รายงานโครงการวิจัย

การควบคุมการทำงานของเอนไซม์ที่ส่งผลให้เกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองโดยวิธีการทางเคมี

The Chemical Control of Enzyme Activities Regulating Internal Browning in Fresh-pineapple cv. 'Trad-See-Thong'

นางสาววรางคณา มากกำไร

Miss Warangkana Makkumrai

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

การควบคุมการทำงานของเอนไซม์ที่ส่งผลให้เกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองโดยวิธีการทางเคมี

The Chemical Control of Enzyme Activities Regulating Internal Browning in Fresh-pineapple cv. 'Trad-See-Thong'

นางสาววรางคณา มากกำไร

Miss Warangkana Makkumrai

ปี พ.ศ. 2558

สารบัญ

	หน้า
บทนำ.....	1
บทคัดย่อ.....	2
ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)	4
ผลการวิจัย (Results) และอภิปรายผล (Discussion)	8
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	11
เอกสารอ้างอิง.....	11
ภาคผนวก	13

สารเคมีชนิดต่างๆต่อการควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทอง

The Chemical Control of Internal Browning in Fresh-pineapple cv. 'Trad-See-Thong'

ผู้ดำเนินงานวิจัย

หยกทิพย์ สุดารีย์[1] วรางคณา มากกำไร[2] วีรา คล้ายพุก[2] อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว[2] ดารากร เผ่าชู[1]

Yoktip Sudaree[1], Warangkana Makkumrai[2], Veera Klaipuk[2], Uthaiwan Sapkaew[2], Darakorn Paochu[1]

บทนำ

สับปะรดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555) มีรายงานว่าผลผลิตในปี 2555 มีปริมาณถึง 2.4 ล้านตัน โดยประเทศไทยถือเป็นผู้ผลิตอันดับ 2 ของอาเซียน และเป็นผู้ผลิตอันดับ 4 ของโลก โดยที่ไทยนั้นเป็นผู้ส่งออกสับปะรดแปรรูปเป็นอันดับ 1 ของโลก ส่วนการส่งออกในรูปผลสดนับว่ายังมีปริมาณน้อยมาก (ประมาณ 10 %) ในปี 2555 มีปริมาณการส่งออกประมาณ 4,466 ตัน มีมูลค่าเพียง 114 ล้านบาท ทั้งนี้เนื่องจากการขนส่งไปยังตลาดต่างประเทศเป็นระยะทางไกลต้องเก็บรักษาผลสับปะรดไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 8-10 องศาเซลเซียส และทำให้ผลสับปะรดเกิดอาการสะท้านหนาว (Chilling injury) หรือไส้สีน้ำตาล (Internal browning) อย่างไรก็ตามปัจจุบันกลไกการเกิดไส้สีน้ำตาลยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด การควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดจึงยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (จริงแท้ และอ้อมอรุณ, 2548) ปัญหาการเกิดไส้สีน้ำตาลนั้นนอกจากจะเกิดจากอุณหภูมิต่ำแล้ว คาดว่าอาการดังกล่าวนี้ต้องเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมระหว่างการเจริญเติบโต (Akamine *et a.l*, 1975) พันธุ์ แหล่งปลูก และฤดูกาลในการปลูกต่างกันทำให้องค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลต่างกันที่เกิดขึ้นนั้น (จักรพงษ์ และจริงแท้, 2536) โดยลักษณะภายนอกของผลสับปะรดจะเป็นปกติแต่เนื้อผลภายในบริเวณใกล้แกนกลางของผลจะเกิดเป็นจุดหรือบริเวณฉ่ำน้ำก่อน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในเวลาต่อมา หลังจากนั้นค่อยๆขยายออกรวมกันเป็นกลุ่มสีน้ำตาลคล้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น (Dull, 1971) เกิดจากเซลล์ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมสารผ่านเข้าออกเกิดการเสื่อมสภาพ และเกิดจากการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) (ฤทัยรัตน์ และคณะ, 2555)ในปัจจุบันการใช้สารเคมี กลุ่ม GRAS (Generally recognized as safe) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ เช่น 1-MCP $CaCl_2$ $SrCl_2$ กลุ่มกรดแอสคอร์บิก (กรดอีริทอร์บิก กรดแอสคอร์บิก โซเดียมอีริทอร์เบต และโซเดียมแอสคอร์เบต) (มณฑาทิพย์, 2539) และกลุ่มของ jasmonate จัดเป็นสารที่ช่วยลดการรวมตัวของสาร quinone ได้ทำให้ไม่มี quinone ที่จะรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่เกิดเป็นสารสีน้ำตาล และเข้าขัดขวาง free radicals ไม่ให้เกิดปฏิกิริยา liquid peroxidation ซึ่งมีผลต่อการเสื่อมสภาพของเมมเบรน และแสดงอาการไส้สีน้ำตาล (จริงแท้ และอ้อมอรุณ, 2548) ซึ่งส่งผลเสียหายต่อการส่งออกและการบริโภคสับปะรดผลสด

ดังนั้นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ PPO เพื่อช่วยให้เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำโดยไม่เกิดอาการสะท้านหนาว โดยการใช้สารเคมีดังกล่าว

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

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

ก็อาจนำไปสู่การควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลได้ดีขึ้นในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ดังนั้น วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย คือ เพื่อศึกษาชนิดของสารเคมีที่เหมาะสมในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาล

บทคัดย่อ

ประเทศไทยนั้นเป็นผู้ส่งออกสับปะรดแปรรูปเป็นอันดับ 1 ของโลก ส่วนการส่งออกในรูปผลสดนับว่ายังมีปริมาณน้อยมาก เนื่องจากการขนส่งไปยังตลาดต่างประเทศเป็นระยะทางไกลต้องเก็บรักษาผลสับปะรดไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 8-10 องศาเซลเซียส ทำให้ผลสับปะรดเกิดอาการสะท้านหนาว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อช่วยให้เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำโดยไม่เกิดอาการสะท้านหนาว ดังนั้นจึงดำเนินการทดลองโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆต่อการควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ซ้ำละ1 กล่อง (6 ผล/กล่อง) เก็บผลสับปะรดตราดสีทองจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ระยะแก่เขียว (หลังบังคับดอก 139 วัน) ในเดือนเมษายน และมิถุนายน ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวโดย กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) กรรมวิธีที่ 2 รมด้วย1-MCP ความเข้มข้น 0.2 ppm 18 ชั่วโมงกรรมวิธีที่ 3 จุ่มก้านลงในสาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ กรรมวิธีที่ 4 จุ่มก้านลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ กรรมวิธีที่ 5 จุ่มก้านลงในกรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร กรรมวิธีที่ 6 จุ่มก้านลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร กรรมวิธีที่ 7 จุ่มก้านลงในโซเดียมอีริทอร์เบต ความเข้มข้น 1.5 โมลต่อลิตร กรรมวิธีที่ 8 จุ่มก้านลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และกรรมวิธีที่ 9 จุ่มก้านลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.01 โมลต่อลิตร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า การใช้สารเคมีชนิดต่างๆเพื่อลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า การใช้สารละลาย $CaCl_2$ และ$SrCl_2$ มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้ (คะแนน 1 และ2) เพียง 60 และ 50% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ คือ > 70 % นอกจากนี้ พบว่า การใช้สารละลาย $SrCl_2$ มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO (Polyphenol oxidase activity) ต่ำสุด ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า การใช้สารละลายกรดอีริทอร์บิก มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (คะแนน 1 และ2) อยู่ในระดับต่ำเพียง 22% (<70%) การไม่ให้สารละลายในชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด รองลงมา คือ สารละลาย $SrCl_2$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และกรรมวิธีต่างๆที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลกระทบต่อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณน้ำตาล กรด และวิตามินซี รวมถึงกลิ่นและรสชาติ อย่างไรก็ตาม การใช้สารละลาย $CaCl_2$, $SrCl_2$ และกรดอีริทอร์บิก ในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น ถึงแม้ว่าจะให้ผลของ

การเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสารละลายตัวอื่น แต่ไม่สามารถควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หากได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการ เช่น ระยะเวลาในการจุ่มสาร ปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม รวมถึงควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลให้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้สารเคมีดังกล่าว จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจนำไปใช้เป็นกรรมวิธีในการปฏิบัติเพื่อควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในระดับหนึ่งได้

ABSTRACT

Thailand is ranked the first exporter of processed pineapple in the world. However, for fresh pineapple it is quite low. The main problem is during the long time transportation to foreign markets the fresh pineapples are kept in the temperature below 8-10 ˚C which leads to chilling injury. Therefore, this experiment was investigated the effectiveness of different chemical treatments on controling the internal browning in pineapple cv. 'Trad-See-Thong.' The experiment was performed twice (April and June). The mature green fruits (139 day after forcing flowering) were picked from pineapple field in Trad province. Then, eight treatments of chemical and control (no chemical) were applied on the fruits with RCB design with 3 replicates and 1 box per replicate (6 fruits/box). The nine treatments were 1) Control 2) 0.2ppm 1-MCP 3) 0.2M $CaCl_2$ 4) 0.2M $SrCl_2$ 5) 0.1M Erythorbate 6) 0.1M Ascorbate 7) 1.5 M Sodium Erythorbate 8) 0.1M Sodium Ascorbate, and 9) 0.01M Methyl Jasmonate. After that, the fruits were stored at 13±2 ˚C for 3 weeks and internal browning and fruit qualities were evaluated. In April, the result showed that the $CaCl_2$ and $SrCl_2$ treated fruits had internal brown score lower than the no chemical treated fruit but they were not significantly different. For the percentage of number of acceptable fruit (no internal browning and has <25% of internal browning on the cutting surface), they were 60% and 50%, respectively, which less than the acceptable level (70%). The $SrCl_2$ treatment showed the lowest in PPO enzyme activity. In June, the erythorbate treated fruits showed the internal browning score less than control (no chemical treated), and the percentage of number of acceptable fruit (score 1 and 2) was 22% which less than the acceptable level. The PPO activity tended to be the lowest in control and $SrCl_2$ but they were not significantly different among treatments. The different in the chemical treatments in fresh-pineapple had no effect on fruit firmness, sugar content, acid and ascorbic acid contents, smell and

taste. The $CaCl^2$, $SrCl^2$ and erythorbate treated fresh-pineapples in April and June tended to have the internal browning incidence less than other chemicals treated pineapples but they could not control the internal browning with the acceptable level. However, the modification of the dipping time, optimal concentration and the environmental controlling might be more effective to control internal browning in Fresh-pineapple in the future.

ระเบียบและวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. สับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง

2. สารเคมีในการทดลอง เช่น1-MCP $CaCl_2$ $SrCl_2$ อีริทอร์บิก แอสคอร์บิก โซเดียมอีริทอร์เบต โซเดียมแอสคอร์เบต เมทิลจัสโมเนท

3. อุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ เช่น ขวดแก้วใส่สารเคมี บีกเกอร์ขนาดต่างๆ ปิเปต แท่งแก้ว

4. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก ตาชั่ง

5. กล่องกระดาษบรรจุผลสับปะรด

6. อุปกรณ์เครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องมือวัดความหนาแน่น วัดความหวาน

วิธีการ

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ซ้ำละ1 กล่อง (6 ผล/ กล่อง)

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี)

กรรมวิธีที่ 2 รมด้วย1-MCPความเข้มข้น 0.2 ppm 18 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 3 จุ่มก้านลงในสาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

กรรมวิธีที่ 4 จุ่มก้านลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

กรรมวิธีที่ 5 จุ่มก้านลงในกรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 6 จุ่มก้านลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 7 จุ่มก้านลงในโซเดียมอีริทอร์เบต ความเข้มข้น 1.5 โมลต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 8 จุ่มก้านลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 9 จุ่มก้านลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.01 โมลต่อลิตร

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. เก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในเดือนเมษายน และมิถุนายน ระยะแก่เขียว (หรือ 139 วันหลังบังคับการออกดอก) และสุ่มวิเคราะห์คุณภาพก่อนการเก็บรักษา

2. นำผลสับปะรดมาทดสอบตามกรรมวิธี โดยจุ่มก้านสับปะรดลงในสารละลายแต่ละชนิดใช้เวลาประมาณ 3 นาที
3. นำผลสับปะรดบรรจุใส่กล่องกระดาษและเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส
4. หลังการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ นำผลมาผ่าครึ่งตามยาวตรวจดูการเกิดไส้สีน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และตรวจวัดคุณภาพด้านต่างๆของผล

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- คุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ ปริมาณ soluble solid content (% SSC) ปริมาณกรด (%TA) ความแน่นเนื้อ ปริมาณวิตามินซี กลิ่นและรสชาติผลสับปะรด
- วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO
- การให้คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลโดยการประเมินทางสายตาโดยแบ่งระดับการเกิดสีน้ำตาลออกเป็น 5 ระดับ

  1 = ไม่พบสีน้ำตาล

  2 = มีสีน้ำตาล 1-25% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

  3 = มีสีน้ำตาล 26-50% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

  4 = มีสีน้ำตาล 51-75% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

  5 = มีสีน้ำตาล 76-100% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล

<u>เวลาและสถานที่</u>

เวลา ตุลาคม 2557 สิ้นสุด กันยายน 2558

สถานที่ สถาบันวิจัยพืชสวน และศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

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

ผลการประเมินการเกิดไส้สีน้ำตาล โดยพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ย ในช่วงเดือนเมษายน คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในช่วงระดับคะแนนเฉลี่ยที่ 2.33-3.17 โดยกรรมวิธีที่ 4 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 2.33 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล

เฉลี่ยเท่ากับ 2.50 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ 1-25% ส่วนกรรมวิธีที่9 จุ่มก้านลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.17คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ 26-50% (Table 1) ซึ่งคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในเกณฑ์ที่ผลสับปะรดยังยอมรับได้ คือ คะแนนไม่เกิน 2 (น้อยกว่า 25% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล พบว่าในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในช่วงระดับคะแนนเฉลี่ยที่ 3.56-4.44 ซึ่งสูงกว่าการทดลองครั้งที่ 1 เดือนเมษายน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครั้งที่ 2 เดือนมิถุนายนเข้าใกล้ฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนสูงกว่าอันเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดไส้สีน้ำตาลได้ง่ายกว่า เมื่อพิจารณาในแต่ละกรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ 5 จุ่มก้านสับปะรดลงในกรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.56 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ 26-50% ส่วนกรรมวิธีที่ 3 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.44 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ 51-75% (Table 2)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับต่างๆ ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า ค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มทุกกรรมวิธีมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่คะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลระดับต่างๆ พบว่า กรรมวิธีที่ 3 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และกรรมวิธี ที่ 4 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้สูงสุดรวมกัน (คะแนน 1 และ 2) คือ 60 และ 50% ตามลำดับ (Figure 1) แต่อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้มีค่าน้อยกว่า 70% ดังนั้น จึงยังไม่มีกรรมวิธีใดให้ผลในการควบคุมไส้สีน้ำตาลในระดับที่ยอมรับได้ ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่ากรรมวิธีที่ 5 จุ่มก้านสับปะรดลงในกรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ และกรรมวิธีที่ 9 จุ่มก้านสับปะรดลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้รวมกัน (คะแนน 1 และ 2) สูงสุด คือ 22% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และกรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้คือ 15% (Figure 2) ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ 4 มีแนวโน้มในการควบคุมไส้สีน้ำตาลได้ดีอันดับต้นๆเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆในการทดลองทั้ง 2 ครั้ง แต่อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ต่ำ (<70%) จึงพิจารณาว่าไม่มีกรรมวิธีไหนสามารถควบคุมไส้สีน้ำตาลที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่การเกิดไส้สีน้ำตาลในครั้งที่ 2 มีความรุนแรงกว่าครั้งที่ 1 อันอาจเนื่องมาจากในเดือนมิถุนายนได้รับปริมาณน้ำฝนมากกว่าเดือนเมษายน (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ณ อ.คลองใหญ่ จ.ตราดในเดือนเมษายนและมิถุนายน คือ 180 และ 860 มิลลิเมตร ตามลำดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558))

ทำให้ผลสับปะรดง่ายต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่า สอดคล้องกับ จักรพงษ์ และจริงแท้ (2536) ซึ่งพบว่า หากระหว่างการเจริญเติบโตจากแหล่งปลูกมีแสงน้อย ฝนตกชุก สับปะรดจะมีโอกาสเกิดไส้สีน้ำตาลสูง

สำหรับผลในด้านคุณภาพอื่นๆ พบว่า ค่าความแน่นเนื้อพบความแตกต่างทางสถิติในช่วงเดือนเมษายน โดยกรรมวิธีที่ 8 จุ่มก้านสับปะรดลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ และกรรมวิธีที่ 9 จุ่มก้านสับปะรดลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ มีค่าความแน่นเนื้อสูงสุดเท่ากับ 1.56 กิโลกรัมต่างจากกรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงสับปะรดใน 2 กรรมวิธีนี้มีการสุกแก่ช้ากว่ากรรมวิธีอื่น (Table 1) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงถึงแต่ละกรรมวิธีไม่มีผลต่อความสุกแก่ของผลสับปะรดที่แตกต่างกัน (Table 2)

เปอร์เซ็นต์ความหวาน (% TSS) ในช่วงเดือนเมษายนพบว่า แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่ให้ความหวานเฉลี่ยมากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) มีค่าเท่ากับ 13.74 องศา บริกซ์ กรรมวิธีที่ 6 จุ่มก้านสับปะรดลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ให้ความหวานเฉลี่ยเท่ากับ 13.73 องศาบริกซ์ และกรรมวิธีที่ 3 จุ่มก้านสับปะรดลงในแคลเซียมคลอไรด์ 0.2 โมลาร์ มีค่า 13.72 องศาบริกซ์ ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ 9 จุ่มก้านสับปะรดลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ และกรรมวิธีที่ 2 รมด้วย1-MCP ความเข้มข้น 0.2 ppm 18 ชั่วโมง ให้ความหวานเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 12.86 และ 12.99 องศาบริกซ์ตามลำดับ (Table 1) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน เปอร์เซ็นต์ความหวาน พบว่า แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่ให้ความหวานเฉลี่ยมากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 7 จุ่มก้านสับปะรดลงในโซเดียมอีริทอร์เบต ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์มีค่าเท่ากับ 13.62 องศาบริกซ์ และกรรมวิธีที่ 8 จุ่มก้านสับปะรดลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ให้ความหวานเฉลี่ยเท่ากับ 13.54 องศาบริกซ์ ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ 4 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ให้ความหวานเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 12.37 องศา บริกซ์ (Table 2) ซึ่งการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 21 วัน ปริมาณ TSS ของทุกกรรมวิธีจะลดลง (ทวีศักดิ์ และคณะ, 2544)

เปอร์เซ็นต์กรด (% TA) ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 5 จุ่มก้านสับปะรดลงในกรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์มีค่าเท่ากับ 1.11 % รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4จุ่มก้านลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยเท่ากับ 1.13 % ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ 2 รมด้วย1-MCPความเข้มข้น 0.2 ppm 18 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.30% (Table 1) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน เปอร์เซ็นต์กรด (% TA) พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 0.95-1.15 % ซึ่งแสดงว่าแต่ละกรรมวิธีมีผลต่อปริมาณกรดไม่แตกต่างกัน (Table 2)

เปอร์เซ็นต์วิตามินซี (% V.C) ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์วิตามินซิเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 23.58-29.70 % (Table 1) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายนเปอร์เซ็นต์วิตามินซี พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่ให้เปอร์เซ็นต์วิตามินซีเฉลี่ยมากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 8 จุ่มก้านสับปะรดลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ มีค่าเท่ากับ 30.14% และกรรมวิธีที่ 5 จุ่มก้านสับปะรดลงในกรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์วิตามินซีเฉลี่ยเท่ากับ 29.52 % ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ 3 จุ่มก้านลงในสาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และกรรมวิธีที่ 4 จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์วิตามินซีเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 18.39 และ 19.86 % ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งปริมาณวิตามินซี มีการศึกษา พบว่า สับปะรดที่มีปริมาณวิตามินซีสูง จะมีโอกาสเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่มีวิตามินซีต่ำ (Teisson *et al*, 1979) ดังนั้นการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณวิตามินซีจะลดลงการเกิดไส้สีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นด้วย (ทวีศักดิ์ และคณะ, 2544)

กิจกรรมของเอนไซม์ PPO วัดจากส่วนแกนผล ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า อายุการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมของเอนไซม์เห็นได้จากกิจกรรมของเอนไซม์ PPO มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละกรรมวิธี ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยสับปะรดที่ให้สารละลายโซเดียมอีริทอร์เบต ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ มีกิจกรรมของเอนไซม์เฉลี่ยสูงที่สุด 275.974 μmol/min/mg protein ส่วนสับปะรดที่ให้สารละลาย 1-MCP ความเข้มข้น 0.2 ppm 18 ชั่วโมง, $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์, กรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์, กรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์, โซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์, เมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ และชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO เฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง209.274-252.773 μmol/min/mg protein และสับปะรดที่ให้สารละลาย $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีกิจกรรมของเอนไซม์เฉลี่ยต่ำที่สุด 184.084 μmol/min/mg protein (Table 1) ซึ่งบทบาทของเอนไซม์ PPO จะไปกระตุ้นให้สารฟีนอลรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่และเกิดไส้สีน้ำตาล (ทวีศักดิ์ และคณะ, 2544) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทุกกรรมวิธี มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO เฉลี่ย 364.118-520.900 μmol/min/mg protein และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยสารละลายโซเดียมอีริทอร์เบต ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ จะมีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดของการเก็บรักษา และสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) กลับมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด รองลงมา คือสารละลาย $SrCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO เฉลี่ย 430.327 μmol/min/mg protein (Table 2)

Table 1 Quality of pineapple picked in April dipped in different kinds of chemical after stored at 13±2°C for 3 weeks**.** IB = internal browning, TSS = total soluble solids, TA = titratable acidity, V.C = vitamin c., and PPO = polyphenol oxidase

Treatment	IB score	Firmness (Kg.)	% TSS	% TA	% V.C	PPO activity µmol/min/mg protein
1. Control	3.11	1.13b	13.74a	1.16ab	27.48	229.004ab
2. 0.2ppm 1-MCP	3.00	1.12b	12.99b	1.30b	26.06	209.239ab
3. 0.2M $CaCl_2$	2.50	1.08b	13.72a	1.21ab	24.05	224.162ab
4. 0.2M $SrCl_2$	2.33	1.18b	13.37ab	1.13ab	26.20	184.084a
5. 0.1M Erythorbate	2.67	1.22b	13.36ab	1.11a	27.41	252.773ab
6. 0.1M Ascorbate	2.67	1.10b	13.73a	1.14ab	25.80	209.274ab
7. 1.5 M Sodium Erythorbate	2.83	1.08b	13.19ab	1.14ab	29.70	275.974b
8. 0.1M Sodium Ascorbate	3.06	1.56a	13.27ab	1.14ab	24.34	213.999ab
9. 0.01M Methyl Jasmonate	3.17	1.56a	12.86b	1.15ab	23.58	247.333ab
Average	2.81	1.23	13.36	1.16	26.07	227.316
C.V. (%)	16.27	8.91	2.15	7.71	13.22	16.5

Different letter indicate significant within columns by Duncan's Multiple Range test at P< 0.05

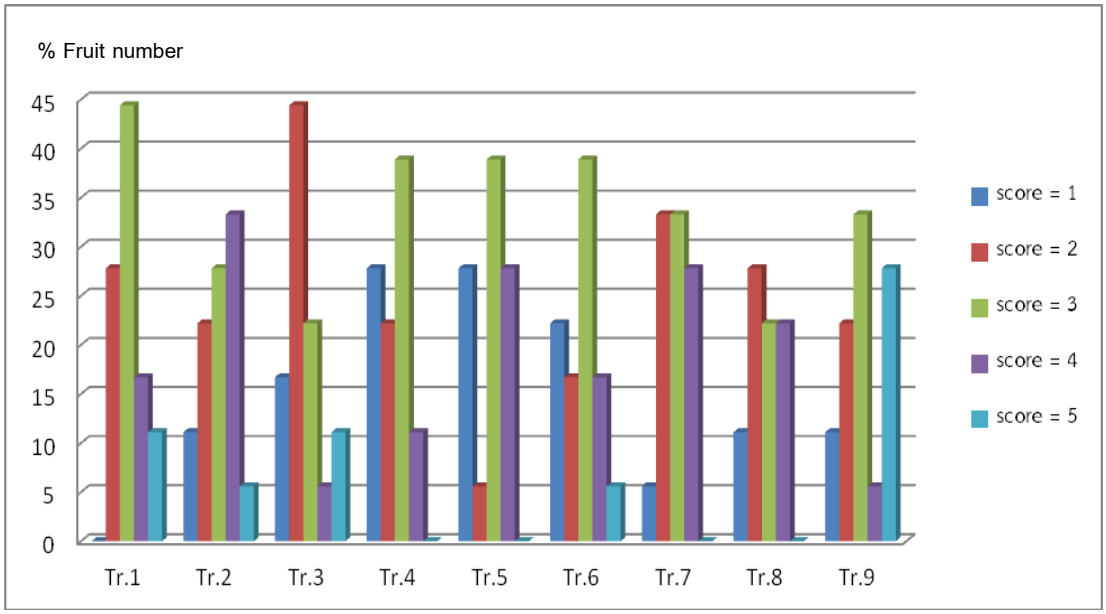


Figure 1 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of chemical (in April).

Table 2 Quality of pineapple picked in June dipped in different kinds of chemical after stored at 13±2°C for 3 weeks**.** IB = internal browning, TSS = total soluble solids, TA = titratable acidity, V.C = vitamin c., and PPO = polyphenol oxidase

Treatment	IB score	Firmness (Kg.)	% TSS	% TA	% V.C	PPO activity µmol/min/mg protein
1. Control	3.83	1.22	13.30ab	0.96	24.27ab	364.118
2. 0.2ppm 1-MCP	3.94	1.15	13.22ab	1.15	27.95ab	478.006
3. 0.2M $CaCl_2$	4.44	1.12	13.27ab	0.95	18.39b	479.122
4. 0.2M $SrCl_2$	3.94	1.17	12.37b	1.04	19.86ab	430.327
5. 0.1M Erythorbate	3.56	1.29	13.22ab	1.03	29.52a	454.640
6. 0.1M Ascorbate	4.06	1.27	13.13ab	1.01	24.95ab	520.900
7. 1.5 M Sodium Erythorbate	4.11	1.21	13.62a	1.02	21.83ab	498.278
8. 0.1M Sodium Ascorbate	3.94	1.35	13.54a	1.05	30.14a	443.140
9. 0.01M Methyl Jasmonate	4.17	1.21	13.03ab	0.96	20.30ab	444.547
Average	4.00	1.22	13.19	1.02	24.13	457.009
C.V. (%)	12.67	10.04	3.70	5.37	2.25	24.2

Different letter indicate significant within columns by Duncan's Multiple Range test at P< 0.05

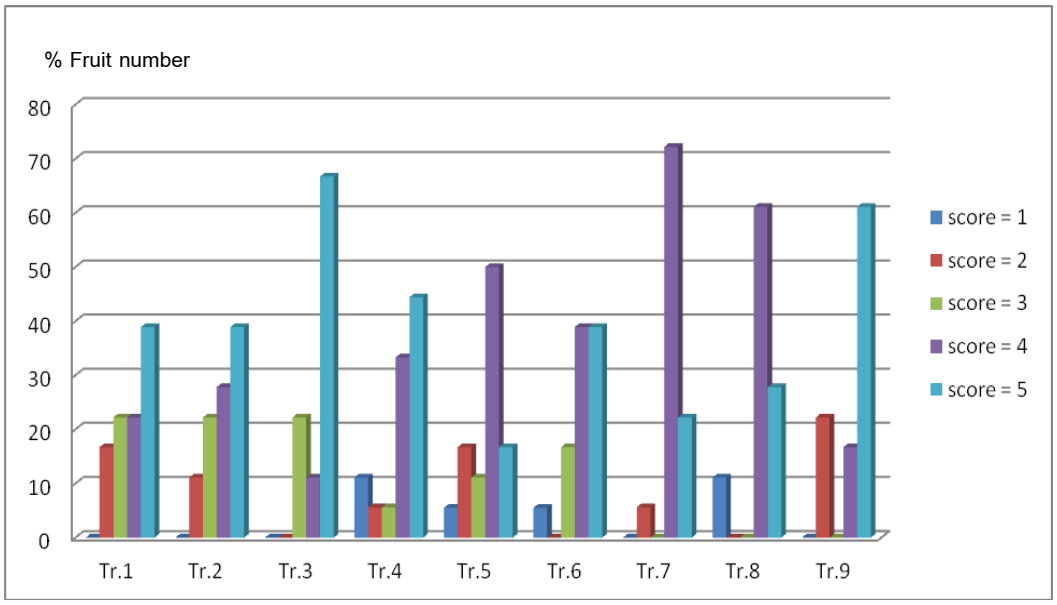


Figure 2 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of chemical (in June).

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้สารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า การใช้สารละลาย $CaCl_2$ และ $SrCl_2$ มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และการใช้สารละลาย $SrCl_2$ มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด ซึ่งบทบาทของเอนไซม์ PPO จะไปกระตุ้นให้สารฟีนอลรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่และเกิดไส้สีน้ำตาล ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า การใช้สารละลายกรดอีริทอร์บิก มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ถึง 29.52 % และการไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้สารเคมี) มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด รองลงมา คือ สารละลาย $SrCl_2$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และกรรมวิธีต่างๆที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลกระทบต่อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณน้ำตาล กรด และวิตามินซี รวมถึงกลิ่นและรสชาติ อย่างไรก็ตาม การใช้สารละลาย $CaCl_2$, $SrCl_2$ และกรดอีริทอร์บิก ในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น ถึงแม้ว่าจะให้ผลของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสารละลายตัวอื่น และไม่สามารถควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือยอมรับได้ต่ำ หากได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการ เช่น ระยะเวลาในการจุ่มสาร ปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม รวมถึงควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลให้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้สารเคมีดังกล่าว จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจนำไปใช้เป็นกรรมวิธีในการปฏิบัติเพื่อควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในระดับหนึ่งได้

เอกสารอ้างอิง

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. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 27(4) : 421-430.

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

ทวีศักดิ์ แสงอุดม จงวัฒนา พุ่มหิรัญ สมเกียรติ นวลละออง บุญเกื้อ ทองแท้ ไพรัตน์ ช่วยเต็ม และเบญจมาส รัตนชินกร. 2544. ศึกษาการป้องกันการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. ผลงานฉบับเต็มในการประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตร7 ว. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. น.1-45.

มณฑาทิพย์ ยุ่นเจริญ. 2539. กรดแอสคอร์บิก และกรดอีริทรอบิก/แอนติออกซิแดนท์. วารสารอาหาร. 26(1) : 13-17.

ฤทัยรัตน์ ทันตวิวัฒนา และคณะ. 2555. ผลของการใช้เมทิลจัสโมเนทต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง.ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 396-399

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2556 : 72-80

Akamine, E.K., T. Goo, T. Steepy, T. Greidanus and N. Iwaoka. 1975. Control of endogenous brown spot of fresh pineapple in postharvest handling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(1): 60-65.

Dull, G.G.1971. The pineapple, pp.303-324. In A.C. Hulme (ed.). The Biochemistry of Fruits and Their Products. Vol.II. Academic Press, London.

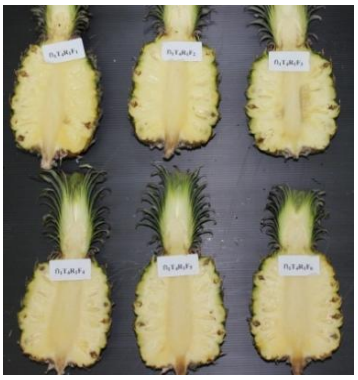
Teisson, C.,P. Martin-Prevel.J.P.Combres and P. Py. 1978. Internal browning of pineapple disorder caused by refrigeration (English summary) Fruits. 33(1) : 48-50.

ภาคผนวก

1. Control

2. 0.2ppm 1-MCP

3. 0.2M $CaCl_2$



4. 0.2M $SrCl_2$

5. 0.1M Erythorbate

6. 0.1M Ascorbate

7. 1.5 M Sodium Erythorbate

8. 0.1M Sodium Ascorbate

9. 0.01M Methyl Jasmonate

ภาพที่ 1: แสดงผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ 1 เดือนเมษายน

1. Control 2. 0.2ppm 1-MCP 3. 0.2M $CaCl_2$

4. 0.2M $SrCl_2$ 5. 0.1M Erythorbate 6. 0.1M Ascorbate

7. 1.5 M Sodium Erythorbate 8. 0.1M Sodium Ascorbate 9. 0.01M Methyl Jasmonate

ภาพที่ 2: แสดงผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ 2 เดือนมิถุนายน