

ผลของการใช้สารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ ต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล  
ในสับประรดผลสดพันธุ์ตราดสีทอง

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

วรารณา มากกำไร<sup>๑</sup> วีรา คล้ายพุก<sup>๑</sup> อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว<sup>๑</sup> หยกทิพย์ สุดารีย์<sup>๒</sup> ดารากร เผ่าชู<sup>๒</sup>

บทคัดย่อ

ปัญหาไส้สีน้ำตาลในสับประรดผลสดเพื่อการส่งออก เป็นปัญหาสำคัญของไทย โดยเฉพาะพันธุ์ตราดสีทอง ซึ่งมีลักษณะเหมาะสมต่อการส่งออกผลสดแต่มีความอ่อนแอต่อไส้สีน้ำตาลมาก การใช้สารเคลือบชนิดต่างๆ เพื่อควบคุมการแลกเปลี่ยนแก๊ส ลดการทำงานของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) เป็นแนวทางหนึ่งที่มีงานวิจัยแพร่หลายทั้งกับสับประรดพันธุ์ต่างๆ และผลไม้อื่นๆ ในการลดการเกิดสีน้ำตาล ดังนั้น การทดลองนี้จึงนำสารเคลือบชนิดต่างๆ เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง โดยเก็บผลสับประรดตราดสีทองจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ระยะแก่เขียว (หลังบังคับดอก ๑๓๙ วัน) ในเดือนเมษายน และมีฤดูหนาว ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวโดย วางแผนการทดลองแบบ RCB มี ๖ กรรมวิธี ๓ ซ้ำ ซ้ำละ ๑ กล่อง (๖ ผล/กล่อง) กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิวผล) กรรมวิธีที่ ๒ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒% กรรมวิธีที่ ๓ เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v Shellac, wax) กรรมวิธีที่ ๔ เคลือบผิวผลด้วย Cellophane sheet กรรมวิธีที่ ๕ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒% ร่วมกับ Cellophane sheet และ กรรมวิธีที่ ๖ เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ๑๓±๒ องศาเซลเซียส ๓ สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาล และคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet มีแนวโน้มควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒% ร่วมกับ Cellophane sheet โดยในครั้งที่ ๑ เดือนเมษายน พบคะแนนเฉลี่ยการเกิดไส้สีน้ำตาลต่ำกว่า ๒ (< ๒๕% ของพื้นที่หน้าตัดผิว) คือ ๑.๗๒ และ ๑.๙๔ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ (ไม่เป็นไส้สีน้ำตาลรวมกับผลที่เป็นไส้สีน้ำตาล < ๒๕% ของพื้นที่หน้าตัดผิว) > ๗๐% (๘๕% และ ๘๒% ตามลำดับ) ในขณะที่ครั้งที่ ๒ เดือนมิถุนายน มีเพียงการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet สามารถควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล ๑.๙๔ และเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ๘๒% โดยที่กรรมวิธีนี้ไม่มีผลต่อคุณภาพด้านอื่นๆ ได้แก่ ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก %TSS %TA รวมถึงกลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์สถิติของค่าคะแนนไส้สีน้ำตาลไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธี รวมทั้ง

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

<sup>1</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร.๐๒-๕๗๙-๐๕๘๓ โทรสาร ๐-๒๕๖๑๔๖๖๗

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ. สวี จ. ชุมพร ๘๖๑๓๐ โทร ๐๗๗-๕๕๖๐๗๓ โทรสาร ๐๗๗-๕๕๖๐๒๖

การเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO และปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีเช่นกัน แต่มีความแตกต่างและสอดคล้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาลระหว่างการทดลองในเดือนเมษายนและเดือนมิถุนายน กล่าวคือในเดือนมิถุนายนมีค่าการเกิดไส้สีน้ำตาลสูง ปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO สูง ในขณะที่ปริมาณวิตามินซีต่ำ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางสภาพอากาศมีอิทธิพลต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่าผลของการใช้สารเคลือบต่างๆ

#### 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 applying coating on fruits surface could control gas exchange and reduce polyphenol oxidase activity (enzyme related to browning) resulted in reduce fruit browning. Therefore, this experiment investigated the effectiveness of different kinds of coating 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, five kinds of coating and control (no coating) were applied on the fruits with the RCB design with ๓ replicates and ๑ box per replicate (๖ fruit/box). Five kinds of coating were ๒% chitosan, GLK wax (commercial wax: WAXES ๑๘% w/v Shellac, wax), cellophane sheet, ๒% chitosan with cellophane sheet, and GLK wax with cellophane sheet. After the fruits were stored at ๑๓±๒ °C for ๓ weeks, internal browning and fruit qualities were evaluated. The results showed that GLK wax with cellophane sheet tended to be the best coating to reduce internal browning, following by ๒% chitosan with cellophane sheet. From the experiment in April, fruits coated by GLK wax with cellophane sheet and those coated with ๒% chitosan with cellophane sheet had internal browning score less than ๒ (<๒๕% on cutting surface), which were ๑.๗๒ and ๑.๙๔, respectively. Moreover, the percentage of number of acceptable fruit (no internal browning and has <๒๕% of internal browning on the cutting surface) was >๗๐% (๘๕% and ๘๒%, respectively). On the other hand, the experiment in June found that there was only GLK wax with cellophane sheet could reduce internal browning in the fruits with the acceptable level, ๑.๙๔ of internal browning score and ๘๒% of number of acceptable fruit. Beside, GLK wax with cellophane sheet has no effect on other fruit qualities including firmness, weight loss, %TSS, %TA, smell and taste when compared to control fruits. However, internal browning scores were not significantly different among those fruits with different kinds of coating. This also related to the results of PPO activity and vitamin c contents which were not significantly different among those different coating fruits. However, they were clearly different between the first and the second time of the

experiment and related to internal browning score. That was the second time in June had the higher internal browning score, higher PPO activity, and lower vitamin c content than the first time. It showed that weather had more impact on internal browning than coating.

## คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ไทยส่งออกสับปะรดส่วนใหญ่เป็นในรูปแบบการแปรรูปไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา เยอรมนี และสเปน และมีการส่งออกสับปะรดผลสดบ้างไปยังประเทศ อินโดนีเซีย และจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๕๕) ซึ่งมูลค่าในการส่งออกผลสดยังมีน้อยมาก เนื่องจากการขนส่งในระยะทางไกล และการเก็บรักษาต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดการผิดปกติทางสรีรวิทยาขึ้น ซึ่งเรียกว่าอาการไส้สีน้ำตาล

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

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

การใช้สารเคลือบผิว (Coating) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและยังพบว่าช่วยลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดได้อีกด้วย มีการพบว่าการใช้สารเคลือบผิวประเภท paraffin-polyethylene ความเข้มข้นร้อยละ ๒๐ สามารถช่วยลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียได้ เพราะสารเคลือบผิวไปจำกัดปริมาณออกซิเจน ที่เข้าสู่ภายในผลทำให้ PPO ทำงานได้น้อยลง การออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลเกิดได้น้อยลง (Paull and Rohrbach, ๑๙๘๕) เช่นเดียวกันกับ ฐิติรัตน์ (๒๕๔๗) พบว่า Sta-fresh ๗๐๕๕ (paraffin-polyethylene wax) ที่ความเข้มข้นร้อยละ ๓๐ สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้อนขาว ลดการสูญเสียปริมาณกรดแอสคอร์บิก และรักษาคุณภาพผลิตผลได้ดีในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง

Pitadeniya *et al.* (๒๐๐๕) รายงานว่าการใช้ wax ๕% และ Benlate (๑ g/L) เคลือบผลสับปะรด ช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาล โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการ ๘๗.๕% ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีอาการ ๑๐๐% ที่ ๒๐ วัน หลังการเก็บรักษา ๑๐ °C และเขายังพบว่าการห่อผลด้วย Cellophane sheet ยังช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ถึง ๑๘ วัน อีกด้วย

นอกจากนี้ในปัจจุบันมีการศึกษาการนำไคโตซานมาใช้เคลือบผิวผักและผลไม้เพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพผลิตผลเป็นอย่างมาก Shahida *et al.* (๑๙๙๙) ได้ทำการทดลองใช้แผ่นฟิล์มไคโตซานเคลือบลิ้นจี่ เพื่อ

ป้องกันการเกิด enzymatic browning และพบว่าการเคลือบด้วยไคโตซานทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ anthocyanin, flavonoids และ phenolics ซ้ำลง และยังทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ลดลงอีกด้วย การทดลองในสับปะรด Suntipabvattana and Somboonkaew (๒๐๐๕) พบว่าการใช้ไคโตซานความเข้มข้น ๒% เคลือบผิวสับปะรดพันธุ์ภูแลในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ๘ °C สามารถยืดอายุเก็บรักษาได้นาน ๒๑ วัน และยังลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจ และลดการสูญเสียปริมาณวิตามินซีของผล ซึ่งการที่ผลยังมีปริมาณวิตามินซีสูงอยู่น่าจะมีผลต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลน้อยลง

ดังนั้น จึงได้ศึกษาชนิดของสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาล โดยเฉพาะสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นิยมในการบริโภคผลสดและประสบปัญหาอาการไส้สีน้ำตาลอย่างมากในส่งออกต่างประเทศ

## วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

๑. ผลสับปะรดตราดสีทอง ระยะแก่เขียว หรือ ๑๓๙ วันหลังบังคับการออกดอก
๒. Chitosan ๒ %
๓. Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v Shellac, wax)
๔. Cellophane sheet
๕. กล่องบรรจุสับปะรด ๖ ผลในแนวนอน มีช่องเจาะทรงรีในแนวตั้งตามด้านยาวของกล่อง ด้านละ ๒ ช่อง
๖. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพผล
๗. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์อัตราปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO

### วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี ๖ กรรมวิธี ๓ ซ้ำ ซ้ำละ ๑ กล่อง (๖ ผล/ กล่อง)

กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิวผล)

กรรมวิธีที่ ๒ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒ %

กรรมวิธีที่ ๓ เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v Shellac, wax)

กรรมวิธีที่ ๔ เคลือบผิวผลด้วย Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ ๕ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒ % ร่วมกับ Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ ๖ เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet

### วิธีปฏิบัติการทดลอง

๑. เก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนเมษายน และมีถุนายน ระยะแก่เขียว (หรือ ๑๓๙ วันหลังบังคับการออกดอก) และสุ่มวิเคราะห์คุณภาพก่อนการเก็บรักษา
๒. นำผลสับปะรดมาทดสอบตามกรรมวิธี

๓. นำผลสับปะรดบรรจุใส่กล่องกระดาษและเก็บรักษาในอุณหภูมิ ๑๓±๒ องศาเซลเซียส
๔. หลังการเก็บรักษา ๓ สัปดาห์ นำผลมาผ่าครึ่งตามยาวตรวจดูการเกิดไส้สีน้ำตาล 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 ค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่กรรมวิธีที่ ๖ คือการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet ให้ผลในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด คือ มีค่าคะแนนต่ำสุดในการทดลองทั้งสองครั้ง และค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์คะแนนที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน ๒ (๑.๗๒ และ ๑.๙๔ ตามลำดับ) รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ ๕ การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒% ร่วมกับ Cellophane sheet ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยในครั้งที่ ๑ น้อยกว่า ๒ (๑.๙๔) แต่ในครั้งที่ ๒ มากกว่า ๒ (๒.๓๙) ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆมีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า ๒ ทั้งหมดในการทดลองทั้งสองครั้ง ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลมากกว่า ๒๕% ขึ้นไป (Table ๑ and ๒)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ ๑ พบว่า กรรมวิธีที่ ๖ คือการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ ๕ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒ % ร่วมกับ Cellophane sheet มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ คือ คะแนน ๑ และ ๒ รวมกันสูงสุดและมากกว่า ๗๐% (๘๕% และ ๘๒% ตามลำดับ) โดยกรรมวิธีที่ ๖ มีจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลสูงสุด (Figure ๑) ส่วนการทดลองครั้งที่ ๒ ผลเป็นในทางเดียวกันกับการทดลองครั้งที่ ๑ คือ กรรมวิธีที่ ๖ และ ๕ มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้สูงสุด คือ ๘๑% และ ๖๕% ตามลำดับ (Figure ๒) แต่การเกิดไส้สีน้ำตาลในครั้งที่ ๒ มีความรุนแรงกว่าครั้งที่ ๑ อันอาจเนื่องมาจากในเดือนมิถุนายนได้รับปริมาณน้ำฝนมากกว่าเดือนเมษายน (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ณ อ.คลองใหญ่ จ.ตราด ในเดือนมิถุนายนและเมษายน คือ ๘๖๐ มม. และ ๑๘๐ มม. ตามลำดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา)) ทำให้ผลสับปะรดง่ายต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่า สอดคล้องกับ จักรพงษ์ และจรัสแท้ (๒๕๓๖) ซึ่งพบว่า หากระหว่างการเจริญเติบโตจากแหล่งปลูกมีแสงน้อย ฝนตกชุก สับปะรดจะมีโอกาสเกิดไส้สีน้ำตาลสูง ดังนั้นในการทดลองครั้งที่ ๒ มีเพียงกรรมวิธีที่ ๖ คือการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet ที่สามารถควบคุมไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ผลการวัดการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO (Polyphenol oxidase activity) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีในการทดลองทั้งสองครั้ง แต่มีแนวโน้มที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO สูงสุดทั้ง ๒ ครั้ง และเมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณวิตามินซีซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มีแนวโน้มที่กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณวิตามินซีต่ำสุดในการทดลองทั้งสองครั้งเช่นกัน (Table ๑ and ๒) จากรายงานของ จักรพงษ์ และจรัสแท้ (๒๕๓๖) ผลสับปะรดที่มีปริมาณวิตามินซีสูงมีโอกาสเกิดไส้สีน้ำตาลต่ำ เนื่องจากวิตามินซีไปยับยั้งการรวมตัวของสารควิโนน (quinone) เป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่มีสีน้ำตาล (Abdullah *et al.*, ๑๙๘๗) แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีควบคุมมีแนวโน้มเกิดไส้สีน้ำตาลสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามผลของค่าคะแนนไส้สีน้ำตาลไม่สอดคล้องกับแนวโน้มดังกล่าว ทั้งนี้อาจมีปัจจัยอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ในการทดลองครั้งที่ ๑ และครั้งที่ ๒ พบว่าในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ๑๗๒.๖๒๘  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$  protein น้อยกว่าในเดือนมิถุนายน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ๓๕๙.๘๗๓  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$  protein สอดคล้องกับคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเปรียบเทียบในการทดลองทั้งสองครั้ง คือเมื่อมีการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO สูงการเกิดไส้สีน้ำตาลสูง ทั้งนี้ผลของปัจจัยทางสภาพอากาศมีอิทธิพลมากกว่าผลของการใช้สารเคลือบต่างๆ (Table ๑ and ๒)

สำหรับผลในด้านคุณภาพอื่นๆ พบว่า ค่าสูญเสียน้ำหนักมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี โดยครั้งที่ ๑ พบว่า กรรมวิธีที่ ๒ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒% มีค่าการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด ในขณะที่การทดลองครั้งที่ ๒ พบว่า กรรมวิธีที่ ๕ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒ % ร่วมกับ Cellophane sheet มีค่าสูงสุด ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าความแน่นเนื้อพบความแตกต่างทางสถิติในครั้งที่ ๑ โดยกรรมวิธีที่ ๕ เคลือบผิวผลด้วย Chitosan ๒ % ร่วมกับ Cellophane sheet มีค่าสูงสุด แต่ในการทดลองครั้งที่ ๒ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี และสำหรับ %TSS และ %TA ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีในการทดลองทั้งสองครั้ง (Table ๑ and ๒) นอกจากนี้ยังไม่พบความ

ผิดปกติด้านกลิ่นและรสชาติในทุกกรรมวิธี แสดงว่าแต่ละกรรมวิธีไม่มีผลต่อคุณภาพด้านปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด กลิ่นและรสชาติ

**Table ๑** Quality of pineapple picked in April and coated with different coating after stored at  $13 \pm 2^{\circ}\text{C}$  for ๓ weeks. IB = internal browning, PPO = polyphenol oxidase, V.C = vitamin c, TSS = total soluble solids, and TA = titratable acidity.

Treatment	IB score	PPO activity ( $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein)	%V.C	Weight loss (Kg.)	Firmness (Kg.)	%TSS	% TA
๑. Control	๒.๑๑	๑๘๔.๑๙๐	๓๕.๑๐	๐.๐๗๒*	๑.๒๕C	๑๑.๗๒	๐.๙๑
๒. ๒% Chitosan	๒.๕๖	๑๖๙.๗๕๐	๓๘.๔๓	๐.๑๒b	๑.๕๒ab	๑๒.๖๔	๐.๙๗
๓. GLK Wax ๑๘% w/v	๒.๔๔	๑๗๒.๐๔๑	๓๕.๒๑	๐.๐๘๒	๑.๒๔C	๑๑.๔๓	๐.๙๓
๔. Cellophane sheet	๒.๕๖	๑๖๔.๔๓๘	๓๗.๕๔	๐.๐๙๒	๑.๓๖ab	๑๑.๗๔	๐.๙๖
๕. ๒% Chitosan + Cellophane sheet	๑.๙๔	๑๗๘.๓๑๔	๓๗.๓๙	๐.๐๘๒	๑.๖๔๒	๑๑.๓๖	๐.๙๕
๖. GLK Wax ๑๘% w/v + Cellophane sheet	๑.๗๒	๑๖๗.๐๒๗	๓๘.๙๐	๐.๐๘๒	๑.๒๗C	๑๑.๗๖	๑.๐๑
Average	๒.๒๒	๑๗๒.๖๒๘	๓๗.๐๙	๐.๐๙	๑.๓๘	๑๑.๗๘	๐.๙๕
C.V.	๒๓.๑๔ %	๑๙.๕๐%	๑๓.๒๕%	๑๘.๙๐ %	๗.๖๐%	๕.๘๖ %	๑๑.๐๔ %

\*Different letter indicates significantly difference within columns by Duncan's Multiple Range test at  $P < 0.05$

**Table ๒** Quality of pineapple picked in June and coated with different coating after stored at  $13 \pm 2^{\circ}\text{C}$  for ๓ weeks. IB = internal browning, PPO = polyphenol oxidase, V.C = vitamin c, TSS = total soluble solids, and TA = titratable acidity.

Treatment	IB score	PPO activity ( $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein)	%V.C	Weight loss (Kg.)	Firmness (Kg.)	%TSS	% TA
๑. Control	๒.๓๙ab *	๔๒๖.๐๐๗	๓๐.๗๖	๐.๐๗๒	๑.๒๐	๑๒.๘๘	๐.๙๗
๒. ๒% Chitosan	๒.๗๒ab	๓๒๓.๖๓๓	๓๔.๐๖	๐.๐๗๒	๑.๓๖	๑๒.๙๑	๑.๐๙
๓. GLK Wax ๑๘% w/v	๒.๘๓b	๓๓๐.๐๑๘	๓๑.๗๑	๐.๐๘๒	๑.๓๐	๑๓.๔๐	๑.๐๖

ᄃ. Cellophane sheet	ᄂ.ᄃᄂab	ᄃᄃᄃ.ᄃᄃᄃ	ᄃᄃ.ᄂᄃ	ᄃ.ᄃᄃab	ᄃ.ᄂᄃ	ᄃᄂ.ᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄃᄃ
ᄃ. ᄂ% Chitosan + Cellophane sheet	ᄂ.ᄃᄃab	ᄃᄃᄃ.ᄃᄃᄃ	ᄃᄃ.ᄃᄃ	ᄃ.ᄃᄃb	ᄃ.ᄂᄃ	ᄃᄂ.ᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄃᄃ
ᄂ. GLK Wax ᄃᄃ% w/v + Cellophane sheet	ᄃ.ᄃᄃᄃ	ᄃᄃᄃ.ᄃᄃᄃᄃ	ᄃᄃ.ᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄂᄃᄃ	ᄃᄂ.ᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄃᄃ
Average	ᄂ.ᄃᄃᄃ	ᄃᄃᄃᄃ.ᄃᄃᄃᄃ	ᄃᄃᄃ.ᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄂᄃᄃ	ᄃᄂ.ᄃᄃᄃᄃ	ᄃ.ᄃᄃ
C.V.	ᄃᄃᄃ.ᄃᄃᄃ %	ᄂᄃᄃ.ᄃᄃᄃ%	ᄃᄃᄃ.ᄃᄃᄃ%	ᄃᄂᄃ.ᄃᄃᄃ%	ᄃᄃ.ᄃᄃᄃ%	ᄃᄃ.ᄂᄃᄃ %	ᄃᄃ.ᄃᄃᄃ %

\*Different letter indicates significantly difference within columns by Duncan’s Multiple Range test at P< ᄃ.ᄃᄃ

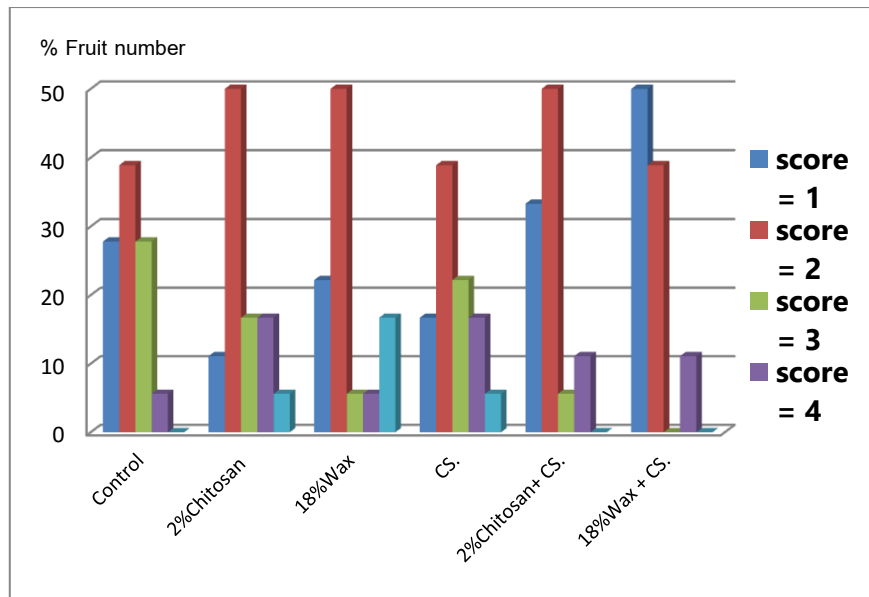
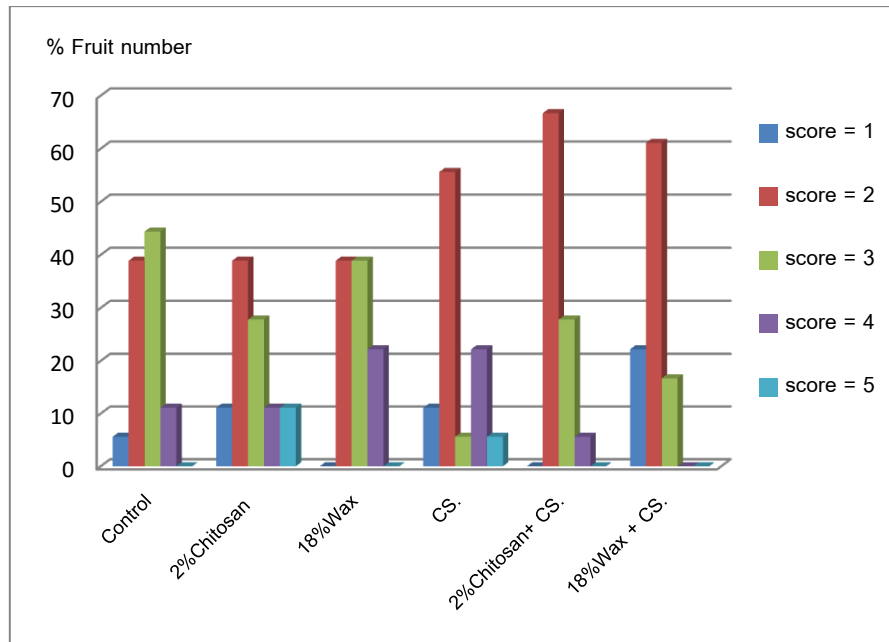


Figure ᄃ Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of coating (in April). CS. is cellophane sheet.





**Figure ๒** Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of coating (in June). CS. is cellophane sheet.

#### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเคลือบผิวผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองด้วย Wax GLK (WAXES ๑๘% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet ในขณะที่รักษาที่อุณหภูมิ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ สัปดาห์ หลังจากเก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เขียว มีแนวโน้มในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยไม่มีผลกระทบต่อ ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักปริมาณน้ำตาล กรด รวมถึงกลิ่นและรสชาติ

#### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ชนิดของสารเคลือบผิวที่ดีที่สุดในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง เพื่อนำไปทดลองต่อยอดร่วมกับการควบคุมสภาพบรรยากาศด้วยการใช้บรรจุภัณฑ์ เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลให้มากยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนมิถุนายน ๒๕๕๘. สืบค้นจาก:

<http://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary/มิถุนายน๕๘๘๘๘.pdf> [ก.พ. ๒๕๕๙]

กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนเมษายน ๒๕๕๘. สืบค้นจาก:

<http://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary/เมษายน๕๘๑.pdf> [ก.พ. ๒๕๕๙].

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล และ จริ่งแท้ ศิริพานิช. ๒๕๓๖. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดและวิธีการป้องกัน. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ ๒๗(๔) : ๔๒๑-๔๓๐.

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

จริ่งแท้ ศิริพานิช และ อ้อมอรุณ นุกุลธรประภิต. ๒๕๔๘. อนุมูลเสรีและตัวต้านออกซิเดชันกับอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด. Postharvest Newsletter ๔(๑): ๑-๓.

ฐิติรัตน์ กฤตยาภิรมย์. ๒๕๔๗. ผลของสารเคลือบผิว Stafresh ๗๐๕๕ ต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: ๗๐-๗๒

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ๒๕๕๕. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี ๒๕๕๖ : ๗๒-๘๐.

Abdullah, H., M.A. Rohaya and M.Z. Zaipun. ๑๙๘๗. Storage study of pineapple (Ananas comosus cv. Sarawak) with special emphasis on black heart disorder. Hort. Abstr. ๕๗(๘): ๖๗๓๘.

Paull, R. E. and K.G.Rohrbach., ๑๙๘๕, “Symptom development of chilling injury in pineapple”, J. Amer.Soc.Hort.Sci, ๑๑๐ (๑), pp. ๑๐๐-๑๐๕.

Pitadeniya, D.S., Lakshman, P.L.N. and Hettiarachchi, M.P. ๒๐๐๕, Pineapple black heart disorder: Measures to reduce postharvest losses during transportation and storage. APEC Symposium on Assuring Quality and Safety of Fresh Produce, August ๑-๓, ๒๐๐๕, Bangkok, Thailand: ๗๖.

Shahida, F., J. K. V. Arachchi and Y-J Jeon. ๑๙๙๙. Food applications of chitin and chitosans. Trends in Food Sciences & Technology ๑๐: ๓๗-๕๑.

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 01-03, 2005, Bangkok, Thailand: 112.

Teisson, C., P. Martin – Prevel, J.P. Combres and C. Py. 1994. Internal browning of pineapple, a disorder caused by refrigeration (English Summary). Fruit 11(1): 44-50

## ภาคผนวก



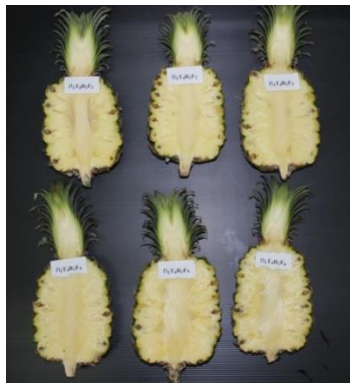
1. Control



2. 2% Chitosan



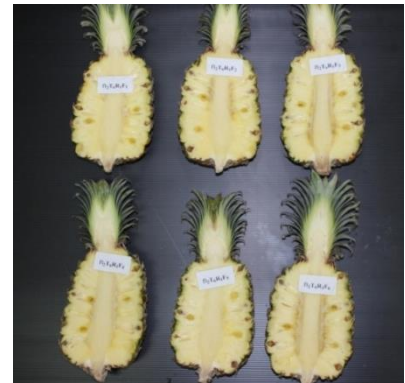
3. GLK Wax 18% w/v



4. Cellophane sheet

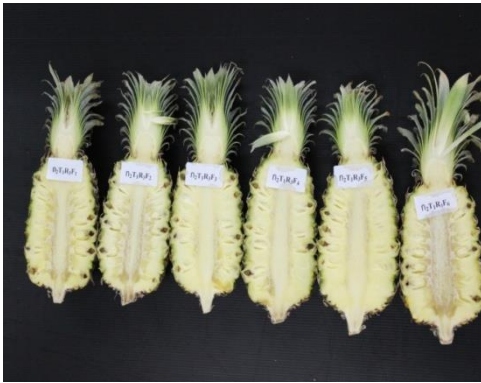


5. 2% Chitosan+Cellophane sheet



6. GLK Wax 18%w/v+Cellophane sheet

ภาพที่ ๑: ผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ ๑ เดือนเมษายน



1. Control



2. 2% Chitosan



3. GLK Wax 18% w/v



4. Cellophane sheet



5. 2% Chitosan + Cellophane sheet



6. GLK Wax 18%w/v + Cellophane sheet

ภาพที่ ๒: ผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองครั้งที่ ๒ เดือนมิถุนายน