

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล ในผลสับปะรดและวิธีป้องกัน

Factors Effecting Internal Browning Disorder in Pineapples and Its Control Measures

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล และ จิ่งแท้ ศิริพานิช¹

Jakrapong Pimpimol and Jingtair Siriphanich

ABSTRACT

The influence of chemical compositions and fruit coating on internal browning disorder of pineapple cv. Smooth Cayenne and cv. Queen were studied. The pineapples were stored at 8 and 12 °C, the result showed that ascorbic acid content was apparently related to the development of the internal browning symptom in both cultivars. Fruit containing high ascorbic acid contents in juice (more than 8 mg/100 ml) developed slightly browning, but in fruits containing low ascorbic acid content (4-6 mg/100 ml juice) showed very severe browning. The titratable acidity, soluble solids content, phenolic content, phenylalanine ammonia lyase and polyphenol oxidase activities were not related to the development of the internal browning. The prediction of internal browning of pineapple by analysing ascorbic acid content in the fruit before storage at chilling temperature revealed that ascorbic acid content could be moderately used to predict the severity of internal browning symptom, especially in cv. Smooth Cayenne. On the other hand, cv. Queen had very low ascorbic acid content and developed very severe symptom in all fruits. However, in predicting the symptom development, one must considered the weather condition during the fruit development as well. The using of fruit coating could reduce internal browning symptom in both cultivars by 70-80 %.

Key words : pineapple, storage, chilling injury, coating, ascorbic acid.

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบทางเคมีภายในผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ต โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 12 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ ascorbic acid มี

ความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจนกับการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดทั้งสองพันธุ์นี้ ซึ่งถ้าผลสับปะรดมีปริมาณ ascorbic acid สูง (มากกว่า 8 มก./100 มล.น้ำคั้น) จะมีโอกาสเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้น้อย แต่ถ้ามีปริมาณ ascorbic acid ต่ำ (4-6 มก./100 มล.น้ำคั้น) จะมีโอกาสเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้มาก ส่วนปริมาณกรดที่ใด

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เตรทได้ soluble solids สารฟีนอล อัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase และเอนไซม์ polyphenol oxidase ไม่พบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล การคาดคะเนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรด โดยการวิเคราะห์ปริมาณ ascorbic acid ภายในผลก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าปริมาณ ascorbic acid สามารถใช้คาดคะเนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลและระดับความรุนแรงของอาการได้ดีโดยเฉพาะในผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ส่วนผลสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตส่วนมากแล้วมีปริมาณ ascorbic acid ต่ำ และเกิดอาการไส้สีน้ำตาลอย่างรุนแรงทุกผล อย่างไรก็ตามการคาดคะเนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลนี้ต้องคำนึงถึงสภาพอากาศระหว่างการเจริญเติบโตของผลสับปะรดด้วย และการใช้สารเคลือบผิวสามารถลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดทั้ง 2 พันธุ์ได้ร้อยละ 70-80

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญอย่างหนึ่งทำรายได้จากการส่งออกสับปะรดแปรรูปให้กับประเทศในปี 2533 เป็นมูลค่ากว่า 7,000 ล้านบาท แต่มูลค่าการส่งออกผลสดยังมีน้อยมาก เช่น ในปี 2530 ส่งออก 214.4 ล้านบาท แต่ปี 2533 ส่งออกเพียง 5 ล้านบาท ทั้งนี้เนื่องจากการขนส่งเป็นระยะทางไกลต้องเก็บรักษาผลสับปะรดไว้ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส การใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้ผลสับปะรดจะมีอายุไม่เกิน 2 สัปดาห์ แต่ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาขึ้นได้ ลักษณะอาการเป็นจุดสีน้ำตาลบริเวณใกล้กับแกนกลางผลซึ่งเรียกว่าอาการไส้สีน้ำตาล (endogenous brown spot หรือ internal browning) (Akamine et al., 1975; ดารา, 2530) ลักษณะนี้เป็นอาการหนาวสะท้าน (chilling injury) ในสับปะรด (Dull, 1971) เมื่อผลสับปะรดสัมผัสอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้เซลล์เมมเบรนของเนื้อเยื่อสับปะรดเสื่อมสภาพเป็นเหตุทำให้สารต่างๆ สามารถผ่านเข้าออก

จากเซลล์ได้ง่าย (Murata, 1990) และยังมีการกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารฟีนอลมากขึ้น ซึ่งสารฟีนอลนี้จะถูกเปลี่ยนเป็น quinone โดยการทำงานของ polyphenol oxidase (PPO) แล้วรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ทำให้มีสีน้ำตาลเกิดขึ้น (Paull and Rohrbach, 1985) และพบรายงานว่าถ้าผลสับปะรดมีปริมาณ ascorbic acid มากจะเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้น้อยกว่าผลสับปะรดที่มีปริมาณ ascorbic acid น้อย (Abdullah et al., 1987; Teisson et al., 1979) เนื่องจาก ascorbic acid เป็น reducing agent ของ quinone ทำให้ quinone ไม่สามารถรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ จึงไม่เกิดอาการไส้สีน้ำตาลขึ้น (Abdullah et al., 1987) ยังมีรายงานอีกว่าการใช้สารเคลือบผิวประเภท paraffin-polyethylene สามารถช่วยลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียได้ เพราะสารเคลือบผิวไปจำกัดปริมาณ O_2 ที่เข้าสู่ภายในผลทำให้ PPO ทำงานได้น้อยลงการ oxidation ของสารฟีนอลจึงเกิดได้น้อยลง (Paull and Rohrbach, 1985)

อาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดนี้อาจเกิดขึ้นได้ไม่แน่นอน นอกจากจะเกิดจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้ว คาดว่าอาการดังกล่าวนี้ต้องสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมระหว่างการเจริญเติบโตด้วยซึ่งมีรายงานในไคหัวนว่ามีอาการไส้สีน้ำตาลเกิดขึ้นเมื่อสับปะรดในแปลงปลูกผ่านช่วงที่มีอากาศเย็น (Akamine et al., 1975) และพบว่าสับปะรดบางพันธุ์มีอาการไส้สีน้ำตาลเกิดขึ้นได้มากน้อยต่างกัน (Teisson et al., 1978) อาจเป็นไปได้ว่าความแตกต่างของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลระหว่างพันธุ์และระหว่างสับปะรดจากแหล่งปลูกและฤดูกาลปลูกต่างกันนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลในเซลล์พืช นอกเหนือจากกรด ascorbic acid ด้วย

ดังนั้นจึงได้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของสีน้ำตาลภายในผลสับปะรด และสภาพภูมิอากาศกับการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกัน หรือคาดคะเนว่าจะมีอาการไส้สีน้ำตาลเกิดขึ้นหรือไม่ก่อนการส่งออก

ออกผลสับปะรดไปยังต่างประเทศ และเพื่อยืนยันผลของการใช้สารเคลือบผิวว่าสามารถลดอาการได้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ตซึ่งกำลังเป็นที่นิยมบริโภคอยู่ขณะนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีภายในผลและการใช้สารเคลือบผิวต่อการเกิดอาการได้สีน้ำตาลของผลสับปะรด

ใช้ผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจาก อ.บ้านค่าย จ.ระยอง และพันธุ์ภูเก็ตจาก อ.เมือง จ.ตราด คัดเลือกผลที่สามารถรับประทานได้มีอายุประมาณ 3 เดือน และมีขนาดใกล้เคียงกัน พันธุ์ละ 648 ผล นำมาชั่งน้ำหนักผลและจุ่มในสารเคมีเบนเลทความเข้มข้น 1,000 ppm นาน 5 นาที แบ่งสับปะรดแต่ละพันธุ์เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้สารเคลือบผิว sta-fresh 7055 (ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร) และกลุ่มที่ไม่ใช้สารเคลือบผิว แต่ละกลุ่มนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับ คือ 8 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 20, และ 30 วัน แล้วจึงย้ายออกมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณร้อยละ 80 บันทึกผลและให้คะแนนการเกิดอาการได้สีน้ำตาล ตั้งแต่ 0-6 คะแนน สำหรับผลที่แสดงอาการได้สีน้ำตาลมีปริมาณร้อยละ 1-2, 3-5, 6-10, 11-25, 26-50 และ 51-100 ของเนื้อผลตามลำดับคะแนน และตรวจสอบคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ คือ การสูญเสีย น้ำหนัก สี เปลือก สีเนื้อ โดยใช้แผ่นเทียบสีของ The Royal Horticultural Society, London ความแน่นเนื้อของผล soluble solids ของน้ำคั้น โดยใช้ hand refractometer ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยไทเทรตน้ำคั้นกับด่างมาตรฐาน NaOH 0.2 N และคำนวณปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก ปริมาณ ascorbic acid ในน้ำคั้น (AOAC, 1984) ปริมาณสารฟีนอลในเนื้อผล (Singleton, 1965) อัตราปฏิกิริยาของเอนไซม์ phenylalanine

ammonia lyase (PAL) ตามวิธีของ Camm and Tower (1973) อัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO (Luh and Phitakpol, 1972) ทั้งนี้ทำการทดลองระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2533

การคาดคะเนและตรวจสอบโอกาสการเกิดอาการได้สีน้ำตาลของผลสับปะรด

นำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจาก อ.บ้านค่าย จ.ระยอง และพันธุ์ภูเก็ตจาก อ.เมือง จ.ตราด มาพันธุ์ละ 60 ผล จุ่มในเบนเลทความเข้มข้น 1,000 ppm นาน 5 นาทีผึ่งให้แห้งแล้วนำมาทำการผ่าซีกให้มีขนาดประมาณ 1/8 ของผล เก็บตัวอย่างเนื้อของผลสับปะรดแต่ละผลไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีตามวิธีการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 พัน propylparabenzoic acid ร้อยละ 2 บริเวณบาดแผล แล้วปิดบาดแผลด้วยส่วนเปลือกของแต่ละผลที่เก็บตัวอย่าง แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 15 และ 25 วัน จึงย้ายออกมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 80 3 วันต่อมาผ่าตรวจดูอาการการเกิดได้สีน้ำตาล และตรวจสอบปริมาณ soluble solids ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณ ascorbic acid ปริมาณสารฟีนอล อัตราปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO อีกครั้ง โดยทำการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2533-กุมภาพันธ์ 2534

การคาดคะเนการเกิดอาการได้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจากแหล่งต่างๆ

ทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน 2534 และเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม 2534 นำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมาจาก 4 แหล่งดังนี้คือ จากแหล่งปลูกใน อ.บ้านค่าย จ.ระยอง และแหล่งปลูกใน อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ มาจังหวัดละ 200 ผล และจากตลาดสี่มุมเมือง รังสิต ปทุมธานี 40 ผล จากแหล่งปลูกใน อ.บ้านไร่ สุพรรณบุรี 84 ผลซึ่งบางส่วนผ่านการทำ force-air cooling มาก่อน (เนื่องจากการทดลองร่วมกับบริษัทริเวอร์แควในการส่งออกผลสับปะรด) ทำการ

แบ่งสับปะรดจากแต่ละแหล่งเป็น 2 ส่วนๆแรกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ ascorbic acid ส่วนที่เหลือนำไปจุ่ม benomyl ความเข้มข้น 1,000 ppm นาน 5 นาที ผึ่งให้แห้ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน จึงย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ทั้งไว้ 3 วัน ผ่านดูอาการเกิดไส้สีน้ำตาลในผล บันทึกผลและเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศของแหล่งต่างๆ ด้วย

ผลและวิจารณ์

การเก็บรักษาผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ทที่อุณหภูมิ 8 และ 12 องศาเซลเซียสแล้วย้ายออกมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) พบว่ามีอาการไส้สีน้ำตาลเกิดขึ้นและรุนแรงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน พันธุ์ภูเก็ทเกิดอาการได้เร็วกว่าและมากกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย (Figure 1) เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีภายในผลสับปะรด ได้แก่ปริมาณ ascorbic acid ปริมาณกรดที่ไต่ได้ ปริมาณ soluble solids ปริมาณสารฟีนอล อัตราปฏิกิริยาของเอนไซม์ PAL และ PPO พบว่า ผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีปริมาณ ascorbic acid สูงกว่าพันธุ์ภูเก็ทเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นและมีปริมาณ ascorbic acid ลดลงในสับปะรดทั้ง 2 พันธุ์ (Figure 2) สอดคล้องกับการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล กล่าวคือเมื่อปริมาณ ascorbic acid สูงกว่า การเกิดอาการไส้สีน้ำตาลก็น้อยกว่า ตรงกับรายงานของ Abdullah et al. (1987); Teisson et al. (1979)

ผลการทดลองใช้สารเคลือบผิว sta-fresh 7055 สามารถลดการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดทั้ง 2 พันธุ์ ได้ประมาณร้อยละ 70-80 (Figure 1) สอดคล้องกับรายงานของ Paull and Rohrbach (1982); ปณิธาน (2533) ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการถ่ายเทอากาศภายในผลทำให้ปริมาณ O₂ ในผลสับปะรดต่ำ ซึ่งมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ PPO ที่เปลี่ยนแปลงโมเลกุลของสารฟีนอลไปเป็นโมเลกุลของ quinone และมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น โดยจะทำให้เอนไซม์ PPO ทำงานได้

น้อยลงเพราะการทำงานของเอนไซม์ PPO ต้องการ O₂ ในการทำงาน และจะถูกยับยั้งเมื่อมีปริมาณ O₂ น้อยกว่าร้อยละ 5 (Paull and Rohrbach, 1985)

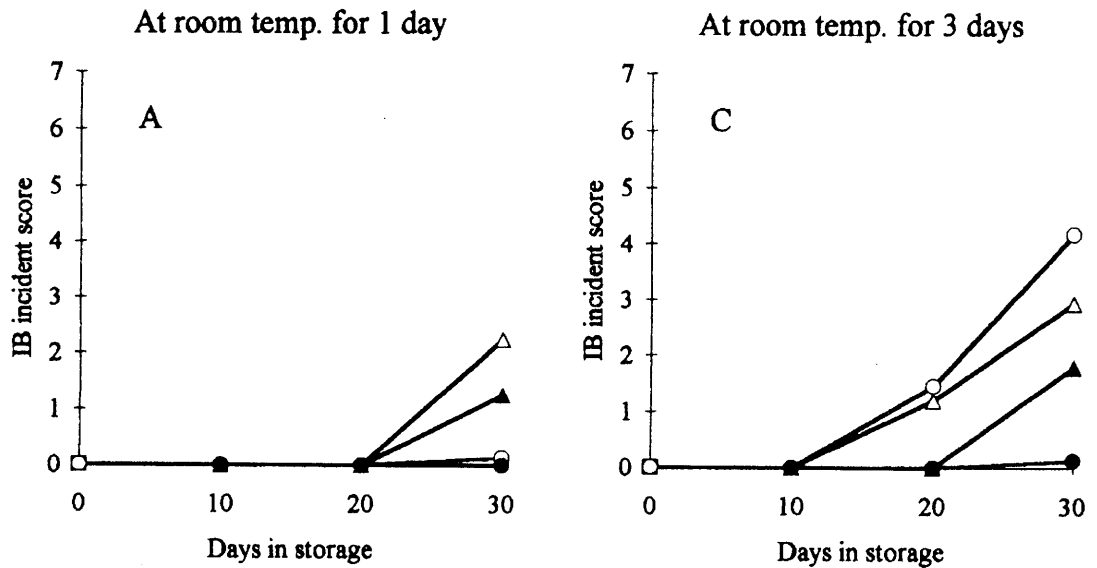
การทดลองเพื่อคาดคะเนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ทโดยการวิเคราะห์ปริมาณ ascorbic acid ภายในผลสับปะรดก่อนการเก็บรักษาพบว่า สามารถนำมาใช้คาดคะเนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดได้ดีพอควร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ -0.84 โดยเฉพาะในผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียถ้ามีปริมาณ ascorbic acid ต่ำในน้ำคั้น (น้อยกว่า 6 มก./100 มล.) มีโอกาสเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้มาก แต่ถ้าปริมาณ ascorbic acid สูง (มากกว่า 8.5 มก./100 มล. ขึ้นไป) มีโอกาสเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้น้อย (Figure 3) ในสับปะรดพันธุ์ภูเก็ทนั้นส่วนมากแล้วมีปริมาณ ascorbic acid ต่ำ (ประมาณ 4-7 มก./100 มล.) ทำให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาลอย่างรุนแรงทุกผล จึงบอกได้ว่าจะเกิดอาการไส้สีน้ำตาลกับสับปะรดพันธุ์ภูเก็ทอย่างแน่นอน สำหรับองค์ประกอบอื่นนั้นไม่พบความสัมพันธ์กับอาการไส้สีน้ำตาล (ข้อมูลไม่ได้แสดง)

การทดลองนำเอาผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจากแหล่งต่างๆ มาวิเคราะห์ปริมาณ ascorbic acid ก่อนการเก็บรักษาแล้วคาดคะเนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล พบว่า

Table 1 Ascorbic acid content and internal browning (IB) incident in Pattavia (Smooth Cayenne) pineapples from various sources.

Sources	Ascorbic Acid Content (mg/100 ml juice)	IB Incident (Score)
Rayong province	6.92 ±0.99	4.45 ±1.02
Prachuap Khiri Khan province	5.22 ±0.66	4.90 ±1.02
Si Mum Muang wholesale market	7.82 ±0.18	2.00 ±0.16
Suphan Buri province	12.53 ±0.28	2.56 ±0.49

Pattavia (Smooth Cayenne)



Phuket (Queen)

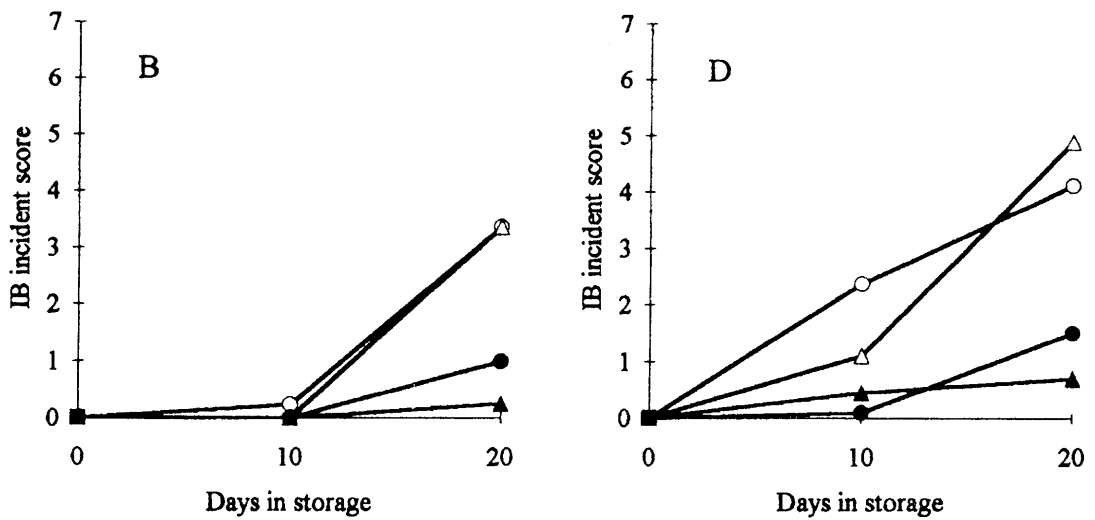
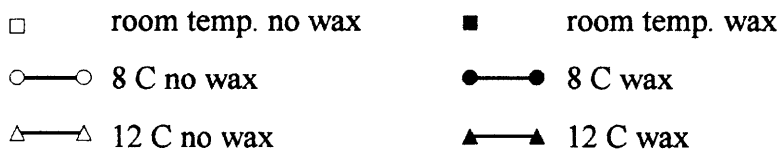


Figure 1 Internal browning (IB) incident of Pattavia and Phuket pineapples stored at 8 °C and 12 °C with or without waxing then transferred to room temperature for 1 day (A, B) and 3 days (C, D).



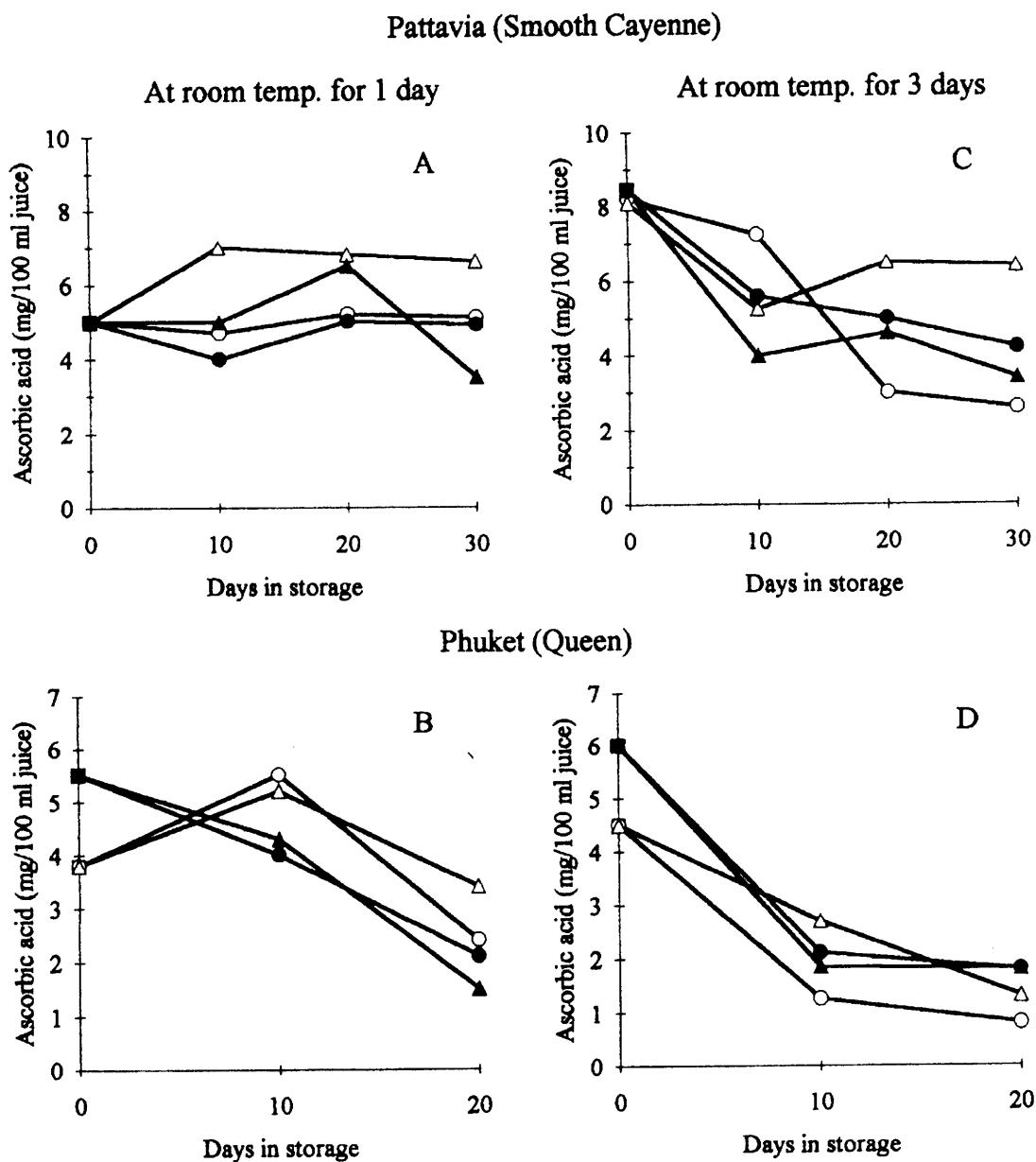


Figure 2 Ascorbic acid content in Pattavia and Phuket pineapples stored at 8 °C and 12 °C with or without waxing then transferred to room temperature for 1 day (A, B) and 3 days (C, D).

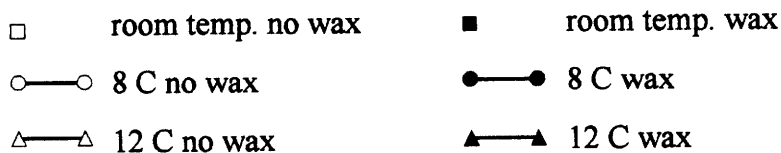


Table 2 Weather condition of pineapple growing areas in Rayong, Prachuap Khiri Khan and Suphan Buri provinces.

Source	Mounth of Harvest	Weather Condition of Pineapple Growing Area															Pricipitation mm/mo
		Average Temperature			Average Relative Humidity			Average Amount of Cloud			Sunshine period hr/mo						
		(°C)			(%)			(0–10 score)									
Rayong	Mar. 34	27.3	27.9	29.5	76	72	75	3.3	2.6	4.3	305.9	264.6	273.3	0.0	46.7	35.6	
Prachuap Khiri Khan	Apr. 34	27.6	29.1	29.3	68	72	75	2.8	2.6	4.7	254.5	268.9	225.2	16.8	3.5	7.5	
Suphan Buri	Oct. 34	27.9	28.3	27.5	79	82	84	9.3	8.5	7.1	98.5	131.7	182.2	176.1	146.1	215.4	

Source : Climatology Division, The Meteorological Department.

ผลสับปะรดจาก จ. ระยอง และ จ. ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีปริมาณ ascorbic acid ก่อนข้างต่ำเฉลี่ยประมาณ 6.92 และ 5.22 มก./100 มล. มีการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลค่อนข้างมาก ส่วนผลสับปะรดจากตลาดสี่มุมเมือง รังสิต พบว่า มีปริมาณ ascorbic acid เฉลี่ยประมาณ 7.82 มก./100 มล. (Table 1) ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าผลสับปะรดจากทั้ง 2 แหล่งแรกจึงทำให้มีการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลค่อนข้างน้อย แต่เมื่อนำเอาผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจาก จ. สุพรรณบุรีมาวิเคราะห์ปริมาณ ascorbic acid ก่อนการเก็บรักษา พบว่า มีปริมาณ ascorbic acid เฉลี่ยสูงกว่าแหล่งอื่นๆ มาก คือ 12.53 มก./100 มล. (Table 1) แต่ก็พบว่ามีอาการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลใกล้เคียงกับสับปะรดจากตลาดสี่มุมเมือง โดยมีผลสับปะรดที่เกิดอาการไส้สีน้ำตาลประมาณร้อยละ 60 เหตุที่สับปะรดจากสุพรรณบุรียังคงมีอาการไส้สีน้ำตาลทั้งๆ ที่มีปริมาณ ascorbic acid สูงมาก คงเนื่องจาก 1) ผลสับปะรดที่นำมาเก็บรักษาบางส่วนได้ผ่านการลดอุณหภูมิภายในผลโดยวิธี forced-air cooling มาก่อน ซึ่งการลดอุณหภูมิโดยวิธีนี้เป็นการลดอุณหภูมิภายในผลสับปะรดอย่างรวดเร็ว โดยใช้อากาศเย็นทำให้อุณหภูมิภายในผลสับปะรดลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้เกิด chilling injury ได้มากขึ้น (Hatton, 1990) ผลสับปะรดจึงแสดงอาการไส้สีน้ำตาลออกมามาก 2) อาจเป็นเพราะว่าสับปะรดที่นำมาจากสุพรรณบุรีนี้

ระหว่างการเจริญเติบโตในแหล่งปลูกมีช่วงแสงน้อยและมีฝนมาก (Table 2) ทำให้มีโอกาสเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้มากกว่าผลสับปะรดจาก จ. ระยองและ จ. ประจวบคีรีขันธ์ซึ่งเจริญเติบโตในช่วงที่มีแสงแดดมากฝนน้อย ซึ่งตรงกับที่ Smith and Glennie (1987) รายงานว่าสับปะรดที่ขึ้นในที่ร่มหรือแสงแดดน้อยมีโอกาสเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้มากกว่า

ดังนั้นในการปฏิบัติเพื่อส่งออกสับปะรดไปยังตลาดต่างประเทศใดๆ (ใช้เวลามากกว่า 2 สัปดาห์) จึงควรสุ่มตัวอย่างสับปะรดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ ascorbic acid ก่อน สับปะรดที่มี ascorbic acid สูงกว่า 7 มก./100 มล. น้ำคั้นเท่านั้นที่ควรจะส่งออก อย่างไรก็ดีตามยังต้องตรวจสอบข้อมูลอากาศของแหล่งปลูกสับปะรดที่จะส่งออกด้วยว่ามีปริมาณแสงแดดและน้ำฝนอย่างไร ถ้าแสงแดดน้อยฝนชุกระหว่างการเจริญเติบโตของผลก็ไม่ควรส่งสับปะรดออกไป นอกจากนั้นแล้วยังต้องใช้สารเคลือบผิวเคลือบผิวสับปะรดที่จะส่งออกทุกผลด้วย แม้ว่าจะสุ่มแล้วพบว่า มีปริมาณ ascorbic acid สูง เพราะสับปะรดบางผลอาจมี ascorbic acid ต่ำ และเกิดอาการขึ้นได้ในระหว่างการขนส่ง ส่วนสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตนั้นไม่เหมาะกับการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ นอกจากจะให้การขนส่งทางเครื่องบิน เพราะเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ภายใน 10 วันเท่านั้น และการเคลือบผิวลดอาการได้ไม่ถึงร้อยละ 100

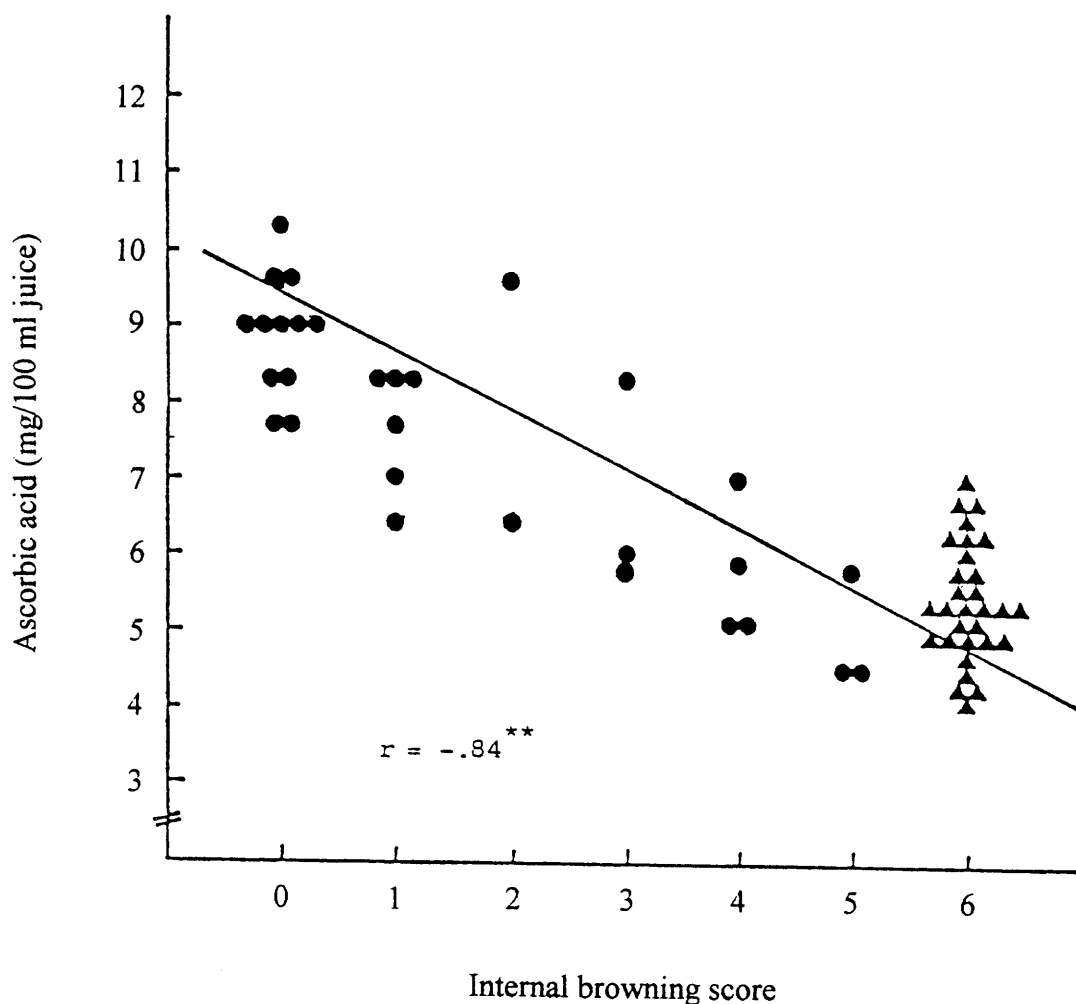


Figure 3 Relation between ascorbic acid content and internal browning incident in Pattavia (Smooth Cayenne) pineapples (●) ($r = -0.84$) and Phuket (Queen) (Δ).

การที่สับประรดจากสุพรรณบุรีมีปริมาณ ascorbic acid สูง แต่ยังคงเกิดอาการไส้สีน้ำตาลอยู่นั้น สามารถอธิบายใน ระดับกลไก (mechanism) ได้ว่า ascorbic acid ช่วย ยับยั้งการแสดงออกของอาการในขั้นตอนท้ายๆ ที่จะเกิดสี น้ำตาลขึ้นเท่านั้น ซึ่งขั้นตอนการแสดงออกของอาการนี้ เป็น secondary event ของอาการ chilling injury ส่วน primary event หรือการผิดปกติเริ่มต้นที่อุณหภูมิต่ำ กระตุ้นให้เกิดขึ้นนั้น ascorbic acid ไม่ได้มีบทบาทแต่ อย่่างใด ตามสมมติฐานของการเกิด chilling injury ซึ่ง

เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุดนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากอนุมูลอิสระ ทำให้คุณสมบัติของ membrane บางอย่างในเซลล์ผิดปกติไปแล้วจึงก่อให้เกิดอาการต่างๆ ตามมา (Murata, 1990) สภาพแวดล้อมในระหว่างการเจริญเติบโตของสับปะรดที่มีแสงแดดน้อย ฝนชุก อาจมีผลทำให้ membrane ต่างๆ ของเซลล์อ่อนแอต่อการเกิด primary event ของ chilling injury ดังนั้นถึงแม้ว่าจะมีปริมาณ ascorbic acid อยู่สูง ก็ไม่สามารถลดการแสดงออกของอาการ secondary event ได้มากนัก

สรุป

การศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบทางเคมีภายในผล สภาพภูมิอากาศ และการใช้สารเคลือบผิวต่อการเกิดอาการได้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ต พบว่า

1. ปริมาณของ ascorbic acid ภายในผลมีความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจนกับการเกิดอาการได้สีน้ำตาล ถ้าปริมาณ ascorbic acid สูงตั้งแต่ 8 มก./100 มล.ของน้ำคั้นขึ้นไป มีโอกาสเกิดอาการได้สีน้ำตาลได้น้อย แต่ถ้ามีปริมาณ ascorbic acid ต่ำกว่านั้น มีโอกาสเกิดอาการได้สีน้ำตาลได้มาก ปริมาณ ascorbic acid สามารถใช้คาดคะเนการเกิดอาการได้สีน้ำตาลได้

2. การใช้สารเคลือบผิวสามารถลดการเกิดอาการได้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ตซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 12 องศาเซลเซียสได้ประมาณร้อยละ 70-80

3. การคาดคะเนการเกิดอาการได้สีน้ำตาลล่วงหน้า นอกจากจะดูที่ปริมาณ ascorbic acid แล้ว ยังต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมระหว่างการเจริญเติบโตของผล สับปะรดและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวอื่นๆ ด้วย

เอกสารอ้างอิง

คารา พวงสุวรรณ. 2530. การทดสอบการส่งกล้วยไข่และสับปะรดไปยังตลาดญี่ปุ่น. วารสารสมาคมพืชสวน 2(1):74-83.

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) : 8738.

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.

AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). 1984. Official Method of Analysis. George Banta Co., Inc., Washington. 1114 p.

Camm, E.C. and G.H.N. Towers. 1973. Phenylalanine ammonia lyase. A review. Phytochemistry 12 : 961-973.

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.

Hatton, T.T. 1990. Reduction of chilling injury with temperature manipulation, pp. 269-280. In Chien Yi Wang (ed.). Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Luh, B.S. and B. Phitakpol. 1972. Characteristics of polyphenol oxidase related to browning in cling peaches. J. Food Sci. 43 : 1826-1828, 1831.

Murata, T. 1990. Relation of chilling stress to membrane permeability, pp. 201-209. In Chien Yi Wang (ed.). Chilling Injury of Horticulture Crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Paull, R.E. and K.G. Rohrbach. 1982. Incidence and severity of chilling induced internal browning of waxed 'Smooth Cayenne' pineapple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(3) : 453-457.

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

Singleton, V.L. and J.A. Rossi, Jr. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Amer. J.

- Enol. & Vitic. 16(3) : 144-157.
- Smith, L.G. and J.D. Glennie. 1987. Blackheart development in growing pineapple. Trop. Agr. (Trinidad). 64(1) : 7-12.
- Teisson, C., P. Martin-Prevel, J.P. Combres and C. Py. 1978. Internal browning of pineapple, a disorder caused by refrigeration (English Summary). Fruits 33(1) : 48-50.
- Teisson, C., P. Martin-Prevel and J. Marchal. 1979. Le brunissement interne de l'ananas. III Symptomatologic. Fruit 34 : 315-339. (in French)