

ผลของบรรจุภัณฑ์ (MAPs) ต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง

Effect of Different Package (MAPs) on Internal Browning

in Fresh Pineapple cv. 'Trad-See-Thong'

อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว^๑ วราภรณ์ มากกำไร^๑ วีรา คล้ายพุก^๑ หยกทิพย์ สุดารีย์^๒ ดารากร เผ่าชู^๒

บทคัดย่อ

ปัญหาไส้สีน้ำตาลในสับประรดผลสดเพื่อการส่งออก เป็นปัญหาสำคัญของไทย โดยเฉพาะพันธุ์ตราดสีทอง ซึ่งมีลักษณะเหมาะสมต่อการส่งออกผลสดแต่มีความอ่อนแอต่อไส้สีน้ำตาลมาก การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้บรรจุภัณฑ์ (MAPs) เพื่อควบคุมการแลกเปลี่ยนแก๊สนั้นสามารถลดอาการสะท้อนขาวได้โดยการลดการทำงานของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) จึงได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการใช้บรรจุภัณฑ์ (MAPs) ในการควบคุมอาการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง โดยเก็บผลสับประรดตราดสีทองจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ระยะแก่เขียว (หลังบังคับปลูก ๑๓๙ วัน) ในเดือนเมษายน และมีกุนายน ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวโดย วางแผนการทดลองแบบ RCB มี ๔ กรรมวิธี ๓ ซ้ำ ซ้ำละ ๑ กล่อง (๖ ผล/ กล่อง) กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุม (บรรจุผลสับประรดในกล่องกระดาษ) กรรมวิธีที่ ๒ บรรจุผลสับประรดในถุงพลาสติก PP (polypropylene) กรรมวิธีที่ ๓ บรรจุผลสับประรดในถุงพลาสติก LDPE (low density polyethylene) และกรรมวิธีที่ ๔ บรรจุผลสับประรดฟิล์มพลาสติก PVC (polyvinyl chloride) เก็บรักษาสับประรดที่อุณหภูมิ ๑๓±๒ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและคุณภาพด้านต่างๆ พบว่าการบรรจุผลสับประรดในถุงพลาสติก LDPE มีแนวโน้มควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด รองลงมาคือ บรรจุผลสับประรดในถุงพลาสติก PP (polypropylene) โดยการบรรจุผลสับประรดในถุงพลาสติก LDPE มีคะแนนเฉลี่ยการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลต่ำที่สุดในการทดลองครั้งที่ ๑ เดือนเมษายน และครั้งที่ ๒ เดือนมิถุนายน คือ ๒.๐๐ และ ๒.๖๗ ตามลำดับ ซึ่งในการทดลองครั้งที่ ๑ คะแนนเท่ากับ ๒ เป็นคะแนนที่ยอมรับได้ (< ๒๕% ของพื้นที่หน้าตัดผิว) สำหรับการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO (Polyphenol oxidase activity) พบว่าในการทดลองทั้งสองครั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี โดยการทดลองครั้งที่ ๒ บรรจุผลสับประรดในถุงพลาสติก LDPE มีค่าต่ำสุด ๓๗๕.๔๒๔ μmol/min/mg เมื่อเปรียบเทียบค่าการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ในการทดลองทั้งสองครั้ง พบว่าในเดือนเมษายนมีการเกิด ปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO น้อยกว่าในเดือนมิถุนายน และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ในการทดลองครั้งที่ ๑ เท่ากับ ๗๕% (ไม่เป็นไส้สีน้ำตาลรวมกับผลที่เป็นไส้สีน้ำตาล < ๒๕% ของพื้นที่หน้าตัดผิว) > ๗๐% สำหรับผลด้านคุณภาพอื่นๆ พบว่า ในการทดลองครั้งที่ ๑ บรรจุผลสับประรดในถุงพลาสติก LDPE ส่งผลกระทบต่อสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในการทดลองครั้งที่ ๒ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าความแน่นเนื้อ และ %TSS พบว่าในการทดลองครั้งที่ ๑ มีค่าสูงสุดแตกต่างกันทางสถิติ แต่ใน

รหัสทะเบียนวิจัย ๐๑-๙๐-๕๘-๐๓-๐๐-๐๐-๐๒-๕๘

¹ สถาบันวิจัยพืชสวน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร.๐๒-๕๗๙-๐๕๘๓ โทรสาร ๐-๒๕๖๑๔๖๖๗

² ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ. สวี จ. ชุมพร ๘๖๑๓๐ โทร ๐๗๗-๕๕๖๐๗๓ โทรสาร ๐๗๗-๕๕๖๐๒๖

การทดลองครั้งที่ ๒ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และสำหรับ %TSS, %TA และ %V.C รวมถึงกลิ่นและรสชาติ ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

ABSTRACT

Internal browning occurred in fresh pineapple for export is the big problem in Thailand, especially, with cv. 'Trad-See-Thong.' This cultivar is suitable for export in fresh but it is so sensitive to internal browning. There were several research studies found that using modified atmosphere packaging (MAPs) could control gas exchange and reduce the chilling injury by reducing polyphenol oxidase (PPO) activity (enzyme related to browning). The objective of this experiment is to compare the different kinds of packaging (MAPs) in reducing internal browning in pineapple cv. 'Trad-See-Thong'. The experiment was done twice, in April and June. The mature green fruits (๑๓๙ day after forcing flowering) were picked from pineapple field in Trad province. Then, three kinds of packaging (MAPs) and control (no packaging) were applied on the fruits with the RCB design with ๓ replicates and ๑ box per replicate (๖ fruit/box). Three kinds of packaging (MAPs) were PP (polypropylene), LDPE (low density polyethylene) and PVC (polyvinyl chloride). After the fruits were stored at 13 ± 2 °C for ๓ weeks, internal browning and fruit qualities were evaluated. The results showed that LDPE (low density polyethylene) was the best packaging (MAPs) to reduce internal browning, following by PP (polypropylene). From the experiment, packing pineapple in LDPE bag showed the lowest internal browning score in both experiments in April and June, which were ๒.๐๐ and ๒.๖๗, respectively. However, the acceptable score is not more than ๒ (<๒๕% on cutting surface). For the PPO (Polyphenol oxidase) activity, it was significantly different among treatments in both times of experiments. In the experiment in June, LDPE tended to have the lowest PPO activity (375.424 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$). In April, the PPO activity was lower than in June. Moreover, in April, the percentage of number of acceptable fruit (no internal browning and has <๒๕% of internal browning on the cutting surface) of LDPE packed fruits was ๗๕% which was higher than the acceptable level (๗๐%). For the other quality, LDPE had an effect on weight loss. It was found that LDPE packed fruits had the lowest weight loss in the experiment in April but it was not significantly different in the experiment in June. Moreover, the firmness and %TSS of LDPE packed fruits found in the experiment in April were also the highest. However, % TSS, % TA % vitamin C smell and taste were not significantly different among treatments in the experiment in June.

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ไทยส่งออกสับปะรดส่วนใหญ่เป็นในรูปการแปรรูปไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา เยอรมนี และสเปน และมีการส่งออกสับปะรดผลสดบ้างไปยังประเทศ อินโดนีเซีย และจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๕๕) ซึ่งมูลค่าในการส่งออกผลสดยังมีน้อยมาก เนื่องจากการขนส่งในระยะทางไกล และการเก็บรักษาต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาขึ้น โดยเฉพาะอาการสะท้านหนาว (Chilling injury) และการเกิดอนุมูลอิสระ (Free radicals) ชนิด reactive O_2 เช่น H_2O_2 เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถทำลาย Polyunsaturated lipid ทำให้เยื่อหุ้มเสื่อมสภาพ (Shewfelt and Erickson, ๑๙๙๑) ส่งผลให้สารต่างๆ รวมถึงสารประกอบฟีนอลเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้อย่างอิสระ (Murata, ๑๙๙๐) และทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) จนเกิดเป็นสารสีน้ำตาลขึ้นหรือการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล (จรัญญา, ๒๕๔๙)

อาการไส้สีน้ำตาล (Internal Browning หรือ endogenous brown spot หรือ black heart) เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่สำคัญของสับปะรด อาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดเริ่มจากการเป็นจุดไลบริเวนใกล้แกนโคนผล แล้วเกิดการขยายวงกว้างไปยังเนื้อเยื่อบริเวณข้างเคียง และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตามระดับความรุนแรงของอาการ โดยพบอาการในระดับรุนแรงชัดเจนขึ้นเมื่อย้ายสับปะรดจากที่ระดับอุณหภูมิ ๑๐ องศาเซลเซียสไปไว้ในอุณหภูมิห้อง (Paull and Rohrbach, ๑๙๘๕)

พันธุ์สับปะรดบางพันธุ์มีอาการไส้สีน้ำตาลเล็กน้อยต่างกัน (Teisson *et al.*, ๑๙๗๘) ในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียไม่ปรากฏอาการไส้สีน้ำตาลตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ๑๐ องศาเซลเซียส นาน ๓ สัปดาห์ แตกต่างจากพันธุ์ที่เกิดที่ปรากฏอาการไส้สีน้ำตาลอย่างชัดเจนตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา (จรัญแท้ว และ อ้อมอรุณ, ๒๕๔๘) สับปะรดพันธุ์ตราดสีทองเป็นพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่ออาการไส้สีน้ำตาลเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ มากที่สุด รองลงมาได้แก่ พันธุ์ภูแล และพันธุ์ที่มีความทนทานมาก ได้แก่ พันธุ์สวี และพันธุ์ภูเก็จ (จรัญแท้ว, ๒๕๕๔)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงสามารถลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่น อาการสะท้านหนาว ในปัจจุบันได้มีการนำวัสดุต่างๆ มาทำการห่อหุ้มหรือบรรจุผลผลิตสดทางการเกษตรมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลาสติกในรูปของถุงพลาสติกและฟิล์มพลาสติก ซึ่งพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียทางกายภาพและเคมีของผลผลิตได้ เนื่องจากการทำให้เกิดสภาพแวดล้อมรอบๆ ผลผลิต (microclimate) ที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษา (Hardenburg, ๑๙๗๑) การสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นและแก๊สออกซิเจนลดลง มีผลทำให้อัตราการหายใจและปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ภายในผลผลิตลดลง (Varoquaux *et al.*, ๑๙๙๖) ดังนั้นจึงสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของผลผลิตได้ ถุงพลาสติกที่นิยมนำมาบรรจุผลผลิตหลังการเก็บ ได้แก่ polyethylene (PE) Polypropylene (PP) ถุงพลาสติกทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยถุงพลาสติก PP จะมีความใสและยอมให้อิออน้ำผ่านเข้าออกมากกว่าถุงพลาสติก PE และถุงพลาสติกชนิดที่ยอมให้มีการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน คือ LDPE (low density polyethylene)

Ben-Yehoshua *et al.*, (๑๙๘๓) ได้ทำการศึกษาผลของการหุ้มผลส้มและมะนาวด้วยถุงพลาสติกชนิด PE พบว่าสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ ต่อมา Paull และ Chen (๑๙๘๗) ศึกษาผลของการใช้ถุงพลาสติก PE ห่อหุ้มลิ้นจี่ ซึ่งพบว่าสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลในลิ้นจี่ได้ จากการที่ถุงพลาสติก PE ได้รับความนิยมนำไปใช้แพร่หลายและเป็นพลาสติกที่มีการใช้กันมากที่สุดในปริมาณมากที่สุด ไม่ว่าจะสินค้าจะเป็นผลิตภัณฑ์ผลสดผลิตภัณฑ์อาหาร และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากมีชนิดและชั้นคุณภาพหลายระดับ คุณสมบัติของ PE มีดังนี้ คือ มีความโปร่งแสงความหนาแน่นเพิ่มจะมีความใสลดลง นิ้มและยืดหยุ่นมีความเหนียวสูง ทนทานต่อสารเคมีจำพวกกรดต่างได้ดี ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี และปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี จากการนำฟิล์ม PE ดังกล่าวมาใช้ในการเก็บรักษาพริก ซึ่งพบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาพริก naranjilla ไว้ได้มากกว่า ๕๐ วัน ที่อุณหภูมิ ๗.๕ องศาเซลเซียส นอกจากนั้นประโยชน์อีกด้านหนึ่งของการใช้ฟิล์มพลาสติกคือทำให้เกิดสภาวะอากาศที่มีการอ้อมตัวของไอน้ำซึ่งช่วยบรรเทาการเกิด water stress ส่งผลทำให้ผลพริกหวานเสื่อมสภาพช้าลง (Ben-yohoshua *et al.*, ๑๙๘๓)

ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อสำหรับการขายปลีกนั้นทำจาก ฟิล์มที่เป็น Linear lowdensity polyethylene (LLDPE) PVC (polyvinyl chloride) ซึ่งฟิล์มพลาสติกแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน การเลือกใช้ของผู้ผลิตขึ้นอยู่กับ การหัดตัว การยืด การปิดผนึก และการยอมให้อากาศและไอน้ำผ่าน ความใส ความเป็นมันเงา และความสะดวกในการจัดพิมพ์ข้อความ ฟิล์มยืดที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นและเกาะติดกันเองได้ดี (จริงแท้, ๒๕๓๘)

ฟิล์มยืด PVC เป็นชนิดที่นิยมใช้ในการค้ามากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจาก PVC สามารถยืดและหัดตัวได้ทุกทาง ก๊าซและไอน้ำสามารถระเหยผ่านได้ มีคุณสมบัติดีกว่า LDPE แผ่นฟิล์มชนิดนี้ใช้กันมากในการปิดด้านบนของ ถาดโฟมที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผลสด แผ่นฟิล์มชนิดนี้ไม่เหมาะสมในการทำถุง ฟิล์ม PVC บางชนิดสามารถขึงให้ตึงได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคเพราะมีผิวดูเป็นมัน ฟิล์ม PVC บางชนิดจะหัดตัวประมาณร้อยละ ๓๐ - ๕๐ เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ ๑๐๐ องศาเซลเซียส นาน ๒ นาที ทำให้แนบสนิทกับผลิตภัณฑ์ได้ดี อีกทั้งยังมีคุณสมบัติโปร่งใส ไม่เกิดลักษณะฝ้าขาว หรือเกิดหยดน้ำขึ้นระหว่างเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ มีความเหนียวทนทานสารเคมีทั้งกรดและด่าง ป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำมันได้ดี (มยุรี และ อมรรรัตน์, ๒๕๓๓)

ดังนั้นการเก็บรักษาผลผลิตในสภาพบรรยากาศดัดแปลง สามารถควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน สร้างความสมดุลระหว่างการหายใจของผลิตภัณฑ์กับคุณสมบัติการซึมผ่านของก๊าซผ่านบรรจุภัณฑ์ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยต้องมีคุณสมบัติในการควบคุมและลดอัตราการซึมผ่านของก๊าซผ่านบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ ยอมให้ก๊าซออกซิเจนเข้ามาภายในบรรจุภัณฑ์ ในอัตราที่สามารถชดเชยกับการใช้ก๊าซออกซิเจนของผลิตภัณฑ์ได้ เช่นเดียวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะสามารถออกจากภาชนะบรรจุได้พอเหมาะกับการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้สภาพบรรยากาศดังกล่าวต้องเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรืออาการผิดปกติเนื่องจากระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกินไป (Zagory and Kader, ๑๙๘๘; งามทิพย์, ๒๕๓๗) ดังนั้นจึงได้ศึกษาชนิดชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลโดยเฉพาะ สับปะรดพันธุ์ตราสีทอง ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นิยมในการบริโภคเป็นผลสดและส่งออกต่างประเทศ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

๑. ผลสับปะรดตราดสีทอง ระยะแก่เขียว หรือ ๑๓๙ วันหลังบังคับการออกดอก
๒. ถุงพลาสติก PP (polypropylene)
๓. ถุงพลาสติก LDPE (low density polyethylene)
๔. พลาสติก PVC (polyvinyl chloride)
๕. กล่องบรรจุสับปะรด ๖ ผลในแนวนอน มีช่องเจาะทรงรีในแนวตั้งตามด้านยาวของกล่อง ด้านละ ๒ ช่อง
๖. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพผล
๗. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์อัตราปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี ๔ กรรมวิธี ๓ ซ้ำ ซ้ำละ ๑ กล่อง (๖ ผล/กล่อง)
 กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุม (บรรจุผลสับปะรดในกล่องกระดาษ)
 กรรมวิธีที่ ๒ บรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก PP (polypropylene)
 กรรมวิธีที่ ๓ บรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE (low density polyethylene)
 กรรมวิธีที่ ๔ บรรจุผลสับปะรดฟิล์มพลาสติก PVC (polyvinyl chloride)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

๑. เก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนเมษายน และมิถุนายน ระยะแก่เขียว (หรือ ๑๓๙ วันหลังบังคับการออกดอก) และสุ่มวิเคราะห์คุณภาพก่อนการเก็บรักษา
๒. นำผลสับปะรดมาทดสอบตามกรรมวิธี
๓. นำผลสับปะรดบรรจุใส่กล่องกระดาษและเก็บรักษาในอุณหภูมิ ๑๓±๒ องศาเซลเซียส
๔. หลังการเก็บรักษา ๓ สัปดาห์ นำผลมาผ่าครึ่งตามยาวตรวจสอบการเกิดไส้สีน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และตรวจวัดคุณภาพด้านต่างๆของผล

การบันทึกข้อมูล

๑. คุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ ปริมาณ Total soluble solid content (% TSS) ปริมาณกรด (%TA) ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณวิตามินซี กลิ่นและรสชาติผลสับปะรด
๒. วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO
๓. การให้คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล (Internal browning score: IB score) โดยการประเมินทางสายตาโดยแบ่งระดับการเกิดสีน้ำตาลออกเป็น ๕ ระดับ
 - ๑ = ไม่พบสีน้ำตาล
 - ๒ = มีสีน้ำตาล ๑-๒๕% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล
 - ๓ = มีสีน้ำตาล ๒๖-๕๐% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล
 - ๔ = มีสีน้ำตาล ๕๑-๗๕% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล
 - ๕ = มีสีน้ำตาล ๗๖-๑๐๐% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

เวลาและสถานที่

ดำเนินการในปี ตุลาคม ๒๕๕๗ – กันยายน ๒๕๕๘ ณ สถาบันวิจัยพืชสวน และศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ดำเนินการทดลอง ๒ ครั้ง โดยเก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน เก็บเกี่ยวระยะแก่เขียว หรือ ๑๓๙ วันหลังบังคับการออกดอก สุ่มวัดคุณภาพผลก่อนการเก็บรักษา ผลคือไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลในการทดลองทั้งสองครั้ง และปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีที่กำหนด เก็บรักษาในอุณหภูมิ ๑๓±๒ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและวัดคุณภาพผลด้านต่างๆ

ผลการประเมินการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ย พบว่า ค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มีแนวโน้มที่กรรมวิธีที่ ๓ คือบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE สามารถควบคุมไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดในการทดลองทั้งสองครั้ง คือ ๒.๐๐ และ ๒.๖๗ ซึ่งในการทดลองครั้งที่ ๑ ค่าคะแนนเฉลี่ยยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน ๒ ซึ่งคิดเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลมากกว่า ๒๕ เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป เมื่อดูค่าเฉลี่ยคะแนนไส้สีน้ำตาลโดยรวม พบว่าการทดลองครั้งที่ ๒ เดือนมิถุนายน มีการเกิดไส้สีน้ำตาลสูงกว่าการทดลองครั้งที่ ๑ เดือนเมษายน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเดือนมิถุนายนเข้าใกล้ฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนสูงกว่าอันเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดไส้สีน้ำตาลได้ง่ายกว่า ส่วนการวัดการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO (Polyphenol oxidase activity) พบว่าในการทดลองทั้งสองครั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี ซึ่งในการทดลองครั้งที่ ๑ บรรจุผลสับปะรดฟิล์มพลาสติก PVC มีค่าการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด ๒๑๔.๘๘๘ $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein แต่สำหรับในการทดลองครั้งที่ ๒ บรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE มีค่าการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด ๓๗๕.๔๒๔ $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลที่ต่ำสุดนั่นเอง และเมื่อเปรียบเทียบค่าการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ในการทดลองทั้งสองครั้ง พบว่าในเดือนเมษายนมีการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO น้อยกว่าในเดือนมิถุนายน ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเปรียบเทียบในการทดลองทั้งสองครั้งเช่นกัน (Table ๑ and ๒)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ค่าคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลระดับต่างๆ พบว่า กรรมวิธีที่ ๓ คือบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (คะแนน ๑ และ ๒) สูงสุด รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ ๔ คือ บรรจุผลสับปะรดฟิล์มพลาสติก PVC โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนผลครั้งที่ ๑ คือ ๗๕% และ ๖๐% ตามลำดับ และครั้งที่ ๒ คือ ๖๐% และ ๓๙% ตามลำดับซึ่งมีเพียงกรรมวิธีที่ ๓ ในการทดลองครั้งที่ ๑ ที่ถือว่าค่าเปอร์เซ็นต์อยู่ในปริมาณที่สูงพอยอมรับได้ (>๗๐%) (Figure ๑ and ๒)

สำหรับผลด้านคุณภาพอื่นๆ พบว่า ค่าสูญเสียน้ำหนักมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี ซึ่งกรรมวิธีที่ ๓ คือบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE มีค่าสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ในการทดลองครั้งที่ ๑ แต่ในการทดลองครั้งที่ ๒ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีทดสอบ แต่ทุกกรรมวิธีมีค่าสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ส่วนค่าความแน่นเนื้อ และ %ปริกซ์ พบว่าในการทดลองครั้งที่ ๑ กรรมวิธีที่ ๓ คือบรรจุผล

สับปะรดในถุงพลาสติก LDPE มีค่าสูงสุดแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในการทดลองครั้งที่ ๒ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี และสำหรับ %TSS, %TA และ %V.C ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีในการทดลองทั้ง ๒ ครั้ง (Table ๑ and ๒) นอกจากนี้ยังไม่พบความผิดปกติด้านกลิ่นและรสชาติในทุกกรรมวิธี แสดงว่าแต่ละกรรมวิธีไม่มีผลต่อคุณภาพด้านปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี กลิ่นและรสชาติ

จากการทดลองจึงพบว่า กรรมวิธีที่ใช้ถุงพลาสติก LDPE ส่งผลในการควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด การเกิดปฏิกิริยาของเอมไซม์ PPO ต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักที่น้อยที่สุด รวมทั้งความแน่นเนื้อที่มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากถุงพลาสติก LDPE นั้นสามารถยอมให้มีการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน จึงแสดงให้เห็นว่า พลาสติกชนิดดังกล่าวจะช่วยลดการสูญเสียทางกายภาพและเคมีของผลิตผลได้ เนื่องจากการทำให้เกิดสภาพแวดล้อมรอบๆ ผลิตผล (microclimate) ที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษา (Hardenburg, ๑๙๗๑) การสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นและแก๊สออกซิเจนลดลง มีผลทำให้อัตราการหายใจและปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ภายในผลิตผลลดลง (Varoquaux *et al.*, ๑๙๙๖) ดังนั้นจึงสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของผลิตผลได้

Table ୧ Quality of pineapple picked in April packed in different kind of packages after stored at ୧୩±୨°C for ୩ weeks. IB = internal browning, TSS = total soluble solids, TA = titratable acidity, V.C = vitamin c., and PPO = polyphenol oxidase

Treatment	IB score	Weight loss (Kg.)	Firmness (Kg.)	%TSS	% TA	%V.C	PPO activity (µmol/min/mg protein)
୧. Control	୨.୬୩	୦.୧୩C	୧.୧୨b	୧୦.୬୯a b	୧.୦୬	୨୬.୯୧	୨୩୧.୦୩୯
୨. PP bag	୨.୩୩	୦.୦୩b	୧.୨୩ab	୧୦.୯୯a b	୦.୯୩	୨୩.୩୩	୨୯୦.୨୦୯
୩. LDPE bag	୨.୦୦	୦.୦୧a	୧.୩୯a	୧୧.୧୧a	୧.୦୩	୨୨.୯୧	୨୩୩.୩୬୯
୪. PVC film	୨.୬୩	୦.୦୯b	୧.୩୨ab	୧୦.୨୧b	୧.୦୦	୨୯.୩୯	୨୧୯.୯୯୯
ଘଣ୍ଟିଆ	୨.୯୩	୦.୦୯	୧.୩୨	୧୦.୩୨	୧.୦୧	୨୯.୨୩	୨୯୩.୬୯୦
C.V.	୨୯.୯୩ %	୧୩.୯୦ %	୩.୦୯%	୩.୯୩%	୯.୨୯%	୧୬.୯୬%	୧୩.୨%

Different letter indicates significantly difference within columns by Duncan’s Multiple Range test at P< ୦.୦୯

Table ୨ Quality of pineapple picked in June packed in different kind of packages after stored at ୧୩±୨°C for ୩ weeks. IB = internal browning, TSS = total soluble solids, TA = titratable acidity, V.C = vitamin c., and PPO = polyphenol oxidase

Treatment	IB score	Weight loss (Kg.)	Firmness (Kg.)	%TSS	% TA	%V.C	PPO activity (µmol/min/mg protein)
୧. Control	୩.୩୩	୦.୦୯b	୧.୧୯	୧୨.୩୯	୦.୯୯	୨୯.୯୯	୩୯୩.୨୩୧
୨. PP bag	୩.୩୩	୦.୦୧a	୧.୧୧	୧୧.୯୯	୦.୯୨	୨୨.୧୯	୯୬୬.୩୩୨
୩. LDPE bag	୨.୬୩	୦.୦୧a	୧.୧୯	୧୧.୯୨	୧.୦୦	୨୬.୩୧	୩୩୯.୯୧୯
୪. PVC film	୩.୧୧	୦.୦୨a	୧.୦୩	୧୨.୯୧	୧.୦୯	୨୯.୨୯	୯୯୯.୩୩୯
ଘଣ୍ଟିଆ	୩.୧୧	୦.୦୩	୧.୧୩	୧୨.୧୨	୦.୯୯	୨୯.୬୯	୯୩୨.୬୯୧
C.V.	୨୦.୬୩ %	୨୩.୯୦ %	୯.୯୦%	୨.୬୩%	୯.୯୩%	୧୯.୯୯%	୨୯.୧%

Different letter indicates significantly difference within columns by Duncan’s Multiple Range test at P< ୦.୦୯

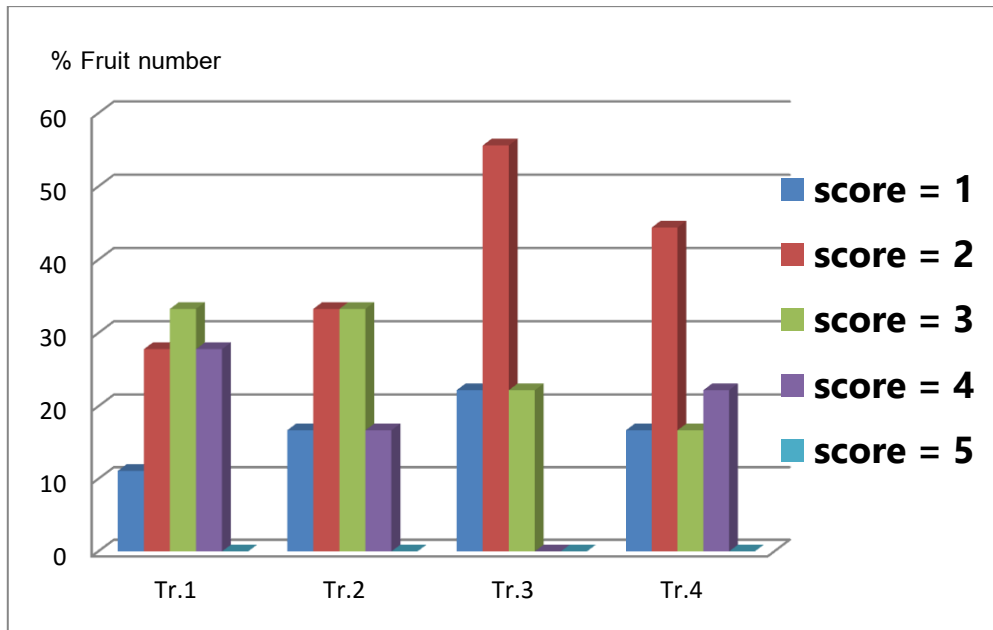


Figure 9 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of package (in April).

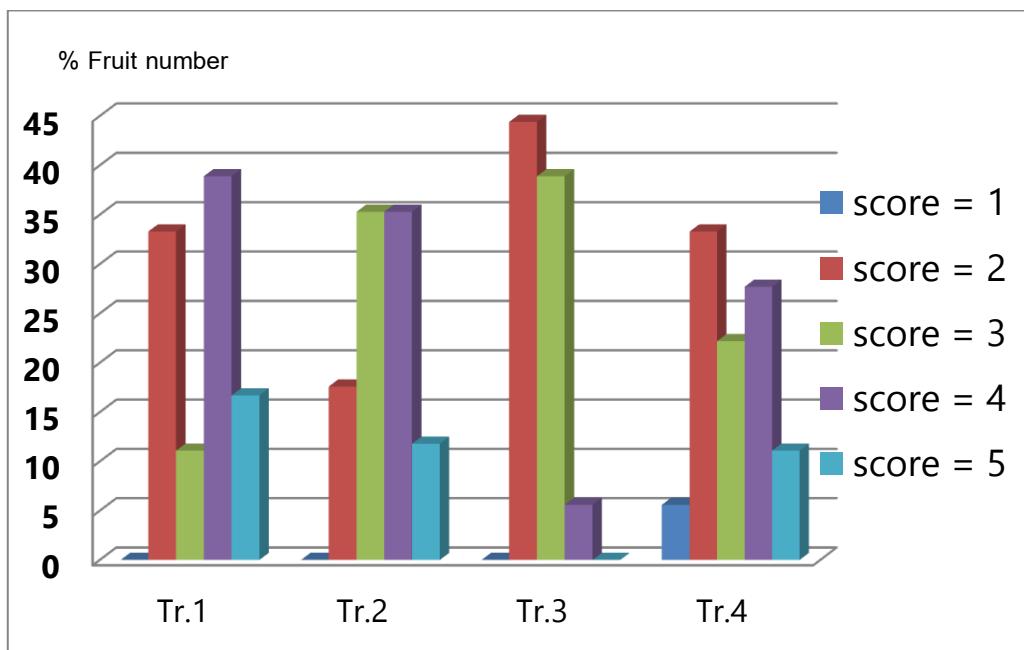


Figure 10 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of package (in June).

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การบรรจุภัณฑ์ (MAPs) สับปะรดด้วยถุงพลาสติก LDPE ในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ สัปดาห์ หลังจากเก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เขียว มีแนวโน้มในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยไม่มีผลกระทบต่อ ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักปริมาณน้ำตาล กรด และวิตามินซี รวมถึงกลิ่นและรสชาติ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

๑. ได้خذชนิดของบรรจุภัณฑ์เพื่อควบคุมสภาพบรรยากาศที่ดีที่สุดในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง เพื่อนำไปทดลองต่อยอดรวมกับการใช้สารเคลือบผิว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

งามทิพย์ ภู่วโรดม, ๒๕๓๗, ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, ๓๙๖ หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช, ๒๕๓๘, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, นครปฐม, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, ๓๙๖ หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. ๒๕๕๔. โครงการ “ทดสอบระบบการส่งออกสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง”: ๑-๕๔.

จริงแท้ ศิริพานิช และ อ้อมอรุณ นุกุลธรประกิต. ๒๕๔๘ อนุมูลเสรีและตัวต้านออกซิเดชันกับอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด. Postharvest Newsletter ๔(๑): ๑-๓.

จรัญญา พงโคธร. ๒๕๔๙. ผลของแสงและบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาแก้วมังกรพันธุ์เวียดนาม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : ๒๐-๒๕.

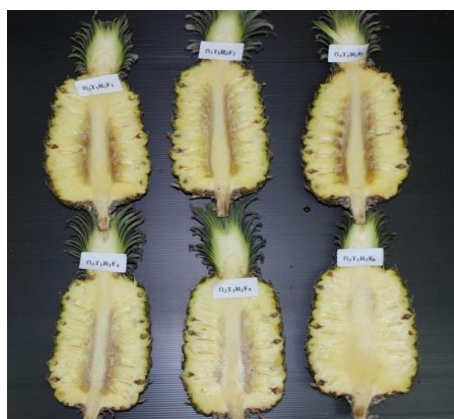
มยุรี ภาคลำเจียก และ อมรรัตน์ สวัสดิ์ทัต, ๒๕๓๓, คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, หน้า ๑ - ๘๐.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ๒๕๕๕. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี ๒๕๕๖ : ๗๒-๘๐.

Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Chen, Z.E. and Lurie, S., ๑๙๘๓, “Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bel๑ pepper fruits by alleviation of water stress”, Plant Physiology, Vol. ๗๓, pp. ๘๗-๙๓.

- Hardenburg, R.E., ୧୯୩୧, “Effect of in-package environment on keeping quality of fruit of fruits and vegetables”, HortScience, Vol. ୬, pp. ୧୯୯-୨୦୧.
- Maestro, R., Garcia, J.M and Castellano, J.M., ୧୯୯୩, “Changes in polyphenol content of olives stored in modified atmospheres”, HortScience, Vol. ୨୪, pp. ୩୯୯.
- Murata, T. ୧୯୯୦. Relation of chilling stress to membrane permeability, pp. ୨୩୯-୨୪୩. In C.Y. Wang, ed. Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Paull, R. E. and Chen, N. J., ୧୯୯୩, “Effect of storage temperature and wrapping on quality characteristics of litchi fruit”, Scientia Horticulturae, Vol. ୩୩, pp. ୨୩୩-୩୪.
- Paull, R. E. and K.G.Rohrbach., ୧୯୯୫, “Symptom development of chilling injury in pineapple”, J. Amer.Soc.Hort.Sci, ୧୧୦ (୧), pp. ୧୦୦-୧୦୫.
- Shewfelt, R.L. and M.E. Erickson. ୧୯୯୧. Role of lipid peroxidation in the mechanism of membrane-associated disorders in edible plant tissue. Trends Food Sci. Technol. ୨: ୧୫୨-୧୫୯.
- Teisson, C., P. Martin – Prevel, J.P. Combres and C. Py. ୧୯୩୯. Internal browning of pineapple, a disorder caused by refrigeration (English Summary). Fruit ୩୩(୧): ୯୯-୧୦୦
- Varoquaux, P., Albagnac, G., The, C.N. and Varoquaux, F., ୧୯୯୬, “Modified atmosphere packaging of fresh beansprouts”, Journal of Science Food and Agriculture, Vol. ୩୦, pp. ୨୩୯-୨୪୩.
- Zagory, D. and Kader, A. A., ୧୯୯୯, “Modified atmosphere packaging of fresh produce”, Food Technology, Vol. ୧୨, No. ୯, pp. ୩୦-୩୩.

ภาคผนวก



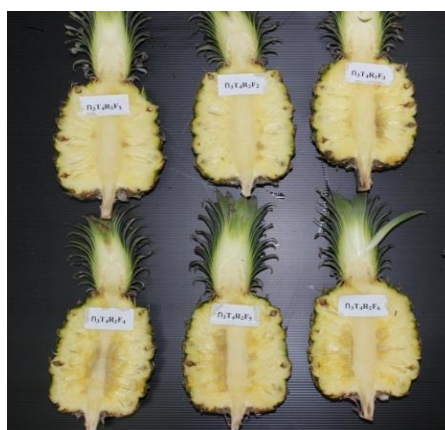
๑. Control



๒. PP bag



๓. LDPE bag



๔. PVC film

ภาพที่ ๑: แสดงผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ ๑ เดือนเมษายน



๑. Control



๒. PP bag



๓. LDPE bag



๔. PVC film

ภาพที่ ๒: แสดงผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ ๒ เดือนมิถุนายน