พันธุ์และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดผลสดเพื่อการส่งออก (พันธุ์ MD2 และพันธุ์สวี)

The Effects of Cultivar and Postharvest Management on Quality and Storage Life of Fresh Pineapple for Export (cv. MD2 and Sawee)

วรางคณา มากกำไร[1] มัลลิกา นวลแก้ว[2] และทวีศักดิ์ แสงอุดม[1]

บทคัดย่อ

ปัญหาไส้สีน้ำตาลในสับปะรดเป็นปัญหาสำคัญในการส่งออก การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำขณะขนส่งเป็นเวลานานเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาลขึ้น ความรุนแรงของอาการดังกล่าวขึ้นกับหลายปัจจัยโดยเฉพาะ ด้านพันธุกรรม ปัจจุบันได้พัฒนาพันธุ์ MD2 จากฮาวายเพื่อขายผลสดและมีความต้านทานต่อการเกิดไส้สีน้ำตาล ส่วนพันธุ์ที่ทนต่อการเก็บรักษาในกลุ่มควีนของไทย คือ พันธุ์สวี ดังนั้นจึงเลือกสับปะรดสองพันธุ์นี้มาทำการทดลองโดยดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2555 – กันยายน 2556 การทดลองครั้งที่ 1 แบบการทดลองเป็น Split plot มี 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1)กรรมวิธีควบคุม (ไม่จุ่มสารหรือบรรจุถุงใดๆ) 2) จุ่มไคโตซานน้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da 80 ppm 3) ใช้ถุง LDPE และ 4) จุ่มไคโตซานร่วมกับการใช้ถุง LDPE และนำไปเก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 13±2 ˚C 91±2 % RH หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 2, 3, 4, 5, และ 6 สัปดาห์ นำผลมาประเมินอาการไส้สีน้ำตาล และคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า พันธุ์ MD2 ทนทานต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่าพันธุ์สวี โดยพันธุ์ MD2 สามารถเก็บรักษาได้นาน 5 สัปดาห์ โดยไม่เกิดอาการไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธี และกรรมวิธีที่ใช้ถุง LDPE และ ใช้ถุง LDPE ร่วมกับไคโตซาน มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าและสภาพผลที่สดกว่ากรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีจุ่มไคโตซาน สำหรับพันธุ์สวี เริ่มเกิดไส้สีน้ำตาลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ในทุกกรรมวิธีโดยมีอาการเล็กน้อยและทวีความรุนแรงขึ้นในสัปดาห์ต่อๆมา โดยกรรมวิธีจุ่มไคโตซานและ ใช้ถุง LDPE ร่วมกับไคโตซานเก็บรักษาได้เพียง 3 สัปดาห์ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมและใช้ถุง LDPE เก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์ โดยที่อายุการเก็บรักษาดังกล่าวมีเปอร์เซนต์ผลอยู่ในช่วง 70-100% ที่มีความรุนแรงของอาการต่ำ (< 20% ของพื้นที่แกน) นอกจากนี้การใช้ถุง LDPE ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และทำให้ลักษณะผลสดกว่าอีกด้วย ดังนั้นกรรมวิธีที่ใช้ถุง LDPE จึงสามารถยืดอายุและควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุดและไม่มีผลกระทบด้านคุณภาพอื่นๆ ในขณะที่การจุ่มไคโตซานไม่มีผลต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล ดังนั้นจึงปรับกรรมวิธีในการทดลองครั้งที่ 2 โดยตัดกรรมวิธีจุ่มไคโตซานออก แบบการทดลองเป็น Split plot มี 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีควบคุม ห่อกระดาษ ใช้ถุง LDPE และใช้ถุง PE เจาะรู ผลปรากฏ คือ พันธุ์ MD2 ทนทานต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่าพันธุ์สวี สามารถเก็บรักษาได้นาน 5 สัปดาห์โดยไม่เกิดอาการไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธี และกรรมวิธีใช้ถุง LDPE และใช้ถุง PE เจาะรู มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าและผลสดกว่ากรรมวิธีควบคุมและห่อกระดาษ นอกจากนี้ ผลที่เก็บรักษานาน 3-4 สัปดาห์ โดยการใช้ถุง PE เจาะรู มีอายุการวางจำหน่าย 1 สัปดาห์ ซึ่งนานกว่ากรรมวิธีใช้ถุง LDPE 2-3 เท่า สำหรับพันธุ์สวี พบว่าเริ่มเกิดไส้สีน้ำตาลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ในทุกกรรมวิธี และอาการรุนแรงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ทำให้อายุเก็บรักษาของทุกกรรมวิธีเก็บได้เพียง 3 สัปดาห์ โดยกรรมวิธีควบคุม ใช้ถุง LDPE และใช้ถุง PE เจาะรู มีจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลมากที่สุด โดยการใช้ถุง LDPE และใช้ถุง PE เจาะรู มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าและผลสดกว่ากรรมวิธีควบคุม

[1] กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชสวน

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร เพชรบุรี

เช่นเดียวกับ MD2 ดังนั้น การใช้ถุง PE เจาะรู จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรักษาสับปะรดผลสดพันธุ์ MD2 และพันธุ์สวี เนื่องจากสามารถควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล คงความสด ลดการสูญเสียน้ำหนัก และราคาประหยัดที่สุด

คำนำ

จากผลการวิเคราะห์ศักยภาพการแข่งขันของสินค้าเกษตรที่สำคัญของไทยในอาเซียนด้วยวิธี Thailand Competitiveness Matrix (TCM) ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พืชสับปะรดสด อยู่ในกลุ่มเป็นคลื่นลูกใหม่ซึ่งกลุ่มนี้จะเป็นสินค้าที่ตลาดมีความต้องการสูงแต่มีขีดความสามารถในการแข่งขันอยู่ในระดับต่ำในทุกๆด้านของห่วงโซ่ โครงสร้างการผลิตส่วนใหญ่เพื่อการแปรรูป มีเพียงร้อยละ 3 เพื่อการบริโภคสด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555.) ทั้งนี้ปัญหาสำคัญที่ประเทศไทยส่งออกสับปะรดผลสดได้ในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณการผลิตและมูลค่าการส่งออกที่ประเทศไทยครองความเป็นอันดับหนึ่งของโลก เนื่องจากพันธุ์สับปะรดบริโภคสดของไทยไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยจะเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเมื่อถึงตลาดปลายทาง คุณภาพผลผลิตที่ได้มาตรฐานส่งออกมีน้อยเพียง 10-15% และขาดกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตเพื่อการส่งออก ในส่วนของการวิจัยและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ในการพัฒนาสายพันธุ์สับปะรดผลสดขณะนี้อยู่ระหว่างการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ซึ่งยังไม่ได้แนะนำสายพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะเด่น แต่อย่างไรก็ตามพันธุ์สับปะรดบริโภคสดเพื่อการส่งออกปัจจุบันมีการใช้พันธุ์ MD2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาที่ฮาวายตั้งแต่ปี 1972 ปัจจุบันสายพันธุ์นี้มีการปลูกแพร่หลายในหลายประเทศเช่น ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย ส่วนมากจะเน้นเป็นสับปะรดรับประทานสด ซึ่งสายพันธุ์นี้มีลักษณะเด่น คือ เนื้อเหลืองสม่ำเสมอ หนามน้อย อายุการให้ผลผลิตเร็ว วิตามินซีสูงกว่าพันธุ์ทั่วไป 4 เท่า อายุการเก็บรักษาดี (เคหการเกษตร, 2554) และสับปะรดพันธุ์นี้กำลังเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมาก ส่วนการปลูกในประเทศไทยยังมีปริมาณไม่มากนัก และมีภาคเอกชนปลูกเพื่อส่งออกผลสดบางส่วนเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการส่งออกในรูปผลสด ส่วนพันธุ์ในกลุ่มควีนของไทย จากการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ที่ผ่านมาพบว่าพันธุ์สวี จะทนทานต่อการเก็บรักษาได้ดีกว่าพันธุ์ภูเก็ตและพันธุ์ตราดสีทองซึ่งจะเป็นพันธุ์ที่มีขนาดผลไม่ใหญ่มากตรงตามข้อกำหนดที่ตลาดญี่ปุ่นต้องการ (ไม่เกิน 900 กรัม) ตามข้อตกลงหุ้นส่วนเศรษฐกิจไทย-ญี่ปุ่น JEPTA

ด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากการขนส่งเพื่อการส่งออกมักจะเดินทางไปโดยเรือซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานหลายสัปดาห์หรือเป็นเดือน การเก็บรักษาผลสดให้คงคุณภาพอยู่ได้นานนั้นต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 8-13°C แต่เนื่องจากสับปะรดเป็นไม้ผลเขตร้อน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว (Chilling injury) คือ เกิดแถบสีน้ำตาลบริเวณเนื้อใกล้กับแกนผล หรือเรียกว่า อาการไส้สีน้ำตาล (Collins, 1960) ทำให้ประเทศไทยไม่สามารถส่งออกสับปะรดผลสดไปยังประเทศที่อยู่ห่างไกลได้ ในปัจจุบันได้มีการวิจัยในหลายๆด้านรวมถึงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อช่วยยืดอายุและควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาล พบว่าการใช้ไคโตซานเคลือบผิวผลสับปะรดหลังการเก็บเกี่ยวสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลสดได้นานขึ้น จากการทดลองเคลือบผิวสับปะรดพันธุ์ภูแลด้วยไคโตซาน 2% และเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 21 วัน ในขณะที่ผลที่ไม่ได้เคลือบไคโตซานและเก็บที่อุณหภูมิห้องมีอายุแค่เพียง 6 วัน นอกจากนี้ไคโตซานยังช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสียวิตามินซีและกรดในผลสับปะรดอีกด้วย (Suntipabvivattana and Somboonkaew, 2005) การควบคุมสภาพบรรยากาศก็มีผลต่อการเก็บรักษาผลสับปะรดและอาการไส้สีน้ำตาลได้เช่นกัน ต้องรัก (2547) ศึกษาการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มี O_2 ความเข้มข้น 3 และ 5% และ CO_2 ความเข้มข้น 5 และ 10% ที่อุณหภูมิ 8°C พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 20 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติเก็บได้เพียง 10 วัน สภาพการเก็บรักษาดังกล่าว ช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาล ชะลอการเปลี่ยนสีเนื้อ ชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และปริมาณ ascorbic acid และได้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค ด้านการใช้บรรจุภัณฑ์ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเพื่อควบคุมบรรยากาศให้มีความเหมาะสมกับการเก็บรักษาผักและผลไม้มากขึ้น ซึ่งบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ (active packaging) ได้รับการ

ยอมรับว่าเป็น Preservation of The 21 st Century และมีการประยุกต์ใช้ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และประเทศทางแถบยุโรป บรรจุภัณฑ์แอคทีฟนับเป็นนวัตกรรมการควบคุมองค์ประกอบของบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ โดยมากใช้สารประกอบเคมีที่มีคุณสมบัติพิเศษในการดูดหรือคายก๊าซบางชนิดได้แก่สารดูดออกซิเจน สารดูดเอทิลีน สารควบคุมความชื้น สารคายคาร์บอนไดออกไซด์ หรือสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์(Science News 7/10/2553) ดังนั้นการทำให้ฟิล์มสามารถแปลงสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุให้เป็นสภาวะสมดุล (Equilibium Modified Atmosphere: EMA) จะทำให้ผลไม้ที่ใส่ไว้ในบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวเกิดการชะลอการหายใจ ลดการคายน้ำและลดการเสื่อมสภาพลงได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ถุงพลาสติกในการบรรจุผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว Meir *et al*., (1995) รายงานว่าการบรรจุหีบห่อพริกเพื่อการค้าปลีกนั้นโดยทั่วไปนิยมบรรจุในถุงพลาสติกชนิดที่เป็น polymeric หรือบรรจุลงในถาดโฟมที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดต่างๆ ซึ่งจัดว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่สามารถช่วยลดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การหายใจและการคายน้ำ และการลดอันตรายจากการเกิดอาการสะท้านหนาวอันเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำได้ (Wang, 1993) Paull และ Chen (1987) ยังได้ศึกษาผลของการใช้ถุงพลาสติก (Polyethylene: PE) ห่อหุ้มลิ้นจี่ ซึ่งพบว่าสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลในลิ้นจี่ได้ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาพันธุ์สับปะรดเพื่อการบริโภคสดของไทยพันธุ์สวีและMD2 และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวบางประการที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการส่งออกสับปะรดผลสดของไทย

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2555 - กันยายน 2556 รวม 1 ปี

สถานที่ - สวนเกษตรกร จ. ชุมพร (พันธุ์สวี)
- บริษัททิปโก้ จ. ประจวบคีรีขันธ์ (พันธุ์ MD2 หรือในชื่อการค้า หอมสุวรรณ)
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร เพชรบุรี
- สถาบันวิจัยพืชสวน
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วิธีดำเนินการ

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 การทดลองเบื้องต้น (Preliminary) ด้านไคโตซาน เพื่อทดสอบหาความเข้มข้นและขนาดโมเลกุลที่ดีที่สุดต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล ส่วนที่ 2 การทดลองครั้งที่ 1 เปรียบเทียบกรรมวิธีใช้ไคโตซาน ใช้ถุง LDPE และถุง LDPE ร่วมกับไคโตซานต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล และส่วนที่ 3 การทดลองครั้งที่ 2 วิเคราะห์ผลและปรับกรรมวิธีจากการทดลองครั้งที่ 1 โดยเปรียบเทียบกรรมวิธีใช้ถุง LDPE ถุง PE เจาะรู และห่อกระดาษต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล

ส่วนที่ 1: การทดลองเบื้องต้น (Preliminary) ด้านไคโตซาน ทดสอบไคโตซาน 3 ช่วงน้ำหนักโมเลกุล คือ 1 หมื่น 1 แสน และ 1 ล้าน Da ที่ความเข้นข้นต่างๆ ต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล โดยทำการทดลองกับสับปะรดพันธุ์สวี

อุปกรณ์

1. ผลสับปะรดพันธุ์สวี
2. วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บรักษา

- ไคโตซาน 10,000 Da, 100,000 Da และ 1,000,000 Da
- กล่องกระดาษขนาดบรรจุผลสับปะรด 6 ผลในแนวนอน มีช่องเจาะทรงรีในแนวตั้งตามด้านยาวของกล่อง ด้านละ 2 ช่อง

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 17 กรรมวิธี 3 ซ้ำ (1 ผล/ซ้ำ) ดังนี้

1. Control (water)	2. 10,000 Da 5 ppm
3. 10,000 Da 10 ppm	4. 10,000 Da 20 ppm
5. 10,000 Da 40 ppm	6. 10,000 Da 80 ppm
7. 100,000 Da 5 ppm	8. 100,000 Da 10 ppm
9. 100,000 Da 20 ppm	10. 100,000 Da 40 ppm
11. 100,000 Da 80 ppm	12. 1,000,000 Da 5 ppm
13. 1,000,000 Da 10 ppm	14. 1,000,000 Da 20 ppm
15. 1,000,000 Da 40 ppm	16. 1,000,000 Da 80 ppm
17. 1,000,000 Da 1% w/v (10,000 ppm)	

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรด จากแปลงปลูกของเกษตรกรที่ระยะสุกแก่ 10-20%
2. นำผลมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ตัดก้านให้เหลือความยาวประมาณ 1 นิ้วและเด็ดใบรอบๆก้านออก ผึ่งผลให้แห้ง
3. จุ่มผลในไคโตซานตามกรรมวิธีพอท่วมผล โดยจุ่มทีละผลนานประมาณ 5 วินาที และผึ่งให้แห้ง
4. นำผลบรรจุใส่กล่องกระดาษและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส
5. หลังการเก็บรักษา 20 วัน นำผลมาผ่าประเมินการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล

การบันทึกข้อมูล

บันทึกคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยมีเกณฑ์ดังนี้

0 = ไม่มีอาการ
1 = มีอาการ 1-20% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
2 = มีอาการ 21-40% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
3 = มีอาการ 41-60% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
4 = มีอาการ 61-80% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
5 = มีอาการ 81-100% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล

ส่วนที่ 2: ศึกษาผลของไคโตซาน และ ถุง LDPE ต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล โดยทำการทดลองกับสับปะรด 2 พันธุ์คือ พันธุ์ MD2 และ พันธุ์สวี

อุปกรณ์

1. ผลสับปะรดพันธุ์ MD2 และพันธุ์สวี

2. วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บรักษา
   - ไคโตซาน 80 ppm (100,000 Da)
   - ถุง LDPE (Active) ความหนา 25 ไมครอน ค่า OTR 10,000 – 12,000 มิลลิลิตร/ตารางเมตร/วัน ขนาด 12 ×18 นิ้ว บรรจุ 1 ผล/ถุง
   - กล่องกระดาษขนาดบรรจุผลสับปะรด 6 ผลในแนวนอน มีช่องเจาะทรงรีในแนวตั้งตามด้านยาวของกล่อง ด้านละ 2 ช่อง
3. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพผล
4. อุปกรณ์ในการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นในการเก็บรักษา วัดการหายใจและการผลิตเอทิลีน
5. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์อัตราปฏิกริยาของเอนไซม์ PAL และ PPO
6. Hand Held Penetrometer

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Split Plot ทำ 4 ซ้ำ (3 ผล/ซ้ำ)
ปัจจัยหลัก คือ การจุ่มไคโตซานและหรือบรรจุถุง LDPE มี 4 กรรมวิธี คือ

1) ไม่จุ่มไคโตซานหรือบรรจุถุง LDPE (control) (M1)
2) จุ่มผลด้วยไคโตซาน (100,000 Da) 80 ppm (M2)
3) นำผลใส่ถุง LDPE (Active) (M3)
4) จุ่มผลด้วยไคโตซาน (100,000 DW) 80 ppm และใส่ถุง LDPE (Active) (M4)

ปัจจัยรอง คือ อายุการเก็บรักษามี 5 ระยะ คือ อายุ 2, 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรด จากแปลงปลูกของเกษตรกรที่ระยะแก่เขียว (สุกไม่เกิน10%) และสุ่มตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและวิเคราะห์คุณภาพผลก่อนการเก็บรักษา
2. นำผลมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ตัดก้านให้เหลือความยาวประมาณ 1 นิ้วและเด็ดใบรอบๆก้านออก ผึ่งให้แห้ง
3. นำผลมาจัดการตามกรรมวิธี
4. นำผลบรรจุใส่กล่องกระดาษและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 91%
1. หลังการเก็บรักษา 2, 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์ นำผลมาตรวจสอบอายุการเก็บรักษา เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว ผ่าประเมินอาการไส้สีน้ำตาล ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารทางชีวเคมี วัดอัตราการผลิตก๊าซ CO_2 และ C_2H_4 และวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ

การบันทึกข้อมูล

2. เปอร์เซนต์ผลที่เก็บรักษาได้โดยไม่เกิดการเน่าเสีย
3. เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว
4. คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยมีเกณฑ์ดังนี้

   0 = ไม่มีอาการ

   1 = มีอาการ 1-20% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล

2 = มีอาการ 21-40% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล

3 = มีอาการ 41-60% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล

4 = มีอาการ 61-80% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล

5 = มีอาการ 81-100% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล

5. ปริมาณสารทางชีวเคมี ได้แก่ PPO และ PAL activity, Ascorbic acid content, DPPH free radical scavenging activity, และ Total phenolics
6. อัตราการผลิตก๊าซ CO_2 และ C_2H_4
7. คุณภาพผลด้าน Total soluble solids (%TSS), Titratable acidity (%TA), การสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อ

ส่วนที่ 3: ศึกษาผลของถุง LDPE ถุง PE และกระดาษห่อผลต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล โดยทำการทดลองกับสับปะรด 2 พันธุ์คือพันธุ์ MD2 และ พันธุ์สวี

อุปกรณ์

1. ผลสับปะรดพันธุ์ MD2 และพันธุ์สวี
2. วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บรักษา
   - ถุง LDPE (Active) ความหนา 25 ไมครอน ค่า OTR 10,000 – 12,000 มิลลิลิตร/ตารางเมตร/วัน ขนาด 12 ×18 นิ้ว บรรจุ 1 ผล/ถุง
   - ถุงพลาสติก PE ความหนา 30 ไมครอน เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 10 รู (ด้านละ 5 รู) ขนาด 12 ×18 นิ้ว บรรจุ 1 ผล/ถุง
   - กระดาษเคลือบพลาสติกหนึ่งด้าน สำหรับห่อผลสับปะรด ขนาด 12 × 12 นิ้ว
   - กล่องกระดาษขนาดบรรจุผลสับปะรด 6 ผลในแนวนอน มีช่องเจาะทรงรีในแนวตั้งตามด้านยาวของกล่อง ด้านละ 2 ช่อง
3. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพผล สารป้องกันเชื้อรา
4. อุปกรณ์ในการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นในการเก็บรักษา วัดการหายใจและการผลิตเอทิลีน
5. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์อัตราปฏิกริยาของเอนไซม์ PAL และ PPO

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Split Plot ทำ 4 ซ้ำ (3 ผล/ซ้ำ)

ปัจจัยหลัก คือ วัสดุห่อหรือถุงบรรจุ มี 4 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ห่อหรือบรรจุถุง (M1)

2) นำผลห่อกระดาษ (M2)

3) นำผลบรรจุถุง LDPE (Active) (M3)

4) นำผลบรรจุถุง PE เจาะรู (M4)

ปัจจัยรอง คือ อายุการเก็บรักษามี 5 ระยะ คือ อายุ 2, 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรดจากแปลงปลูกของเกษตรกร สำหรับพันธุ์สวีเก็บที่ระยะแก่เขียว (สุกไม่เกิน10%) และสำหรับพันธุ์ MD2 เก็บที่ระยะสุกแก่ไม่เกิน 25% สุ่มตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและวิเคราะห์คุณภาพผลก่อนการเก็บรักษา
2. นำผลมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ตัดก้านให้เหลือความยาวประมาณ 1 นิ้วและเด็ดใบรอบๆก้านออก จุ่มสารเคมีป้องกันเชื้อราความเข้มข้น 500 ppm ผึ่งผลให้แห้ง
3. นำผลมาจัดการตามกรรมวิธี
4. นำผลบรรจุใส่กล่องกระดาษและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 91%
5. หลังการเก็บรักษา 2, 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์ นำผลมาตรวจสอบอายุการเก็บรักษา เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวและผ่าประเมินอาการไส้สีน้ำตาล หลังการเก็บรักษาที่ 2, 4 และ 6 สัปดาห์ ตรวจวิเคราะห์สารทางชีวเคมี และการผลิตก๊าซ CO_2 และ C_2H_4 และหลังการเก็บรักษา 2 และ 4 สัปดาห์ วัดคุณภาพผลด้านต่างๆ
6. สำหรับกรรมวิธีที่ 3 และ 4 หลังการเก็บรักษา 3 และ 4 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 91% เก็บผลผลิตจำนวน 3 ผล/กรรมวิธี/สัปดาห์ ไว้ในอุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เพื่อตรวจประเมินอายุการวางจำหน่าย

การบันทึกข้อมูล

1. เปอร์เซนต์ผลที่เก็บรักษาได้โดยไม่เกิดการเน่าเสีย
2. เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว
3. คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยมีเกณฑ์ดังนี้
   0 = ไม่มีอาการ
   1 = มีอาการ 1-20% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
   2 = มีอาการ 21-40% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
   3 = มีอาการ 41-60% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
   4 = มีอาการ 61-80% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
   5 = มีอาการ 81-100% ของ พื้นที่ผิวแกนกลางผล
4. ปริมาณสารทางชีวเคมี ได้แก่ PPO และ PAL activity, Ascorbic acid content, DPPH free radical scavenging activity, และ Total phenolics
5. อัตราการผลิตก๊าซ CO_2 และ C_2H_4
6. คุณภาพผลด้าน Total soluble solids (%TSS), Titratable acidity (%TA), การสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ส่วนที่ 1: การทดลองเบื้องต้น (Preliminary) ผลของน้ำหนักโมเลกุลและความเข้มข้นของไคโตซานต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล

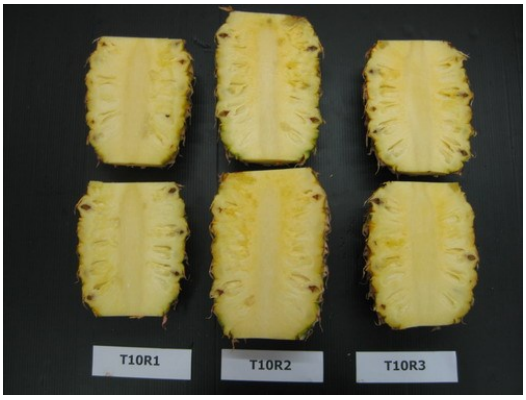
จากการทดลองใช้ไคโตซานที่น้ำหนักโมเลกุล 10,000 Da, 100,000 Da และ 1,000,000 Da ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน พบว่า ไคโตซานที่ 10,000 Da 20 ppm และ 100,000 Da 80 ppm มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลต่ำสุด 0.3 คะแนน ในขณะที่ไคโตซาน 100,000 Da 10 ppm และ 1,000,000 Da 80 ppm มีคะแนนสูงสุด 2.7 คะแนน (ตารางที่ 1.1 และภาพที่ 1.1-1.3) เมื่อดู

แนวโน้มของคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในไคโตซานแต่ละน้ำหนักโมเลกุล พบว่า ที่น้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da มีแนวโน้มคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นจาก 5 – 80 ppm ในขณะที่น้ำหนักโมเลกุล 10,000 และ 1,000,000 Da ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลจากความเข้มข้นต่ำไปความเข้มข้นสูง นอกจากนี้ค่าคะแนนที่น้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da โดยรวมยังมีค่าน้อยที่สุด และมากขึ้นที่น้ำหนักโมเลกุล 10,000 และ 1,000,000 Da ตามลำดับ ซึ่งอาจแสดงว่าน้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da เป็นขนาดที่เหมาะสมในการซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของสับปะรดและช่วยลดปฏิกิริยาการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีกว่าน้ำหนักโมเลกุล 10,000 และ 1,000,000 Da โดยเฉพาะไคโตซานที่น้ำหนักโมเลกุล 1,000,000 Da ซึ่งอาจมีขนาดใหญ่เกินไปทำให้แทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ยาก จึงไม่สามารถช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ แต่เมื่อใช้ไคโตซานที่น้ำหนักโมเลกุล 1,000,000 Da ความเข้มข้นสูง 1% สารละลายจะมีลักษณะข้นหนืดและมีคุณสมบัติในการเคลือบผิวคล้ายฟิล์ม ซึ่งจะช่วยลดการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเข้าไปในผลสับปะรด และช่วยลดปฏิกิริยาการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ เนื่องจากปฏิกิริยาดังกล่าวต้องใช้ออกซิเจน (Paull and Rohrbach,1985) ซึ่งลักษณะการทำงานจะต่างกับที่ความเข้มข้นต่ำ 5-80 ppm ที่สารไคโตซานจะเข้าไปทำปฏิกิริยายับยั้งการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับชีวโมเลกุลโดยตรงในเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นกรรมวิธีใช้ไคโตซานที่น้ำหนักโมเลกุล 1,000,000 Da ความเข้มข้น 1% จึงสามารถช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ในระดับหนึ่งซึ่งดีกว่าที่ความเข้มข้น 5-80 ppm น้ำหนักโมเลกุลเดียวกัน

ดังนั้นจึงเลือกไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da ความเข้มข้น 80 ppm ไปใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆในการทดลองส่วนที่ 2

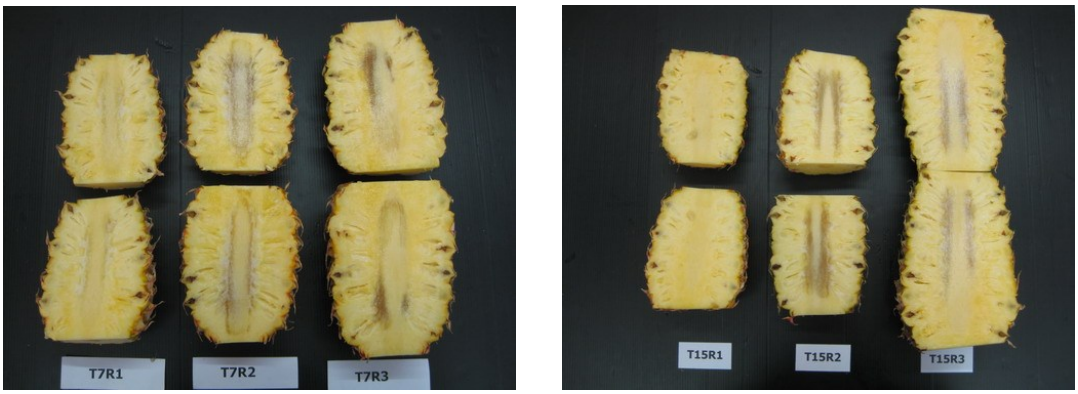
ตารางที่ 1.1 ผลของไคโตซานที่น้ำหนักโมเลกุลและความเข้มข้นต่างๆต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลภายหลังการเก็บรักษาที่ 13 ± 2 ˚C 20 วัน

น้ำหนักโมเลกุล (Da)	คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล (0-5)					
	ความเข้มข้น					
	5 ppm	10 ppm	20 ppm	40 ppm	80 ppm	1% (10,000 ppm)
10,000	0.7	2.0	0.3	2.3	1.3	-
100,000	2.0	2.7	0.7	0.7	0.3	-
1,000,000	1.3	2.3	1.3	1.7	2.7	1.0
Control (น้ำเปล่า)				1.3		



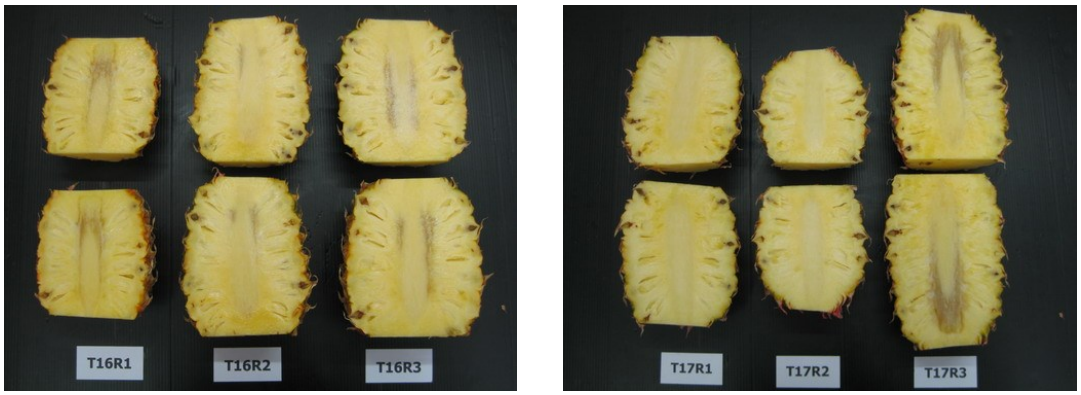
(a) (b)

ภาพที่ 1.1 แสดงอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์สวีเมื่อใช้ไคโตซานน้ำหนักโมเลกุล 10,000 Da ความเข้มข้น 20 ppm (a) และน้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da ความเข้มข้น 80 ppm (b) ภายหลังการเก็บรักษาที่ 13 ± 2 ˚C 20 วัน



(a) (b)

ภาพที่ 1.2 แสดงอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์สวีเมื่อใช้ไคโตซานน้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da ความเข้มข้น 10 ppm (a) และไคโตซานน้ำหนักโมเลกุล 1,000,000 Da ความเข้มข้น 80 ppm (b) ภายหลังการเก็บรักษาที่ 13 ± 2 ˚C 20 วัน



(a) (b)

ภาพที่ 1.3 แสดงอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์สวีเมื่อใช้ไคโตซานน้ำหนักโมเลกุล 1,000,000 Da ความเข้มข้น 1% (a) และกรรมวิธีควบคุม (b) ภายหลังการเก็บรักษาที่ 13 ± 2 ˚C 20 วัน

ส่วนที่ 2 : การทดลองครั้งที่ 1 ศึกษาผลของไคโตซาน และ ถุง LDPE ต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล

อายุการเก็บรักษา

จากการทดลองใช้ไคโตซานน้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da ความเข้มข้น 80 ppm, ถุง LDPE และการใช้ไคโตซานร่วมกับถุง LDPE ของสับปะรดพันธุ์ MD2 และพันธุ์สวี เมื่อตรวจสอบเปอร์เซนต์ผลที่เก็บรักษาได้โดยไม่เน่าเสียหลังการเก็บรักษาที่ช่วงเวลาต่างๆ พบว่า

<u>พันธุ์ MD2</u> :เก็บรักษาได้ 5 สัปดาห์เท่ากันในทุกกรรมวิธี แต่พบผลเน่าเสียเล็กน้อยในบางกรรมวิธีระหว่างช่วงการเก็บรักษา เนื่องจากอาจมีบางผลถูกกระทบกระเทือนภายในระหว่างการขนส่ง เมื่อเก็บรักษามีความชื้นสูงจึงเกิดการติดเชื้อและเน่าเสีย (ตารางที่ 2.1) และเมื่อพิจารณาลักษณะผลภายนอก พบว่า การใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซาน ร่วมกับถุง

LDPE มีสภาพผลที่สดกว่าจากการประเมินด้วยสายตา ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม (ไม่จุ่มไคโตซานหรือใส่ถุง LDPE) และการจุ่มไคโตซานสภาพค่อนข้างเหี่ยวแห้งมาก (ภาพที่ 2.1 a) ซึ่งสอดคล้องกับค่าการสูญเสียน้ำหนัก โดยการใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการสูญเสียน้ำหนักในแต่ละสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซานมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 2.2 a และตารางผนวกที่ 2.1) แสดงให้เห็นว่าถุง LDPE สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและคงสภาพความสดของผลได้

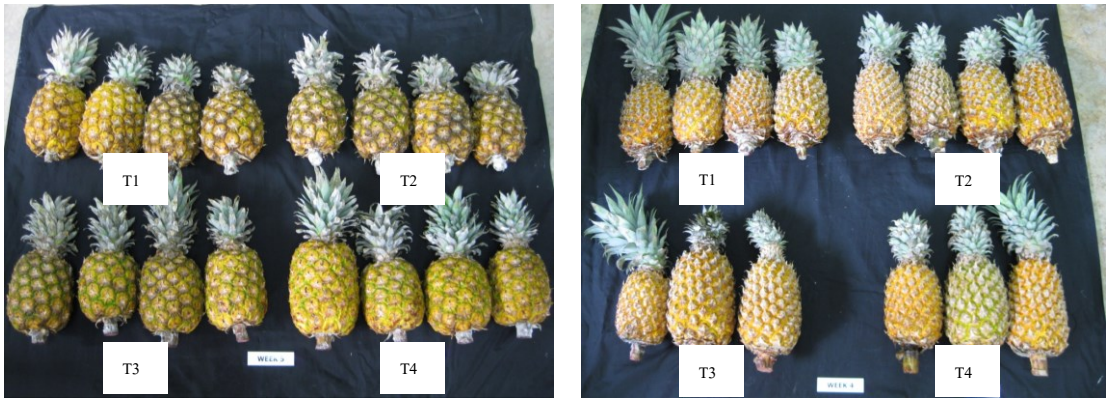
<u>พันธุ์สวี</u>: พบว่า มีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า MD2 โดยในช่วงสัปดาห์ที่ 3-4 จำนวนผลที่เก็บรักษาได้ลดลงมาก ซึ่งหลังการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ การใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE ผลที่เก็บรักษาได้ลดลงเหลือประมาณ 60% และลดลงเหลือเพียง 25% ในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมและการจุ่มไคโตซาน ผลที่เก็บรักษาได้ลดลงประมาณ 40-60% ในสัปดาห์ที่ 4 (ตารางที่ 2.2) ส่วนค่าการสูญเสียน้ำหนักพบการสูญเสียน้อยในการใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 2.2 และภาพที่ 2.2 b) เช่นเดียวกับผลของพันธุ์ MD2

ตารางที่ 2.1 เปอร์เซนต์ผลที่ไม่เกิดการเน่าเสียของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 °C ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนผล (%)				
	สัปดาห์ที่				
	2	3	4	5	6
1. control	91.67%	91.67%	100%	100%	0%
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	100%	91.67%	100%	100%	0%
3. ถุง LDPE	100%	100%	100%	100%	0%
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	100%	100%	91.67%	100%	0%

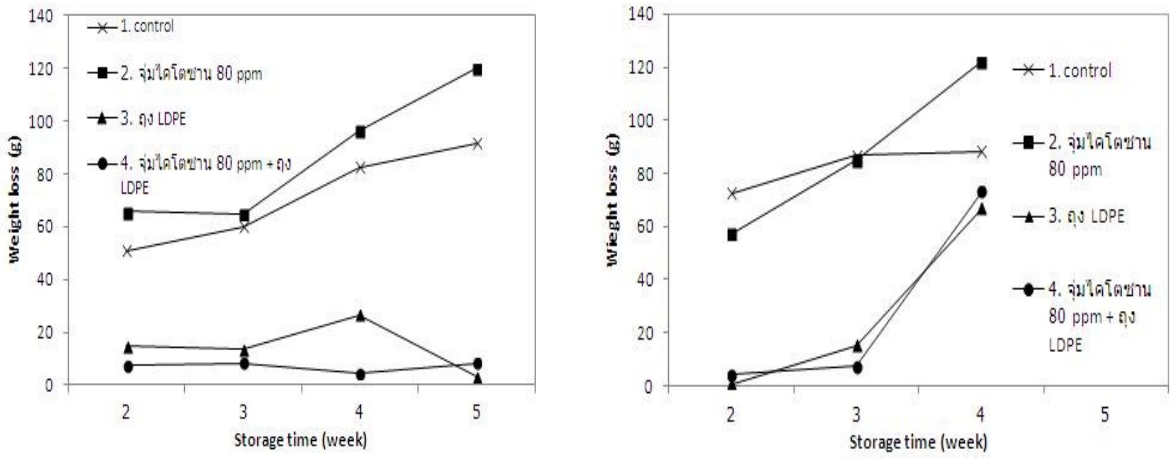
ตารางที่ 2.2 เปอร์เซนต์ผลที่ไม่เกิดการเน่าเสียของสับปะรดพันธุ์ สวี ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 °C ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนผล (%)				
	สัปดาห์ที่				
	2	3	4	5	6
1. control	100%	91.67%	58.33%	0%	0%
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	100%	91.67%	41.67%	0%	0%
3. ถุง LDPE	100%	58.33%	25.00%	0%	0%
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	100%	66.67%	25.00%	0%	0%



(a) (b)

ภาพที่ 2.1 ลักษณะสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 5 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์



(a) (b)

ภาพที่ 2.2 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

อาการไส้สีน้ำตาล

<u>พันธุ์ MD2</u> :จากการสุ่มประเมินผลสับปะรดก่อนการเก็บรักษาจำนวน 12 ผล ไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลในทุกผลและหลังการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลตลอดอายุการเก็บรักษา แต่พบลักษณะอื่นๆ เช่น แกนช้ำและแตกหลังจากเก็บรักษาตั้งแต่ 4 สัปดาห์ขึ้นไปซึ่งอาจเกิดจากการขาดธาตุอาหาร และพบเปลือกแห้งดำเป็นจุดกระจายทั่วผลซึ่งเป็นมากเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 2.3) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากคุณสมบัติของพันธุ์ MD2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการพัฒนาและมีความต้านทานอาการไส้สีน้ำตาล

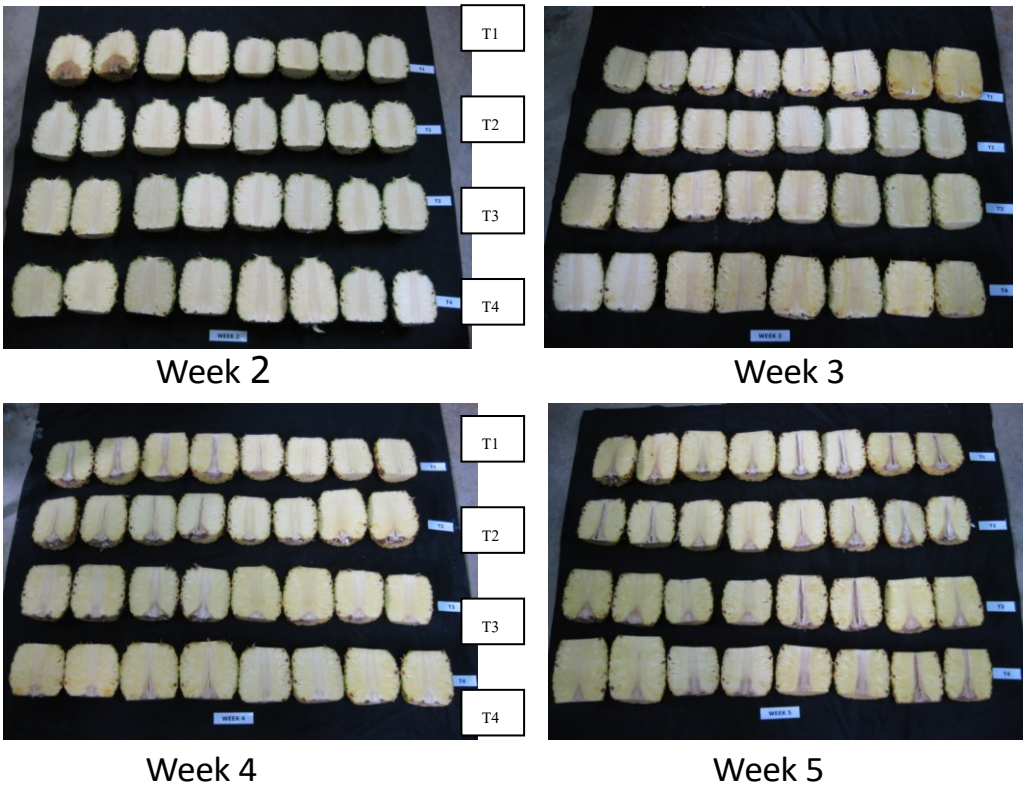
เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์สารต่างๆ (ตารางผนวกที่ 2.4, 2.6, 2.8, 2.10 และ 2.12) ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับชีวเคมี พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาลมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 0 – 3 ลดลงในสัปดาห์ที่ 4 และกลับสูงขึ้นอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่าการใช้ถุง LDPE และกรรมวิธีควบคุม มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสองชนิดสูงกว่าการจุ่มไคโตซาน และการจุ่มไคโตซานร่วมกับการใช้ถุง LDPE (ภาพที่ 2.5 a และ 2.6 a) แต่ผลของ total phenolics ไม่มีแนวโน้มไปทางเดียวกับ PAL activity ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สร้างสารชนิดนี้ (ภาพที่ 2.7 a) ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ ascorbic acids ตรงข้ามกับเอนไซม์ PPO และ PAL ทั้งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาเก็บรักษาและความแตกต่างของกรรมวิธี (ภาพที่ 2.8 a) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก

ascorbic acids ซึ่งเป็นสาร antioxidant ช่วยกำจัด free radicals ที่ถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิเย็นและเป็นสาเหตุให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพทำให้ phenolics ไหลออกมาทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ PPO เกิดเป็นสารสีน้ำตาลได้ (จักรพงษ์ และจริงแท้, 2536) และเช่นเดียวกันกับค่า antioxidant activity ซึ่งวัดจาก %DPPH free radical scavenging activity ที่มีแนวโน้มว่าการจุ่มไคซานและการจุ่มไคโตซานร่วมกับการใช้ถุง LDPE มีค่าสูงกว่าการใช้ถุง LDPE และกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 2.9 a) แต่อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีไม่มีการแสดงอาการไส้สีน้ำตาลแต่อย่างใด

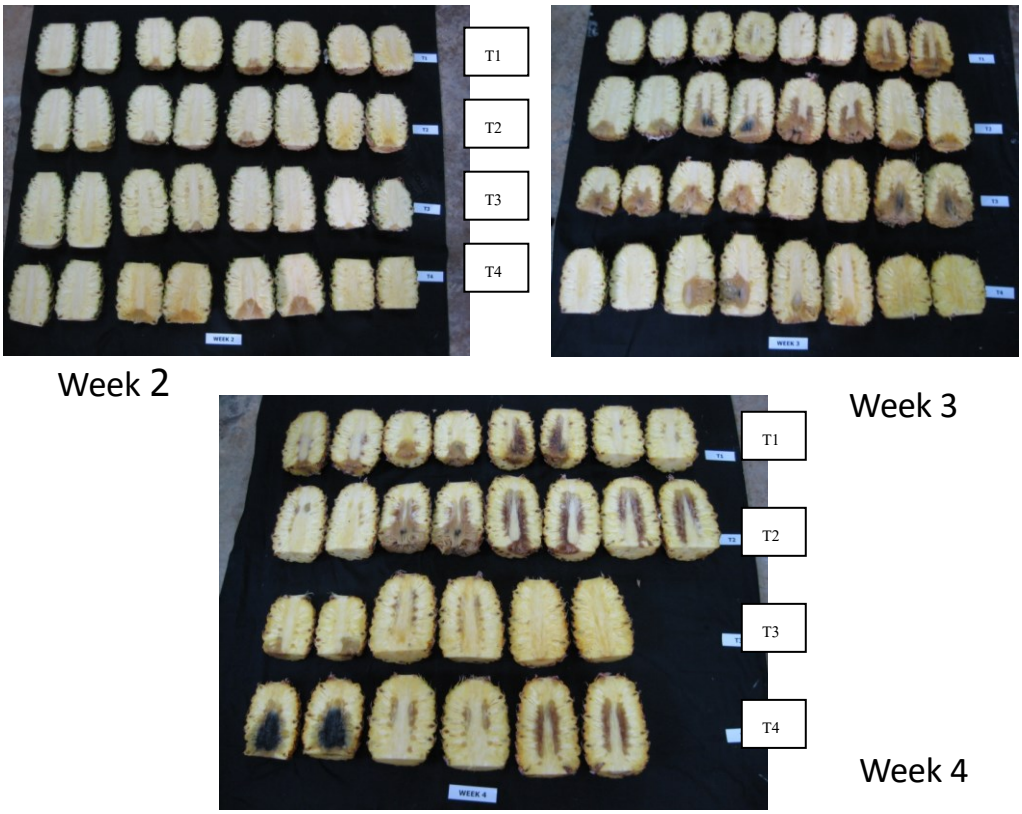
<u>พันธุ์สวี</u> : ผลจากการสุ่มประเมินก่อนการเก็บรักษาจำนวน 12 ผล ไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลในทุกผล และหลังการเก็บรักษาที่ช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 เริ่มเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเล็กน้อย เฉลี่ยประมาณ 1% ของพื้นที่แกน และเพิ่มมากขึ้นเป็น 15% และ 30% ในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ตามลำดับ (ภาพที่ 2.4 และตารางที่ 2.3) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธีพบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกนสับปะรดของทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 2.3) แต่เมื่อพิจารณาเปอร์เซนต์จำนวนผลที่เกิดไส้สีน้ำตาลที่คะแนนไส้สีน้ำตาลต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็น 0-5 คะแนน ตามช่วงเปอร์เซนต์ไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกน (ภาพที่ 2.11) จะพบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 2 กรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซาน มีเปอร์เซนต์ผลที่เกิดไส้สีน้ำตาล 16.7 % ซึ่งน้อยกว่าการใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับการใช้ถุง LDPE ซึ่งพบ 25.0% และ 58.3 % ตามลำดับ และในช่วงสัปดาห์ที่ 2 นี้การเกิดไส้สีน้ำตาลยังมีอาการระดับคะแนน 1 เท่านั้น ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 พบผลที่เกิดอาการไส้สีน้ำตาลรุนแรงขึ้น คือ มีคะแนนระดับ 3 และ 4 ในกรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซาน แต่ไม่พบในการใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับการใช้ถุง LDPE ส่วนในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ทุกกรรมวิธีมีอาการไส้สีน้ำตาลทั้งหมดที่ระดับความรุนแรงแตกต่างกันไป โดยการใช้ ถุง LDPE มีความรุนแรงน้อยที่สุด คือทุกผลมีคะแนนระดับ 1 รองลงมาคือ กรรมวิธีควบคุม แต่พบผลที่ระดับความรุนแรงสูงสุด คือ คะแนนระดับ 5 ด้วยซึ่งไม่พบในกรรมวิธีอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามทั้ง 2 กรรมวิธีมีจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลหรือเกิดไส้สีน้ำตาลที่คะแนนระดับ 1 มากกว่า 70% ของจำนวนผลทั้งหมด ดังนั้น การใช้ถุง LDPE และกรรมวิธีควบคุม สามารถเก็บได้นาน 4 สัปดาห์ ในขณะที่การจุ่มไคโตซาน และการจุ่มไคโตซานร่วมกับการใช้ถุง LDPE มีจำนวนผลที่คะแนนระดับ 1 ต่ำกว่า 50% ในสัปดาห์ที่ 4 (ภาพที่ 2.11) ดังนั้น จึงมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า คือเก็บได้เพียง 3 สัปดาห์ จากการพิจารณาผลส่วนนี้จะเห็นว่าการใช้ถุง LDPE น่าจะดีที่สุดต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล

เมื่อพิจารณาผลของการวิเคราะห์สารต่างๆ (ตารางผนวกที่ 2.5, 2.7, 2.9, 2.11 และ 2.13) ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับชีวเคมี พบว่า PAL และPPO activity และ total phenolics มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น สอดคล้องกับค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2.5 b, 2.6 b และ 2.7 b) เช่นเดียวกับ Ghasemnezhad et al. (2011) ซึ่งพบว่า total phenolics เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษาและอุณภูมิต่ำเป็นปัจจัยที่ทำให้ total phenolics เพิ่มสูงขึ้น เนื่องด้วย PAL เป็นเอ็นไซม์ที่สำคัญในการสร้าง phenolics และ phenolics เป็นสารตั้งต้นของเอ็นไซม์ PPO โดยจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็น quinone ซึ่งจะรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล (browning) (Paull and Rohrbach, 1982; จักรพงษ์ และจริงแท้, 2536) ดังนั้นอุณหภูมิต่ำจึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ PAL ส่งผลให้ total phenolics และ PPO activity สูงขึ้นตามเป็นลำดับ นำไปสู่การเกิดไส้สีน้ำตาลที่แสดงออกมามากขึ้นเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำนานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารต่างๆในแต่ละกรรมวิธี พบว่า เกิดความแตกต่างในสัปดาห์ที่ 2 โดยการใช้ถุง LDPE มีปริมาณ total phenolics ต่ำที่สุด ในขณะที่ PAL activity ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีทดสอบอื่นๆ รวมถึง PPO activity มีแนวโน้มที่ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 2.5 b, 2.6 b และ 2.7 b) แต่อย่างไรก็ตามการใช้ถุง LDPE มีปริมาณ ascorbic acids และค่า antioxidant activity (แสดงโดย DPPH free radical scavenging activity) สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 2.8 b และ 2.9 b) โดย ascorbic acids เป็น reducing agent ของ quinine ทำให้ไม่รวมกันเป็นโมกุลใหญ่จึงลดการเกิดสีน้ำตาลได้ (Abdullah et al., 1978; Fleurct et al., 1990) นอกจากนี้ ascorbic acids และ antioxidant activity ที่มีค่าสูงยังอาจแสดงถึง

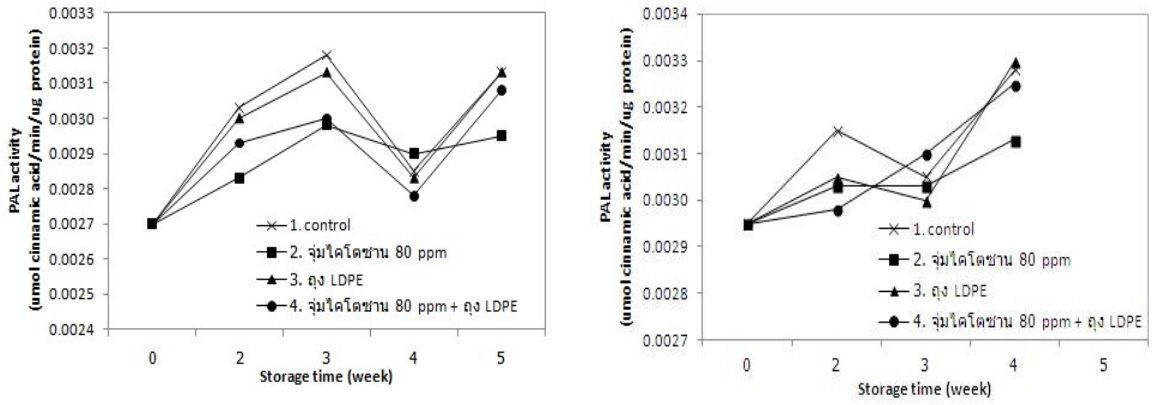
การช่วยลด free radicals ชนิด reactive oxygen ซึ่งไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ส่งผลให้ phenolics เคลื่อนออกจากเซลล์ไปทำปฏิกิริยากับเอ็นไซม์ PPO เกิดเป็นสารสีน้ำตาลขึ้น (จักรพงษ์ และจริงแท้, 2536) และเมื่อดูผลของการแสดงอาการไส้สีน้ำตาลก็พบว่ากรรมวิธีใช้ถุง LDPE มีคะแนนไส้สีน้ำตาลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆที่สัปดาห์ที่ 4 (ภาพที่ 2.10 และตารางผนวกที่ 2.3) ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม มี PAL activity, total phenolics และ PPO activity สูงหรือสูงที่สุด (ภาพที่ 2.5 b, 2.6 b และ 2.7 b) และมีปริมาณ ascorbic acids และ antioxidant activity ต่ำหรือต่ำสุด (ภาพที่ 2.8 b และ 2.9 b) แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีควบคุมมีแนวโน้มที่จะเกิดไส้สีน้ำตาลสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่เมื่อดูผลของการแสดงอาการไส้สีน้ำตาลพบว่าไม่แตกต่างกับกรรมวิธีจุ่มไคซาน และกรรมวิธีจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE (ภาพที่ 2.10) ทั้งนี้อาจเนื่องจากยังมีปัจจัยร่วมอื่นๆที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล



ภาพที่ 2.3 ลักษณะสับปะรดพันธุ์ MD2 เมื่อผ่าประเมินอาการไส้สีน้ำตาลภายหลังการเก็บรักษา13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

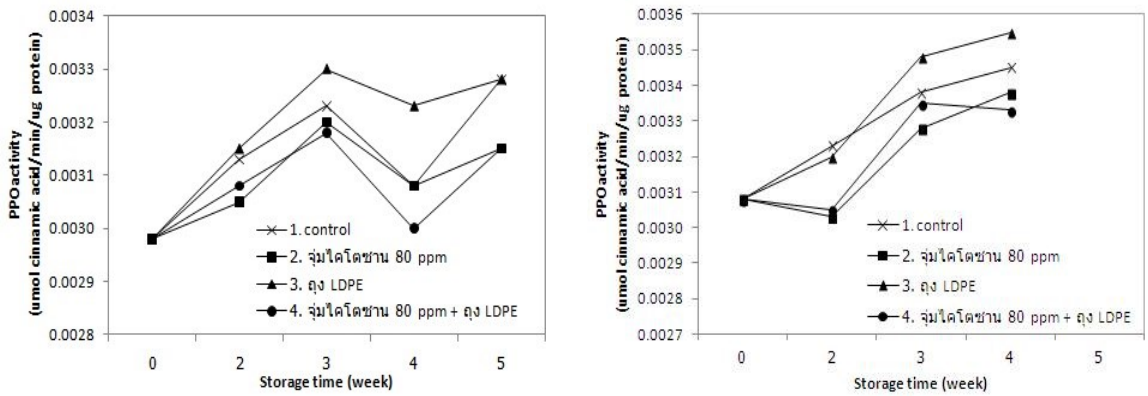


ภาพที่ 2.4 ลักษณะสับปะรดพันธุ์สวีเมื่อผ่าประเมินอาการไส้สีน้ำตาลภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ (สัปดาห์ที่ 5 ผลเน่าเสีย หมดอายุการเก็บรักษา)



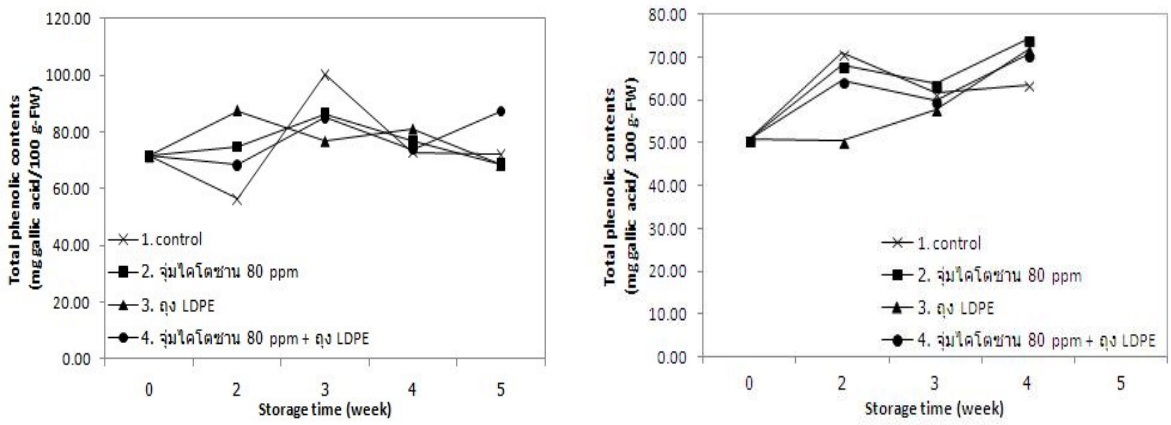
(a) (b)

ภาพที่ 2.5 ค่า PAL activity ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



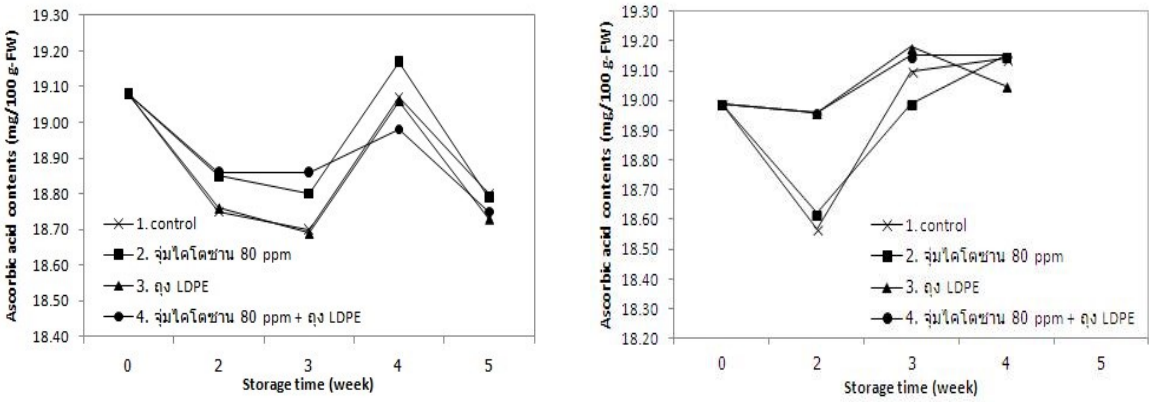
(a) (b)

ภาพที่ 2.6 ค่า PPO activity ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



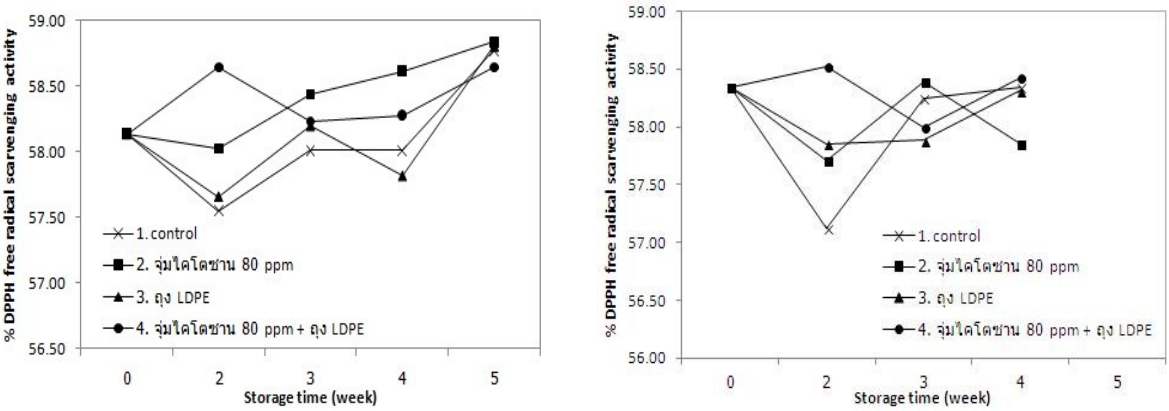
(a) (b)

ภาพที่ 2.7 ค่า Total phenolics ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



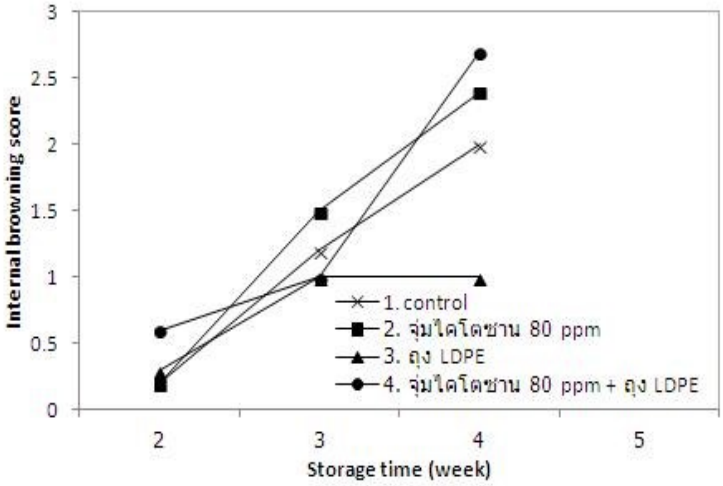
(a) (b)

ภาพที่ 2.8 ค่าปริมาณ Ascorbic acids ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

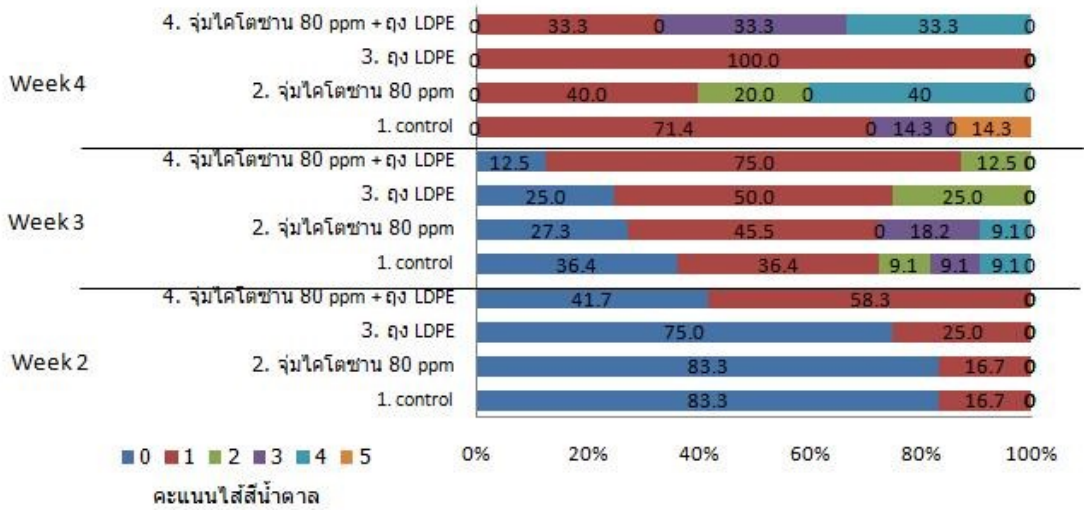


(a) (b)

ภาพที่ 2.9 ค่า DPPH free radical scavenging activity (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



ภาพที่ 2.10 ค่าคะแนนไส้สีน้ำตาล (0-5 คะแนน) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



ภาพที่ 2.11 เปอร์เซนต์จำนวนผลที่ประเมินค่าคะแนนไส้สีน้ำตาลที่ระดับต่างๆของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ โดยค่าคะแนนแบ่งเกณฑ์ตามเปอร์เซนต์ไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกน ดังนี้ 0 = ไม่มี, 1 = 1-20%, 2 = 21-40%, 3 = 41-60%, 4 = 61-80% และ 5 = 81-100%

ตารางที่ 2.3 เปอร์เซนต์การเกิดไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกนผลสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การเกิดไส้สีน้ำตาล (%)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	
1. control	0.5	19.2	25.7	13.2 bc[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.5	19.3	38.0	14.6 c
3. ถุง LDPE	0.9	10.7	12.4	6.2 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	1.8	7.5	40.0	8.8 ab
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.9 A[2]	15.3 B	29.0 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

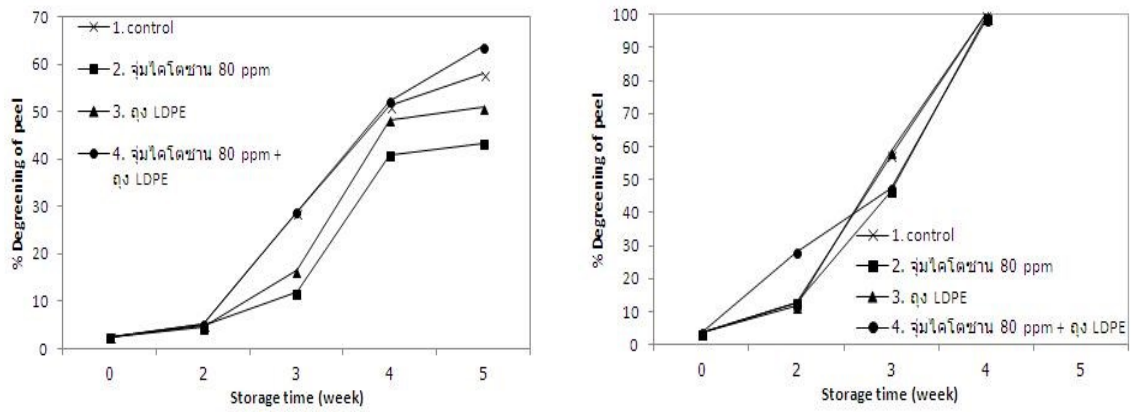
[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

คุณภาพหลังการเก็บรักษา

<u>พันธุ์ MD2</u>: เมื่อนำผลสับปะรดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นโดยเฉพาะจากสัปดาห์ที่ 2 ถึง 4 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและลดลงในสัปดาห์ที่ 5 (ภาพที่ 2.12 a) โดยพบว่าเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่สัปดาห์ที่ 5 ทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวแตกต่างกัน คือ กรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE มีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวสูงกว่าการจุ่มไคโตซานและการใช้ ถุง LDPE (ภาพที่ 2.12 a และตารางผนวกที่ 2.14) ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อในกรรมวิธีจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด และการจุ่มไคโตซานมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด (ภาพที่ 2.13 a และตารางผนวกที่ 2.16) แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างของการสูญเสียน้ำหนักมีผลต่อความแน่นเนื้อมากกว่าเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซานซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนัก

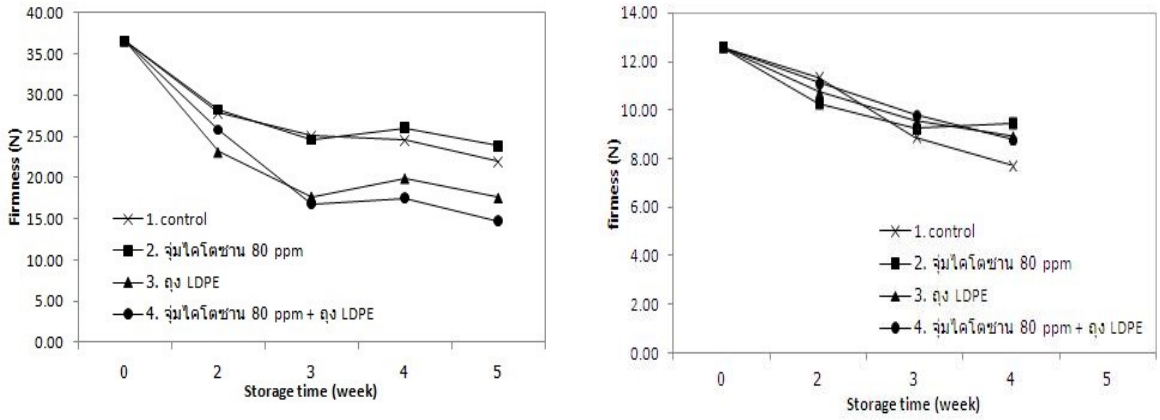
มากเนื่องจากการสูญเสียน้ำทำให้เนื้อผลแห้งเหี่ยวกว่าการใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE ซึ่งมีถุง LDPE ช่วยลดการสูญเสียน้ำและผลมีความสดกว่า ซึ่งสัมพันธ์กับผลของความแน่นเนื้อที่กรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซาน มีความแน่นเนื้อสูงกว่าการใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE (ภาพที่ 2.2 a และ 2.13 a) สำหรับอัตราการหายใจ (ตารางผนวกที่ 2.18) ซึ่งวัดจากการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ใช้ถุง LDPE คือ 3 และ 4 มีอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นมากและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ในสัปดาห์ที่ 4 และ 5 (ภาพที่ 2.14 a) เนื่องจากถุง LDPE ควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้มีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลผลิตสูง สำหรับอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (ตารางผนวกที่ 2.20) มีปริมาณค่อนข้างต่ำและไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี โดยในสัปดาห์เริ่มต้นมีการผลิตก๊าซที่ค่อนข้างสูงกว่าสัปดาห์ที่ 2-5 (ภาพที่ 2.15 a) อาจเนื่องจากการได้รับความเครียดจากการขนส่งและการจัดการตามกรรมวิธี (stress induced ethylene) (พีรเดช, 2529) ส่วนในด้าน TSS และ TA (ตารางผนวกที่ 2.22 และ 2.24) มีค่าสอดคล้องกับเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว คือ ที่สัปดาห์ที่ 5 กรรมวิธีที่ 1 และ 4 ซึ่งสุกกว่ามีแนวโน้มของค่า TSS และ TA สูงกว่า และค่า TSS มีแนวโน้มลดลงในขณะที่ TA มีค่าเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 2.16 a และ 2.17 a) เนื่องจากถูกใช้ในการหายใจ

<u>พันธุ์สวี</u>: เมื่อนำผลสับปะรดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13± 2 °C ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน และเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยในสัปดาห์ที่ 4 มีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวเฉลี่ยถึง 88% (ภาพที่ 2.12 b และตารางผนวกที่ 2.15) สอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่ในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน และมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 2.13 b และตารางผนวกที่ 2.17) อัตราการหายใจ (ตารางผนวกที่ 2.19) พบว่า ทุกกรรมวิธีมีการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์สูงขึ้นจากสัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 3 และลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ยกเว้นกรรมวิธีจุ่มไคโตซานร่วมกับใช้ถุง LDPE ที่อัตราการผลิตก๊าซลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 และมีการผลิตก๊าซที่ค่อนข้างสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (ภาพที่ 2.14 b) สำหรับอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (ตารางผนวกที่ 2.21) ทุกกรรมวิธีมีอัตราสูงสุดที่สัปดาห์ที่ 2 โดยกรรมวิธีควบคุม และการจุ่มไคโตซานอัตราการผลิตก๊าซลดลงต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 แต่การใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับใช้ถุง LDPE อัตราการผลิตก๊าซลดลงในสัปดาห์ที่ 3 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 4 และเช่นเดียวกันกับการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ในการจุ่มไคโตซานร่วมกับใช้ถุง LDPE คือ พบว่ามีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (ภาพที่ 2.15 b) ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่การจุ่มไคโตซานร่วมกับใช้ถุง LDPE จะมีอัตราการสุกแก่และหมดอายุที่เร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างดังกล่าวในเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวและความแน่นเนื้อ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบอัตราการผลิตก๊าซระหว่างพันธุ์สวีและ MD2 พบว่า สวีมีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนสูงกว่าพันธุ์ MD2 แต่อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ใกล้เคียงกัน ในด้าน TSS และ TA (ตารางผนวกที่ 2.23 และ 2.25)มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ TSS ลดลงในขณะที่ TA สูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพบว่ามีผลไปในแนวทางเดียวกับการผลิตก๊าซ คือ มีค่าสูงที่กรรมวิธีใช้ถุง LDPE ทั้งการใช้ถุง LDPE และการจุ่มไคโตซานร่วมกับใช้ถุง LDPE โดยเฉพาะการใช้ถุง LDPE อย่างเดียว (ภาพที่ 2.16 b และ 2.17 b) แสดงถึงแนวโน้มที่การใช้ถุง LDPE น่าจะมีรสชาติที่เข้มข้นกว่ากรรมวิธีอื่น



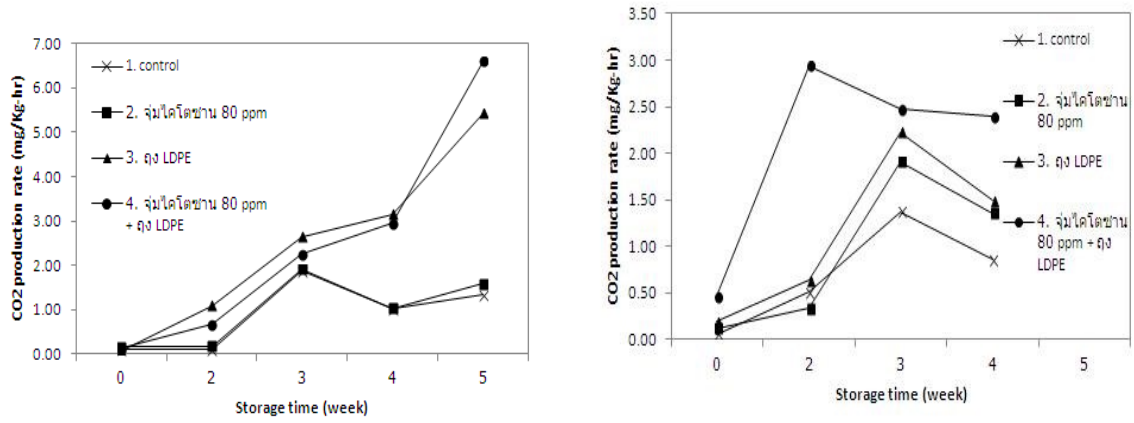
(a) (b)

ภาพที่ 2.12 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



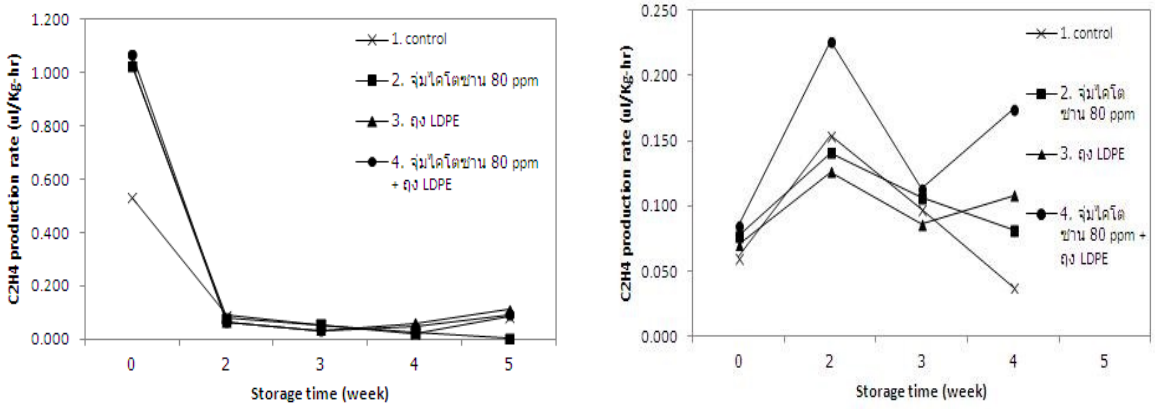
(a) (b)

ภาพที่ 2.13 ค่าความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



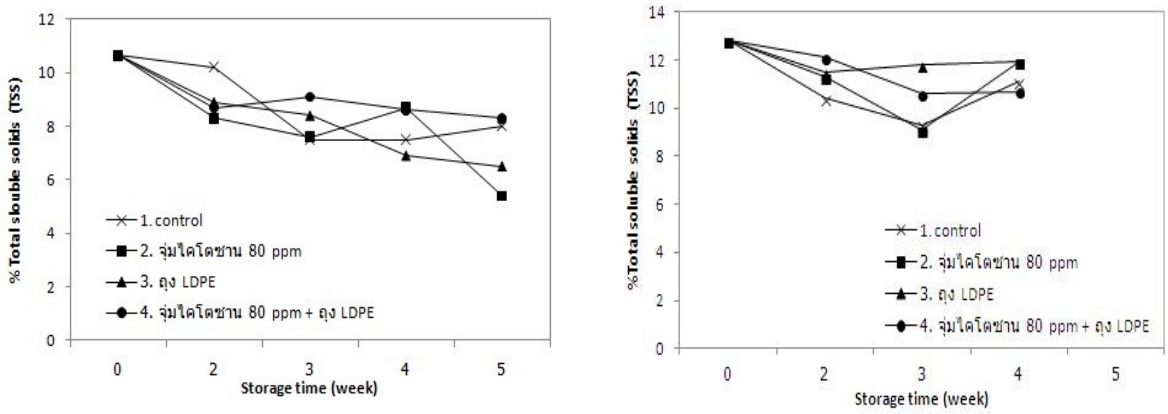
(a) (b)

ภาพที่ 2.14 อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



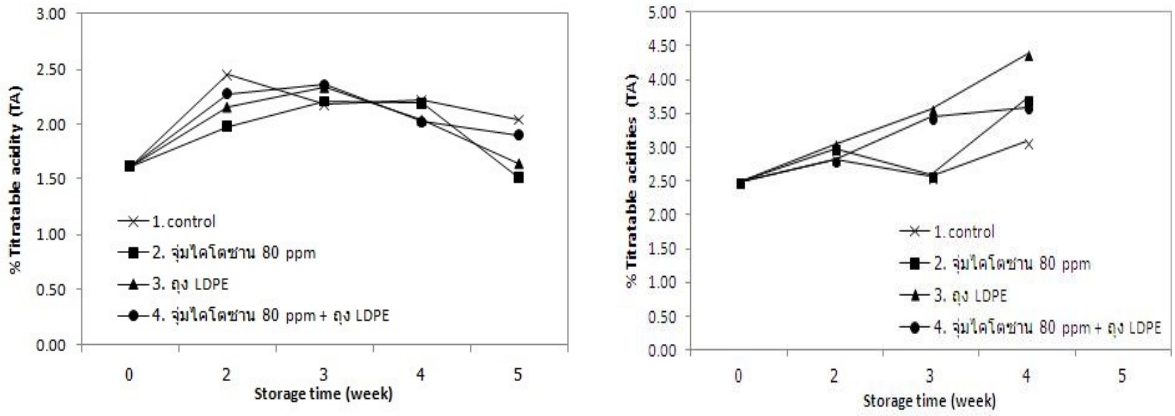
(a) (b)

ภาพที่ 2.15 อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



(a) (b)

ภาพที่ 2.16 TSS (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ



(a) (b)

ภาพที่ 2.17 TA (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

ส่วนที่ 3: การทดลองครั้งที่ 2 ศึกษาผลของถุง LDPE ถุง PE และกระดาษห่อผลต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล

จากการทดลองในส่วนที่ 2 ซึ่งพบว่า การใช้ถุง LDPE ควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลดีที่สุดซึ่งเห็นได้ชัดในพันธุ์สวี ในขณะที่การจุ่มไคโตซานไม่มีผลต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล ดังนั้นในการทดลองส่วนที่ 3 จึงปรับกรรมวิธีใหม่โดยตัดกรรมวิธีจุ่มไคโตซานออก และเพิ่มกรรมวิธีห่อกระดาษซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติในกลุ่มผู้ส่งออกสับปะรดในปัจจุบัน และกรรมวิธีใส่ถุง PE เจาะรูเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับถุง LDPE นอกจากนี้ยังเพิ่มขั้นตอนจุ่มสารกันราหลังจากล้างทำความสะอาดผล เพื่อลดการเกิดเชื้อราที่มักเกิดที่ขั้วและจุกดังที่พบมากในการทดลองส่วนที่ 2 และเปลี่ยนระยะการเก็บเกี่ยวผลสับปะรดพันธุ์ MD2 จากระยะสุกแก่ไม่เกิน 10% เป็นระยะสุกแก่ไม่เกิน 25% เนื่องจากพบว่าเป็นระยะที่อ่อนเกินไป คุณภาพในการรับประทานต่ำ ค่า TSS และ TA ต่ำ ค่าความแน่นเนื้อค่อนข้างสูง แม้เมื่อเก็บนานขึ้นผลสุกขึ้นแต่ค่าต่างๆเหล่านี้เปลี่ยนแปลงน้อยและรสชาติไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งผลการทดลองในส่วนที่ 3 เป็นดังนี้

อายุการเก็บรักษา

<u>พันธุ์ MD2</u>: จากการตรวจสอบเปอร์เซนต์ผลที่เก็บรักษาได้โดยไม่เน่าเสียหลังการเก็บรักษาที่ช่วงเวลาต่างๆ พบว่าสับปะรดพันธุ์ MD2 สามารถเก็บรักษาได้ 100% ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 6 การใช้ถุง LDPE และ การใช้ถุง PE เจาะรู มีแนวโน้มในการเก็บรักษาได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม (ไม่ห่อหรือใส่ถุง) และการห่อกระดาษ คือ การใช้ถุง LDPE และการใช้ถุง PE เจาะรู เก็บรักษาได้ประมาณ 50% ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม และการห่อกระดาษเก็บได้ < 50% (ตารางที่ 3.1) เมื่อพิจาณากรรมวิธีควบคุมและการใช้ถุง LDPE เปรียบเทียบกับการทดลองในส่วนที่ 2 (ตาราง 2.1) จะพบว่า ในการทดลองส่วนที่ 3 นี้ กรรมวิธีทั้ง 2 สามารถเก็บรักษาผลสับปะรดได้จำนวนมากกว่า อาจเนื่องจากการจุ่มสารกันราสามารถช่วยลดการเกิดโรคและการเน่าเสียของผลผลิตได้ นอกจากนี้ลักษณะผลจากการประเมินด้วยสายตาของการใช้ถุง LDPE และ การใช้ถุง PE เจาะรูสดกว่ากรรมวิธีควบคุม และการห่อกระดาษ (ภาพที่ 3.1 a) สอดคล้องกับค่าการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งการใช้ถุง LDPE และ การใช้ถุง PE เจาะรูมีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และการห่อกระดาษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.3) นอกจากนี้จากการทดสอบอายุการวางจำหน่าย (shelf life) เปรียบเทียบระหว่างการใช้ถุง LDPE และ การใช้ถุง PE เจาะรูเมื่อเก็บรักษานาน 3 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำออกมาวางที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) พบว่า หลังการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ การใช้ถุง PE เจาะรู มีอายุการวางจำหน่าย 7 วัน ในขณะที่การใช้ถุง LDPE มีอายุการวางจำหน่าย 4 วัน และหลังการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ การใช้ถุง PE เจาะรู มีอายุการวางจำหน่าย 6 วัน ในขณะที่การใช้ถุง LDPE มีอายุการวางจำหน่ายเพียง 2 วัน ซึ่งหลังจากหมดอายุการวางจำหน่าย ผลสับปะรดมีลักษณะเปลือกแห้งและค่อนข้างเป็นสีส้มอมน้ำตาล จุกและขั้วแห้งมาก และมีน้ำไหลซึมออกมาจากผล แต่อย่างไรก็ตามเนื้อผลภายในยังมีสี กลิ่น และรสชาติปกติ

<u>พันธุ์สวี</u>: อายุการเก็บรักษาที่พิจารณาจากการตรวจสอบเปอร์เซนต์ผลที่เก็บรักษาได้โดยไม่เน่าเสีย พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันโดยมีอายุได้ 6 สัปดาห์ (ตารางที่ 3.2) เมื่อพิจาณากรรมวิธีควบคุมและการใช้ถุง LDPE เปรียบเทียบกับการทดลองในส่วนที่ 2 (ตาราง 2.2) จะพบว่า ในการทดลองส่วนที่ 3 นี้ กรรมวิธีทั้ง 2 สามารถเก็บรักษาผลสับปะรดได้นานกว่า เนื่องจากการขนส่งที่มีความระมัดระวังมากขึ้น และการจุ่มสารกันรา สามารถช่วยลดการช้ำ การเกิดโรคและการเน่าเสียของผลผลิตได้ดี นอกจากนี้ลักษณะผลภายนอกจากการประเมินด้วยสายตาของการใช้ถุง LDPE และการใช้ถุง PE เจาะรู สดกว่าการห่อกระดาษ และกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 3.1 b) ซึ่งสอดคล้องกับค่าการสูญเสียน้ำหนัก การใช้ถุง LDPE และการใช้ถุง PE เจาะรู มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ตามด้วยการห่อกระดาษ และกรรมวิธีควบคุม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4) แต่อย่างไรก็ตามอายุการเก็บรักษาต้องประเมินร่วมกับการเกิดไส้สีน้ำตาลด้วย

ตารางที่ 3.1 เปอร์เซนต์ผลที่ไม่เกิดการเน่าเสียของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนผล (%)				
	สัปดาห์ที่				
	2	3	4	5	6
1. control	100%	100%	100%	100%	42%
2. ห่อกระดาษ	100%	100%	100%	100%	33.33%
3. ถุง LDPE	100%	100%	100%	100%	50%
4. ถุง PE เจาะรู	100%	100%	100%	100%	66.67%

ตารางที่ 3.2 เปอร์เซนต์ผลที่ไม่เกิดการเน่าเสียของสับปะรดพันธุ์ สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนผล (%)				
	สัปดาห์ที่				
	2	3	4	5	6
1. control	100%	100%	100%	100%	100%
2. ห่อกระดาษ	100%	100%	100%	87.50%	100%
3. ถุง LDPE	100%	87.50%	100%	87.50%	100%
4. ถุง PE เจาะรู	100%	87.50%	100%	87.50%	100%

ตารางที่ 3.3 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การสูญเสียน้ำหนัก (กรัม)	
	สัปดาห์ที่ (S)	
	2	4
1. control	65.00 c[1] A[2]	108.33 b B
2. ห่อกระดาษ	52.22 cb A	111.82 b B
3. ถุง LDPE	29.17 a A	30.83 a A
4. ถุง PE เจาะรู	44.17 ab B	25.00 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

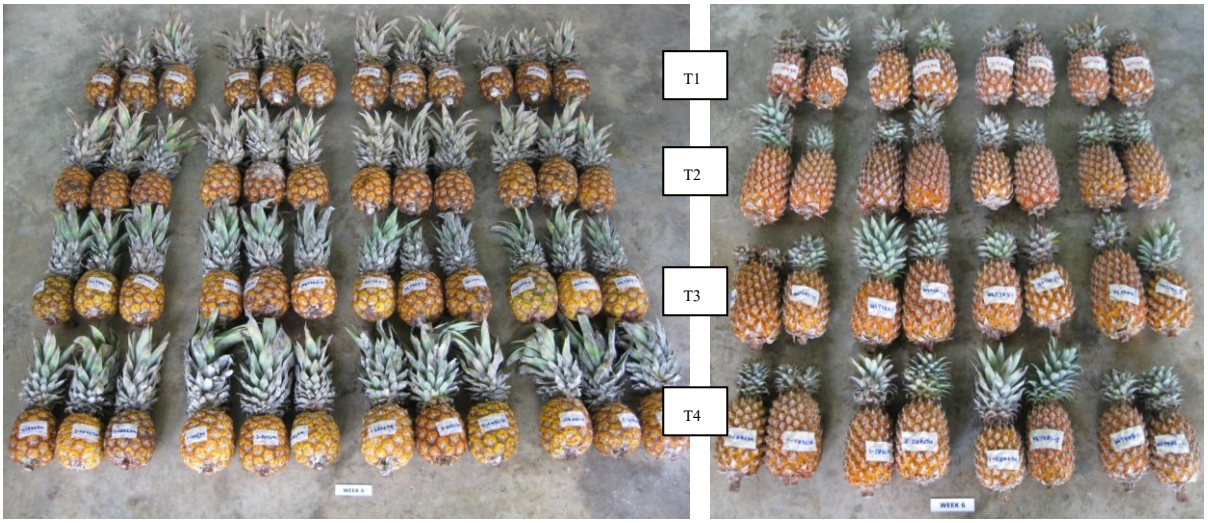
[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3.4 การสูญเสียน้ำหนักของผลสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การสูญเสียน้ำหนัก (กรัม) สัปดาห์ที่ (S)	
	2	4
1. control	61.25 b[1]A[2]	113.75 c B
2. ห่อกระดาษ	19.29 a A	46.25 b B
3. ถุง LDPE	6.88 a A	9.38 a A
4. ถุง PE เจาะรู	8.8 a A	17.5 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT



(a) (b)

ภาพที่ 3.1 ลักษณะสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 6 สัปดาห์

อาการไส้สีน้ำตาล

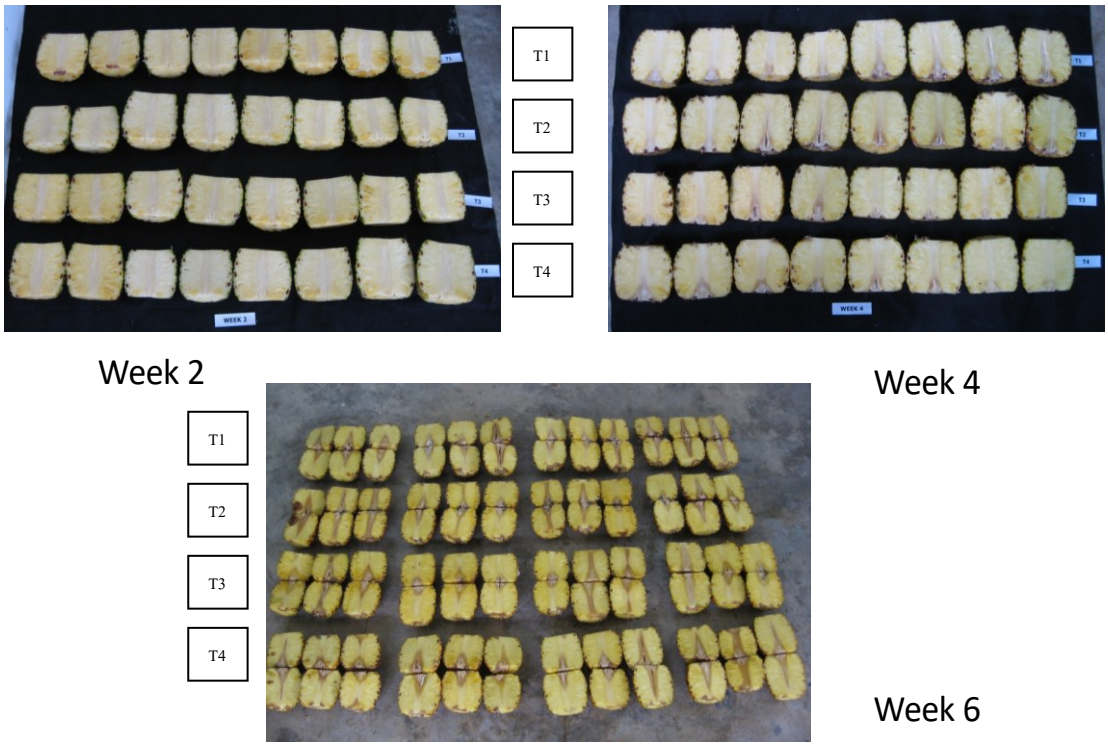
<u>พันธุ์ MD2</u>: จากการสุ่มประเมินผลสับปะรดก่อนการเก็บรักษาจำนวน 12 ผล ไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลในทุกผล และหลังการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่เกิดอาการไส้สีน้ำตาลตลอดอายุการเก็บรักษา อันอาจเป็นผลมาจากการพัฒนาให้มีความต้านทานของพันธุ์ MD2 แต่พบอาการอื่นๆ ดังเช่นการทดลองส่วนที่ 2 คือ พบเปลือกแห้งดำเป็นจุดๆกระจายทั่วผิว แกนภายในช้ำเริ่มจากด้านที่ติดขั้ว ซึ่งสังเกตุพบในช่วงสัปดาห์ที่ 4 และเมื่อเก็บนานขึ้นแกนแตกเริ่มจากขั้วผลไปจนถึงด้านจุก ในสัปดาห์ที่ 6 บริเวณแกนที่แตกบางผลพบราสีเขียว (ภาพที่ 3.2)

เมื่อพิจารณากิจกรรมของเอ็นไซม์ PAL และ PPO (ตารางผนวกที่ 3.2 และ3.4) พบว่า ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอ็นไซม์ทั้งสองชนิดในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มกรรมวิธีควบคุมมีค่า PAL activity สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่การใช้ถุง PE เจาะรู มีค่า PAL activity ต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 6 ส่วน PPO activity มีแนวโน้มที่การใช้ถุง LDPE และการใช้ถุง PE เจาะรูมีค่าสูงในสัปดาห์ที่ 2 แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 4 – 6 ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีห่อกระดาษมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากในสัปดาห์ที่ 2 – 4 และกรรมวิธีห่อกระดาษมีค่าสูงขึ้นต่อเนื่องไปจนถึงสัปดาห์ที่ 6 (ภาพที่ 3.4 a และ 3.5 a) ส่วนผลของ antioxidant activity (DPPH free radical scavenging activity) พบว่า

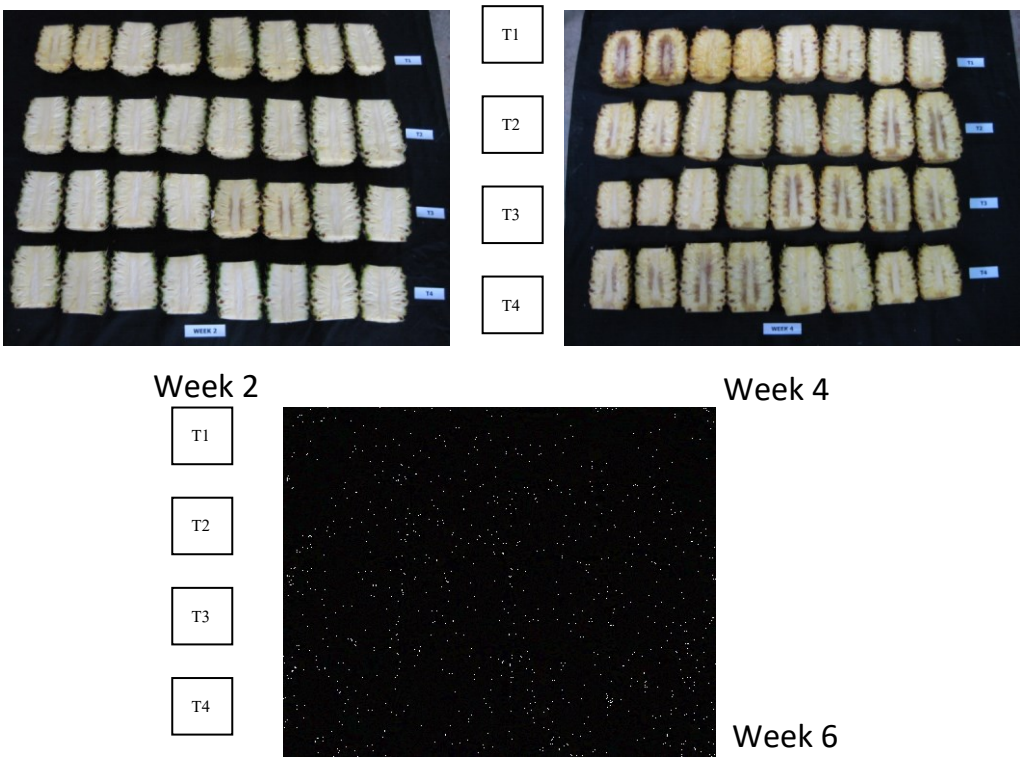
กรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรู มีแนวโน้มสูงสุดและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีค่าต่ำสุด โดยกรรมวิธีใช้ถุง LDPE มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกับใช้ถุง PE เจาะรู แต่มีค่าต่ำกว่า (ภาพที่ 3.6 a และตารางผนวกที่ 3.6) ส่วนค่า total phenolics ไม่แตกต่างทางสถิติในแต่ละกรรมวิธีในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แต่ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่ากรรมวิธีห่อกระดาษ มีค่าสูงที่สุดแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ภาพที่ 3.7 a และตารางผนวกที่ 3.8) และจะสังเกตุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ ascorbic acids มีลักษณะตรงข้ามกับการเปลี่ยนแปลงของ total phenolics ในแต่ละกรรมวิธี (ภาพที่ 3.8 a และตารางผนวกที่ 3.10) ทั้งนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ascorbic acids และ phenolics เนื่องจากสาร antioxidant ช่วยลดปริมาณ phenolics ได้ ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่กรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรูจะมีโอกาสเกิดไส้สีน้ำตาลน้อยที่สุด แต่อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีไม่แสดงอาการไส้สีน้ำตาล

<u>พันธุ์สวี</u>: จากการสุ่มประเมินผลสับปะรดก่อนการเก็บรักษาจำนวน 12 ผล ไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลในทุกผล และหลังการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกนของผลในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีเปอร์เซนต์เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นโดยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 พบค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ไส้สีน้ำตาลมากกว่า 20% ขึ้นไป (ตารางที่ 3.5 และภาพที่ 3.3) เมื่อพิจารณาเปอร์เซนต์จำนวนผลที่เกิดไส้สีน้ำตาลที่ระดับคะแนนต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็น 0-5 คะแนน ตามช่วงเปอร์เซนต์ไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกน พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ทุกกรรมวิธีมีผลที่เกิดไส้สีน้ำตาลเพียงเล็กน้อยและอาการอยู่ระดับคะแนนต่ำยกเว้น กรรมวิธีห่อกระดาษ มีผลที่เกิดไส้สีน้ำตาลจำนวน 50% โดยพบที่ค่าคะแนน 1 และ 4 ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรูมีจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลและเกิดไส้สีน้ำตาลค่าคะแนน 1 รวมกันจำนวนสูงสุด คือ 100% (ภาพที่ 3.9) ในสัปดาห์ที่ 3 ทุกกรรมวิธีมีจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลและเกิดไส้สีน้ำตาลค่าคะแนน 1 รวมกันมากกว่า 70% โดยกรรมวิธีห่อกระดาษยังคงพบจำนวนผลที่เกิดไส้สีน้ำตาลมากที่สุดโดยส่วนใหญ่มีค่าคะแนน 1 และพบค่าคะแนน 4 ด้วย ในขณะกรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรูพบผลที่มีไส้สีน้ำตาลที่ระดับความรุนแรงต่ำที่สุดแต่มีจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลรองลงมาจากกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีใช้ถุง LPDE และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป พบจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลและเกิดไส้สีน้ำตาลค่าคะแนน 1 รวมกันต่ำกว่า 70% ในทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 3.9) จึงพิจารณาว่าทุกกรรมวิธีมีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 3 สัปดาห์ และหากพิจารณาในสัปดาห์ต่อๆมาร่วมด้วยจะเห็นชัดขึ้นว่า กรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรู มีแนวโน้มในการเกิดไส้สีน้ำตาลรุนแรงน้อยที่สุด

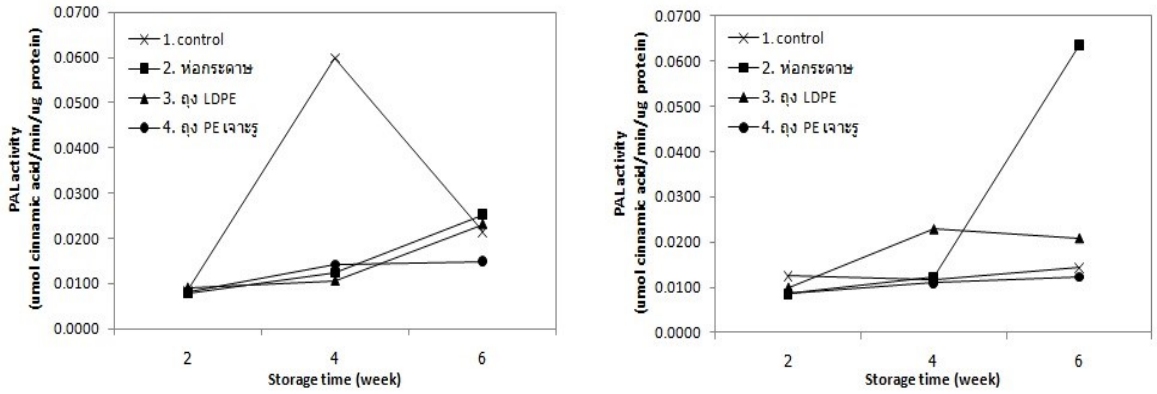
เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์สารทางชีวเคมี (ตารางผนวกที่ 3.3, 3.5, 3.7, 3.9 และ 3.11) ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาล พบว่า กรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรูมีค่า PAL และ PPO activity ต่ำและคงที่ตลอดช่วงการเก็บรักษา (ภาพที่ 3.4 b และ 3.5 b) ค่า antioxidant activity (%DPPH free radical scavenging activity) เพิ่มขึ้นกว่ากรรมวิธีอื่นๆในสัปดาห์ที่ 4 (ภาพที่ 3.6 b) ซึ่งอาจเป็นผลให้ค่าปริมาณ total phenolics มีปริมาณต่ำลงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เช่นเดียวกับการใช้ถุง LDPE ในสัปดาห์ที่ 4 (ภาพที่ 3.7 b) ถึงแม้ว่าปริมาณ ascorbic acids จะแปรผันในทางตรงข้ามกับค่า antioxidant activity (ภาพที่ 3.8 b) จึงมีแนวโน้มที่กรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรู เกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อย ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่า PAL activity คงที่และใกล้เคียงกับกรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรู (ภาพที่ 3.4 b) แต่พบว่าค่าปริมาณ total phenolics เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงการเก็บรักษา (ภาพที่ 3.7 b) สัมพันธ์กับค่า antioxidant activity ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 3.6 b) และค่า PPO activity ที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 แล้วลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 4-6 (ภาพที่ 3.5 b) แสดงถึงแนวโน้มที่กรรมวิธีควบคุมจะเกิดไส้สีน้ำตาลสูง แต่อย่างไรก็ตามปริมาณ ascorbic acids ของ กรรมวิธีควบคุมเพิ่มสูงขึ้นมากในช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 (ภาพที่ 3.8 b) ซึ่งอาจมีส่วนช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยยับยั้งการรวมตัวของ quinone เป็นสารโมกุลใหญ่ที่มีสีน้ำตาลได้ จึงทำให้การแสดงอาการไส้สีน้ำตาลที่พบไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางผนวกที่ 3.1 และภาพที่ 3.10)



ภาพที่ 3.2 ลักษณะสับปะรดพันธุ์ MD2 เมื่อผ่าประเมินอาการไส้สีน้ำตาลภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

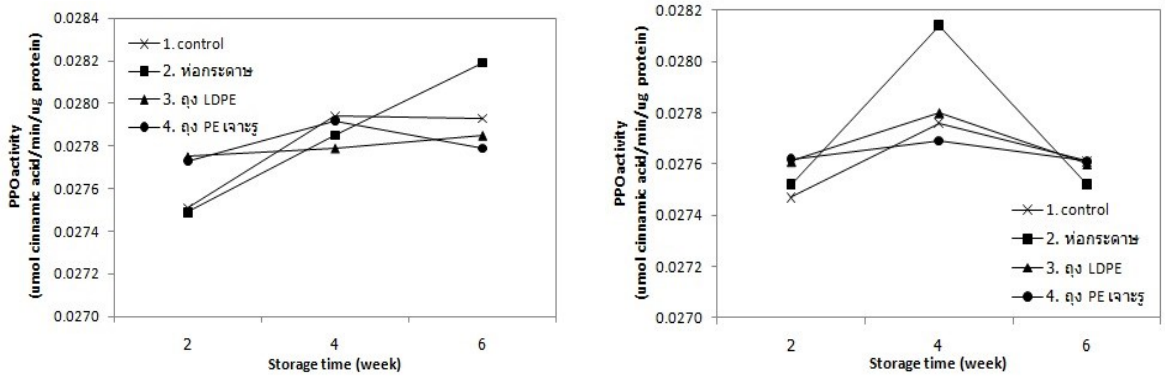


ภาพที่ 3.3 ลักษณะสับปะรดพันธุ์ สวีเมื่อผ่าประเมินอาการไส้สีน้ำตาลภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



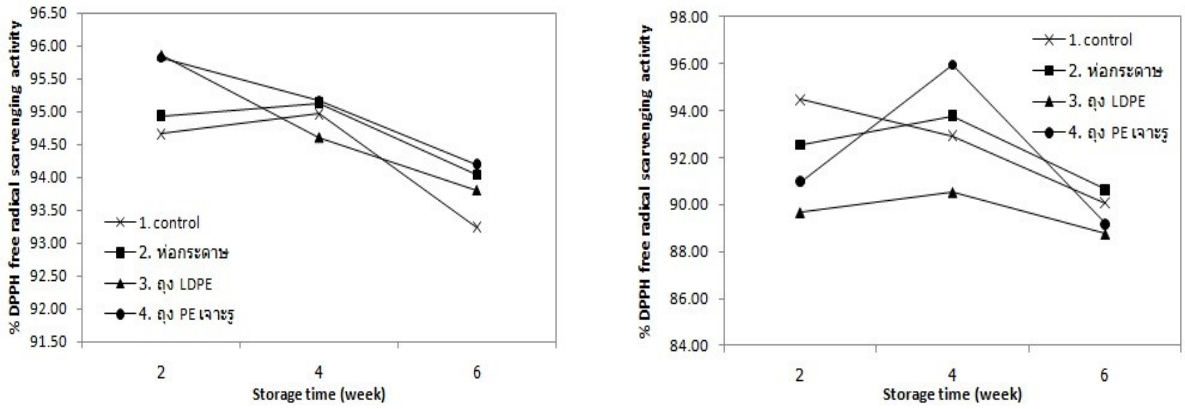
(a) (b)

ภาพที่ 3.4 ค่า PAL activity ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



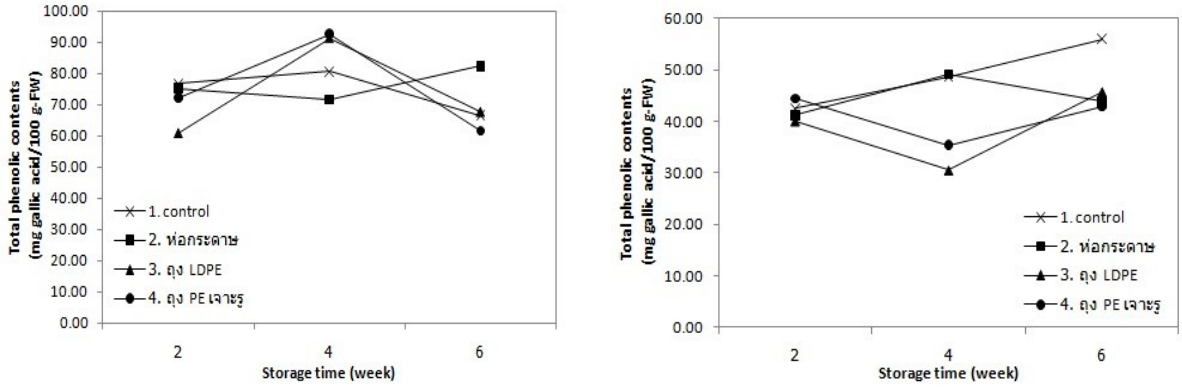
(a) (b)

ภาพที่ 3.5 ค่า PPO activity ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



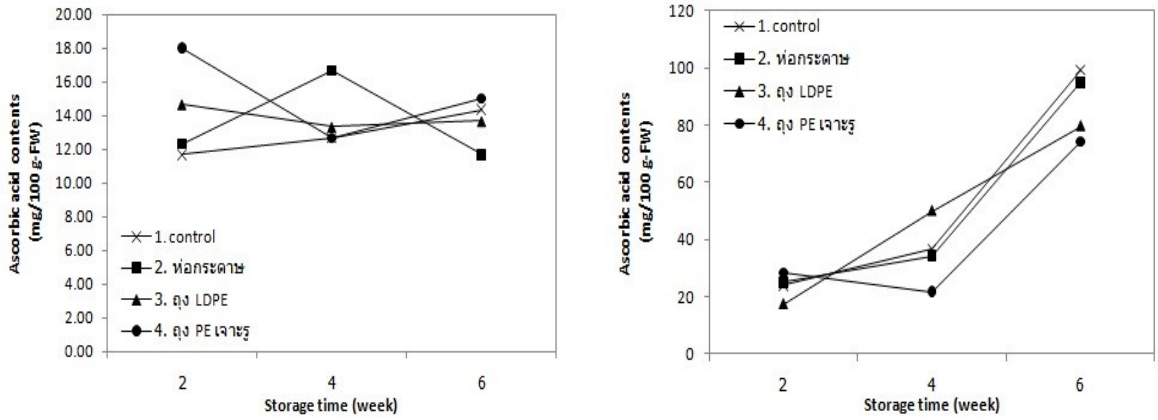
(a) (b)

ภาพที่ 3.6 DPPH free radical scavenging activity (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



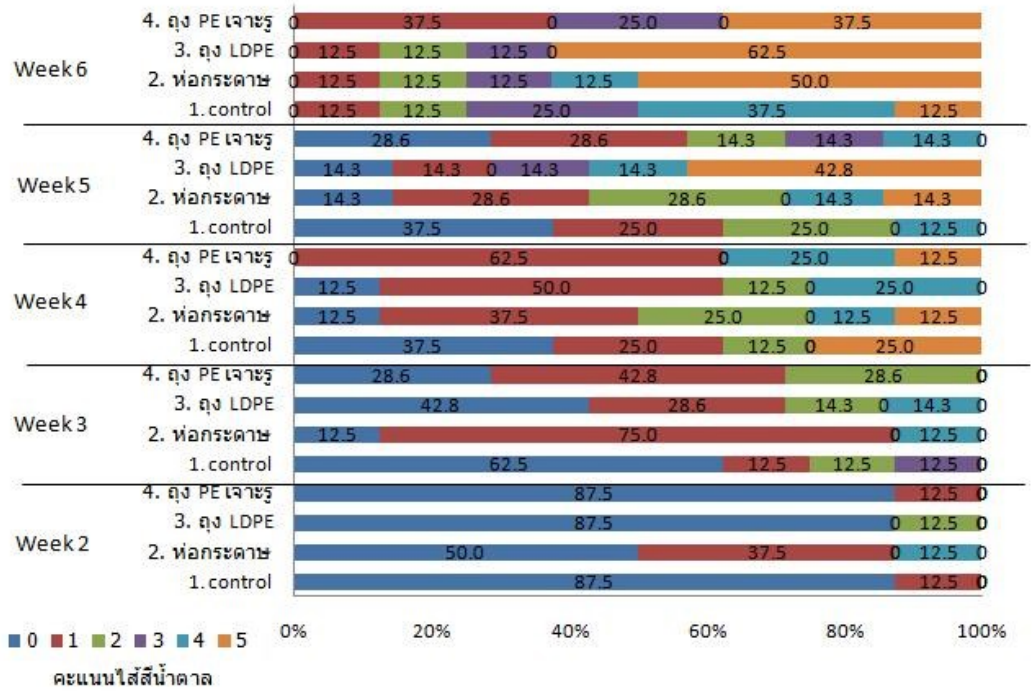
(a) (b)

ภาพที่ 3.7 ปริมาณ Total phenolics ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

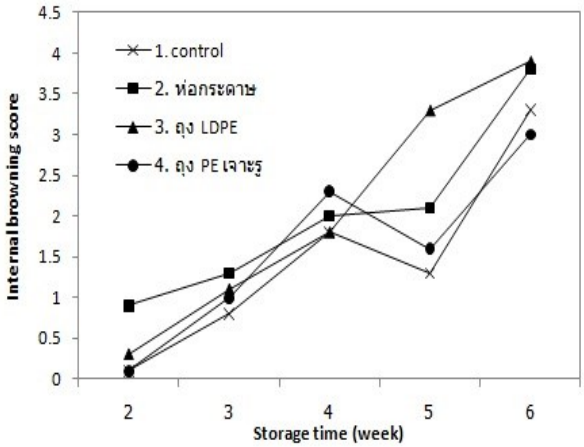


(a) (b)

ภาพที่ 3.8 ปริมาณ Ascorbic acids ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



ภาพที่ 3.9 เปอร์เซนต์จำนวนผลที่ประเมินค่าคะแนนไส้สีน้ำตาลที่ระดับต่างๆของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ โดยค่าคะแนนแบ่งเกณฑ์ตามเปอร์เซนต์ไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกน ดังนี้ 0 = ไม่มี, 1 = 1-20%, 2 = 21-40%, 3 = 41-60%, 4 = 61-80% และ 5 = 81-100%



ภาพที่ 3.10 ค่าเฉลี่ยคะแนนไส้สีน้ำตาล (0-5 คะแนน) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 3.5 เปอร์เซนต์การเกิดไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกนผลสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 °C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การเกิดไส้สีน้ำตาล (%)					กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)					
	2	3	4	5	6	
1. control	0.6	9.0	27.9	18.4	54.4	22.1 a[1]
2. ห่อกระดาษ	9.4	15.6	32.3	28.7	66.3	30.9 a
3. ถุง LDPE	3.8	15.4	30.0	56.1	71.9	35.4 a
4. ถุง PE เจาะรู	2.5	9.1	33.5	20.4	51.8	23.9 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	4.1 A[2]	12.2 A	30.9 B	30.5 B	61.1 C	

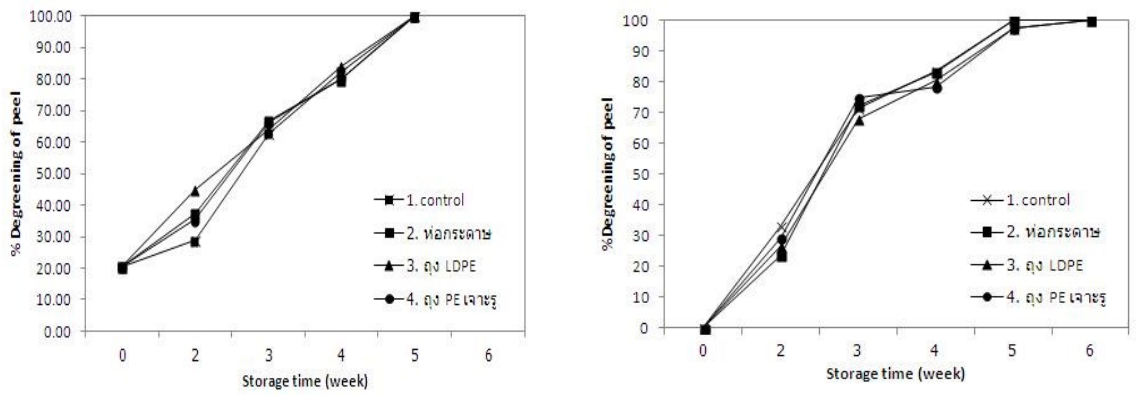
[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

คุณภาพหลังการเก็บรักษา

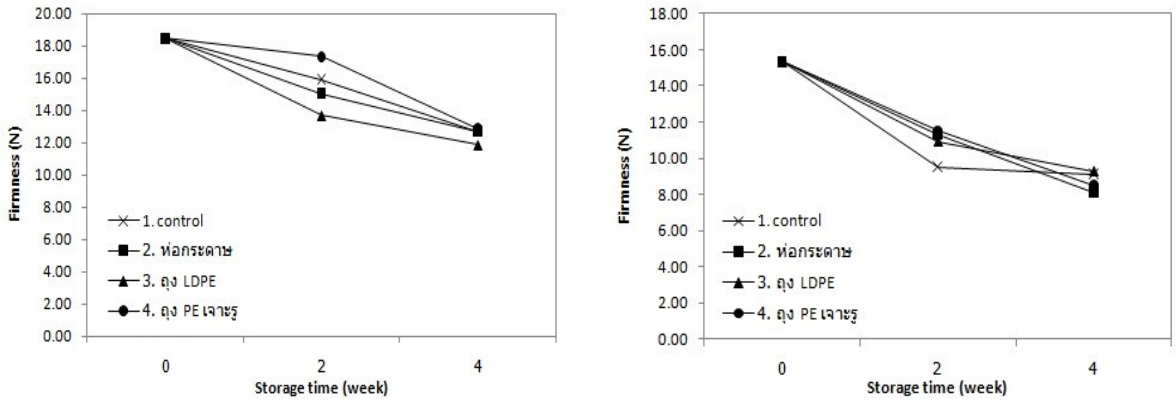
<u>พันธุ์ MD2</u>: หลังการเก็บรักษาผลสับปะรดที่อุณภูมิ 13± 2 °C ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวจากเขียวเป็นเหลืองและความแน่นเนื้อไม่แตกต่างทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี แต่เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวเพิ่มขึ้นและค่าความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 3.11 a และ 3.12 a และตารางผนวกที่ 3.12 และ 3.14) แต่อย่างไรก็ตามอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเอทิลีน (ตารางผนวกที่ 3.16 และ 3.18) พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยพบว่าทุกกรรมวิธีมีอัตราการผลิตก๊าซเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0 – 4 และลดลงในสัปดาห์ที่ 6 ในขณะที่กรรมวิธีที่ 3 ถุง LDPE มีอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมีอัตราสูงสุดสัปดาห์ที่ 6 (ภาพที่ 3.13 a และ 3.14 a) ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีการสะสมก๊าซภายในผลผลิต สำหรับค่า TSS และ TA (ตารางผนวกที่ 3.20 และ 3.22) ในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติเช่นกัน โดย TSS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลง ในขณะที่ TA มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงการเก็บรักษา (ภาพที่ 3.17 a และ 3.18 a)

<u>พันธุ์สวี</u>: หลังการเก็บรักษาผลสับปะรดที่อุณภูมิ 13± 2 °C ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวและความแน่นเนื้อไม่แตกต่างทางสถิติในแต่ละกรรมวิธีเช่นเดียวกับพันธุ์ MD2 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวเพิ่มขึ้นและค่าความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และจะสังเกตุได้ว่าที่เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวที่ใกล้เคียงกัน พันธุ์สวีมีค่าความแน่นเนื้อที่ต่ำกว่าพันธุ์ MD2 (ภาพที่ 3.11 b และ 3.12 b และตารางผนวกที่ 3.13 และ 3.15) สำหรับอัตราการการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเอทิลีน (ตารางผนวกที่ 3.17 และ 3.19) พบว่ามีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือ มีอัตราเพิ่มสูงขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 4 และลดลงในสัปดาห์ที่ 6 ยกเว้นกรรมวิธีควบคุมที่อัตราการผลิตก๊าซเพิ่มสูงสุดที่สัปดาห์ที่ 2 และลดลงต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 (ภาพที่ 3.13 b และ 3.14 b และ) ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่กรรมวิธีควบคุมจะมีอัตราการสุกแก่และหมดอายุเร็วกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งจากค่า เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวและความแน่นเนื้อของกรรมวิธีควบคุม พบแนวโน้มดังกล่าวเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และเช่นเดียวกับการทดลองส่วนที่ 2 คือ พบว่าอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของพันธุ์สวีมีอัตราสูงกว่าพันธุ์ MD2 แต่อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ใกล้เคียงกัน ส่วนค่า TSS และ TA (ตารางผนวกที่ 3.21 และ 3.23) ในแต่ละกรรมวิธีไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แต่ TSS มีค่าลดลง ในขณะที่ TA มีค่าเพิ่มขึ้นแล้วลดลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 3.15 b และ 3.16 b)



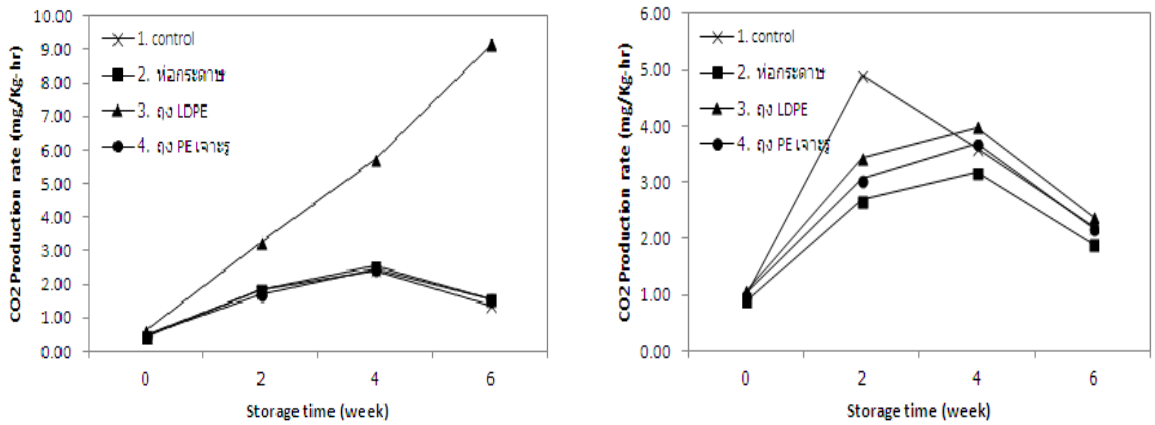
(a) (b)

ภาพที่ 3.11 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



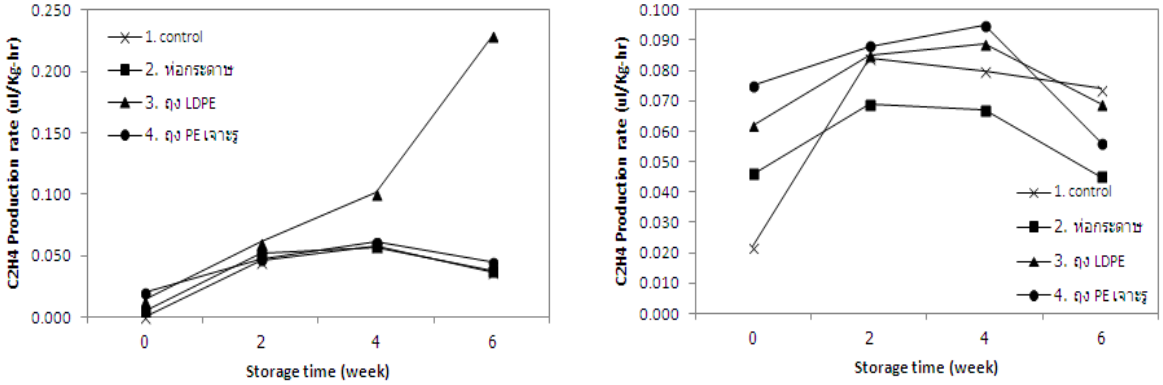
(a) (b)

ภาพที่ 3.12 ค่าความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



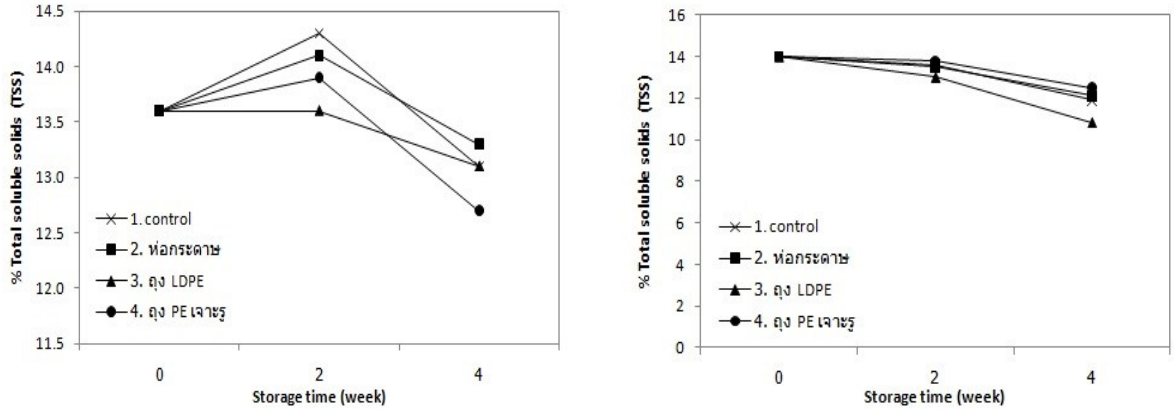
(a) (b)

ภาพที่ 3.13 อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



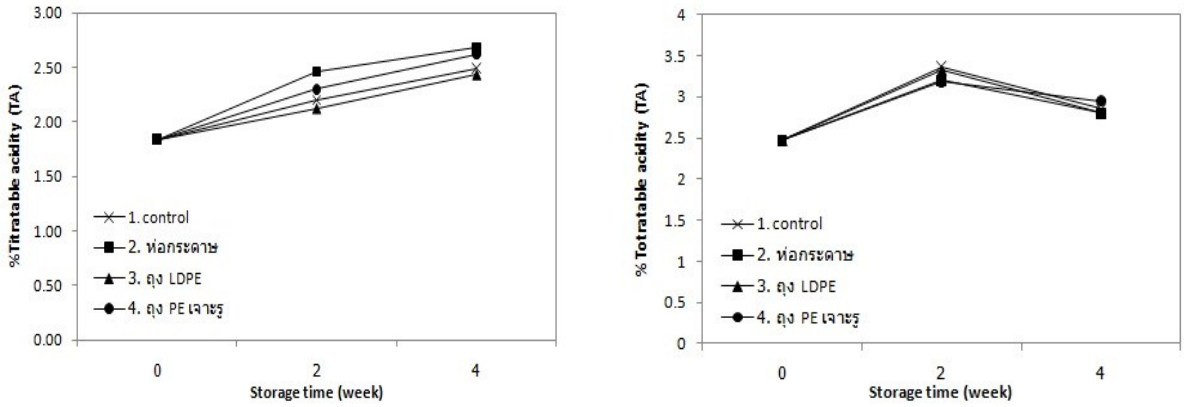
(a) (b)

ภาพที่ 3.14 อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



(a) (b)

ภาพที่ 3.15 TSS (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ



(a) (b)

ภาพที่ 3.16 TA (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 (a) และพันธุ์สวี (b) ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ในส่วนที่ 1 ไคโตซานที่น้ำหนักโมเลกุล 100,000 Da ความเข้มข้น 80 ppm เหมาะสมที่สุดสำหรับควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล จึงนำไปใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆในการทดลองส่วนที่ 2 จากการทดลองส่วนที่ 2 พันธุ์ MD2 สามารถเก็บรักษาได้นาน 5 สัปดาห์ โดยไม่เกิดไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธี เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุสุกแก่ $\leq$ 10 % โดยกรรมวิธีใช้ถุง LDPE และกรรมวิธีจุ่มไคโตซานร่วมกับใช้ถุง LDPE ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และคงความสดได้ดีกว่ากรรมวิธีจุ่มไคโตซานและกรรมวิธีควบคุม ส่วนพันธุ์สวีเริ่มเกิดอาการไส้สีน้ำตาลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และทวีความรุนแรงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซนต์ผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลหรือเกิดที่ค่าคะแนน 1 รวมกันมากกว่า 70% ของจำนวนผลทั้งหมด ซึ่งถือว่ายังยอมรับได้ พบว่า กรรมวิธีใช้ถุง LDPE และกรรมวิธีควบคุมสามารถเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์ ส่วนกรรมวิธีจุ่มไคโตซานและจุ่มไคโตซานร่วมกับถุง LDPE เก็บรักษาได้เพียง 3 สัปดาห์ และกรรมวิธีใช้ถุง LDPE มีแนวโน้มในการเกิดไส้สีน้ำตาลน้อยที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีจุ่มไคโตซานไม่มีผลต่อการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาล การทดลองส่วนที่ 3 จึงปรับกรรมวิธีใหม่ และพบว่าพันธุ์ MD2 สามารถเก็บรักษาได้นาน 5 สัปดาห์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุสุกแก่ $\leq$ 25 % โดยไม่เกิดไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธี กรรมวิธีใช้ถุง LDPE และกรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรู ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก คงความสด และมีเปอร์เซนต์ผลที่เก็บรักษาได้โดยไม่เน่าเสียสูงกว่ากรรมวิธีห่อกระดาษและกรรมวิธีควบคุม นอกจากนี้กรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรูมีอายุการวางจำหน่ายนานกว่ากรรมวิธีใช้ถุง LDPE 2-3 เท่า หลังการเก็บรักษา 3-4 สัปดาห์ สำหรับพันธุ์สวี สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 สัปดาห์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุสุกแก่ $\leq$ 10 % โดยเริ่มเกิดอาการไส้สีน้ำตาลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และทวีความรุนแรงขึ้นเมื่อก็บรักษานานขึ้น กรรมวิธีใช้ถุง LDPE และ PE เจาะรู ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และคงความสดได้ดีกว่ากรรมวิธีห่อกระดาษและกรรมวิธีควบคุม ตามลำดับ กรรมวิธีใช้ถุง PE เจาะรูมีแนวโน้มในการเกิดไส้สีน้ำตาลน้อยที่สุด โดยไม่มีความแตกต่างด้านคุณภาพด้านอื่นๆ

คำแนะนำ

- การใช้ถุง PE เจาะรู สามารถยืดอายุ คงความสด และควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลสดพันธุ์ MD2 และพันธุ์สวีที่เก็บรักษาที่ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันทธ์ 91±2 % เพื่อการส่งออกได้ดีที่สุด
- วิธีการเก็บรักษาที่ดีที่สุดจากการทดลองครั้งนี้สำหรับพันธุ์ MD2 คือ เก็บเกี่ยวที่อายุสุกแก่ $\leq$ 25% ล้างทำความสะอาดและจุ่มสารกันรา 500 ppm นำผลใส่ถุง PE เจาะรู (ขนาดและลักษณะของถุงตามระบุในอุปกรณ์การทดลองครั้งที่ 2) บรรจุลงในกล่องกระดาษขนาดบรรจุ 6 ผลในแนวนอน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันทธ์ 91±2 % สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานานที่สุด 5 สัปดาห์โดยไม่เกิดไส้สีน้ำตาล คุณภาพผลดี แต่มีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิวเป็นสีเหลือง 100% ซึ่งจะทำให้มีอายุการวางจำหน่ายสั้น ดังนั้นจึงแนะนำระยะเวลาเก็บรักษาที่เหมาะสมกว่า คือ 4 สัปดาห์ ซึ่งมีมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว 80 % และมีอายุการวางจำหน่ายประมาณ 1 สัปดาห์ คุณภาพผลในด้านลักษณะภายนอก เนื้อผลภายใน สี กลิ่น และรสชาติปกติ ไม่มีอาการไส้สีน้ำตาล
- วิธีการเก็บรักษาที่ดีที่สุดจากการทดลองครั้งนี้สำหรับพันธุ์สวี คือ เก็บเกี่ยวที่อายุสุกแก่ $\leq$ 10% ล้างทำความสะอาดและจุ่มสารกันรา 500 ppm นำผลใส่ถุง PE เจาะรู (ขนาดและลักษณะของถุงตามระบุในอุปกรณ์การทดลองส่วนที่ 3) บรรจุลงในกล่องกระดาษขนาดบรรจุ 6 ผลในแนวนอน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันทธ์ 91±2 % สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานานที่สุด 3 สัปดาห์ ซึ่งมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว 75% คุณภาพผลในด้านลักษณะภายนอกยังสด เนื้อผลภายใน สี กลิ่น และรสชาติปกติ มีเปอร์เซนต์จำนวนผลที่ไม่มีไส้สีน้ำตาลหรือมีไส้สีน้ำตาลที่ความรุนแรงน้อย (1 – 20% ของพื้นที่แกน) มากกว่า 70%

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. เอกสารผลการวิเคราะห์ศักยภาพการแข่งขันของสินค้าเกษตรที่สำคัญของไทยในอาเซี่ยนด้วยวิธี TCM. (โรเนียว)

เคหการเกษตร. 2554. สาระและสรุปการสัมมนาประเทศไทยจะเป็นผู้นำในการส่งออกสับปะรดโลกได้อย่างไร. จัดโดยมูลนิธิมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล และ จริงแท้ ศิริพานิช. 2536. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดและวิธีการป้องกัน. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 27(4): 421-430.

ต้องรัก บรรเทาทุกข์, วิษณุ นิยมเหลา และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2547. ผลของสภาพบรรยากาศควบคุมต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 35 ฉบับที่ 5-6 (พิเศษ) สิงหาคม-ธันวาค 2547. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 4. หน้า 399-402.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 196 หน้า.

Abdullah, H., Rohaya, M.A. and Zaipun, M.Z. 1987. Storage study of pineapple (*Ananas comusus* cv. Sarawak) with special emphasis on black heart disorder. Horticultural Abstract. 57(8):6738.

Collins, J.L. 1968. The Pineapple. Leonard Hill, London.

Fleurct, A., Macheix, J.-J. and Billot, J. 1990. Fruit phenolics. CRC. Press, Boca Taton. Inc. Florida. 370p.

Ghasemnezhad, M., Nezhad, M.A. and Gerailoo, S. 2011. Changes in postharvest quality of Loquat (*Eribotrya japonica*) fruits influenced by chitosan. Horticultural Environmental Biotechnology. 52(1):40-45.

Meir, S., Rosenberger, I., Aharon, Z., Grinberg, S. and Fallik, E. 1995. “Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell pepper (cv. ‘Maor’) by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature”. Postharvest Biology and Technology. 5:303-309.

Paull, R. E. and Chen, N. J. 1987. Effect of storage temperature and wrapping on quality characteristics of litchi fruit. Scientia Horticulturae. 33:223-36.

Paull, R. E. and Rohrbach, K.G. 1982. Incidence and severity of chilling induced internal browning of waxed “Smooth cayenne” pineapple. Journal of the American Society for Horticultural Science. 107(3):453-457.

Paull, R. E. and Rohrbach, K.G.1985. Symtom delopment of chilling injury in pineapple. Journal of the American Society for Horticultural Science. 110 (1): 100-105.

Science News 7 ตุลาคม 2553. นวัตกรรมยืดอายุผักผลไม้. สืบค้นจาก http://www.electron.rmutphysics.com

Suntipabvivattana, N. and Somboonkaew, N. 2005. Chitosan Coating on Shelf Life of Pineapple cv. Poo-lae. APEC Symposium on Assuring Quality and Safety of Fresh Produce, August 1-3, 2005, Bangkok, Thailand: 76.

Wang, C.Y. 1993. Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables. Horticultural Review. 15:63-95.

ภาคผนวก

การทดลองส่วนที่ 2

ตารางผนวกที่ 2.1 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การสูญเสียน้ำหนัก (กรัม)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	5
1. control	50.83 b[1] B[2]	60.00 b B	82.50 b A	91.67 b A
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	65.83 c C	65.00 b C	96.67 b B	120 .00 c A
3. ถุง LDPE	15.00 a A	13.33 a A	26.67 a A	3.33 a A
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	7.50 a A	8.33 a A	4.55 a A	8.33 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.2 การสูญเสียน้ำหนักของผลสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การสูญเสียน้ำหนัก (กรัม)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	
1. control	72.73	86.67	88.50	81.76 b[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	57.50	85.00	122.00	80.00 b
3. ถุง LDPE	0.83	15.00	66.67	14.44 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	4.17	7.27	73.33	13.46 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	32.98 A[2]	49.36 A	100.59 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.3 ผลการประเมินคะแนนไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกนผลสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล (0-5 คะแนน)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	
1. control	0.2	1.2	2.0	0.9 ab[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.2	1.5	2.4	1.1 b
3. ถุง LDPE	0.3	1.0	1.0	0.6 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.6	1.0	2.7	1.0 ab
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.3 A[2]	1.2 B	2.1 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.4 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PAL ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PAL activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)					กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)					
	0	2	3	4	5	
1. control	0.00270	0.00303	0.00318	0.00285	0.00313	0.00298 b[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.00270	0.00283	0.00298	0.00290	0.00295	0.00287 a
3. ถุง LDPE	0.00270	0.00300	0.00313	0.00283	0.00313	0.00296 b
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.00270	0.00293	0.00300	0.00278	0.00308	0.00290 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.00270 A[2]	0.00294 C	0.00307 D	0.00284 B	0.00307 D	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.5 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PAL ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PAL activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)				กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)				
	0	2	3	4	
1. control	0.00295	0.00315	0.00305	0.00328	0.00311 a[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.00295	0.00303	0.00303	0.00313	0.00303 a
3. ถุง LDPE	0.00295	0.00305	0.00300	0.00330	0.00308 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.00295	0.00298	0.00310	0.00325	0.00307 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.00295 A[2]	0.00305 B	0.00304 B	0.00324 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.6 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PPO ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PPO activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)					กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)					
	0	2	3	4	5	
1. control	0.00298	0.00313	0.00323	0.00308	0.00328	0.00314 b[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.00298	0.00305	0.00320	0.00308	0.00315	0.00309 a
3. ถุง LDPE	0.00298	0.00315	0.00330	0.00323	0.00328	0.00319 c
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.00298	0.00308	0.00318	0.00300	0.00315	0.00308 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.00298 A[2]	0.00310 B	0.00323 C	0.00309 B	0.00321 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.7 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PPO ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PPO activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	3	4
1. control	0.00308 a[1] A[2]	0.00323 b B	0.00338 ab C	0.00345 bc C
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.00308 a A	0.00303 a A	0.00328 a B	0.00338 ab C
3. ถุง LDPE	0.00308 a A	0.00320 b B	0.00348 b C	0.00355 c C
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.00308 a A	0.00305 a A	0.00335 a B	0.00333 a B

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.8 Total phenolics ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Total phenolics (mg gallic acid/100g-FW)				
	สัปดาห์ที่ (S)				
	0	2	3	4	5
1. control	71.48 a[1] B[2]	56.30 a A	100.15 d E	72.76 a D	72.07 b C
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	71.48 a B	74.79 c C	86.46 c E	76.77 c D	68.61 a A
3. ถุง LDPE	71.48 a D	87.54 d A	76.77 a C	81.02 d B	68.41 a E
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	71.48 a B	68.36 b A	85.02 b D	73.90 b C	87.30 c E

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.9 Total phenolics ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Total phenolics (mg gallic acid/100g-FW)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	3	4
1. control	50.82 a[1] A[2]	70.88 d D	61.59 c B	63.57 a C
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	50.82 a A	68.17 c C	63.77 d B	74.15 d D
3. ถุง LDPE	50.82 a A	50.47 a A	57.79 a B	71.92 c C
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	50.82 a A	64.46 b C	59.81 b B	70.54 b D

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.10 ปริมาณ Ascorbic acids ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Ascorbic acids (mg/100g-FW)				
	สัปดาห์ที่ (S)				
	0	2	3	4	5
1. control	19.08 a[1] A[2]	18.75 b C	18.70 c D	19.07 b A	18.80 a B
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	19.08 a B	18.85 a C	18.80 b D	19.17 a A	18.79 a D
3. ถุง LDPE	19.08 a A	18.76 b B	18.69 c C	19.06 b A	18.73 b BC
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	19.08 a A	18.86 a C	18.86 a C	18.98 c B	18.75 b D

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.11 ปริมาณ Ascorbic acids ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Ascorbic acids (mg/100g-FW)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	3	4
1. control	18.99 a[1] C[2]	18.57 c D	19.10 c B	19.14 a A
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	18.99 a B	18.62 b C	18.99 d B	19.15 a A
3. ถุง LDPE	18.99 a C	18.96 a D	19.18 a A	19.05 b B
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	18.99 a B	18.96 a C	19.15 b A	19.15 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.12 DPPH free radical scavenging activity (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	DPPH free radical scavenging activity (%)				
	สัปดาห์ที่ (S)				
	0	2	3	4	5
1. control	58.1373 a[1] B[2]	57.5493 d D	58.0102 c C	58.0102 c C	58.7731 a A
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	58.1373 a D	58.0261 b E	58.4393 a C	58.6141 a B	58.8366 a A
3. ถุง LDPE	58.1373 a C	57.6605 c E	58.2009 b B	57.8195 d D	58.8048 a A
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	58.1373 a C	58.6459 a A	58.2327 b B	58.2804 b B	58.6459 b A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.13 DPPH free radical scavenging activity (%) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	DPPH free radical scavenging activity (%)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	3	4
1. control	58.3439 a[1] A[2]	57.1202 c B	58.2486 b A	58.3439 b A
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	58.3439 a A	57.7082 b C	58.3916 a A	57.8512 c B
3. ถุง LDPE	58.3439 a A	57.8512 b B	57.8830 d B	58.3121 b A
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	58.3439 a C	58.5188 a A	57.9943 c D	58.4234 a B

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.14 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว (Degreening of peel) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การเปลี่ยนสีผิว (%)				กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)				
	2	3	4	5	
1. control	5.08	28.75	51.25	57.92	35.75 b[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	4.75	11.83	40.83	43.33	25.19 a
3. ถุง LDPE	4.50	16.50	48.33	50 83	30.04 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	5.33	29.00	52.27	63.75	37.28 b
สัปดาห์-เฉลี่ย	4.92 A[2]	21.52 B	48.09 C	53.96 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.15 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว (Degreening of peel) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา13 ± 2˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การเปลี่ยนสีผิว (%)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	
1. control	12.58	57.50	100.00	46.61 a[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	12.83	46.67	99.00	41.69 a
3. ถุง LDPE	11.92	58.75	100.00	42.52 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	28.25	47.27	98.33	44.39 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	16.40 A[2]	52.66 B	94.11 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.16 ค่าความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	ค่าความแน่นเนื้อ (N)				กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)				
	2	3	4	5	
1. control	27.83	25.06	24.53	21.92	24.83 a[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	28.23	24.59	26.01	23.83	25.66 a
3. ถุง LDPE	23.11	17.71	19.93	17.56	19.58 b
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	25.79	16.82	17.51	14.75	18.74 b
สัปดาห์-เฉลี่ย	26.24 A[2]	21.04 B	22.09 B	19.51 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.17 ค่าความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	ค่าความแน่นเนื้อ (N)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	
1. control	11.339	8.894	7.724	9.599 a[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	10.280	9.262	9.479	9.737 a
3. ถุง LDPE	10.756	9.552	8.928	10.123 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	11.153	9.806	8.813	10.145 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	10.545 A[2]	9.616 A	8.594 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.18 อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ (mg/Kg-hr)				
	สัปดาห์ที่ (S)				
	0	2	3	4	5
1. control	0.11 a[1] A[2]	0.10 a A	1.87 a D	1.03 a B	1.34 a C
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.16 a A	0.18 a A	1.91 a D	1.03 a B	1.59 a C
3. ถุง LDPE	0.09 a A	1.10 c AB	2.64 a BC	3.15 b C	5.42 b D
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.14 a A	0.67 b A	2.27 a B	2.95 b B	6.61 b C

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.19 อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ (mg/Kg-hr)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	3	4
1. control	0.06 a[1] A[2]	0.51 a A	1.37 a B	0.86 a AB
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.12 a A	0.34 a A	1.91 a C	1.36 a B
3. ถุง LDPE	0.20 ab A	0.64 a AB	2.23 a C	1.50 a BC
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.46 b A	2.94 b B	2.48 a B	2.39 a B

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.20 อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (ul/Kg-hr)					กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)					
	0	2	3	4	5	
1. control	0.531	0.090	0.055	0.018	0.085	0.129 a[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	1.026	0.080	0.055	0.023	0.005	0.191 a
3. ถุง LDPE	1.027	0.065	0.032	0.060	0.110	0.204 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	1.065	0.065	0.031	0.045	0.090	0.202 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.912 B[2]	0.075 A	0.042 A	0.037 A	0.073 A	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.21 อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (ul/Kg-hr)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	3	4
1. control	0.061 a[1] A[2]	0.154 a A	0.098 a A	0.038 a A
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	0.077 a A	0.141 a A	0.106 a B	0.082 a AB
3. ถุง LDPE	0.070 a A	0.126 a A	0.086 a A	0.108 a A
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	0.085 a A	0.226 a C	0.113 a AB	0.175 a BC

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.22 Total soluble solids (TSS) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TSS (%)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	5
1. control	10.2 a[1] A[2]	7.5 a B	7.5 a B	8.0 a B
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	8.3 a A	7.6 a A	8.7 a A	5.4 b B
3. ถุง LDPE	8.9 a A	8.4 a AB	6.9 a BC	6.5 b C
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	8.7 a A	9.1 a A	8.6 a A	8.3 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2.23 Total soluble solids (TSS) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TSS (%)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	3	4	
1. control	10.4	9.3	11.1	10.1 c[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	11.3	9.1	11.9	10.6 b
3. ถุง LDPE	11.5	11.8	11.9	11.6 a
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	12.1	10.6	10.7	11.4 ab
สัปดาห์-เฉลี่ย	11.3 A[2]	10.0 B	11.4 AB	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2.24 Titratable acidity (TA) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TA (%)				กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)				
	2	3	4	5	
1. control	2.45	2.18	2.22	2.04	2.22 a[1]
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	1.98	2.21	2.19	1.51	1.97 c
3. ถุง LDPE	2.16	2.34	2.04	1.64	2.05 bc
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	2.28	2.36	2.02	1.90	2.14 ab
สัปดาห์-เฉลี่ย	2.23 A[2]	2.27 A	2.12 A	1.77 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2.25 Titratable acidity (TA) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TA (%)		
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	3	4
1. control	2.82 a[1] B[2]	2.57 b B	3.08 a A
2. จุ่มไคโตซาน 80 ppm	2.98 a B	2.59 b C	3.71 a A
3. ถุง LDPE	3.05 a B	3.56 a AB	4.37 a A
4. จุ่มไคโตซาน 80 ppm + ถุง LDPE	2.81 a B	3.44 a A	3.59 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

การทดลองส่วนที่ 3

ตารางผนวกที่ 3.1 ผลการประเมินคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่แกนผลสับปะรดพันธุ์สวี ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล (0-5 คะแนน)					กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)					
	2	3	4	5	6	
1. control	0.1	0.8	1.8	1.3	3.3	1.4 a[1]
2. ห่อกระดาษ	0.9	1.3	2.0	2.1	3.8	2.0 a
3. ถุง LDPE	0.3	1.1	1.8	3.3	3.9	2.1 a
4. ถุง PE เจาะรู	0.1	1.0	2.3	1.6	3.0	1.6 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.3 A[2]	1.0 A	1.9 B	2.0 B	3.5 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.2 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PAL ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PAL activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	4	6	
1. control	0.00837	0.05980	0.02142	0.02987 a[1]
2. ห่อกระดาษ	0.00790	0.01237	0.02524	0.01518 a
3. ถุง LDPE	0.00899	0.01058	0.02313	0.01423 a
4. ถุง PE เจาะรู	0.00809	0.01419	0.01490	0.01239 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.00834 A[2]	0.02117 A	0.02424 A	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.3 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PAL ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PAL activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	4	6	
1. control	0.01250	0.01167	0.01436	0.01284 a[1]
2. ห่อกระดาษ	0.00856	0.01226	0.06360	0.02815 a
3. ถุง LDPE	0.00980	0.02280	0.02080	0.01780 a
4. ถุง PE เจาะรู	0.00878	0.01093	0.01224	0.01065 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.00991 A[2]	0.01442 A	0.02775 A	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.4 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PPO ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PPO activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	4	6	
1. control	0.02751	0.02794	0.02793	0.02593 a[1]
2. ห่อกระดาษ	0.02749	0.02785	0.02819	0.02785 a
3. ถุง LDPE	0.02775	0.02779	0.02785	0.02780 a
4. ถุง PE เจาะรู	0.02773	0.02792	0.02779	0.02781 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.02762 A[2]	0.02786 A	0.02656 A	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.5 ค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ PPO ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	PPO activity (µmol cinnamic acid/min/µg protein)		
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	4	6
1. control	0.02747 a[1] A[2]	0.02776 a B	0.02761 a AB
2. ห่อกระดาษ	0.02752 a A	0.02814 a B	0.02752 a A
3. ถุง LDPE	0.02761 a A	0.02780 a A	0.02760 a A
4. ถุง PE เจาะรู	0.02762 a A	0.02769 a A	0.02761 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.6 DPPH free radical scavenging activity (%) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	DPPH free radical scavenging activity (%)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	4	6	
1. control	94.6579	94.9605	93.2368	94.2851 b[1]
2. ห่อกระดาษ	94.9342	95.1316	94.0395	94.7018 ab
3. ถุง LDPE	95.8553	94.6053	93.8026	94.7545 ab
4. ถุง PE เจาะรู	95.8158	95.1579	94.1974	95.0570 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	95.3157 A[2]	94.9638 A	93.8192 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.7 DPPH free radical scavenging activity (%) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	DPPH free radical scavenging activity (%)		
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	4	6
1. control	94.4605 a[1] A[2]	92.9211 bc A	90.0658 a B
2. ห่อกระดาษ	92.5395 b A	93.7763 ab A	90.6316 a A
3. ถุง LDPE	89.6711 c A	90.5263 c A	88.7500 a A
4. ถุง PE เจาะรู	90.9868 bc B	95.9474 a A	89.1711 a C

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.8 Total phenolics ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Total phenolics (mg gallic acid/100g-FW)		
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	4	6
1. control	76.6364 a[1] A[2]	80.5455 a A	66.4545 a A
2. ห่อกระดาษ	75.2727 a A	71.5909 a A	82.3636 b A
3. ถุง LDPE	60.9091 a A	91.3182 a B	67.6364 a A
4. ถุง PE เจาะรู	72.2273 a A	92.5455 a B	61.6364 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.9 Total phenolics ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Total phenolics (mg gallic acid/100g-FW)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	4	6	
1. control	42.500	48.637	55.955	49.030 a[1]
2. ห่อกระดาษ	41.227	49.137	43.864	44.742 a
3. ถุง LDPE	40.046	30.546	45.637	38.743 a
4. ถุง PE เจาะรู	44.409	35.364	42.864	40.879 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	42.045 A[2]	40.921 A	47.080 A	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.10 ปริมาณ Ascorbic acids ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Ascorbic acids (mg/100g-FW)		
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	4	6
1. control	24.00 a[1] B[2]	36.67 a B	99.34 a A
2. ห่อกระดาษ	25.00 a B	34.33 a B	95.00 a A
3. ถุง LDPE	17.33 a C	50.00 a B	79.67 a A
4. ถุง PE เจาะรู	28.33 a B	21.67 a B	74.33 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.11 ปริมาณ Ascorbic acids ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	Ascorbic acids (mg/100g-FW)			กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)			
	2	4	6	
1. control	11.67	12.67	14.33	12.89 a[1]
2. ห่อกระดาษ	12.33	16.67	11.67	13.56 a
3. ถุง LDPE	14.67	13.33	13.67	13.89 a
4. ถุง PE เจาะรู	18.00	12.67	15.00	15.22 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	14.17 A[2]	13.83 A	13.67 A	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.12 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว (Degreening of peel) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การเปลี่ยนสีผิว (%)				กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)				
	2	3	4	5	
1. control	28.75	62.92	82.50	100.00	68.54 a[1]
2. ห่อกระดาษ	37.50	66.67	79.92	100.00	71.02 a
3. ถุง LDPE	45.00	64.17	84.25	100.00	73.35 a
4. ถุง PE เจาะรู	35.42	66.25	80.00	100.00	70.42 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	36.67 A[2]	65.00 B	81.67 C	100.00 D	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.13 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีผิว (Degreening of peel) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	การเปลี่ยนสีผิว (%)					กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)					
	2	3	4	5	6	
1. control	33.13	71.25	83.75	100.00	100.00	77.63 a[1]
2. ห่อกระดาษ	23.75	72.50	83.13	100.00	100.00	75.88 a
3. ถุง LDPE	26.75	68.13	80.38	97.50	100.00	74.55 a
4. ถุง PE เจาะรู	29.50	75.00	78.50	97.50	100.00	76.10 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	28.28 A[2]	71.72 B	81.44 B	98.75 C	100.00 C	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.14 ค่าความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	ค่าความแน่นเนื้อ (N)		กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	4	
1. control	9.521	9.132	9.327 a[1]
2. ห่อกระดาษ	11.289	8.104	9.697 a
3. ถุง LDPE	10.937	9.287	10.112 a
4. ถุง PE เจาะรู	11.538	8.506	10.022 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	10.821 A[2]	8.758 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.15 ค่าความแน่นเนื้อของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	ความแน่นเนื้อ (N)		กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	4	
1. control	15.916	12.683	14.299 a[1]
2. ห่อกระดาษ	15.039	12.689	13.864 a
3. ถุง LDPE	13.681	11.854	12.768 a
4. ถุง PE เจาะรู	17.329	12.859	15.094 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	15.491 A[2]	12.523 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.16 อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ (mg/Kg-hr)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	4	6
1. control	0.43 a[1] D[2]	1.82 a B	2.42 a A	1.36 a C
2. ห่อกระดาษ	0.47 a C	1.85 a B	2.55 a A	1.58 a B
3. ถุง LDPE	0.62 a B	3.24 b B	5.71 b AB	9.13 b A
4. ถุง PE เจาะรู	0.49 a C	1.72 a B	2.44 a A	1.55 a B

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.17 อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ (mg/Kg-hr)				กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)				
	0	2	4	6	
1. control	0.96	4.89	3.61	2.20	2.91 a[1]
2. ห่อกระดาษ	0.89	2.68	3.17	1.91	2.16 a
3. ถุง LDPE	1.06	3.43	3.97	2.38	2.71 a
4. ถุง PE เจาะรู	1.01	3.05	3.68	2.19	2.48 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	0.98 A[2]	3.51 C	3.61 C	2.17 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.18 อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (ul/Kg-hr)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	4	6
1. control	0.000 a[1] A[2]	0.046 a B	0.058 a C	0.037 a B
2. ห่อกระดาษ	0.005 a A	0.052 a B	0.057 a B	0.038 a B
3. ถุง LDPE	0.014 a A	0.061 a A	0.101 a AB	0.229 a B
4. ถุง PE เจาะรู	0.020 a A	0.047 a B	0.061 a C	0.045 a B

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.19 อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (ul/Kg-hr)			
	สัปดาห์ที่ (S)			
	0	2	4	6
1. control	0.022 a[1] A[2]	0.084 a B	0.080 a B	0.074 a B
2. ห่อกระดาษ	0.046 b A	0.069 a B	0.067 a B	0.045 a A
3. ถุง LDPE	0.062 bc A	0.085 a B	0.089 a B	0.069 a AB
4. ถุง PE เจาะรู	0.075 c B	0.088 a C	0.095 a C	0.056 a A

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.20 Total soluble solids (TSS) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TSS (%)		กรรมวิธี-เฉลี่ย
	สัปดาห์ที่ (S)		
	2	4	
1. control	13.6	11.9	12.7 a[1]
2. ห่อกระดาษ	13.5	12.1	12.8 a
3. ถุง LDPE	13.0	10.8	11.9 a
4. ถุง PE เจาะรู	13.8	12.5	13.1 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	13.5 A[2]	11.8 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.21 Total soluble solids (TSS) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TSS (%) สัปดาห์ที่ (S) 2	4	กรรมวิธี-เฉลี่ย
1. control	14.3	13.1	13.7 a[1]
2. ห่อกระดาษ	14.1	13.3	13.7 a
3. ถุง LDPE	13.6	13.1	13.3 a
4. ถุง PE เจาะรู	13.9	12.7	13.3 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	14.0 A[2]	13.0 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.22 Titratable acidity (TA) ของสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TA (%) สัปดาห์ที่ (S) 2	4	กรรมวิธี-เฉลี่ย
1. control	3.37	2.85	3.12 a[1]
2. ห่อกระดาษ	3.20	2.80	3.00 a
3. ถุง LDPE	3.32	2.81	3.07 a
4. ถุง PE เจาะรู	3.18	2.95	3.06 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	3.27 A[2]	2.85 B	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 3.23 Titratable acidity (TA) ของสับปะรดพันธุ์สวีภายหลังการเก็บรักษา 13 ± 2 ˚C 91±2 % RH ที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี (M)	TA (%) สัปดาห์ที่ (S) 2	4	กรรมวิธี-เฉลี่ย
1. control	2.20	2.49	2.34 a[1]
2. ห่อกระดาษ	2.46	2.68	2.57 a
3. ถุง LDPE	2.12	2.43	2.27 a
4. ถุง PE เจาะรู	2.30	2.62	2.46 a
สัปดาห์-เฉลี่ย	2.27 A[2]	3.21 A	

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT