รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2559

ชุดโครงการวิจัย : การควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทอง

โครงการวิจัย : การควบคุมการทำงานของเอนไซม์ที่ส่งผลให้เกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองโดยวิธีการทางกายภาพ

การทดลอง : ชนิดสารเคลือบร่วมกับถุงบรรจุภัณฑ์ต่อการควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง

Effect of Different Coating Combined with Packaging on Internal Browning in Fresh Pineapple cv. 'Trad-See-Thong'

คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : วรางคณา มากกำไร[1]

ผู้ร่วมงาน : วีรา คล้ายพุก[1] อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว[1]
หยกทิพย์ สุดารีย์[2] ดารากร เผ่าชู[2]

บทคัดย่อ

สับปะรดตราดสีทอง เป็นพืชที่มีศักยภาพในการส่งออกเนื่องจากมีรสชาติและสีสันที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่ปัญหาสำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก คือ เมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานในขณะขนส่งจะเกิดอาการไส้สีน้ำตาลขึ้น ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการทดลองเปรียบเทียบการใช้สารเคลือบชนิดต่างๆ และมีการทดลองเปรียบเทียบการใช้ถุงบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ เพื่อลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดตราดสีทอง ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงทำการทดลองโดยนำชนิดของสารเคลือบและถุงบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ได้จากงานวิจัยที่ผ่านมามาทดสอบร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดตราดสีทอง โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เก็บผลสับปะรดตราดสีทองจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ระยะแก่เขียว (หลังบังคับดอก 139 วัน) ในเดือนเมษายน ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวโดย วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กล่อง (6 ผล/กล่อง) กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิวหรือบรรจุถุงใดๆ) กรรมวิธีที่ 2 บรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE (Low density polyethylene) กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax) กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK ร่วมกับ Cellophane sheet

---

รหัสทะเบียนวิจัย 01-90-58-03-00-00-03-59

[1] สถาบันวิจัยพืชสวน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โทร.02-579-0583 โทรสาร 0-25614667

[2] ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ. สวี จ. ชุมพร 86130 โทร 077-556073 โทรสาร 077-556026

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% ร่วมกับ Cellophane sheet กรรมวิธีที่ 6 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK และบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE กรรมวิธีที่ 7 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE กรรมวิธีที่ 8 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK ร่วมกับ Cellophane sheet การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% ร่วมกับ Cellophane sheet และการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK สามารถควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยมีค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลไม่เกิน 2 (สีน้ำตาล <25% ของพื้นที่แกน) คือ 1.7 (12.1%), 1.8 (12.8%) และ 1.8 (17.1%) ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ไม่เป็นไส้สีน้ำตาลรวมกับผลทีเป็นไส้สีน้ำตาล < 25% ของพื้นที่หน้าตัดผิว) > 70% คือ 83 89 และ 73% ตามลำดับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO น้อยที่สุด คือ 20.701 19.542 และ 20.494 µmol/min/mg protein ตามลำดับ และมีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ 21.09 22.98 และ 19.30 mg/100 gFW ตามลำดับ ดังนั้น ในการทดลองครั้งที่ 2 จึงนำกรรมวิธีทั้ง 3 มาทดสอบเปรียบเทียบกันอีกครั้ง โดยเก็บผลสับปะรดตราดสีทองจากแหล่งเดิมในเดือนมิถุนายน วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กล่อง (6 ผล/กล่อง) กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิวหรือบรรจุถุงใดๆ) กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% ร่วมกับ Cellophane sheet กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาล พบว่า ทุกกรรมวิธีมีคะแนนไส้สีน้ำตาลไม่เกิน 2 และไม่แตกต่างทางสถิติ และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ >70% ทุกกรรมวิธี นอกจากนี้ พบว่า กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK ร่วมกับ Cellophane sheet มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง พบว่า กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีสม่ำเสมอในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลทั้ง 2 ครั้ง คือ การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK ร่วมกับ Cellophane sheet มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล 1.7 คะแนน เปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่มีค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ 83% อัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่ำ กิจกรรมของแอนตี้ออกซิแดนท์ค่อนข้างสูง ปริมาณวิตามินซีสูง การสูญเสียน้ำหนักน้อย ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำตาล กรด กลิ่นและรสชาติใดๆ ดังนั้น การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK ร่วมกับ Cellophane sheet จึงมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดตราดสีทอง

ABSTRACT

Pineapple cv. 'Trad-See-Thong' is one of the fruits that has potential to be exported because of its preferable taste and color. However, the big obstacle for this cultivar is it is very sensitive to internal browning when it is kept in low temperature for a long time during transportation. There is recently research investigated on comparing different kinds of coating and also another research was done about comparing different kinds of packaging (MAPs) in reducing internal browning in pineapple cv. 'Trad-See-Thong'. Therefore, this study was done by combined the best coating and packaging from the previous research to investigate whether it is better to reduce internal browning. The experiment was done twice. For the first time in April, the mature green pineapples (139 day after forcing flowering) were picked from pineapple field in Trad province. Then, seven treatments and control (no coating or packaging) were applied on the fruits with the RCB design with 3 replicates and 1 box per replicate (6 fuit/box). Seven treatments were 1) LDPE (low density polyethylene) bag, 2) GLK wax (commercial wax: WAXES 18% w/v Shellac, wax), 3) GLK wax with cellophane sheet, 4) 2 % chitosan with cellophane sheet, 5) GLK wax and LDPE bag, 6) GLK wax with cellophane sheet and LDPE bag, and 7) 2% chitosan with cellophane sheet and LDPE bag. After the fruits were stored at 13±2 °C for 3 weeks, internal browning and fruit qualities were evaluated. The results showed that GLK wax with cellophane sheet, 2 % chitosan with cellophane sheet, and GLK wax were the best treatments for reducing internal browning. They had internal browning score in the acceptable range which is less than 2 (<25% on cutting surface), 1.7 (12.1%), 1.8 (12.8%), and 1.8 (17.1%), respectively. The percentage of number of acceptable fruit (no internal browning and has <25% of internal browning on the cutting surface) of those 3 treatment were more than 70% (83%, 89%, and 73%, respectively). Their PPO activities were the lowest, which were 20.701, 19.542, and 20.494 µmol/min/mg protein, respectively. Moreover, their vitamin C contents were the highest, which were 21.09, 22.98, and 19.30 mg/100gFW, respectively. Therefore, in the second time, those 3 treatments were chosen to compare again. The pineapples were picked from the same place in June. Then, three treatments; 1) 2% chitosan with cellophane sheet, 2) GLK wax with cellophane sheet, and 3) GLK wax were applied on the fruits compared with control (no coating or packaging) with the RCB design with 5 replicates and 1 box per replicate (6 fuit/box). After the fruits were stored at 13±2 °C for 3 weeks, internal browning was evaluated. It was

revealed that all treatments had internal browning score less than 2. The percentage of number of acceptable fruit of all treatments were more than 70%. In addition, the fruit treated with GLK wax with cellophane sheet showed the lowest weight loss. From both experiments, the best treatment that could control internal browning well was GLK wax with cellophane sheet. This treatment had internal browning score of 1.7, the percentage of number of acceptable fruit of 83%, low PPO activity, slightly high antioxidant activity, high vitamin C content, low weight loss, and no any effect on SS, TA, smell and taste. Therefore, GLK wax with cellophane sheet was the best treatment to control internal browning in pineapple cv. 'Trad-See-Thong'.

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ไทยส่งออกสับปะรดส่วนใหญ่เป็นในรูปผลิตภัณฑ์ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา เยอรมณี และสเปน และมีการส่งออกสับปะรดผลสดบ้างไปยังประเทศ อินโดนีเซีย และจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ซึ่งมูลค่าในการส่งออกผลสดยังมีน้อยมาก เนื่องจากการขนส่งในระยะทางไกล และการเก็บรักษาต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาขึ้น ซึ่งเรียกว่าอาการไส้สีน้ำตาล

อาการไส้สีน้ำตาล (Internal Browning หรือ endogenous brown spot หรือ black heart) เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่สำคัญของสับปะรด อาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดเริ่มจากการเป็นจุดใสบริเวณใกล้แกนโคนผล แล้วเกิดการขยายวงกว้างไปยังเนื้อเยื่อบริเวณข้างเคียง และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตามระดับความรุนแรงของอาการ (Paull and Rohrbach, 1985) อาการไส้สีน้ำตาลหรืออาการสะท้านหนาว (Chilling injury) เกิดจากอุณหภูมิเย็นกระตุ้นการเกิดอนุมูลอิสระ (Free radicals) ชนิด reactive O_2 เช่น H_2O_2 เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถทำลาย Polyunsaturated lipid ทำให้เยื่อหุ้มเสื่อมสภาพ (Shewfelt and Erickson, 1991) ส่งผลให้สารต่างๆรวมถึงสารประกอบฟีนอลเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้อย่างอิสระ (Murata, 1990) และทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) จนเกิดเป็นสารสีน้ำตาลขึ้น (จรัญญา, 2549)

พันธุ์สับปะรดบางพันธุ์มีอาการไส้สีน้ำตาลมากน้อยต่างกัน (Teisson *et al*., 1978) ในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียไม่ปรากฏอาการไส้สีน้ำตาลตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ แตกต่างจากพันธุ์ภูเก็ตที่ปรากฏอาการไส้สีน้ำตาลอย่างชัดเจนตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา (จริงแท้ และอ้อมอรุณ, 2548) สับปะรดพันธุ์ตราดสีทองเป็นพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่ออาการไส้สีน้ำตาลเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ มากที่สุด รองลงมาได้แก่ พันธุ์ภูแล และพันธุ์ที่มีความทนทานมาก ได้แก่ พันธุ์สวี และพันธุ์ภูเก็ต (จริงแท้, 2554)

การใช้สารเคลือบผิว (Coating) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและยังพบว่าช่วยลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดได้อีกด้วย ดังเช่น ฐิติรัตน์ (2547) พบว่า Sta-fresh 7055 (paraffin-polyethylene wax) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาว ลดการสูญเสียปริมาณกรดแอสคอร์บิก และรักษาคุณภาพผลิตผลได้ดีในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง Pitadeniya *et al.* (2005) พบว่า การใช้ wax 5%และ Benlate (1 g/L) เคลือบผลสับปะรด ช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาล และการห่อผลด้วย Cellophane sheet ก็ช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลได้เช่นกัน Suntipabvivattana and Somboonkaew (2005) พบว่า การใช้ไคโตซานความเข้มข้น 2% เคลือบผิวสับปะรดพันธุ์ภูแลในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C สามารถยืดอายุเก็บรักษาได้นาน 21 วัน และยังลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจ และลดการสูญเสียปริมาณวิตามินซีของผล ซึ่งการที่ผลยังมีปริมาณวิตามินซีสูงอยู่น่าจะมีผลต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลน้อยลง และงานวิจัยล่าสุด วรางคณา และคณะ (2558) ทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวได้แก่ ไคโตซาน 2 %, Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax), Cellophane sheet, Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet และ Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet ในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดตราดสีทองที่เก็บรักษา 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า ผลสับปะรดที่ใช้ Wax ร่วมกับ Cellophane sheet มีการเกิดไส้สีน้ำตาลน้อยที่สุด รองลงมาคือ Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet

นอกจากนี้ การเก็บรักษาในถุงที่มีสภาพบรรยากาศดัดแปลงซึ่งควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ออกซิเจน สามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลได้เช่นกัน อุทัยวรรณ และคณะ (2558) ทำการทดลองเปรียบเทียบถุงบรรจุชนิดต่างๆ ได้แก่ ถุงพลาสติก PP (polypropylene) ถุงพลาสติก LDPE (low density polyethylene) และฟิล์มพลาสติก PVC (polyvinyl chloride) ในการเก็บรักษาสับปะรดตราดสีทองที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า ถุงพลาสติก LDPE ช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด

ดังนั้น จึงได้ศึกษาการนำสารเคลือบร่วมกับถุงบรรจุที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดมาทดสอบร่วมกันในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นิยมในการบริโภคเป็นผลสดและส่งออกต่างประเทศ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ผลสับปะรดตราดสีทอง ระยะแก่เขียว หรือ 139 วันหลังบังคับการออกดอก
2. Chitosan 2 %
3. Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax)
4. Cellophane sheet
5. ถุงพลาสติก LDPE (low density polyethylene)

6. กล่องบรรจุสับปะรด 6 ผลในแนวนอน มีช่องเจาะทรงรีในแนวตั้งตามด้านยาวของกล่อง ด้านละ 2 ช่อง
7. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพผล
8. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์อัตราปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO

วิธีการ ดำเนินการทดลอง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กล่อง (6 ผล/ กล่อง)

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่มีการใช้สารเคลือบหรือถุงบรรจุใดๆ)

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax)

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ 6 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax) และบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE

กรรมวิธีที่ 7 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE

กรรมวิธีที่ 8 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุผลสับปะรดในถุงพลาสติก LDPE

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนเมษายน ระยะแก่เขียว (หรือ 139 วันหลังบังคับการออกดอก) และสุ่มวิเคราะห์คุณภาพก่อนการเก็บรักษา
2. นำผลสับปะรดมาทดสอบตามกรรมวิธี
3. นำผลสับปะรดบรรจุใส่กล่องกระดาษและเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส
4. หลังการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ นำผลมาผ่าครึ่งตามยาวตรวจดูการเกิดไส้สีน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และตรวจวัดคุณภาพด้านต่างๆของผล

การบันทึกข้อมูล

1. คุณภาพผล ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่มีความหวานทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%SS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) ความแน่นเนื้อ สีเปลือกและสีเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีผิว ปริมาณวิตามินซี ปริมาณสารประกอบฟีโนลิก antioxidant activity และรสชาติผลสับปะรด
2. วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO
3. การให้คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล (Internal browning score: IB score) โดยการประเมินทางสายตาโดยแบ่งระดับการเกิดสีน้ำตาลออกเป็น 5 ระดับ

   1 = ไม่พบสีน้ำตาล

   2 = มีสีน้ำตาล 1-25% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

   3 = มีสีน้ำตาล 26-50% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

   4 = มีสีน้ำตาล 51-75% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

   5 = มีสีน้ำตาล 76-100% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

ครั้งที่ 2

คัดเลือกกรรมวิธีที่ได้ผลดีที่สุดจากการทดลองครั้งที่ 1 มาทดลองซ้ำอีกครั้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กล่อง (6 ผล/กล่อง)

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่มีการใช้สารเคลือบหรือถุงบรรจุใดๆ)

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนมิถุนายน ระยะแก่เขียว (หรือ 139 วันหลังบังคับการออกดอก) และสุ่มวิเคราะห์คุณภาพก่อนการเก็บรักษา
2. นำผลสับปะรดมาทดสอบตามกรรมวิธี
3. นำผลสับปะรดบรรจุใส่กล่องกระดาษและเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส
4. หลังการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ นำผลมาผ่าครึ่งตามยาวตรวจดูการเกิดไส้สีน้ำตาล และตรวจวัดคุณภาพด้านต่างๆของผล

การบันทึกข้อมูล

1. คุณภาพผล ได้แก่ ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีผิว และรสชาติผลสับปะรด
2. การให้คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล (Internal browning score: IB score) โดยการประเมินทางสายตาโดยแบ่งระดับการเกิดสีน้ำตาลออกเป็น 5 ระดับ

   1 = ไม่พบสีน้ำตาล

   2 = มีสีน้ำตาล 1-25% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

   3 = มีสีน้ำตาล 26-50% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

   4 = มีสีน้ำตาล 51-75% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

   5 = มีสีน้ำตาล 76-100% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

เวลาและสถานที่

ดำเนินการในเดือนตุลาคม 2558 – กันยายน 2559 รวม 1 ปี ณ สถาบันวิจัยพืชสวน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ครั้งที่ 1

ผลการประเมินการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ย พบว่า ค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลและเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่หน้าตัดแกนมีความแตกต่างทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่เกิดไส้สีน้ำตาลน้อยที่สุดมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์คะแนนที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 2 และเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลบนพื้นที่หน้าตัดแกนไม่เกิน 25% ได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax กรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet กรรมวิธีที่ 5 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 8 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุในถุง LDPE แต่อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวของกรรมวิธีเหล่านี้ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม (Table 1)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ คือ คะแนน 1 และ 2 รวมกันมากกว่า 70% พบว่า มีกรรมวิธีที่อยู่ในเกณฑ์เรียงตามลำดับเปอร์เซ็นต์จากมากไปน้อย ดังนี้ กรรมวิธีที่ 5 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet 89% กรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 1 ควบคุม 83% กรรมวิธีที่ 8 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุในถุง LDPE 78% และ กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax 72% (Figure 1)

สำหรับผลในด้านคุณภาพอื่นๆ พบว่า สีเนื้อมีความแตกต่างทางสถิติและสอดคล้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาล โดยค่า hue ที่ใกล้ 90 องศา หมายถึง มีความใกล้ไปทางสีเหลืองมากกว่าสีแดง และค่า L* สูงหมายถึงมีความสว่างมาก ซึ่งกรรมวิธีที่เป็นไส้สีน้ำตาลน้อยจะมีค่า hue ใกล้ 90 องศามากกว่า และมีค่า L* สูงกว่า ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 3 4 5 7 และ 8 ซึ่งมากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 บรรจุในถุง LDPE และกรรมวิธีที่ 6 เคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับบรรจุในถุง LDPE ซึ่งมีค่าคะแนนไส้สีน้ำตาลสูงกว่ากรรมวิธีดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ยกเว้นกรรมวิธีที่ 7) (Table 1) สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก ทั้งจากการวัดโดยเครื่องมือแสดงด้วยค่า Hue และ L* และจากการประเมินด้วยสายตาแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของสีเขียว (%Degreening) แสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีทีมีการบรรจุผลลงในถุง LDPE (กรรมวิธีที่ 2 6 7 8) ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเฉพาะเมื่อร่วมกับการเคลือบผิวผล (กรรมวิธีที่ 6 7 และ 8) แต่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนสีผิวของทุกกรรมวิธีไม่เกิน 70% (Table 1) ซึ่งสามารถวางจำหน่ายได้ประมาณ 1 สัปดาห์ ส่วนค่าความแน่นเนื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ 2 บรรจุในถุง LDPE มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่าการสูญเสียน้ำหนักและปริมาณของแข็งที่มีความหวานทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่จะพบว่ากรรมวิธีที่บรรจุในถุง LDPE ไม่มีการสูญเสียน้ำหนักหรือสูญเสียเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ สำหรับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า กรรมวิธีที่ 8 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุในถุง LDPE มีค่าน้อยที่สุด (Table 1) นอกจากนี้ในทุกกรรมวิธีไม่พบความผิดปกติในกลิ่นและรสชาติ

ส่วนการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO (Polyphenol oxidase activity) พบว่า กรรมวิธีที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่ำที่สุดและแตกต่างทางสถิติ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax กรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet กรรมวิธีที่ 5 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 7 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุในถุง LDPE โดยมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 19.542-20.761 μmol/min/mg protein (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลสำหรับกรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 ซึ่งมีคะแนนต่ำสุด (Table 1) และจะเห็นว่ากรรมวิธีที่ 3 นั้นไม่พบผลสับปะรดที่มีคะแนนไส้สีน้ำตาลรุนแรงระดับ 4 และ 5 ส่วนกรรมวิธีที่ 4 และ 5 พบผลสับปะรดที่มีคะแนนไส้สีน้ำตาลรุนแรงระดับ 5 แต่อัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยสูงสุด โดยผลสับปะรดที่มีคะแนนไส้สีน้ำตาลรุนแรงระดับ 4 และ 5 มีปฏิกิริยาของเอนไซม์สูงสุดอีกด้วย (Table 2 และ Figure 2) แสดงถึงความรุนแรงของการเกิดไส้สีน้ำตาลของกรรมวิธีควบคุมที่มากกว่ากรรมวิธีทดลอง

สำหรับปริมาณสารประกอบฟีโนลิก (Total phenolic content) (Table 3 และ Figure 3) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของเอนไซม์ PPO ที่จะเปลี่ยนให้เป็นสารควิโนน (quinone) แล้วสารควิโนนจะรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ที่

มีสีน้ำตาล (จรัญญา, 2549) และกิจกรรมของแอนตี้ออกซิเดนท์ ซึ่งจะลดปริมาณ free radical ที่ไปทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพ และทำให้สารประกอบฟีโนลิกไหลออกมาทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ PPO ได้ โดยกิจกรรมของแอนตี้ออกซิเดนท์วัดจาก % DPPH free radical scarvenging activity (Table 4 และ Figure 4) ซึ่งการพิจารณาทั้ง 2 ค่านี้ ต้องพิจารณาประกอบกันและร่วมกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ด้วย พบว่า กรรมวิธีที่ 5 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet มีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 8 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุในถุง LDPE (Table 4) ส่วนกิจกรรมของแอนตี้ออกซิแดนท์ พบว่า กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax และกรรมวิธีควบคุม มีกิจกรรมของแอนตี้ออกซิแดนท์เฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet (Table 4) แสดงว่ากรรมวิธีที่ 3 4 และกรรมวิธีควบคุม มีความเป็นไปได้ที่สารประกอบฟีโนลิกจะมาทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ PPO น้อย ส่งผลต่อโอกาสเกิดสารสีน้ำตาลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลของอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ของ 3 กรรมวิธีนี้ร่วมด้วย จะพบว่ามีเพียงกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่ำ ส่งผลให้อาจเกิดสารสีน้ำตาลน้อยกว่า ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมกลับมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์สูงสุด นอกจากนี้ วิตามินซียังเป็นตัวที่มีบทบาทสำคัญในลำดับสุดท้ายของปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาล โดยวิตามินซีเป็น reducing agent ของ quinone ทำให้ไม่รวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (Abdullah *et al*., 1987) จึงไม่เกิดสีน้ำตาลขึ้น ซึ่งจะเห็นว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ กรรมวิธีที่ 5 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาล

ดังนั้น จากผลการทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่า การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet และการเคลือบผิวผลด้วย Wax ให้ผลในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 2 (<25% ของพื้นที่แกนผล) และจำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวมากกว่า 70% สีเนื้อผลมีความใกล้สีเหลืองและมีความสว่าง อัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด และไม่พบความผิดปกติใดๆในกลิ่นและรสชาติ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้สารเคลือบร่วมกับบรรจุภัณฑ์ ดังเช่น กรรมวิธีที่ 8 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet และบรรจุในถุง LDPE สามารถควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้เพียงสารเคลือบ 3 กรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นจึงเลือกเพียง 3 กรรมวิธีดังกล่าว เพื่อทดลองต่อไปในครั้งที่ 2

Table 1 Quality of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2°C for 3 weeks. IB = internal browning, SS = soluble solids, TA = titratable acidity and V.C = vitamin c.

Treatment	IB score	IB (%)	Flesh color		Peel color			Firmness (Kg)	Weight loss (Kg)	SS (%)	TA (%)	V.C (mg/ 100ml)
			Hue	L*	Hue	L*	Degreening (%)					
1. Control	2.1 a	16.0 a	83.18 a	67.10 a	69.91 c	42.58 b	56.4 cd	1.21 bc	0.12	14.6	1.03 bc	16.69 cd
2. LDPE	2.9 b	35.7 bc	77.12 b	54.43 b	75.62 bc	42.50 b	45.5 bcd	0.88 d	0.00	13.9	1.02 ab	14.89 de
3. Wax	1.8 a	17.1 ab	82.97 a	66.77 a	70.65 c	44.53 b	65.6 d	1.14 bc	0.11	14.8	1.14 c	19.30 bc
4. Wax+CS[1/]	1.7 a	12.1 a	84.14 a	69.31 a	71.06 c	43.37 b	54.3 cd	1.28 ab	0.10	13.9	1.14 c	21.09 ab
5. Chitosan+CS	1.8 a	12.8 a	84.20 a	66.56 a	71.56 c	42.75 b	59.6 d	1.38 a	0.15	13.5	1.01 ab	22.98 a
6. Wax+LDPE	3.0 b	36.7 c	77.33 b	54.76 b	81.35 ab	37.46 a	24.5 abc	1.18 bc	0.00	13.8	1.01 ab	11.31 f
7. Wax+CS+LDPE	2.3 ab	27.7 abc	81.73 a	64.48 a	87.42 a	36.40 a	8.8 a	1.26 abc	0.00	14.0	1.04 bc	12.29 ef
8. Chitosan+CS+LDPE	1.8 a	13.7 a	81.74 a	65.06 a	81.96 ab	37.03 a	18.8 ab	1.10 c	0.05	13.2	0.91 a	14.26 de
F-test	**	*	**	**	**	**	**	**	ns	ns	*	**
CV (%)	17.9	48.1	2.0	5.2	5.0	9.94	41.3	7.3	43.1	5.2	6.1	9.0

Different letter indicate significant within columns by Duncan's Multiple Range test. * =significant at $p<0.05$, ** =significant at $p<0.01$, ns=non significant

[1/] CS = Cellophane sheet

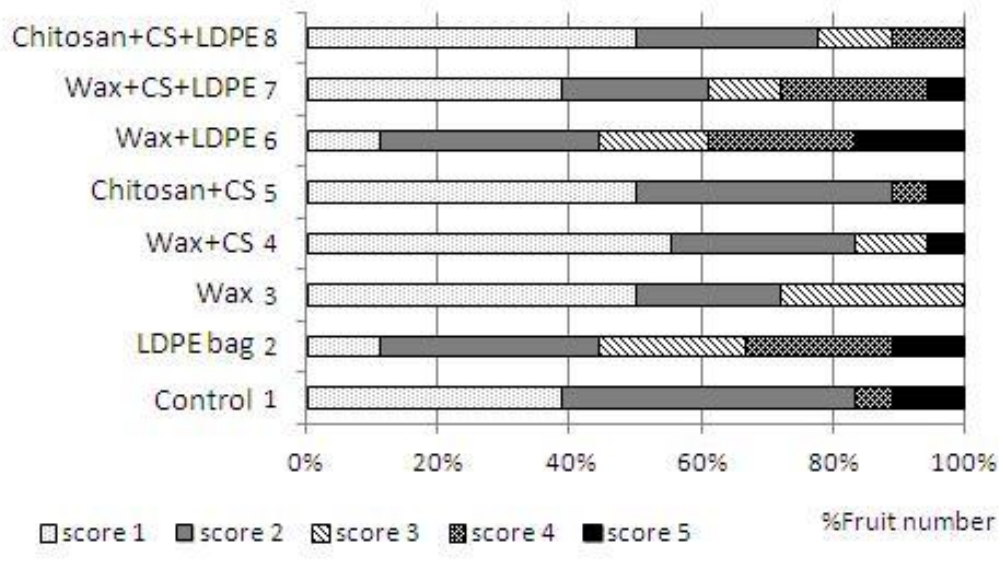

Figure 1 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of packaging. CS is cellophane sheet.

Table 2 PPO activity of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2°C for 3 weeks classified in to each internal browning score and average of the activity.

Treatment	PPO activity (µmol/min/mg protein)					
	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5	Average
1. Control	16.919 a	17.969	-	24.063 bc	57.379 c	29.082 d
2. LDPE	21.775 abc	19.189	21.171	29.306 d	31.518 b	24.592 c
3. Wax	19.687 abc	20.366	21.430	-	-	20.494 a
4. Wax+CS[1/]	17.693 ab	20.355	25.465	-	19.530 a	20.761 a
5. Chitosan+CS	19.768 abc	17.927	-	20.692 ab	19.778 a	19.542 a
6. Wax+LDPE	24.930 c	18.745	24.346	27.945 cd	28.353 b	24.864 c
7. Wax+CS+LDPE	18.385 ab	18.420	23.827	18.466 a	21.463 a	20.112 a
8. Chitosan+CS+LDPE	22.957 bc	22.306	21.844	22.511 ab	-	22.404 b
F-test	*	ns	ns	**	**	**
CV (%)	13.6	11.2	13.4	9.6	11.4	2.9

Different letter indicate significant within columns by Duncan's Multiple Range test. * =significant at $p<0.05$, ** =significant at $p<0.01$, ns=non significant

[1/] CS = Cellophane sheet

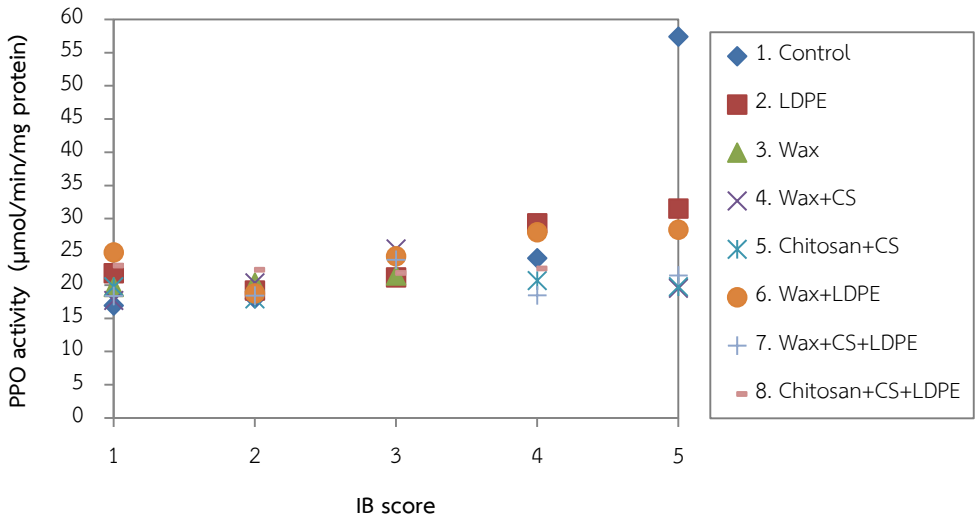

Figure 2 PPO activity of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2°C for 3 weeks classified in to each internal browning score.

Table 3 Total phenolic content of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2°C for 3 weeks classified in to each internal browning score and average of the content.

Treatment	Total phenolic content (mg/gFW)					
	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5	Average
1. Control	64.242 cd	76.745 b	-	58.078 c	68.364 c	66.857 d
2. LDPE	67.117 c	65.732 c	63.307 c	59.948 bc	61.887 d	63.598 e
3. Wax	75.602 b	63.758 c	63.446 c	-	-	67.602 cd
4. Wax+CS[1/]	67.567 c	65.524 c	69.818 b	-	78.545 b	70.364 b
5. Chitosan+CS	76.744 ab	67.567 c	-	61.264 bc	85.610 a	72.797 a
6. Wax+LDPE	56.381 e	81.281 a	76.918 a	68.641 a	61.714 d	68.987 bc
7. Wax+CS+LDPE	60.467 d	67.533 c	63.792 c	62.995 abc	68.329 c	64.623 e
8. Chitosan+CS+LDPE	80.589 a	68.329 c	64.000 c	65.662 ab	-	69.645 b
F-test	**	**	**	*	**	**
CV (%)	3.3	3.5	3.9	5.5	2.7	1.6

Different letter indicate significant within columns by Duncan's Multiple Range test. * =significant at $p<0.05$, ** =significant at $p<0.01$, ns=non significant

[1/] CS = Cellophane sheet

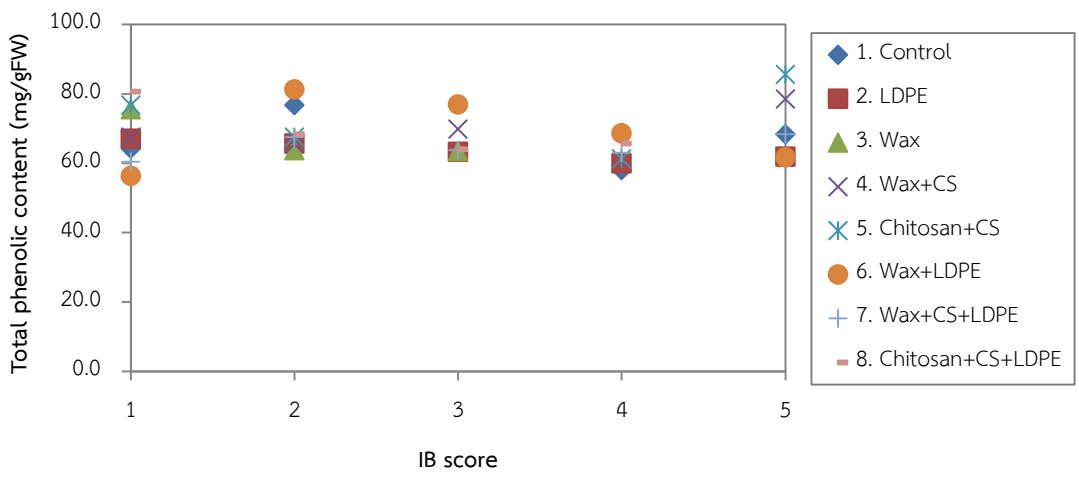

Figure 3 Total phenolic content of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2°C for 3 weeks classified in to each internal browning score.

Table 4 % DPPH free radical scarvenging activity of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2°C for 3 weeks classified in to each internal browning score and average of the activity.

Treatment	% DPPH free radical scarvenging activity					
	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5	Average
1. Control	55.741 a	54.309 a	-	46.488	46.467	50.751 a
2. LDPE	52.916 abc	49.353 bc	46.547 a	44.219	44.736	47.554 bc
3. Wax	53.194 ab	52.657 ab	47.144 a	-	-	50.998 a
4. Wax+CS[1/]	48.876 de	51.184 abc	45.433 ab	-	47.96	48.363 b
5. Chitosan+CS	49.234 cde	48.577 bc	-	46.01	47.224	47.761 bc
6. Wax+LDPE	51.761 bcd	47.264 c	43.562 b	44.776	44.517	46.376 bc
7. Wax+CS+LDPE	45.754 e	47.901 c	45.015 ab	44.099	45.075	45.568 c
8. Chitosan+CS+LDPE	50.547 bcd	48.955 bc	47.244 a	43.244	-	47.497 bc
F-test	**	*	**	ns	ns	**
CV (%)	4.0	4.9	2.7	3.9	6.0	2.8

Different letter indicate significant within columns by Duncan's Multiple Range test. * =significant at $p<0.05$, ** =significant at $p<0.01$, ns=non significant

[1/] CS = Cellophane sheet

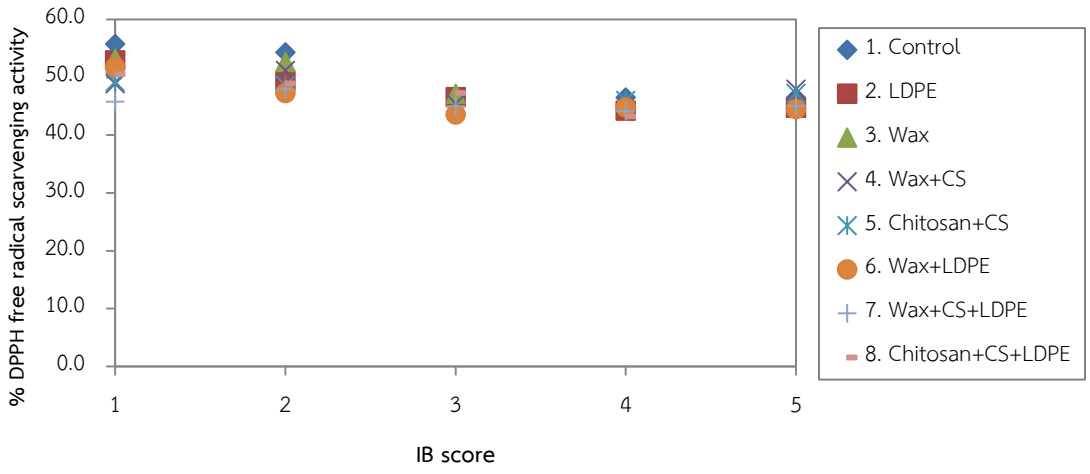

Figure 4 % DPPH free radical scarvenging activity of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2˚C for 3 weeks classified in to each internal browning score.

ครั้งที่ 2

ในการทดลองครั้งที่ 2 ได้นำกรรมวิธีที่ดีที่สุดทั้ง 3 กรรมวิธีจากการทดลองครั้งที่ 1 มาทดลองเปรียบเทียบร่วมกับกรรมวิธีควบคุมอีกครั้งเพื่อยืนยันผล

จากคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล และเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลบนพื้นที่แกน พบว่า ทุกกรรมวิธีมีคะแนนไม่เกิน 2 และเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลไม่เกิน 25% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทุกกรรมวิธี และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 5) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่มีค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ คือ คะแนน 1 และ 2 รวมกันมากกว่า 70% พบว่า ทุกกรรมวิธีอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยกรรมวิธีควบคุมมีจำนวน 87% กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 4 การเคลือบผิวผลด้วย Wax มีจำนวน 83% และกรรมวิธีที่ 2 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ร่วมกับ Cellophane sheet มีจำนวน 80% (Figure 5)

สำหรับคุณภาพด้านอื่นๆ พบว่า กรรมวิธีที่ 3 การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีผิวผล (% degreening of peel) และความแน่นเนื้อ ไม่พบความแตกต่างในแต่ละกรรมวิธี (Table 5) นอกจากนี้ยังไม่พบความผิดปกติในกลิ่นและรสชาติของทุกกรรมวิธี

Table 5 Quality of pineapple kept in different coating and packaging after stored at 13±2°C for 3 weeks. IB = internal browning

Treatment	IB score	%IB	Weight loss (Kg)	% Degreening of peel	Flesh firmness (Kg)
1. Control	1.6	10.2	0.18 b	34.6	1.60
2. Chitosan+CS[1/]	2.0	16.1	0.18 b	19.9	1.63
3. Wax+CS	1.7	13.5	0.15 a	19.3	1.71
4. Wax	1.6	13.2	0.17 ab	17.1	1.58
F-test	ns	ns	**	ns	ns
CV (%)	24.1	70.2	8.1	56.8	7.6

Different letter indicate significant within columns by Duncan's Multiple Range test. * =significant at p<0.05, ** =significant at p<0.01, ns=non significant

[1/] CS = Cellophane sheet

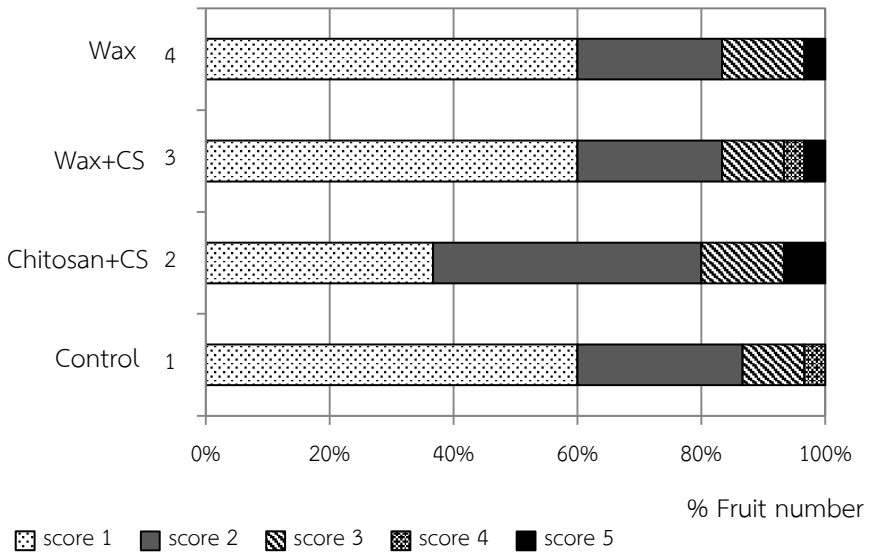

Figure 5 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of coating and packaging.

จากผลการทดลองทั้ง 2 ครั้ง พบว่า กรรมวิธีที่ให้ผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดไสสีน้ำตาลดีในอันดับต้นๆทั้ง 2 ครั้ง คือ การเคลือบผิวผลด้วย Wax ร่วมกับ Cellophane sheet โดยในครั้งที่ 1 และ 2 มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเท่ากัน 1.7 คะแนน เปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลบนพื้นที่แกนใกล้เคียงกัน 12.1 และ 13.5% ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่มีค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้เท่ากัน 83% และผลการวิเคราะห์ทางเคมีในครั้งที่ 1 ซึ่งพบว่า PPO activity ต่ำ Antioxidant activity ค่อนข้างสูง และปริมาณวิตามินซีสูง แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีนี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเคลือบผิวผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet ในขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากเก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เขียว มีแนวโน้มในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการไม่ใช้สารเคลือบและถุงบรรจุใดๆ และไม่มีผลกระทบต่อความแน่นเนื้อ ปริมาณน้ำตาล กรด รวมถึงกลิ่นและรสชาติ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สามารถนำวิธีการบรรจุผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองเพื่อควบคุมปัญหาการเกิดไส้สีน้ำตาลเพื่อการส่งออกได้ในระดับหนึ่ง
2. หน่วยงานอื่นๆ สามารถนำข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ไปพัฒนาต่อยอดได้ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน

เอกสารอ้างอิง

จรัญญา พงโศธร. 2549. ผลของแสงและบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาแก้วมังกรพันธุ์เวียดนาม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : 20-25.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2554. โครงการ “ทดสอบระบบการส่งออกสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง”: 1-54.

จริงแท้ ศิริพานิช และ อ้อมอรุณ นุกูลธรประกิต. 2548. อนุมูลเสรีและตัวต้านออกซิเดชันกับอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด. Postharvest Newsletter 4(1): 1-3.

ฐิติรัตน์ กฤตยาภิรมย์. 2547. ผลของสารเคลือบผิว Stafresh 7055 ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: 70-72

วรางคณา มากกำไร วีรา คล้ายพุก อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว หยกทิพย์ สุดารีย์ และ ดารากร เผ่าชู. 2558. ผลของการใช้สารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทอง. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2558, กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2556 : 72-80.

อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว วรางคณา มากกำไร วีรา คล้ายพุก หยกทิพย์ สุดารีย์ และ ดารากร เผ่าชู. 2558. ผลของบรรจุภัณฑ์ (MAPs) ต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2558, กรมวิชาการเกษตร.

Murata, T. 1990. Relation of chilling stress to membrane permeability, pp. 238-272. In C.Y. Wanng, ed. Chilling Injuly of Horticultural Crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Paull, R. E. and K.G.Rohrbach.,1985, “Symtom delopment of chilling injury in pineapple”, J. Amer.Soc.Hort.Sci, 110 (1), pp. 100-105.

Shewfelt, R.L. and M.E. Erickson. 1991. Role of lipid peroxidation in the mechanism of membrane-associated disorders in edible plant tissue. Trends Food Sci. Technol. 6: 152-154.

Suntipabvivattana N. and N. Somboonkaew. 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.

Teisson, C., P. Martin – Prevel, J.P. Combres and C. Py. 1978. Internal browning of pineapple, a disorder caused by refrigeration (English Summary). Fruit 33(1): 48-50