

สารเคมีชนิดต่างๆต่อการควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง

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

หยกทิพย์ สุคารีย์^๑ วรางคณา มากคำไร^๒ วีรา คล้ายพุก^๒ อุทัยวรรณ แก้วทรัพย์^๒ ดารากร เผ่าชู^๑

บทคัดย่อ

ประเทศไทยนั้นเป็นผู้ส่งออกสับประรดแปรรูปเป็นอันดับ ๑ ของโลก ส่วนการส่งออกในรูปผลสดนับว่ายังมีปริมาณน้อยมาก เนื่องจากการขนส่งไปยังตลาดต่างประเทศเป็นระยะทางไกลต้องเก็บรักษาผลสับประรดไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ๘-๑๐ องศาเซลเซียส ทำให้ผลสับประรดเกิดอาการสะท้อนขาว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อช่วยให้เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำโดยไม่เกิดอาการสะท้อนขาว ดังนั้นจึงดำเนินการทดลองโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆต่อการควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี ๔ กรรมวิธี ๓ ซ้ำ ซ้ำละ ๑ กล่อง (๖ ผล/กล่อง) เก็บผลสับประรดตราดสีทองจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ระยะแก่เขียว (หลังบังคับดอก ๑๓๙ วัน) ในเดือนเมษายน และมีเดือนพฤษภาคม ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวโดย กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) กรรมวิธีที่ ๒ รมด้วย ๑-MCP ความเข้มข้น ๐.๒ ppm ๑๘ ชั่วโมงกรรมวิธีที่ ๓ จุ่มก้านลงในสาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ กรรมวิธีที่ ๔ จุ่มก้านลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ กรรมวิธีที่ ๕ จุ่มก้านลงในกรดออร์ทิโธริก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลต่อลิตร กรรมวิธีที่ ๖ จุ่มก้านลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลต่อลิตร กรรมวิธีที่ ๗ จุ่มก้านลงในโซเดียมออร์ทิโธเรต ความเข้มข้น ๑.๕ โมลต่อลิตร กรรมวิธีที่ ๘ จุ่มก้านลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น ๐.๑ โมลต่อลิตร และกรรมวิธีที่ ๙ จุ่มก้านลงในเมทิลจัสโมเนต ความเข้มข้น ๐.๐๑ โมลต่อลิตร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ๑๓±๒ องศาเซลเซียส ๓ สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า การใช้สารเคมีชนิดต่างๆเพื่อลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับประรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า การใช้สารละลาย $CaCl_2$ และ $SrCl_2$ มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับประรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้ (คะแนน ๑ และ ๒) เพียง ๖๐ และ ๕๐% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ คือ > ๗๐ % นอกจากนี้ พบว่า การใช้สารละลาย $SrCl_2$ มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO (Polyphenol oxidase activity) ต่ำสุด ส่วนในช่วงเดือนพฤษภาคม พบว่า การใช้สารละลายกรดออร์ทิโธริก มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับประรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (คะแนน ๑ และ ๒) อยู่ในระดับต่ำเพียง ๒๒% (< ๗๐%) การไม่ให้สารละลายในชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด รองลงมา คือ สารละลาย $SrCl_2$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และกรรมวิธีต่างๆที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลกระทบต่อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณน้ำตาล กรด และวิตามินซี รวมถึงกลิ่นและรสชาติ อย่างไรก็ตาม การใช้สารละลาย $CaCl_2$, $SrCl_2$ และกรดออร์ทิโธริก ในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น

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

¹ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ. สวี จ. ชุมพร ๘๖๑๓๐ โทร ๐๗๗-๕๕๖๐๗๓ โทรสาร ๐๗๗-๕๕๖๐๒๖

² สถาบันวิจัยพืชสวน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร.๐๒-๕๗๙-๐๕๘๓ โทรสาร ๐-๒๕๖๑๕๖๖๗

ถึงแม้ว่าจะให้ผลของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสารละลายตัวอื่น แต่ไม่สามารถควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ในสัปดาห์ผลสดพันธุ์ตราดสีทองที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หากได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการ เช่น ระยะเวลาในการจุ่มสาร ปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม รวมถึงควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลให้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้สารเคมีดังกล่าวจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าจะไปใช้เป็นกรรมวิธีในการปฏิบัติเพื่อควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในระดับหนึ่งได้

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 $8-10^{\circ}\text{C}$ which leads to chilling injury. Therefore, this experiment was investigated the effectiveness of different chemical treatments on controlling the internal browning in pineapple cv. 'Trad-See-Thong.' The experiment was performed twice (April and June). The mature green fruits (๑๓๙ 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 ๓ replicates and ๑ box per replicate (๖ fruits/box). The nine treatments were ๑) Control ๒) ๐.๒ppm ๑-MCP ๓) ๐.๒M CaCl_2 ๔) ๐.๒M SrCl_2 ๕) ๐.๑M Erythorbate ๖) ๐.๑M Ascorbate ๗) ๑.๕ M Sodium Erythorbate ๘) ๐.๑M Sodium Ascorbate, and ๙) ๐.๐๑M Methyl Jasmonate. After that, the fruits were stored at $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ for ๓ 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 ๖๐% and ๕๐%, respectively, which less than the acceptable level (๗๐%). 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 ๑ and ๒) was ๒๒% 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.

คำนำ

สับปะรดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (๒๕๕๕) มีรายงานว่าผลผลิตในปี ๒๕๕๕ มีปริมาณถึง ๒.๔ ล้านตัน โดยประเทศไทยถือเป็นผู้ผลิตอันดับ ๒ ของอาเซียน และเป็นผู้ผลิตอันดับ ๔ ของโลก โดยที่ไทยนั้นเป็นผู้ส่งออกสับปะรดแปรรูปเป็นอันดับ ๑ ของโลก ส่วนการส่งออกในรูปแบบสดนั้นว่ายังมีปริมาณน้อยมาก (ประมาณ ๑๐ %) ในปี ๒๕๕๕ มีปริมาณการส่งออกประมาณ ๔,๔๖๖ ตัน มีมูลค่าเพียง ๑๑๔ ล้านบาท ทั้งนี้เนื่องจากการขนส่งไปยังตลาดต่างประเทศเป็นระยะทางไกลต้องเก็บรักษาผลสับปะรดไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ๘-๑๐ องศาเซลเซียส และทำให้ผลสับปะรดเกิดอาการสะท้อนหนาว (Chilling injury) หรือไส้สีน้ำตาล (Internal browning) อย่างไรก็ตามปัจจุบันกลไกการเกิดไส้สีน้ำตาลยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด การควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดจึงยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (จริงแท้ และอ้อมอรุณ, ๒๕๔๘) ปัญหาการเกิดไส้สีน้ำตาลนั้น นอกจากจะเกิดจากอุณหภูมิต่ำแล้ว คาดว่าอาการดังกล่าวนี้ต้องเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมระหว่างการเจริญเติบโต (Akamine *et al.*, ๑๙๗๕) พันธุ์ แหล่งปลูก และฤดูกาลในการปลูก ต่างกันทำให้องค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลต่างกันที่เกิดขึ้นนั้น (จักรพงษ์ และจริงแท้, ๒๕๓๖) โดยลักษณะภายนอกของผลสับปะรดจะเป็นปกติแต่เนื้อผลภายในบริเวณใกล้แกนกลางของผลจะเกิดเป็นจุดหรือบริเวณฉ่ำน้ำก่อน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในเวลาต่อมา หลังจากนั้นค่อยๆขยายออกรวมกันเป็นกลุ่มสีน้ำตาลคล้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น (Dull, ๑๙๗๑) เกิดจากเซลล์ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมสารผ่านเข้าออกเกิดการเสื่อมสภาพ และเกิดจากการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) (ฤทัยรัตน์ และคณะ, ๒๕๕๕) ในปัจจุบันการใช้สารเคมี กลุ่ม GRAS (Generally recognized as safe) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดอาการสะท้อนหนาวได้ เช่น ๑-MCP CaCl_2 SrCl_2 กลุ่มกรดแอสคอร์บิก (กรดอัสคอร์บิก กรดแอสคอร์บิก โซเดียมอัสคอร์เบต และโซเดียมแอสคอร์เบต) (มณฑาทิพย์, ๒๕๓๙) และกลุ่มของ jasmonate จัดเป็นสารที่ช่วยลดการรวมตัวของสาร quinone ได้ทำให้ไม่มี quinone ที่จะรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่เกิดเป็นสารสีน้ำตาล และเข้าขัดขวาง free radicals ไม่ให้เกิดปฏิกิริยา liquid peroxidation ซึ่งมีผลต่อการเสื่อมสภาพของเมมเบรน และแสดงอาการไส้สีน้ำตาล (จริงแท้ และอ้อมอรุณ, ๒๕๔๘) ซึ่งส่งผลเสียหายต่อการส่งออกและการบริโภคสับปะรดผลสด

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

๑. สับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง
๒. สารเคมีในการทดลอง เช่น ๑-MCP CaCl_2 SrCl_2 อัสคอร์บิก แอสคอร์บิก โซเดียมอัสคอร์เบต โซเดียมแอสคอร์เบต เมทิลจัสโมเนต
๓. อุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ เช่น ขวดแก้วใส่สารเคมี ปีกเกอร์ขนาดต่างๆ ปีเปต แท่งแก้ว
๔. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก ตาชั่ง
๕. กล้องกระดาศบรรจุผลสับปะรด
๖. อุปกรณ์เครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องมือวัดความหนาแน่น วัดความหวาน

วิธีการ

แบบและวิธีการทดลอง

- วางแผนการทดลองแบบ RCB มี ๙ กรรมวิธี ๓ ซ้ำ ซ้ำละ ๑ กล้อง (๖ ผล/ กล้อง)
- กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี)
- กรรมวิธีที่ ๒ รมด้วย ๑-MCP ความเข้มข้น ๐.๒ ppm ๑๘ ชั่วโมง
- กรรมวิธีที่ ๓ จุ่มก้านลงในสาร CaCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์

กรรมวิธีที่ ๔ จุ่มก้านลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์
 กรรมวิธีที่ ๕ จุ่มก้านลงในกรดอีริทอร์บิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลต่อลิตร
 กรรมวิธีที่ ๖ จุ่มก้านลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลต่อลิตร
 กรรมวิธีที่ ๗ จุ่มก้านลงในโซเดียมอีริทอร์เบต ความเข้มข้น ๑.๕ โมลต่อลิตร
 กรรมวิธีที่ ๘ จุ่มก้านลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น ๐.๑ โมลต่อลิตร
 กรรมวิธีที่ ๙ จุ่มก้านลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น ๐.๐๑ โมลต่อลิตร
 วิธีปฏิบัติการทดลอง

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

การบันทึกข้อมูล

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

เวลา ตุลาคม ๒๕๕๗ สิ้นสุด กันยายน ๒๕๕๘

สถานที่ สถาบันวิจัยพืชสวน และศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ดำเนินการเก็บผลสับปะรดสดจากแปลงเกษตรกร จ.ตราด ในช่วงฤดูร้อน ๒ ครั้ง ในเดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน เก็บเกี่ยวระยะแก่เขียว หรือ ๑๓๙ วันหลังบังคับการออกดอก สุ่มวัดคุณภาพผลก่อนการเก็บรักษา ผลคือไม่พบอาการไส้สีน้ำตาลในการทดลองทั้งสองครั้ง และปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีที่กำหนด เก็บรักษาในอุณหภูมิตั้งแต่ ๑๓±๒ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ สัปดาห์ หลังจากนั้นนำผลมาตรวจประเมินอาการไส้สีน้ำตาลและวัดคุณภาพผลด้านต่างๆ

ผลการประเมินการเกิดไส้สีน้ำตาล โดยพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ย ในช่วงเดือนเมษายน คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในช่วงระดับคะแนนเฉลี่ยที่ ๒.๓๓-๓.๑๗ โดยกรรมวิธีที่ ๔ จุ่มก้านสับปะรดลงในสาร $SrCl_2$ ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีคะแนนการเกิดไส้สี

น้ำตาลเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ๒.๓๓ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ ๓ จุ่มก้านสับประดลงในสาร CaCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยเท่ากับ ๒.๕๐ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ ๑-๒๕% ส่วนกรรมวิธีที่ ๙ จุ่มก้านลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น ๐.๐๑ โมลาร์มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ ๓.๑๗ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ ๒๖-๕๐% (Table ๑) ซึ่งคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในเกณฑ์ที่ผลสับประดอยังยอมรับได้ คือ คะแนนไม่เกิน ๒ (น้อยกว่า ๒๕% ของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผล) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน คะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาล พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการเกิดไส้สีน้ำตาลอยู่ในช่วงระดับคะแนนเฉลี่ยที่ ๓.๕๖-๔.๔๔ ซึ่งสูงกว่าการทดลองครั้งที่ ๑ เดือนเมษายน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครั้งที่ ๒ เดือนมิถุนายนเข้าใกล้ฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนสูงกว่าอันเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดไส้สีน้ำตาลได้ง่ายกว่า เมื่อพิจารณาในแต่ละกรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ ๕ จุ่มก้านสับประดลงในกรดอิทธิทอริก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ๓.๕๖ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยเท่ากับ ๓.๘๓ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ ๒๖-๕๐% ส่วนกรรมวิธีที่ ๓ จุ่มก้านสับประดลงในสาร CaCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ ๔.๔๔ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดไส้สีน้ำตาลของพื้นที่หน้าตัดเนื้อผลเท่ากับ ๕๑-๗๕% (Table ๒)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในระดับต่างๆ ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า ค่าคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มทุกกรรมวิธีมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่คะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลระดับต่างๆ พบว่า กรรมวิธีที่ ๓ จุ่มก้านสับประดลงในสาร CaCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ และกรรมวิธี ที่ ๔ จุ่มก้านสับประดลงในสาร SrCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้สูงสุดรวมกัน (คะแนน ๑ และ ๒) คือ ๖๐ และ ๕๐% ตามลำดับ (Figure ๑) แต่อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้มีค่าน้อยกว่า ๗๐% ดังนั้น จึงยังไม่มีกรรมวิธีใดให้ผลในการควบคุมไส้สีน้ำตาลในระดับที่ยอมรับได้ ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า กรรมวิธีที่ ๕ จุ่มก้านสับประดลงในกรดอิทธิทอริก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์ และกรรมวิธีที่ ๙ จุ่มก้านสับประดลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น ๐.๐๑ โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้รวมกัน (คะแนน ๑ และ ๒) สูงสุด คือ ๒๒% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ ๔ จุ่มก้านสับประดลงในสาร SrCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ และกรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ยอมรับได้คือ ๑๕% (Figure ๒) ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรรมวิธีที่ ๔ มีแนวโน้มในการควบคุมไส้สีน้ำตาลได้ดีอันดับต้นๆเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆในการทดลองทั้ง ๒ ครั้ง แต่อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ต่ำ (<๗๐%) จึงพิจารณาว่าไม่มีกรรมวิธีไหนสามารถควบคุมไส้สีน้ำตาลที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่การเกิดไส้สีน้ำตาลในครั้งที่ ๒ มีความรุนแรงกว่าครั้งที่ ๑ อันอาจเนื่องมาจากในเดือนมิถุนายนได้รับปริมาณน้ำฝนมากกว่าเดือนเมษายน (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ณ อ. คลองใหญ่ จ.ตราด ในเดือนเมษายนและมิถุนายน คือ ๑๘๐ และ ๘๖๐ มิลลิเมตร ตามลำดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา, ๒๕๕๘)) ทำให้ผลสับประดอง่ายต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่า สอดคล้องกับ จักรพงษ์ และจรัสแท้ (๒๕๓๖) ซึ่งพบว่า หากระหว่างการเจริญเติบโตจากแหล่งปลูกมีแสงน้อย ฝนตกชุก สับประดจะมีโอกาสเกิดไส้สีน้ำตาลสูง

สำหรับผลในด้านคุณภาพอื่นๆ พบว่า ค่าความแน่นเนื้อพบความแตกต่างทางสถิติในช่วงเดือนเมษายน โดยกรรมวิธีที่ ๘ จุ่มก้านสับประดลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์และกรรมวิธีที่ ๙ จุ่มก้านสับประดลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น ๐.๐๑ โมลาร์ มีค่าความแน่นเนื้อสูงสุดเท่ากับ ๑.๕๖ กิโลกรัมต่งจากกรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงสับประดใน ๒ กรรมวิธีนี้มีการสุกแก่ช้ากว่ากรรมวิธีอื่น (Table ๑) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงถึงแต่ละกรรมวิธีไม่มีผลต่อความสุกแก่ของผลสับประดที่แตกต่างกัน (Table ๒)

เปอร์เซ็นต์ความหวาน (% TSS) ในช่วงเดือนเมษายนพบว่า แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่ให้ความหวานเฉลี่ยมากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ ๑ ชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) มีค่าเท่ากับ ๑๓.๗๔ องศาบริกซ์ กรรมวิธีที่ ๖ จุ่มก้านสับประรดลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์ ให้ความหวานเฉลี่ยเท่ากับ ๑๓.๗๓ องศาบริกซ์ และกรรมวิธีที่ ๓ จุ่มก้านสับประรดลงในแคลเซียมคลอไรด์ ๐.๒ โมลาร์ มีค่า ๑๓.๗๒ องศาบริกซ์ ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ ๙ จุ่มก้านสับประรดลงในเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น ๐.๐๑ โมลาร์ และกรรมวิธีที่ ๒ รมด้วย ๑-MCP ความเข้มข้น ๐.๒ ppm ๑๘ ชั่วโมง ให้ความหวานเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ๑๒.๘๖ และ ๑๒.๙๙ องศาบริกซ์ ตามลำดับ (Table ๑) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน เปอร์เซ็นต์ความหวาน พบว่า แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่ให้ความหวานเฉลี่ยมากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ ๗ จุ่มก้านสับประรดลงในโซเดียมออร์โทโรบेट ความเข้มข้น ๑.๕ โมลาร์มีค่าเท่ากับ ๑๓.๖๒ องศาบริกซ์ และกรรมวิธีที่ ๘ จุ่มก้านสับประรดลงในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์ ให้ความหวานเฉลี่ยเท่ากับ ๑๓.๕๔ องศาบริกซ์ ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ ๔ จุ่มก้านสับประรดลงในสาร SrCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ ให้ความหวานเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ๑๒.๓๗ องศา บริกซ์ (Table ๒) ซึ่งการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา ๒๑ วัน ปริมาณ TSS ของทุกกรรมวิธีจะลดลง (ทวิศักดิ์ และคณะ, ๒๕๔๔)

เปอร์เซ็นต์กรด (% TA) ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ กรรมวิธีที่ ๕ จุ่มก้านสับประรดลงในกรดออร์โทโรบิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์มีค่าเท่ากับ ๑.๑๑ % รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ ๔ จุ่มก้านลงในสาร SrCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยเท่ากับ ๑.๑๓ % ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ ๒ รมด้วย ๑-MCP ความเข้มข้น ๐.๒ ppm ๑๘ ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ ๑.๓๐% (Table ๑) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน เปอร์เซ็นต์กรด (% TA) พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง ๐.๙๕-๑.๑๕ % ซึ่งแสดงว่าแต่ละกรรมวิธีมีผลต่อปริมาณกรดไม่แตกต่างกัน (Table ๒)

เปอร์เซ็นต์วิตามินซี (% V.C) ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์วิตามินซีเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง ๒๓.๕๘-๒๙.๗๐ % (Table ๑) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายนเปอร์เซ็นต์วิตามินซี พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่ให้เปอร์เซ็นต์วิตามินซีเฉลี่ยมากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ ๘ จุ่มก้านสับประรดลงในโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์ มีค่าเท่ากับ ๓๐.๑๔% และกรรมวิธีที่ ๕ จุ่มก้านสับประรดลงในกรดออร์โทโรบิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์วิตามินซีเฉลี่ยเท่ากับ ๒๙.๕๒ % ส่วนการใช้สารเคมีในกรรมวิธีที่ ๓ จุ่มก้านลงในสาร CaCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ และกรรมวิธีที่ ๔ จุ่มก้านสับประรดลงในสาร SrCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์วิตามินซีเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ ๑๘.๓๙ และ ๑๙.๘๖ %ตามลำดับ (Table ๒) ซึ่งปริมาณวิตามินซี มีการศึกษา พบว่า สับประรดที่มีปริมาณวิตามินซีสูง จะมีโอกาสเกิดอาการไส้สั่นน้ำตาลน้อยกว่าสับประรดที่มีวิตามินซีต่ำ (Teisson *et al*, ๑๙๗๙) ดังนั้นการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณวิตามินซีจะลดลงการเกิดไส้สั่นน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นด้วย (ทวิศักดิ์ และคณะ, ๒๕๔๔)

กิจกรรมของเอนไซม์ PPO วัดจากส่วนแกนผล ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า อายุการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมของเอนไซม์เห็นได้จากกิจกรรมของเอนไซม์ PPO มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละกรรมวิธี ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยสับประรดที่ให้สารละลายโซเดียมออร์โทโรบेट ความเข้มข้น ๑.๕ โมลาร์ มีกิจกรรมของเอนไซม์เฉลี่ยสูงที่สุด ๒๗๕.๙๗๔ $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein ส่วนสับประรดที่ให้สารละลาย ๑-MCP ความเข้มข้น ๐.๒ ppm ๑๘ ชั่วโมง, CaCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์, กรดออร์โทโรบิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์, กรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์, โซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น ๐.๑ โมลาร์, เมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น ๐.๐๑ โมลาร์ และชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO เฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง

๒๐๙.๒๗๔-๒๕๒.๗๗๓ $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein และสับปะรดที่ให้สารละลาย SrCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีกิจกรรมของเอนไซม์เฉลี่ยต่ำที่สุด ๑๘๔.๐๘๔ $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein (Table ๑) ซึ่งบทบาทของเอนไซม์ PPO จะไปกระตุ้นให้สารฟีนอลรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่และเกิดได้สีน้ำตาล (ทวิศักดิ์ และคณะ, ๒๕๔๔) ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทุกกรรมวิธี มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO เฉลี่ย ๓๖๔.๑๑๘-๕๒๐.๙๐๐ $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยสารละลายโซเดียมอัสคอร์เบต ความเข้มข้น ๑.๕ โมลาร์ จะมีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดของการเก็บรักษา และสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) กลับมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด รองลงมา คือ สารละลาย SrCl_2 ความเข้มข้น ๐.๒ โมลาร์ มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO เฉลี่ย ๔๓๐.๓๒๗ $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein (Table ๒)

Table ๑ Quality of pineapple picked in April dipped in different kinds of chemical after stored at $13\pm 2^\circ\text{C}$ for ๓ 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 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein
๑. Control	๓.๑๑	๑.๑๓b	๑๓.๗๔a	๑.๑๖ab	๒๗.๔๘	๒๒๙.๐๐๔ab
๒. ๐.๒ppm ๑-MCP	๓.๐๐	๑.๑๒b	๑๒.๙๙b	๑.๓๐b	๒๖.๐๖	๒๐๙.๒๓๙ab
๓. ๐.๒M CaCl_2	๒.๕๐	๑.๐๘b	๑๓.๗๒a	๑.๒๑ab	๒๔.๐๕	๒๒๔.๑๖๒ab
๔. ๐.๒M SrCl_2	๒.๓๓	๑.๑๘b	๑๓.๓๗a b	๑.๑๓ab	๒๖.๒๐	๑๘๔.๐๘๔a
๕. ๐.๑M Erythorbate	๒.๖๗	๑.๒๒b	๑๓.๓๖a b	๑.๑๑a	๒๗.๔๑	๒๕๒.๗๗๓ab
๖. ๐.๑M Ascorbate	๒.๖๗	๑.๑๐b	๑๓.๗๓a	๑.๑๔ab	๒๕.๘๐	๒๐๙.๒๓๙ab
๗. ๑.๕ M Sodium Erythorbate	๒.๘๓	๑.๐๘b	๑๓.๑๙a b	๑.๑๔ab	๒๙.๗๐	๒๗๕.๙๗๔b
๘. ๐.๑M Sodium Ascorbate	๓.๐๖	๑.๕๖a	๑๓.๒๗a b	๑.๑๔ab	๒๔.๓๔	๒๑๓.๙๙๙ab
๙. ๐.๐๑M Methyl Jasmonate	๓.๑๗	๑.๕๖a	๑๒.๘๖b	๑.๑๕ab	๒๓.๕๘	๒๔๗.๓๓๓ab
Average	๒.๘๑	๑.๒๓	๑๓.๓๖	๑.๑๖	๒๖.๐๗	๒๒๗.๓๑๖
C.V.	๑๖.๒๗%	๘.๙๑%	๒.๑๕	๗.๗๑	๑๓.๒๒	๑๖.๕

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

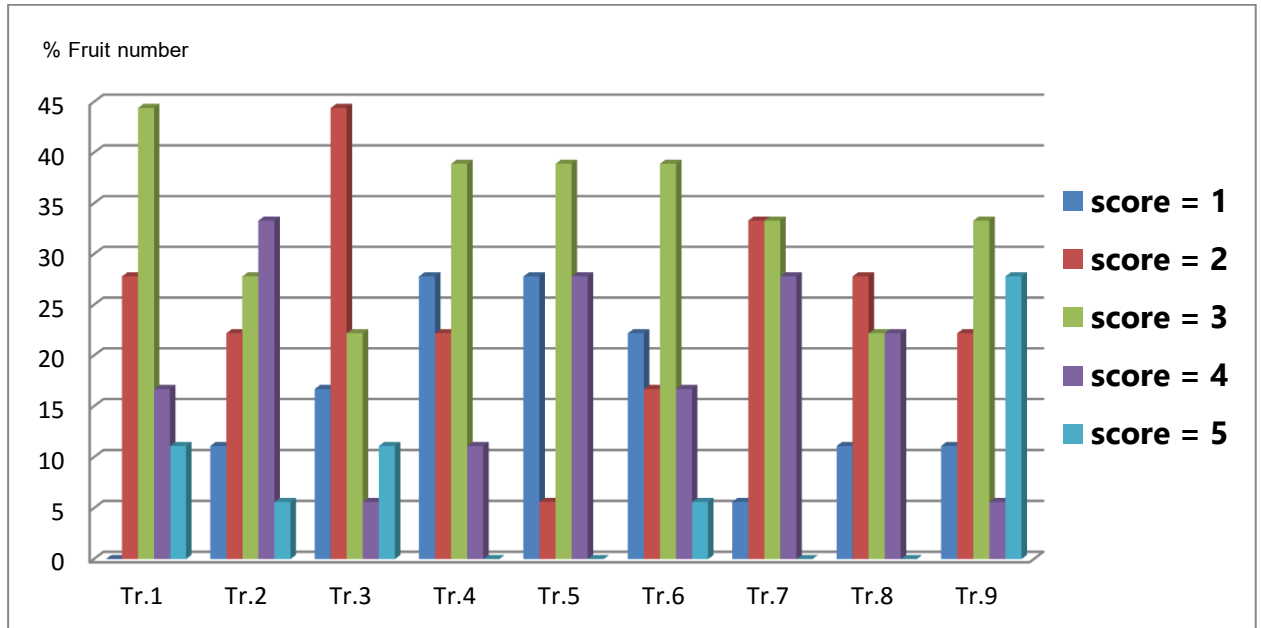


Figure 1 Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of chemical (in April).

Table 2 Quality of pineapple picked in June dipped in different kinds of chemical after stored at $10 \pm 2^\circ\text{C}$ for 8 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 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein
1. Control	3.88	1.22	11.80ab	0.52	14.27ab	124.18
2. 0.1ppm 9-MCP	3.54	1.15	11.22ab	0.55	17.54ab	148.00
3. 0.1M CaCl_2	4.44	1.12	11.27ab	0.55	18.82b	149.12
4. 0.1M SrCl_2	3.54	1.11	11.87b	0.04	15.52ab	140.17
5. 0.1M Erythorbate	3.52	1.24	11.22ab	0.08	14.52a	144.10
6. 0.1M Ascorbate	4.02	1.27	11.88ab	0.01	14.54ab	150.00
7. 0.5 M Sodium Erythorbate	4.11	1.21	11.22a	0.02	11.88ab	144.18
8. 0.1M Sodium Ascorbate	3.54	1.15	11.54a	0.05	11.04a	148.00
9. 0.01M Methyl Jasmonate	4.11	1.21	11.08ab	0.52	11.80ab	144.57
Average	4.00	1.22	11.84	0.02	14.81	147.00
C.V.	12.17%	10.04%	11.70%	5.81%	12.25%	14.1

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

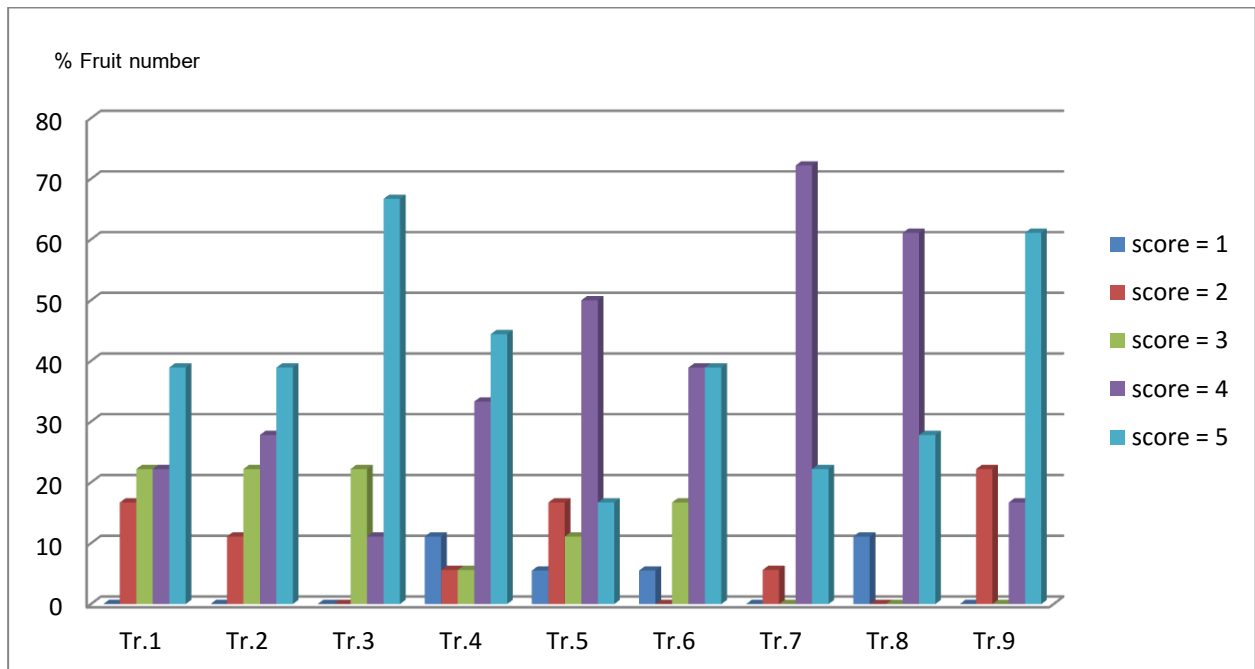


Figure ๒ Number of pineapple fruit (%) classified in to each internal browning score of each kind of chemical (in June).

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้สารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ในช่วงเดือนเมษายน พบว่า การใช้สารละลาย CaCl_2 และ SrCl_2 มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และการใช้สารละลาย SrCl_2 มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด ซึ่งบทบาทของเอนไซม์ PPO จะไปกระตุ้นให้สารฟีนอลรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่และเกิดไส้สีน้ำตาล ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า การใช้สารละลายกรดอิริทอร์บิก มีระดับของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่ไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ถึง ๒๙.๕๒ % และการไม่ให้สารละลายในชุดควบคุมที่ ๑ (ไม่ใช้สารเคมี) มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด รองลงมา คือ สารละลาย SrCl_2 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และกรรมวิธีต่างๆที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลกระทบต่อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณน้ำตาล กรด และวิตามินซี รวมถึงกลิ่นและรสชาติ อย่างไรก็ตาม การใช้สารละลาย CaCl_2 , SrCl_2 และกรดอิริทอร์บิก ในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น ถึงแม้ว่าจะให้ผลของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสารละลายตัวอื่น และไม่สามารถควบคุมการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ในสับปะรดผลสดพันธุ์ตราดสีทองที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือยอมรับได้ต่ำ หากได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการ เช่น ระยะเวลาในการจุ่มสาร ปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม รวมถึงควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลให้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้สารเคมีดังกล่าว จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าจะไปใช้เป็นกรรมวิธีในการปฏิบัติเพื่อควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในระดับหนึ่งได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

๑. ได้ทราบความเกี่ยวข้องของเอนไซม์ PPO กับอาการไส้สีน้ำตาล ในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง ทราบปัจจัยที่เอื้อต่อการทำงานของเอนไซม์เหล่านั้น

๒. ได้ทราบสารเคมีในการควบคุม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับประรดผลสดพันธุ์ตราดสีทอง และเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อต่อยอดในงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาพอากาศประเทศไทย เดือนเมษายน ๒๕๕๘. สืบค้นจาก:

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

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

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

จริ่งแท้ ศิริพานิช และ อ้อมอรุณ นกุลธรประภิต. ๒๕๔๘. อนุมูลเสรีและตัวต้านออกซิเดชันกับอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรด. Postharvest Newsletter ๔(๑): ๑-๓.

ทวีศักดิ์ แสงอุดม จงวัฒนา พุ่มหิรัญ สมเกียรติ นวลละออง บุญเกื้อ ทองแท้ ไพรัตน์ ช่วยเต็ม และเบญจมาสรัตนชินกร. ๒๕๔๔. ศึกษาการป้องกันการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง. ผลงานฉบับเต็มในการประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรฯ. สถायันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. น.๑-๔๕.

มณฑาทิพย์ อยู่นเจริญ. ๒๕๓๙. กรดแอสคอร์บิก และกรดอซีทรอบิก/แอนติออกซิแดนท์. วารสารอาหาร. ๒๖(๑) : ๑๓-๑๗.

ฤทัยรัตน์ ทันทวิวัฒนา และคณะ. ๒๕๕๕. ผลของการใช้เมทิลจัสโมเนทต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง.ว. วิทย. กษ. ๔๓ : ๓ (พิเศษ) : ๓๙๖-๓๙๙

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ๒๕๕๕. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี ๒๕๕๖ : ๗๒-๘๐

Akamine, E.K., T. Goo, T. Steepy, T. Greidanus and N. Iwaoka. ๑๙๗๕. Control of endogenous brown spot of fresh pineapple in postharvest handling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. ๑๐๐(๑): ๖๐-๖๕.

Dull, G.G.๑๙๗๑. The pineapple, pp.๓๐๓-๓๒๔. 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. ๑๙๗๘. Internal browning of pineapple disorder caused by refrigeration (English summary) Fruits. ๓๓(๑) : ๔๘-๕๐.

ภาคผนวก



๑. Control



๒. ๐.๒ppm ๑-MCP

๓. ๐.๒M CaCl_๒๔. ๐.๒M SrCl_๒

๕. ๐.๑M Erythorbate



๖. ๐.๑M Ascorbate



๗. ๐.๕ M Sodium Erythorbate



๘. ๐.๑M Sodium Ascorbate



๙. ๐.๐๑M Methyl Jasmonate

ภาพที่ ๑: แสดงผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ ๑ เดือน เมษายน



๑. Control



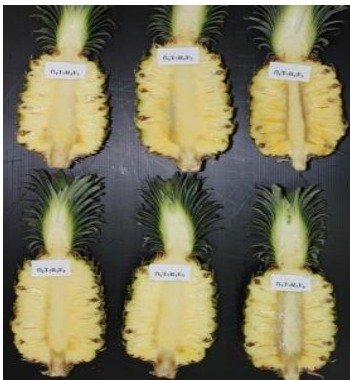
๒. ๐.๒ppm ๑-MCP

๓. ๐.๒M CaCl_๒๔. ๐.๒M SrCl_๒

๕. ๐.๑M Erythorbate



๖. ๐.๑M Ascorbate



๗. ๐.๕ M Sodium Erythorbate



๘. ๐.๑M Sodium Ascorbate



๙. ๐.๐๑M Methyl Jasmonate

ภาพที่ ๒: แสดงผลของกรรมวิธีต่างๆต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ครั้งที่ ๒ เดือน มิถุนายน