

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2558

- ชุดโครงการวิจัย :** การควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดผลสดพันธุ์ตราดสีทอง
- โครงการวิจัย :** การควบคุมการทำงานของเอนไซม์ที่ส่งผลให้เกิดไส้สีน้ำตาลในสับประรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองโดยวิธีการทางกายภาพ
- การทดลอง :** ผลของการใช้สารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ ต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดผลสดพันธุ์ตราดสีทอง

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

คณะผู้ดำเนินงาน

- หัวหน้าการทดลอง :** วรางคณา มากกำไร¹
- ผู้ร่วมงาน :** วีรา คล้ายพุก¹ อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว¹
หยกทิพย์ สุตารีย์² ดารากร เผ่าชู²

บทคัดย่อ

ปัญหาไส้สีน้ำตาลในสับประรดผลสดเพื่อการส่งออก เป็นปัญหาสำคัญของไทย โดยเฉพาะพันธุ์ตราดสีทอง ซึ่งมีลักษณะเหมาะสมต่อการส่งออกผลสดแต่มีความอ่อนแอต่อไส้สีน้ำตาลมาก การใช้สารเคลือบชนิดต่างๆ เพื่อควบคุมการแลกเปลี่ยนแก๊ส ลดการทำงานของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) เป็นแนวทางหนึ่งที่มีงานวิจัยแพร่หลายทั้งกับสับประรดพันธุ์ต่างๆ และผลไม้อื่นๆ ในการลดการเกิดสีน้ำตาล ดังนั้น การทดลองนี้จึงนำสารเคลือบชนิดต่างๆ เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง โดยเก็บผลสับประรดตราดสีทองจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ระยะแก่เขียว (หลังบังคับดอก 139 วัน) ในเดือนเมษายน และมีถุนายน ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวโดย วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 6 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กล่อง (6 ผล/กล่อง) กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิวผล) กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax) กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวผลด้วย Cellophane sheet กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% ร่วมกับ Cellophane sheet แ ล ะ

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

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 6 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ± 2 องศาเซลเซียส 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า การเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet มีแนวโน้มควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% ร่วมกับ Cellophane sheet โดยในครั้งที่ 1 เดือนเมษายน พบคะแนนเฉลี่ยการเกิดไส้สีน้ำตาลต่ำกว่า 2 (< 25% ของพื้นที่หน้าตัดผิว) คือ 1.72 และ 1.94 ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ (ไม่เป็นไส้สีน้ำตาลรวมกับผลที่เป็นไส้สีน้ำตาล < 25% ของพื้นที่หน้าตัดผิว) > 70% (85% และ 82% ตามลำดับ) ในขณะที่ครั้งที่ 2 เดือนมิถุนายน มีเพียงการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet สามารถควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล 1.94 และเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 82% โดยที่กรรมวิธีนี้ไม่มีผลต่อคุณภาพด้านอื่นๆ ได้แก่ ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก %TSS %TA รวมถึงกลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์สถิติของค่าคะแนนไส้สีน้ำตาลไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธี รวมทั้งการเกิดปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ PPO และปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีเช่นกัน แต่มีความแตกต่างและสอดคล้องกับการเกิดไส้สีน้ำตาลระหว่างการทดลองในเดือนเมษายนและเดือนมิถุนายน กล่าวคือในเดือนมิถุนายนมีค่าการเกิดไส้สีน้ำตาลสูง ปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ 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 (139 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 3 replicates and 1 box per replicate (6 fruit/box). Five kinds of coating were 2% chitosan, GLK wax (commercial wax: WAXES 18% w/v Shellac, wax), cellophane sheet, 2 % chitosan with

cellophane sheet, and GLK wax with cellophane sheet. After the fruits were stored at $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 3 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 2% chitosan with cellophane sheet. From the experiment in April, fruits coated by GLK wax with cellophane sheet and those coated with 2% chitosan with cellophane sheet had internal browning score less than 2 (<25% on cutting surface), which were 1.72 and 1.94, respectively. Moreover, the percentage of number of acceptable fruit (no internal browning and has <25% of internal browning on the cutting surface) was >70% (85% and 82%, 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, 1.94 of internal browning score and 82% 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 ไทยส่งออกสับปะรดส่วนใหญ่เป็นในรูปการแปรรูปไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา เยอรมนี และสเปน และมีการส่งออกสับปะรดผลสดบ้างไปยังประเทศ อินโดนีเซีย และจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ซึ่งมูลค่าในการส่งออกผลสดยังมีน้อยมาก เนื่องจากการขนส่งในระยะทางไกล และการเก็บรักษาต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาขึ้น ซึ่งเรียกว่าอาการไส้สีน้ำตาล

อาการไส้สีน้ำตาล (Internal Browning หรือ endogenous brown spot หรือ black heart) เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่สำคัญของสับปะรด อาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดเริ่มจากการเป็นจุดใสบริเวณใกล้

แกนโคนผล แล้วเกิดการขยายวงกว้างไปยังเนื้อเยื่อบริเวณข้างเคียง และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตามระดับความรุนแรงของอาการ โดยพบอาการในระดับรุนแรงชัดเจนขึ้นเมื่อย้ายสับปะรดจากที่ระดับอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ไปไว้ในอุณหภูมิห้อง (Paull and Rohrbach, 1985)

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

การใช้สารเคลือบผิว (Coating) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและยังพบว่าช่วยลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดได้อีกด้วย มีการพบว่าการใช้สารเคลือบผิวประเภท paraffin-polyethylene ความเข้มข้นร้อยละ 20 สามารถช่วยลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียได้ เพราะสารเคลือบผิวไปจำกัดปริมาณออกซิเจน ที่เข้าสู่ภายในผลทำให้ PPO ทำงานได้น้อยลง การออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลเกิดได้น้อยลง (Paull and Rohrbach, 1985) เช่นเดียวกันกับ ฐิติรัตน์ (2547) พบว่า Sta-fresh 7055 (paraffin-polyethylene wax) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้อนขาว ลดการสูญเสียปริมาณกรดแอสคอร์บิก และรักษาคุณภาพผลิตผลได้ดีในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง

Pitadeniya *et al.* (2005) รายงานว่าการใช้ wax 5% และ Benlate (1 g/L) เคลือบผลสับปะรด ช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาล โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการ 87.5% ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีอาการ 100% ที่ 20 วัน หลังการเก็บรักษา 10 °C และเขายังพบว่าการใช้ Cellophane sheet ยังช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ถึง 18 วัน อีกด้วย

นอกจากนี้ในปัจจุบันมีการศึกษาการนำไคโตซานมาใช้เคลือบผิวผักและผลไม้เพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพผลิตผลเป็นอย่างมาก Shahida *et al.* (1999) ได้ทำการทดลองใช้แผ่นฟิล์มไคโตซานเคลือบลิ้นจี่ เพื่อป้องกันการเกิด enzymatic browning และพบว่าการใช้ไคโตซานทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ anthocyanin, flavonoids และ phenolics ช้าลง และยังทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ลดลงอีกด้วย การทดลองในสับปะรด Suntipabvivattana and Somboonkaew (2005) พบว่าการใช้ไคโตซานความเข้มข้น 2% เคลือบผิวสับปะรดพันธุ์ภูแลในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °C สามารถยืดอายุเก็บรักษาได้นาน 21 วัน และยังลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจ และลดการสูญเสียปริมาณวิตามินซีของผล ซึ่งการที่ผลยังมีปริมาณวิตามินซีสูงอยู่น่าจะมีผลต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลน้อยลง

ดังนั้น จึงได้ศึกษาชนิดของสารเคลือบผิวที่เหมาะสมในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาล โดยเฉพาะสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นิยมในการบริโภคผลสดและประสบปัญหาอาการไส้สีน้ำตาลอย่างมากในส่งออกต่างประเทศ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ผลสับปะรดตราดสีทอง ระยะแก่เขียว หรือ 139 วันหลังบังคับการออกดอก
2. Chitosan 2 %
3. Wax GLK (WAXES 18% w/v Shellac, wax)
4. Cellophane sheet
5. กล่องบรรจุสับปะรด 6 ผลในแนวนอน มีช่องเจาะทรงรีในแนวตั้งตามด้านยาวของกล่อง ด้านละ 2 ช่อง
6. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพผล
7. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์อัตราปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO

วิธีการ

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

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิวผล)

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 %

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

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวผลด้วย Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet

กรรมวิธีที่ 6 เคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนเมษายน และมีถุนายน ระยะแก่เขียว (หรือ 139 วันหลังบังคับการออกดอก) และสุ่มวิเคราะห์คุณภาพก่อนการเก็บรักษา
2. นำผลสับปะรดมาทดสอบตามกรรมวิธี
3. นำผลสับปะรดบรรจุใส่กล่องกระดาษและเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 ± 2 องศาเซลเซียส

4. หลังการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ นำผลมาผ่าครึ่งตามยาวตรวจสอบการเกิดไส้สีน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และตรวจวัดคุณภาพด้านต่างๆของผล

การบันทึกข้อมูล

1. คุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ ปริมาณ Total soluble solid content (% TSS) ปริมาณกรด (%TA) ความแน่นเนื้อ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณวิตามินซี กลิ่นและรสชาติผล สับปะรด
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

เวลาและสถานที่

ดำเนินการในปี ตุลาคม 2557 – กันยายน 2558 ณ สถาบันวิจัยพืชสวน และศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ดำเนินการทดลอง 2 ครั้ง โดยเก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน เก็บเกี่ยวระยะแก่เขียว หรือ 139 วันหลังบังคับการออกดอก สุ่มวัดคุณภาพผลก่อนการเก็บรักษา ผลคือไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลในการทดลองทั้งสองครั้ง และปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีที่กำหนด เก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและวัดคุณภาพผลด้านต่างๆ

ผลการประเมินการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ย พบว่า ค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่กรรมวิธีที่ 6 คือการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet ให้ผลในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลได้ดีที่สุด คือ มีค่าคะแนนต่ำสุดในการทดลองทั้งสองครั้ง และค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์คะแนนที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 2 (1.72 และ 1.94 ตามลำดับ) รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 การเคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% ร่วมกับ Cellophane

sheet ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยในครั้งที่ 1 น้อยกว่า 2 (1.94) แต่ในครั้งที่ 2 มากกว่า 2 (2.39) ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 2 ทั้งหมดในการทดลองทั้งสองครั้ง ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลมากกว่า 25% ขึ้นไป (Table 1 and 2)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 1 พบว่า กรรมวิธีที่ 6 คือการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet และกรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ คือ คะแนน 1 และ 2 รวมกันสูงสุดและมากกว่า 70% (85% และ 82% ตามลำดับ) โดยกรรมวิธีที่ 6 มีจำนวนผลที่ไม่เกิดไส้สีน้ำตาลสูงสุด (Figure 1) ส่วนการทดลองครั้งที่ 2 ผลเป็นในทางเดียวกันกับการทดลองครั้งที่ 1 คือ กรรมวิธีที่ 6 และ 5 มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้สูงสุด คือ 81% และ 65% ตามลำดับ (Figure 2) แต่การเกิดไส้สีน้ำตาลในครั้งที่ 2 มีความรุนแรงกว่าครั้งที่ 1 อันอาจเนื่องมาจากในเดือนมิถุนายนได้รับปริมาณน้ำฝนมากกว่าเดือนเมษายน (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ณ อ.คลองใหญ่ จ.ตราด ในเดือนมิถุนายนและเมษายน คือ 860 มม. และ 180 มม. ตามลำดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา)) ทำให้ผลสับปะรดง่ายต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่า สอดคล้องกับ จักรพงษ์ และจรัสแท้ (2536) ซึ่งพบว่า หากระหว่างการเจริญเติบโตจากแหล่งปลูกมีแสงน้อย ฝนตกชุก สับปะรดจะมีโอกาสเกิดไส้สีน้ำตาลสูง ดังนั้นในการทดลองครั้งที่ 2 มีเพียงกรรมวิธีที่ 6 คือการเคลือบผิวผลด้วย Wax GLK (WAXES 18% w/v (Shellac, wax) ร่วมกับ Cellophane sheet ที่สามารถควบคุมไส้สีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ผลการวัดการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO (Polyphenol oxidase activity) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีในการทดลองทั้งสองครั้ง แต่มีแนวโน้มที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO สูงสุดทั้ง 2 ครั้ง และเมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณวิตามินซีซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มีแนวโน้มที่กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณวิตามินซีต่ำสุดในการทดลองทั้งสองครั้งเช่นกัน (Table 1 and 2) จากรายงานของ จักรพงษ์ และจรัสแท้ (2536) ผลสับปะรดที่มีปริมาณวิตามินซีสูงมีโอกาสเกิดไส้สีน้ำตาลต่ำ เนื่องจากวิตามินซีไปยับยั้งการรวมตัวของสารควิโนน (quinone) เป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่มีสีน้ำตาล (Abdullah *et al.*, 1987) แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีควบคุมมีแนวโน้มเกิดไส้สีน้ำตาลสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามผลของค่าคะแนนไส้สีน้ำตาลไม่สอดคล้องกับแนวโน้มดังกล่าว ทั้งนี้อาจมีปัจจัยอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO ในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO 172.628 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein น้อยกว่าในเดือนมิถุนายน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 359.873 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein สอดคล้องกับคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเปรียบเทียบในการทดลองทั้งสองครั้ง คือเมื่อมีการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO สูงการเกิดไส้สีน้ำตาลสูง ทั้งนี้ผลของปัจจัยทางสภาพอากาศมีอิทธิพลมากกว่าผลของการใช้สารเคลือบต่างๆ (Table 1 and 2)

สำหรับผลในด้านคุณภาพอื่นๆ พบว่า ค่าสูญเสียน้ำหนักมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี โดยครั้งที่ 1 พบว่า กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2% มีค่าการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด ในขณะที่การทดลองครั้งที่ 2 พบว่า กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet มีค่าสูงสุด ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆมีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าความแน่นเนื้อพบความแตกต่างทางสถิติในครั้งที่ 1 โดยกรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวผลด้วย Chitosan 2 % ร่วมกับ Cellophane sheet มีค่าสูงสุด แต่ในการทดลองครั้งที่ 2 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี และสำหรับ %TSS และ %TA ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีในการทดลองทั้งสองครั้ง (Table 1 and 2) นอกจากนี้ยังไม่พบความผิดปกติด้านกลิ่นและรสชาติในทุกกรรมวิธี แสดงว่าแต่ละกรรมวิธีไม่มีผลต่อคุณภาพด้านปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด กลิ่นและรสชาติ

Table 1 Quality of pineapple picked in April and coated with different coating after stored at $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 3 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
1. Control	2.11	184.190	35.10	0.07a*	1.25c	11.72	0.91
2. 2% Chitosan	2.56	169.750	38.43	0.12b	1.52ab	12.64	0.97
3. GLK Wax 18% w/v	2.44	172.041	35.21	0.08a	1.24c	11.43	0.93
4. Cellophane sheet	2.56	164.438	37.54	0.09a	1.36ab	11.74	0.96
5. 2% Chitosan + Cellophane sheet	1.94	178.314	37.39	0.08a	1.64a	11.36	0.95
6. GLK Wax 18% w/v + Cellophane sheet	1.72	167.027	38.90	0.08a	1.27c	11.76	1.01
Average	2.22	172.628	37.09	0.09	1.38	11.78	0.95
C.V.	23.14%	19.50%	13.25%	18.90%	7.60%	5.86%	11.04%

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

Table 2 Quality of pineapple picked in June and coated with different coating after stored at $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 3 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
1. Control	2.39ab*	426.007	30.76	0.07a	1.20	12.88	0.97
2. 2% Chitosan	2.72ab	323.633	34.06	0.07a	1.36	12.91	1.09
3. GLK Wax 18% w/v	2.83b	330.018	31.71	0.08ab	1.30	13.40	1.06
4. Cellophane sheet	2.56ab	330.487	37.65	0.09ab	1.25	12.31	1.05
5. 2% Chitosan + Cellophane sheet	2.39ab	407.337	34.00	0.10b	1.20	12.80	1.02
6. GLK Wax 18% w/v + Cellophane sheet	1.94a	341.758	34.82	0.07a	1.26	12.91	1.04
Average	2.47	359.873	33.83	0.08	1.26	12.87	1.04
C.V.	17.37%	24.00%	17.10%	16.50%	9.72%	4.65%	10.08%

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

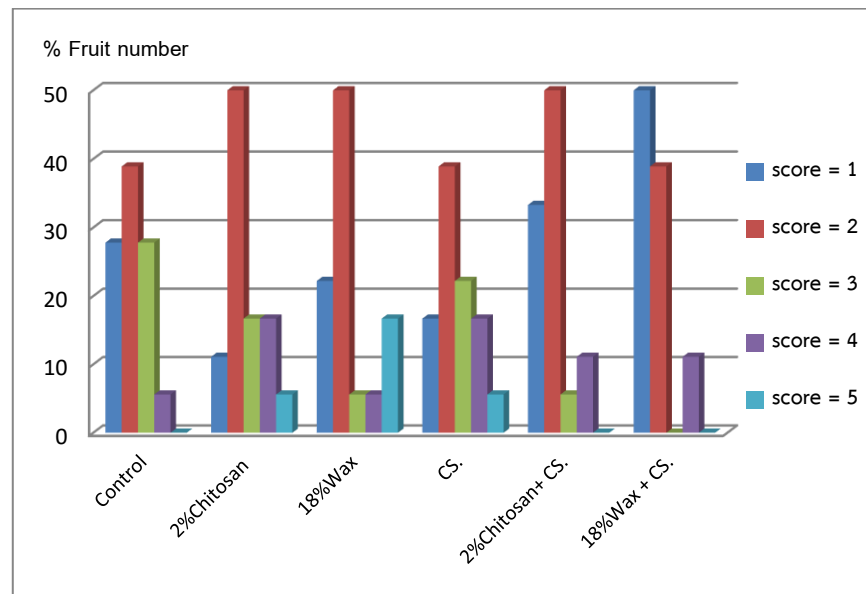


Figure 1 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of coating (in April). CS. is cellophane sheet.

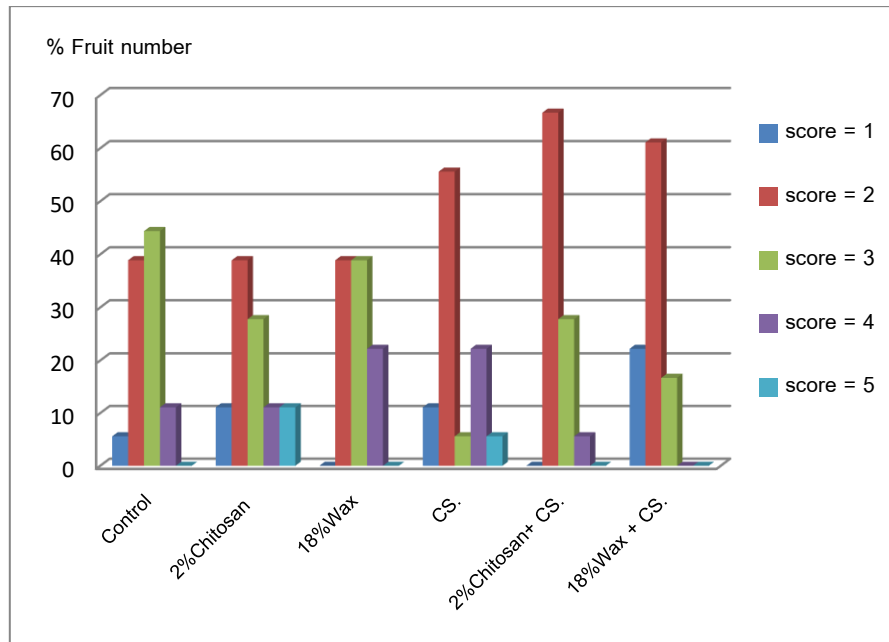


Figure 2 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of coating (in June). CS. is cellophane sheet.

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

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

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ชนิดของสารเคลือบผิวที่ดีที่สุดในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง เพื่อนำไปทดลองต่อยอดร่วมกับการควบคุมสภาพบรรยากาศด้วยการใช้บรรจุภัณฑ์ เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุฯ กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนมิถุนายน 2558. สืบค้นจาก:

<http://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary/มิถุนายน58888.pdf> [ก.พ. 2559]

กรมอุตุฯ กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนเมษายน 2558. สืบค้นจาก:

<http://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary/เมษายน581.pdf> [ก.พ. 2559].

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

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

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

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

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2556 : 72-80.

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

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

Pitadeniya, D.S., Lakshman, P.L.N. and Hettiarachchi, M.P. 2005, Pineapple black heart disorder: Measures to reduce postharvest losses during transportation and storage. APEC Symposium on Assuring Quality and Safety of Fresh Produce, August 1-3, 2005, Bangkok, Thailand: 76.

Shahida, F., J. K. V. Arachchi and Y-J Jeon. 1999. Food applications of chitin and chitosans. Trends in Food Sciences & Technology 10: 37-51.

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

ภาคผนวก



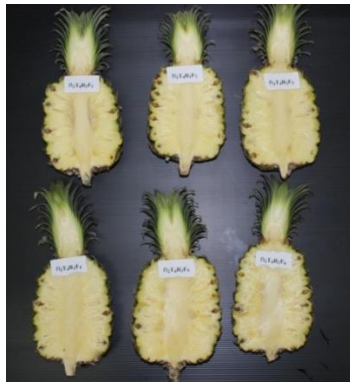
1. Control



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 1: ผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ 1 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 2: ผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองครั้งที่ 2 เดือนมิถุนายน