Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 209–212 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 209-212 (2560)

การทำนายอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดหลังการเก็บเกี่ยวด้วยแมกนีเซียมคลอไรด์
Prediction of Postharvest Internal Browning in Pineapple Fruit using Magnesium Chloride

ศุภพจี จันทร์เมือง[1,2] และ เกียรติสุดา เหลืองวิลัย[1,2]
Suppapajee Chanmuang [1,2] and Kietsuda Luengwilai [1,2]

Abstract

Internal browning (IB) is the main physiological disorder causing pineapple loss during export. Such loss could be reduced if the IB incidence can be predicted prior to exporting. The aim of this study was to investigate the possibility of IB prediction by submerging the peduncles of immature fruit (harvested 30 days before mature green stage) and mature green fruit in 0.1 M $MgCl_2$ (0.4 M mannitol, for maintain osmotic potential) solution for 18 h, prior to IB-induction by low temperature storage compared with a control (mature green fruit without $MgCl_2$ treatment). Fruit from all treatments were kept at 10ºC for 14 days and transferred from 10ºC to 25ºC for three additional days. The whole experiment was repeated four times. After the IB induction, all treatment had IB symptoms similar to that of the control. Thus, submerging the fruit peduncle in 0.1 M $MgCl_2$ solution for 18 h could not accelerate IB and could not be used to predict the IB of pineapple fruit.

Keywords: chilling injury, mature stage, immature stage

บทคัดย่อ

อาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อการส่งออกสับปะรดผลสด หากสามารถทำนายการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดได้ก่อนส่งออก จะสามารถลดความเสียหายของการส่งออกสับปะรดผลสดได้ จึงศึกษาความเป็นไปได้ในการทำนายอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดในระยะผลอ่อน (เก็บเกี่ยวก่อนระยะแก่เขียว 30 วัน) และการใช้สับปะรดระยะผลอ่อนร่วมกับการจุ่มก้านผลในสารละลาย $MgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1 M (และน้ำตาล mannitol ความเข้มข้น 0.4 M เพื่อรักษาสมดุลออสโมติก) นาน 18 ชั่วโมง ก่อนการชักนำอาการฯ ด้วยอุณหภูมิต่ำ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (สับปะรดระยะแก่เขียวที่ไม่ได้ให้สาร $MgCl_2$) หลังเก็บรักษาสับปะรดทั้งสามวิธีการทดลองที่ 10ºC นาน 14 วัน และวางต่อที่ 25ºC นาน 3 วัน ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 4 ครั้ง พบว่าสับปะรดระยะผลอ่อนทั้งที่ได้รับ $MgCl_2$ และไม่ได้รับ $MgCl_2$ มีระดับความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาล ใกล้เคียงกับสับปะรดชุดควบคุม ดังนั้นการจุ่มก้านผลสับปะรดด้วยความเข้มข้น 0.1 M นาน 18 ชั่วโมง ไม่สามารถเร่งให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาล จึงไม่สามารถใช้ทำนายอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดได้

คำสำคัญ: อาการสะท้านหนาว ระยะบริบูรณ์ ระยะผลอ่อน

คำนำ

สับปะรดผลสดในปี 2559 มีปริมาณการส่งออกเพียง 1% ของผลผลิตสับปะรดผลสดและสับปะรดแปรรูปทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) เนื่องจากในระหว่างการขนส่งสับปะรด (ประมาณ 14 วัน) สับปะรดต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (7-10ºC) เพื่อคงคุณภาพ แต่การเก็บที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานสามารถชักนำให้สับปะรดเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ ดังนั้นหากทราบอาการไส้สีน้ำตาลก่อนการส่งออกสับปะรด จะช่วยลดความเสี่ยงในการส่งสับปะรดที่มีอาการไส้สีน้ำตาลสูงไปจำหน่าย ทั้งนี้จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศ และองค์ประกอบทางเคมีของผลสับปะรดกับอาการไส้สีน้ำตาล แต่ยังไม่พบความสัมพันธ์ที่แน่นอนที่จะสามารถใช้บ่งชี้อาการไส้สีน้ำตาลล่วงหน้าได้

การใช้ผลอ่อนและแมกนีเซียมคลอไรด์สามารถใช้ในการทำนายอาการ bitter pit ได้ โดยอาการ bitter pit เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาในแอปเปิ้ล สาเหตุเกิดจากขาดแคลเซียม ส่งผลให้ผนังเซลล์ไม่สามารถคงสภาพที่ดีของเนื้อเยื่อไว้ได้ ทำให้ผิวผลแอปเปิ้ลเกิดรอยบุ๋มและพัฒนาเป็นจุดสีน้ำตาล อาการนี้พบได้มากในระหว่างการเก็บรักษาที่ 0ºC เพื่อรอการจำหน่าย

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140
[1] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand.

นอกจากนี้การใช้แอปเปิ้ลผลอ่อน (เก็บก่อนระยะบริบูรณ์ทางการค้า 40 วัน) และผลอ่อนร่วมกับแมกนีเซียมฯ ความเข้มข้น 0.1 M(ร่วมกับสารละลายน้ำตาลเพื่อรักษาสมดุล osmotic) สามารถชักนำให้เกิดอาการ bitter pit ได้ภายใน 10 และ 7 วัน ตามลำดับ และอาการที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับอาการที่พบในผลบริบูรณ์ที่เก็บรักษานาน 4-6 เดือน (Torres *et al*., 2015) แต่กลไกการทำงานของแมกนีเซียมนั้นยังไม่แน่ชัด มีเพียงการคาดการณ์ว่าแมกนีเซียมอาจเข้าไปทำลายสมดุล homeostasis ทำให้กลไกการส่งสัญญาณด้วยแคลเซียมผิดปกติ เพราะในผลแอปเปิ้ลที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูง แคลเซียมต่ำ จะแสดงอาการ bitter pit มาก แต่ในผลที่มีปริมาณแคลเซียมสูง แมกนีเซียมต่ำ อาการ bitter pit จะเกิดน้อย (Ferguson and Watkin, 1989) ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานที่พบในสับปะรดว่า หากสับปะรดมีปริมาณแคลเซียมในผลมากจะมีอาการไส้สีน้ำตาลน้อย (ภาวิณี และคณะ, 2556) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สับปะรดผลอ่อนและสับปะรดผลอ่อนร่วมกับแมกนีเซียมคลอไรด์เพื่อทำนายอาการสะท้านหนาวในสับปะรด

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่1. การหาความเข้มข้นของน้ำตาล mannitol เพื่อใช้ในการรักษาสมดุลออสโมติก

นำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียระยะแก่เขียวจำนวน 6 ผล แต่ละผลนำเนื้อติดแกนมาตัดเป็นทรงลูกบาศก์ ขนาด 0.5x0.5x0.5 ซม. จำนวน15 ชิ้น แช่ในสารละลายน้ำตาล mannitol ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 M วัดอัตราการรั่วไหลของอิเล็กตรอนโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Hakim *et al*. (1999) ทุกชั่วโมง นาน 6 ชั่วโมง ทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง

การทดลองที่2. การหาความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) ที่เหมาะสมกับการทำนายอาการไส้สีน้ำตาล

นำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียระยะแก่เขียวมาจำนวน 12 ผล จุ่มก้านผลในสารละลาย $MgCl_2$ ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.1, 0.2 และ 0.3 M นาน 18 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาวัดผลโดยการวัดอัตราการรั่วไหลของอิเล็กตรอน แบบเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล mannitol ที่ได้จากการทดลองที่ 1 ทำซ้ำ 3 ครั้ง

การทดลองที่3. การทำนายอาการไส้สีน้ำตาลด้วยสารละลาย $MgCl_2$

ใช้สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ต 2 ระยะ คือระยะแก่เขียว จำนวน 35 ผลต่อพันธุ์ (150 และ 120 วันหลังชักนำการออกดอก ตามลำดับ) เป็นชุดควบคุม และระยะผลอ่อนที่เก็บเกี่ยวก่อนระยะแก่เขียว 30 วัน จำนวน 65 ผลต่อพันธุ์ เป็นระยะผลอ่อน จำนวน 30 ผล และระยะผลอ่อนร่วมกับ $MgCl_2$ จำนวน 30 ผล (ความเข้มข้นของน้ำตาล mannitol และสารละลาย $MgCl_2$ จากการทดลองที่1 และ 2 ตามลำดับ) โดยจุ่มก้านผลในสารละลาย $MgCl_2$ นาน 18 ชั่วโมง แบ่งสับปะรดออกมาระยะละ 5 ผลต่อพันธุ์เพื่อวัดระยะบริบูรณ์และคุณภาพก่อนการเก็บรักษา โดยการวัด TSS TA อัตราการรั่วไหลของอิเล็กตรอน (EC) และปริมาณวิตามินซี แล้วเก็บรักษาที่ 10 ± 2 °C นาน 14 วัน และวางต่อที่ 25 ± 2°C นาน 3 วัน ผ่าผลเพื่อประเมินอาการสะท้านหนาวตามเกณฑ์ของ อิษยาและจริงแท้ (2553) ทำการทดลองทั้งหมด 4 สวน โดยเก็บเกี่ยวในเดือนพฤกษภาคม ถึง กรกฎาคม 2559

ผล

การทดลองที่ 1 ตัวอย่างที่อยู่ในสารละลายน้ำตาล mannitol ความเข้มข้น 0 0.1 0.2 และ 0.3 ในช่วงแรกมีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของอิเล็กตรอนสูง จนเมื่อเวลาผ่านไป 5 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลฯ เริ่มคงที่ ขณะที่น้ำตาลความเข้มข้น 0.4 และ 0.5 M มี เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลฯ คงที่ตั้งแต่ 2 ชั่วโมงแรกที่เริ่มวัดผล แสดงว่าที่ความเข้มข้น 0.4 และ 0.5 น้ำตาล mannitol สามารถรักษาสมดุลของของเหลวภายในเซลล์ได้ดีที่สุด จึงเลือกน้ำตาลความเข้มข้น 0.4 M มาทำการทดลองต่อไป (Figure 1A)

การทดลองที่ 2 พบว่าสับปะรดที่จุ่มในสารละลาย $MgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1-0.3 M มีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของอิเล็กตรอนใกล้เคียงกับชุดควบคุม จึงเลือกใช้สารละลาย $MgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1 M มาใช้ทำการทดลองต่อไป (Figure 1B)

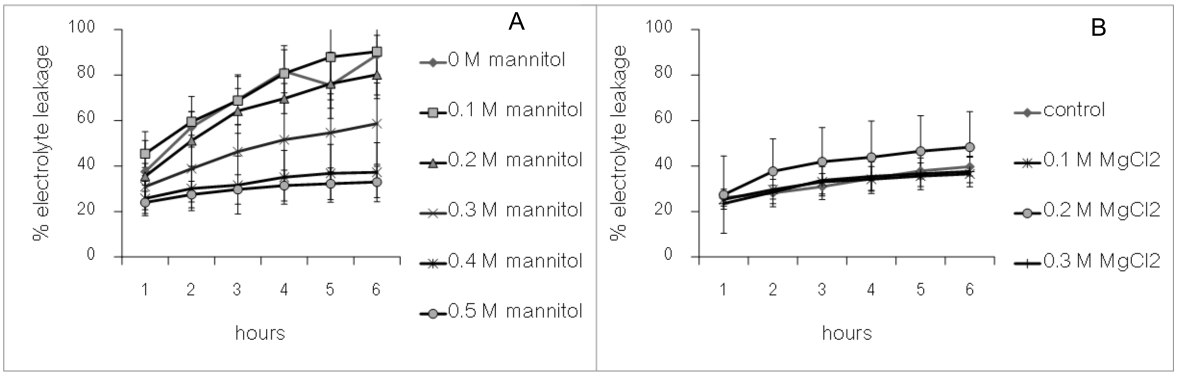

Figure 1 (A) Electrolyte leakage (%) of pineapple using different mannitol solution concentration. (B) Electrolyte leakage (%) of pineapple after magnesium chloride treatment. Measuring was done every hour for 6 hours.

การทดลองที่ 3 คุณภาพก่อนการเก็บรักษาของสับปะรดพบว่า ในสับปะรดระยะแก่เขียวมีค่า EC สูงกว่าระยะผลอ่อน แต่ค่า TAและวิตามินซี ของทั้งสับปะรด 2 ระยะไม่แตกต่างกัน ส่วนค่า TSS ให้ผลที่ไม่แน่นอนโดยพบว่าในพันธุ์ปัตตาเวียนั้นค่า TSS ของทั้ง 2 ระยะไม่แตกต่างกัน แต่ในพันธุ์ภูเก็ตกลับพบว่า TSS ของระยะแก่เขียวสูงกว่าระยะผลอ่อน ภายหลังการเก็บรักษาเพื่อชักนำให้เกิดอาการฯ พบว่าสับปะรดทั้ง 3 ทรีตเมนต์มีอาการฯ ไม่แตกต่างกันในพันธุ์ปัตตาเวีย ส่วนพันธุ์ภูเก็ตพบว่าสับปะรดระยะผลอ่อนที่ได้รับสาร $MgCl_2$ มีอาการฯ น้อยที่สุด ในขณะที่ระยะแก่เขียวเกิดอาการฯ มากที่สุด สำหรับระยะผลอ่อนสับปะรดที่เก็บเกี่ยวจาก 2 สวนให้ผลแตกต่างกัน (Table 1)

Table 1 Chemical composition of mature and immature stage pineapple at day 0. The IB score after storage at 10ºC for 14 days and transferred to 25ºC for additional 3 days.

Cultivar/Orchard	Treatment	TSS (ºBrix.)	TA (%)	Vit.C (mg/100ml.juice)	EC (%)	IB score (Score)
Pattavia #1	Mature	13.07a	0.63a	8.09a	23.37 b	1.80a
	Immature	11.10a	0.52a	5.96a	14.13 a	0.80a
	Immature+ $MgCl_2$	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.40a
Pattavia #2	Mature	13.56a	0.67a	10.51a	20.01b	0.67a
	Immature	11.26a	0.79a	10.53a	15.09a	0.80a
	Immature+ $MgCl_2$	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.40a
Phuket #1	Mature	14.72a	1.76a	n.d.	15.92b	2.75a
	Immature	10.94b	1.76a	n.d.	12.68a	2.58a
	Immature+ $MgCl_2$	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.08b
Phuket #2	Mature	14.42a	1.76a	n.d.	13.39a	4.00c
	Immature	9.80b	1.76a	n.d.	11.57a	0.67b
	Immature+ $MgCl_2$	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.17a

* n.d. = no data

วิจารณ์

จากการทดลองสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียระยะผลอ่อนทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับ $MgCl_2$ มีอาการไส้สีน้ำตาลใกล้เคียงกับชุดควบคุม การที่ระยะผลอ่อนที่ได้รับและไม่ได้รับ $MgCl_2$ มีอาการฯ ใกล้เคียงกัน (Table 1) แสดงว่า $MgCl_2$ ไม่สามารถเร่งให้เกิดอาการฯ ในสับปะรดระยะผลอ่อนได้ ดังนั้น การจะใช้สับปะรดระยะผลอ่อนในการทำนายอาการฯ ล่วงหน้าจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ร่วมกับ $MgCl_2$ การที่ระยะผลอ่อน (120 วันหลังการชักนำการออกดอก) มีอาการไส้สีน้ำตาลใกล้เคียงกับในผลระยะแก่เขียว อาจเนื่องจากการมีองค์ประกอบทางเคมี (TSS และ TA) และวิตามินซีใกล้เคียงกับระยะแก่เขียวแล้ว (Table1) เนื่องจากในสับปะรดระยะผลอ่อนมีปริมาณกรดสูงแล้วค่อยๆ ลดลงตามระยะการพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น และมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามการพัฒนาของผล (จินดารัฐ, 2541) อัตราการรั่วไหลของอิเล็กตรอน (EC) แสดงถึงความแข็งแรงของเยื่อหุ้มเซลล์ในสับปะรดค่า EC จะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการสุกของผล (กรกช, 2553) และปริมาณวิตามินซีในพันธุ์เดียวกันเป็นสิ่งบ่งบอกถึงความทนทานต่ออาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดได้ ทั้งนี้สับปะรดทั้งสองระยะกลับมีความแข็งแรงของเยื่อหุ้มเซลล์ที่แตกต่างกัน (EC ต่างกัน) แสดงว่าความแข็งแรงของเยื่อหุ้มเซลล์อาจไม่เกี่ยวข้องกับความทนทานต่ออาการไส้สีน้ำตาล

$MgCl_2$ ไม่สามารถเร่งอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดผลอ่อนได้ (Table 1) อาจเนื่องมาจากการที่ $MgCl_2$ ไม่เข้าไปทำลายสมดุล homeostasis เหมือนที่เกิดในแอปเปิ้ล สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของอิเล็กตรอนในสับปะรดที่จุ่มสารละลาย $MgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1-0.3 M ที่มีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลฯ ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Figure 1A) ทั้งนี้การเพิ่มความเข้มข้นของ $MgCl_2$ สูงกว่า 0.3 M จะทำให้เกิดความเป็นพิษในท่อลำเลียงได้ สังเกตได้จากการเกิดอาการสีน้ำตาลถึงดำตามท่อลำเลียง ซึ่งสังเกตได้หลังจุ่มสารละลาย $MgCl_2$ ความเข้มข้นสูงกว่า 0.3 M ครบ 18 ชั่วโมง โดยอาการดังกล่าวไม่สอดคล้องกับอาการไส้สีน้ำตาล (ไม่แสดงข้อมูล)

พันธุ์ภูเก็ต จากการทดลองทั้ง 2 ครั้งมีผลการทดลองที่แตกต่างกัน (Table 1) อาจเนื่องมาจากที่ระยะผลอ่อน มีองค์ประกอบทางเคมีต่างจากระยะแก่เขียว หรืออาจเกิดจากลักษณะเฉพาะที่มาจากพันธุ์ก็เป็นได้

สรุป

การใช้สับปะรดระยะผลอ่อนเพียงอย่างเดียวหรือการใช้ร่วมกับแมกนีเซียมคลอไรด์สามารถนำมาใช้ทำนายอาการไส้สีน้ำตาลล่วงหน้าได้ เฉพาะในพันธุ์ปัตตาเวีย แต่ใช่ไม่ได้ในพันธุ์ภูเก็ต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ ที่สนับสนุนทุนวิจัย ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรกช ชั้นจิรกุล,2553. ปริมาณกรดไขมัน แอนตี้ออกซิเดนท์และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด (*Ananas comosus* (L) Merr.). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (พืชสวน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กำแพงแสน ,นครปฐม.

จินดารัฐ วีระวุฒิ. 2541. สับปะรดและสรีรวิทยาการเจริญเติบโตของสับปะรด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ภาวิณี พิทักษ์วงศ์, จริงแท้ ศิริพานิช และเกียรติสุดา เหลืองวิลัย. 2556. ความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและความไวต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรด. ว.วิทย.กษ.44((3)พิเศษ):101-104.

สำนักงานฐานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559.สถิติการส่งออก [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export.php. (1 กรกฎาคม 2560)

Hakim,A., A.C. Purvis and B.G. Mullinix. 1999. Differences in chilling sensitivity of cucumber varies depends on storage temperature and the physiological dysfunction evaluated. Postharvest Biol.Technol. 17:97-104.

Feruson, I.B. and C.B. Watkins. 1989. Bitter Pit in Apple Fruits. Horticultural Reviews.

Torres, E., I. Recasens, J.M. Peris and S. Alegre. 2015. Induction of Symptoms Pre-Harvest Using the 'Passive Method': An Easy Way to Predict Bitter Pit. Postharvest Biol.Technol. 101:66-72.