresh-cut cantaloupe (Cucumis melo L.) stored at 4 °C. *LWT-Food science and Technology, 56*, 341-350.

Marrero A, & Kader AA. (2006). Optimal temperature and modified atmosphere for keeping quality of fresh-cut pineapples. *Postharvest Biology and Technology, 39*(2),163-168.

Nithiya Rattanapanone, Chansuda Chongsawat, & Soungsuda Chaiteep. (2000). Fresh-cut Fruits in Thailand. *HORTSCIENCE, 35*(4), 1-4.

O'connor - Shaw, R. E., Roberts, R., Ford, A. L., & Nottingham, S. M. (1994). Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *Journal of Food Science, 59*(6), 1202-1206.

Oms-Oliu, G., Rojas-Graü, M. A., González, L. A., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, M. I. H., & Martín-Belloso, O. (2010). Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit : A review. *Postharvest Biology and Technology, 57*(3), 139-148.

Poovaiah, B. W. (1986). Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technol, 40*(5), 86-89.

Rico, D., Martin-Diana, A. B., Barat, J. M., & Barry-Ryan, C. (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology, 18*(7), 373-386.

Robles-Sánchez, R. M., Rojas-Graü, M. A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G. A., & Martín-Belloso, O. (2009). Effect of minimal processing on bioactive compounds and antioxidant activity of fresh-cut 'Kent'mango (Mangifera indica L.). *Postharvest Biology and Technology, 51*(3), 384-390.

Siddiqui, W. Md., Chakraborty, Lvi., Ayala-Zavala, J.F. & Dhua, R.S. (2011). Advance in minimal processing of fruits and vegetable : a review. *Journal of scientific & Industrial Research, 70*, 823-834.

Solliva - Fortuny, R. C., M. A. Lluch, A. Quiles, N. Grigelmo – Miguel , & O. Martin – Belloso. (2003). Evaluation of textural properties and microstructure during storage of minimally processed apples. *Journal of Food Science, 68*, 313-317.

Son, S. M., Moon, K. D., & Lee, C. Y. (2001). Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. *Food Chemistry, 73*(1), 23-30.

Song, H. Y., Jo, W. S., Song, N. B., Min, S. C., & Song, K. B. (2013). Quality change of apple slices coated with Aloe vera gel during storage. *Journal of food science, 78*(6),817-822.

Suttirak, W., & Manurakchinakorn, S. (2011). Potential application of ascorbic acid, citric acid and oxalic acid for browning inhibition in fresh-cut fruits and vegetables. *Walailak Journal of Science and Technology, 7*(1), 5-14.

Toivonen, P., & Brummell, D. A. (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology, 48*(1), 1-14.

Tortoe, C., Orchard, J., & Beezer, A. (2007). Prevention of enzymatic browning of apple cylinders using different solutions. *International journal of food science & technology, 42*(12), 1475-1481.

Varela, P., Salvador, A., & Fiszman, S. M. (2007). The use of calcium chloride in minimally processed apples: a sensory approach. *European Food Research and Technology, 224*(4), 461-467.

Watada, A. E., & Qi, L. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology, 15*(3), 201-205.

Weller, A., Sims, C. A., Matthews, R. F., Bates, R. P., & Brecht, J. K. (1997). Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *Journal of Food Science, 62*(2), 256-260.

Wiley, R.C. (1994). *Preservation methods for minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In Minimally processed refrigerated fruits & vegetables.* Washington, D.C: Chapman and Hall.

Wills, R. B. H., & Tirmazi, S. I. H. (1979). Effect of calcium and other minerals on ripening of tomatoes. *Functional Plant Biology, 6*(2), 221-227.

Yaman Ö, & Bayoindirl L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT-Food science and Technology, 35*(2), 146-150.

Zheng, W. W., Chun, I. J., Hong, S. B., & Zang, Y. X. (2014). Quality characteristics of fresh-cut 'Fuji'apple slices from 1-methylcyclopropene-, calcium chloride-, and rare earth-treated intact fruits. *Scientia Horticulturae, 173*, 100-105.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอ และใส่คะแนนลงในช่องว่างที่กำหนดให้ แล้วให้คะแนนจากลักษณะที่ปรากฏของสี ความผิดปกติของกลิ่น รสชาติ ความกรอบและการยอมรับโดยรวม โดยใส่คะแนนตามคำอธิบายข้างล่างนี้ ลงในช่องที่ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณาบ้วนปากทุกครั้งระหว่างตัวอย่าง)

คำอธิบายการให้คะแนน

1. สี (ความคล้ำ) ลักษณะที่ปรากฏสีของสับปะรด ได้จากสีโดยรวมของชิ้นสับปะรด มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9

1 = สับปะรดมีสีอ่อนมาก(ซีด) 3 = สับปะรดมีสีเหลืองอ่อน 5 = สับปะรดมีเหลือง

7 = สับปะรดมีเหลืองเข้ม 9 = สับปะรดมีเหลืองเข้มปนน้ำตาลเข้ม

2. กลิ่นแปลกปลอม การปรากฏกลิ่นแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากกลิ่นอื่นใดนอกเหนือจากกลิ่นของสับปะรด เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นบูด เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม 3 = มีกลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อย 5 = มีกลิ่นแปลกปลอมปานกลาง

7 = มีกลิ่นแปลกปลอม 9 = มีกลิ่นแปลกปลอมมาก

3. รสหวาน การปรากฏรสหวานของสับปะรด ได้จากการรับประทานสับปะรด โดยสับปะรดจะมีรสหวาน มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่หวาน 3 = หวานเล็กน้อย 5 = หวานปานกลาง

7 = หวาน 9 = หวานมาก

4. รสเปรี้ยว การปรากฏรสเปรี้ยวของสับปะรดได้จากการรับประทานสับปะรด โดยที่สับปะรดจะมีรสเปรี้ยว มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่เปรี้ยว 3 = เปรี้ยวเล็กน้อย 5 = เปรี้ยวปานกลาง

7 = เปรี้ยว 9 = เปรี้ยวมาก

5. รสแปลกปลอม การปรากฏรสแปลกปลอมของสับปะรด ได้จากรสชาติอื่นๆที่ได้นอกเหนือจากรสธรรมชาติสับปะรด เช่น รสเค็ม รสขม เป็นต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่มีรสแปลกปลอม 3 = มีรสแปลกปลอมเล็กน้อย 5 = มีรสแปลกปลอมปานกลาง

7 = มีรสแปลกปลอม 9 = มีรสแปลกปลอมมาก

6. ความกรอบ การปรากฏความกรอบของเนื้อสับปะรด ได้จากการสัมผัสโดยการกัดลงบนชิ้นสับปะรด จะมีลักษณะแน่น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่กรอบ 3 = กรอบเล็กน้อย 5 = กรอบปานกลาง

7 = กรอบ 9 = กรอบมาก

7. การยอมรับโดยรวม เป็นการประเมินผลการยอมรับของสับปะรด ภายหลังจากใช้สารต่างๆ โดยพิจารณาจากสมบัติ ลักษณะข้างต้น มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 3 = ไม่ชอบปานกลาง 5 = เฉยๆ

7 = ชอบปานกลาง 9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะคุณภาพที่อยู่ระหว่างคะแนนเหล่านี้ให้เป็นคะแนน 2,4,6,8 ตามความเหมาะสม

รหัสตัวอย่าง				
สี				
กลิ่นแปลกปลอม				
รสหวาน				
รสเปรี้ยว				
รสแปลกปลอม				
ความกรอบ				
การยอมรับโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ข สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาที่ในตู้แช่การทดลอง

ตาราง 100 สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาในตู้แช่การทดลองที่ 1

การทดลอง	วันที่	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
		Minimum	Maximum	ค่าเฉลี่ย	Minimum	Maximum	ค่าเฉลี่ย
1	11/3/57	4.99±0.04	12.55±0.04	6.13±0.04	26.3±0.35	94.5±0.35	71.76±0.35
	12/3/57	4.99±0.03	11.38±0.03	6.03±0.03	43±0.22	94.5±0.22	72.91±0.22
	13/3/57	4.15±0.04	12.93±0.04	6.13±0.04	33.3±0.36	94.6±0.36	72.41±0.36
	14/3/57	4.99±0.02	10.21±0.02	6.02±0.02	47±0.22	94.5±0.22	73.57±0.22
	15/3/57	4.57±0.03	10.6±0.03	6.01±0.03	46.1±0.27	91.6±0.27	73.86±0.27
	16/3/57	4.57±0.03	10.6±0.03	5.83±0.03	43.9±0.26	94.5±0.26	74.59±0.26
	17/3/57	4.57±0.04	11.38±0.04	5.86±0.04	42.2±0.34	98.2±0.34	74.36±0.34
	18/3/57	4.99±0.03	11.77±0.03	6.09±0.03	41.2±0.25	94.5±0.25	73.43±0.25
	19/3/57	4.99±0.04	11.77±0.04	6.15±0.04	40.9±0.33	98.2±0.33	74.77±0.33
	20/3/57	4.57±0.03	12.16±0.03	5.94±0.03	43.2±0.22	94.5±0.22	74.71±0.22
	21/3/57	4.57±0.04	13.7±0.04	6.02±0.04	39.6±0.29	98.4±0.29	73.87±0.29
	22/3/57	4.57±0.03	11.38±0.03	6.04±0.03	46±0.22	94.5±0.22	74.53±0.22
	23/3/57	4.99±0.04	10.99±0.04	6.06±0.04	47.2±0.30	94.5±0.30	74.46±0.30
	24/3/57	4.99±0.03	11.77±0.03	6.05±0.03	44.3±0.23	94.5±0.23	73.90±0.23
	25/3/57	4.99±0.03	11.38±0.03	6.05±0.03	45.4±0.27	94.5±0.27	74.12±0.27
ค่าเฉลี่ย		4.77±0.03	11.64±0.03	6.03±0.03	41.97±0.28	95.07±0.28	73.82±0.28

ตาราง 101 สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาในตู้แช่การทดลองที่ 2

การทดลอง	วันที่	อุณหภูมิ (^{o}C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
		Minimum	Maximum	ค่าเฉลี่ย	Minimum	Maximum	ค่าเฉลี่ย
2	29/5/58	1.17±0.06	6.62±0.06	2.02±0.06	29.7±0.53	91.7±0.53	68.58±0.53
	30/5/58	0.73±0.03	7.83±0.03	2.36±0.03	45.4±0.23	94.4±0.23	69.37±0.23
	31/5/58	0.73±0.04	8.23±0.04	2.35±0.04	45.0±0.32	91.7±0.32	68.95±0.32
	1/6/58	1.17±0.06	8.23±0.06	2.55±0.06	45.5±0.50	94.4±0.50	68.91±0.50
	2/6/58	1.17±0.05	9.03±0.05	2.62±0.05	42.7±0.41	94.4±0.41	68.21±0.41
	8/6/58	1.17±0.04	8.63±0.04	2.45±0.04	44.1±0.39	98.0±0.39	68.40±0.39
	9/6/58	1.17±0.03	8.23±0.03	2.70±0.03	44.2±0.29	98.0±0.29	68.57±0.29
	10/6/58	0.73±0.04	8.63±0.04	2.59±0.04	44.1±039	98.0±039	68.40±039
ค่าเฉลี่ย		1.01±0.04	8.18±0.04	2.46±0.04	42.59±0.38	95.08±0.38	68.67±0.38

ตาราง 102 สภาพแวดล้อมการเก็บรักษาในตู้แช่การทดลองที่ 3

การทดลอง	วันที่	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
		Minimum	Maximum	ค่าฉลี่ย	Minimum	Maximum	ค่าเฉลี่ย
3	23/11/58	1.6±0.04	8.23±0.04	3.14±0.04	31.4±0.29	87.5±0.29	66.55±0.29
	24/11/58	2.03±0.03	7.83±0.03	3.18±0.03	56.5±0.17	87.5±0.17	68.47±0.17
	25/11/58	2.89±0.04	8.63±0.04	4.09±0.04	48.8±0.27	91.6±0.27	70.86±0.27
	26/11/58	2.89±0.03	8.63±0.03	4.16±0.03	57.4±0.17	89.4±0.17	70.57±0.17
	27/11/58	4.57±0.04	9.82±0.04	5.31±0.04	52.2±0.24	91.6±0.24	70.63±0.24
	28/11/58	4.57±0.03	9.82±0.03	5.40±0.03	57.3±0.17	89.3±0.17	70.39±0.17
	29/11/58	4.15±0.04	10.21±0.04	5.24±0.04	50.3±0.27	91.6±0.27	70.68±0.27
	30/11/58	4.15±0.03	10.6±0.03	5.31±0.03	55.5±0.18	91.6±0.18	70.66±0.18
	1/12/58	4.15±0.04	10.60±0.04	5.33±0.04	55.00±0.23	91.60±0.23	71.19±0.23
	2/12/58	4.57±0.03	10.6±0.03	5.57±0.03	55.3±0.18	91.6±0.18	70.52±0.18
	3/11/58	4.15±0.04	10.6±0.04	5.53±0.04	55.3±0.26	91.6±0.26	70.61±0.26
ค่าเฉลี่ย		3.61±0.03	9.60±0.03	4.75±0.03	52.27±0.22	90.45±0.22	70.10±0.22