

ความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและความไวต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวของสับปะรด
The Association of Endogenous Ca Contents and Chilling Injury Sensitivity in Pineapple Fruits

ภาวิณี พิทักษ์วงศ์^{1,2} จริงแท้ ศิริพานิช^{1,2} และ เกียรติสุตา เหลืองวิลัย^{1,2}
Pawinee Pitukwong^{1,2}, Jingtair Siriphanich^{1,2} and Kietsuda Luengwilai^{1,2}

Abstract

Chilling injury or internal browning is the problem of pineapple fruits for exporting, affecting the export competitiveness of Thailand. It was reported previously that total calcium (Ca) contents in pineapple fruits might be correlated with chilling injury severity thus may be used as chilling injury index. The objective of this study was to determine the association of endogenous Ca contents in chilling injury sensitivity of stored pineapple fruits. Five cultivars of pineapple fruits namely Phulae, Phuket, Sawee, Trad Si Thong and Pattavia harvested from Chiangrai, Phuket, Chumporn, Trad and Rayong provinces respectively were determined total Ca contents. Then fruits were induced the internal browning symptom at $10 \pm 2^\circ\text{C}$ ($85 \pm 5\% \text{RH}$) for 14 days and transferred to room temperature (25°C) for another day. The experiment was conducted monthly from August 2012 to July 2013. The result showed that the severity of internal browning symptom in Phulae, Phuket and Pattavia cultivars was always lower in fruit with higher Ca contents. Therefore, it is possible to use Ca content of fruit to determine the possibility of chilling injury in Phulae, Phuket and Pattavia cultivars. In contrast, the sensitivity of chilling injury of Trad Si Thong and Sawee cultivars did not correlate with Ca content.

Keywords: *Ananas comocus*, Internal browning, Chilling injury index

บทคัดย่อ

อาการสะท้อนหนาวหรือไส้สีน้ำตาล เป็นปัญหาที่สำคัญของสับปะรดส่งออกผลสดของประเทศไทย ซึ่งส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถและการแข่งขันทางการค้า จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าปริมาณแคลเซียมในผลสับปะรดอาจมีความสัมพันธ์กับอาการไส้สีน้ำตาล และอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ การทดลองครั้งนี้จึงศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมกับอาการไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดจำนวน 5 สายพันธุ์ได้แก่ พันธุ์ภูแล ภูเก็ต สวี ทรายทองและปัตตาเวีย ที่ปลูกในจังหวัดเชียงราย ภูเก็ต ชุมพร ทรายทอง และระยอง ตามลำดับ โดยวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดของผลสับปะรดก่อนเก็บรักษา จากบริเวณส่วนเนื้อติดแกนผล และบันทึกอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส ($85 \pm 5\% \text{RH}$) นาน 14 วัน และย้ายไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25°C นาน 1 วัน ทำการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2555 ถึงเดือน กรกฎาคม 2556 จากการทดลองพบว่าในพันธุ์ภูแล ภูเก็ตและปัตตาเวียมีอาการไส้สีน้ำตาลน้อย เมื่อปริมาณแคลเซียมในผลก่อนการเก็บรักษามีค่าสูง ดังนั้นปริมาณแคลเซียมจึงน่าจะใช้เป็นตัวบ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในพันธุ์ภูแล ภูเก็ตและปัตตาเวียได้ ส่วนพันธุ์ทรายทอง และสวี พบว่าปริมาณแคลเซียมในผลก่อนเก็บรักษา ไม่สอดคล้องกับอาการไส้สีน้ำตาล

คำสำคัญ: *Ananas comocus*, อาการไส้สีน้ำตาล, ตัวบ่งชี้ในการเกิดอาการสะท้อนหนาว

คำนำ

สับปะรดเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยปัญหาหลักในการส่งออกของสับปะรดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบอาการสะท้อนหนาวหรือไส้สีน้ำตาล (Internal browning) ระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง โดยการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลจะแตกต่างกันตามพันธุ์ สำหรับประเทศไทย สับปะรดกลุ่ม Queen มักพบอาการไส้สีน้ำตาลมากขึ้นเมื่อเก็บรักษา (จักรพงษ์และจริงแท้, 2535) และสับปะรดกลุ่ม Smooth cayenne พบอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าเมื่อเก็บรักษาทั้งนี้มียุทธศาสตร์ว่าปริมาณแคลเซียมเกี่ยวข้องกับการสร้างและรักษาความแข็งแรงให้กับเซลล์ (Picchioin *et al.*, 1995) ทำให้พบว่า

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

⁴ Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand.

เมื่อปริมาณแคลเซียมสูงจะพบอาการไส้สีน้ำตาลน้อยลง (Hewajulige *et al.*, 2006) โดยการศึกษาในต่างประเทศ พบว่าเมื่อให้แคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยวสับประรดระหว่างการพัฒนาทำให้ผลเกิดอาการไส้สีน้ำตาลลดลง (Herath *et al.*, 2003) แต่สำหรับประเทศไทย การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมภายในผลสับประรดโดยเฉพาะในสับประรดกลุ่ม Queen และอาการไส้สีน้ำตาลภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำไม่ชัดเจน บางการทดลองพบว่าอาการไส้สีน้ำตาลสอดคล้องกับปริมาณแคลเซียม (อิษยาและจรัส, 2551; ทวีศักดิ์ และคณะ, 2544) ในขณะที่บางการทดลองกลับไม่พบความสัมพันธ์นี้ (จรัสและคณะ, 2554; Hewajulige *et al.*, 2003) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดเนื่องจากสับประรดที่ใช้ทดลอง เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาแตกต่างกัน ดังนั้นการทดลองครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมภายในผลสับประรดก่อนเก็บรักษากับการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับประรด 5 สายพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลา 1 ปี โดยมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาใช้ปริมาณแคลเซียมในการเป็นสิ่งบ่งชี้โอกาสการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลสำหรับสับประรดส่งออกของไทย

อุปกรณ์วิธีการ

ศึกษาสับประรด 2 กลุ่มคือ กลุ่ม 'Queen' ได้แก่ พันธุ์ภูแล ภูเก็ต สวี ตราดสีทอง และกลุ่ม 'Smooth cayenne' ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย ที่ปลูกในจังหวัดเชียงราย ภูเก็ต ชุมพร ตราด และระยอง ตามลำดับ โดยทำการคัดเลือกผลที่อยู่ในระยะเปลือกสีเขียว เนื้อเริ่มมีสีเหลืองแล้วแต่ยังไม่เปลี่ยนเป็นสีใสและคัดเลือกผลที่มีน้ำหนักเท่าๆกัน จากนั้นแบ่งสับประรดจำนวนพันธุ์ละ 6 ผล นำส่วนเนื้อติดแกนมาวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดก่อนการเก็บรักษา โดยนำตัวอย่างแห้ง 0.4 กรัม ผสมกับกรดผสม HNO_3 : HClO_4 อัตราส่วน 2:1 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยบนเครื่องย่อยที่ควบคุมอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) จนได้สารละลายสี ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 50 มิลลิลิตร และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542) และสับประรดที่เหลืออีกพันธุ์ละ 24 ผลนำไป ตัดแต่งก้านให้เหลือ 1.0-1.5 นิ้ว ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ นาน 14 วัน และย้ายไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25°C) นาน 1 วัน และประเมินอาการไส้สีน้ำตาลของสับประรดโดยทำการประเมินจากพื้นที่หน้าตัดที่เกิดอาการไส้สีน้ำตาล เมื่อผ่าผลสับประรดตามแนวยาว เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด ทำการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2555 ถึงเดือนกรกฎาคม 2556

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาในรอบ 1 ปี พบว่า ปริมาณแคลเซียมในสับประรดพันธุ์ภูแล ภูเก็ตและปัตตาเวีย ก่อนการเก็บรักษาสามารถใช้เป็นสิ่งบ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล เมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน โดยพบว่าปริมาณแคลเซียมที่มาก โดยเฉพาะถ้ามีมากกว่า 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (ppm) ส่งผลให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อย สอดคล้องกับรายงานของ Hewajulige *et al.* (2003) ที่ได้รายงานว่าผลสับประรดที่มีปริมาณแคลเซียมมากจะเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อย แต่ในพันธุ์ตราดสีทอง และ สวี ไม่สามารถสรุปได้ว่าแคลเซียมสามารถใช้เป็นสิ่งบ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ เนื่องจากปริมาณแคลเซียมในพันธุ์ตราดสีทองตลอดระยะเวลา 1 ปีไม่สัมพันธ์กับการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแคลเซียมในพันธุ์ตราดสีทอง มีปริมาณน้อย (น้อยกว่า 500 ppm) จึงทำให้แคลเซียมอาจจะไม่ใช่ปัจจัยหลักในการทำให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับประรดพันธุ์นี้ แต่ในสับประรดพันธุ์สวี พบอาการไส้สีน้ำตาลน้อยจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าปริมาณแคลเซียมมีผลต่ออาการไส้สีน้ำตาลหรือไม่ (Figure 1)

นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนพบว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่ออาการไส้สีน้ำตาลในสับประรดพันธุ์ตราดสีทอง โดยพบว่าเกิดอาการไส้สีน้ำตาลมากเมื่อปริมาณน้ำฝนมาก สอดคล้องกับรายงานของ Py *et al.* (1987) ที่รายงานว่า ปริมาณน้ำฝนมากเกิดอาการไส้สีน้ำตาลมาก แต่ในสับประรดพันธุ์ภูแล ภูเก็ตและปัตตาเวียปริมาณน้ำฝนไม่มีผลต่ออาการไส้สีน้ำตาลโดยปริมาณน้ำฝนทั้งหมดจะมีปริมาณมากหรือน้อยไม่ส่งผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่นการดูแลรักษา พื้นที่การปลูก เป็นต้น (Teisson *et al.*, 1979; You-lin *et al.*, 1997; Abdullab, 2011) ส่วนในสับประรดพันธุ์สวี ไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในสับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย พบว่าเมื่ออุณหภูมิต่ำช้กนำไปเกิดอาการไส้สีน้ำตาล แต่ในขณะที่พันธุ์ตราดสีทองและภูแล อุณหภูมิต่ำสุดกลับช้กนำไปสับประรดทนทานต่ออาการไส้สีน้ำตาล ส่วนในพันธุ์ภูเก็ตยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ว่าอุณหภูมิต่ำมีผลต่ออาการไส้สีน้ำตาลหรือไม่ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุดเฉลี่ย มีค่าใกล้เคียงกันตลอดทั้งปี และในพันธุ์สวี ยังสรุปไม่ได้เช่นกันว่าอุณหภูมิต่ำมีผลต่ออาการไส้สีน้ำตาลหรือไม่ เนื่องจากอาการที่เกิดมีค่าน้อยเกินไป (Figure 1)

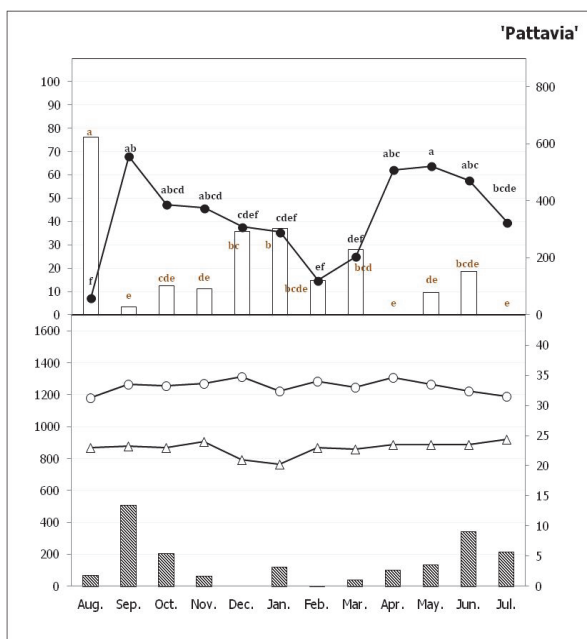
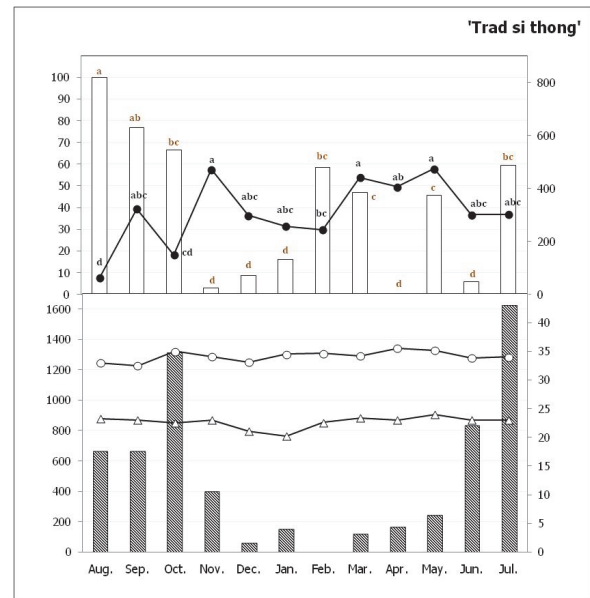
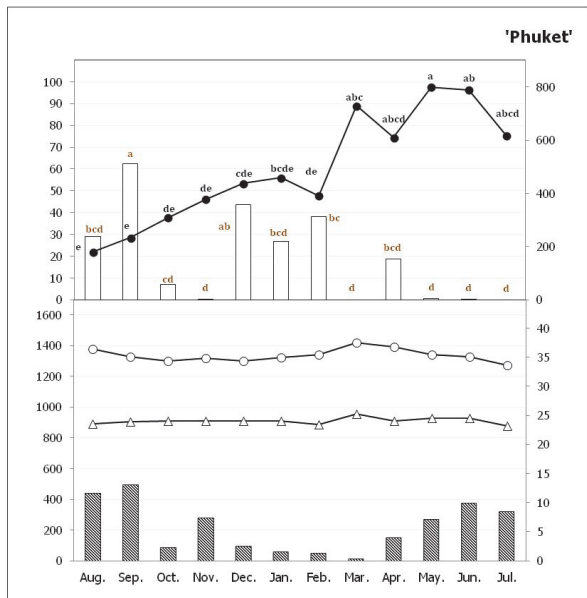
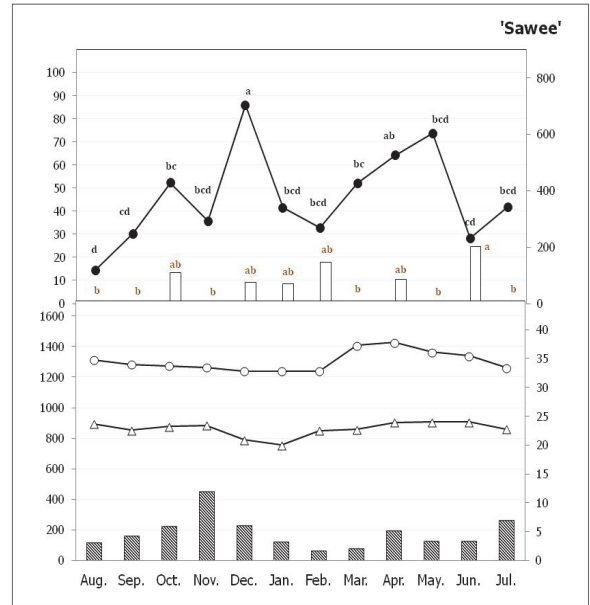
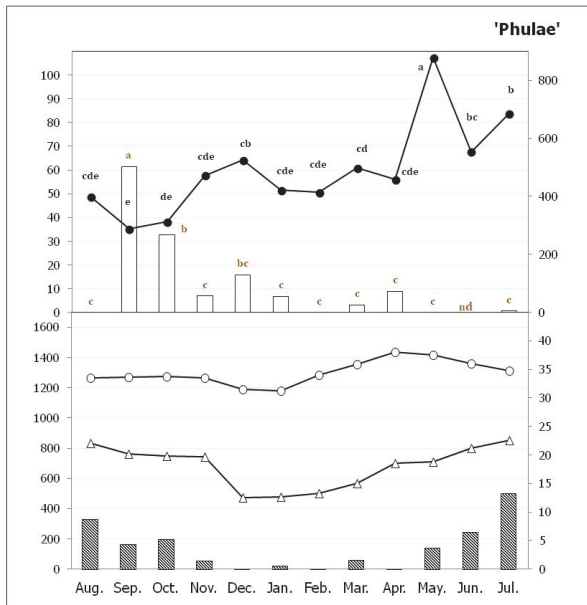


Figure 1 Calcium contents (ppm) (●) and internal browning (%) (□) of pineapple fruits cvs. Phulae, Sawee, Phuket, Trad Si Thong and Pattavia harvested during August 2012 - July 2013. The calcium content was determined before storage and Internal browning (%) after stored at 10°C for 14 days and transfer to 25°C for additional 1 day. Total rainfall (■), maximum (○) and minimum (△) temperature (C°) of Chiangrai, Chumphorn, Phuket, Trad and Rayong provinces during August 2012 - July 2013.

สรุป

ปริมาณแคลเซียมก่อนการเก็บรักษาสามารถใช้เป็นสิ่งที่บ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ในสับปะรดพันธุ์ภูแล ภูเก็ดและปัตตาเวีย ส่วนสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองและสวี ไม่สามารถหาข้อสรุปได้เกี่ยวกับปริมาณแคลเซียมที่สามารถใช้เป็นสิ่งที่บ่งชี้โอกาสในการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล

นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในสับปะรดพันธุ์ภูแล ภูเก็ดและปัตตาเวียไม่มีผลต่ออาการไส้สีน้ำตาล ยกเว้นพันธุ์ตราดสีทองที่มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดมีผลต่อความทนทานต่ออาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ภูแลและตราดสีทอง แต่ในพันธุ์ปัตตาเวียอุณหภูมิต่ำสุดมีผลต่อความอ่อนแอต่ออาการไส้สีน้ำตาล ส่วนสับปะรดพันธุ์ภูเก็ดและสวีไม่สามารถหาข้อสรุปเกี่ยวกับอุณหภูมิกับการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และทุนมูลนิธิอานันทมหิดล ที่สนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ รวมถึงเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด และคุณศราวดี เรื่องเยี่ยม ที่ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จักรพงษ์ พิมพ์พิมล และจิ่งแท้ ศิริพานิช. 2535. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดและวิธีการป้องกัน. วิทยาศาสตร์เกษตร 27(4): 421-430.
- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2554. ทดสอบระบบการส่งออกสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. รายงานฉบับสมบูรณ์สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=PDG5420002. [18 มิถุนายน 2555].
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. การวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทวีศักดิ์ แสงอุดม, จงวัฒนา พุ่มหิรัญ, สมเกียรติ นวลละของ, บุญเกื้อ ทองแท้, ไพรัตน์ ช่วยเต็ม และ เบญจมาศ รัตนชินกร. 2544. ศึกษาการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. เอกสารเผยแพร่ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน จันทบุรี. 2 หน้า
- อิชยา ภูสิทธิ์กุล และจิ่งแท้ ศิริพานิช. 2551. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรด. ใน รายงานการสัมมนาทางวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 6, 14-15 สิงหาคม 2551, ณ โรงแรมเจริญธานี ปรีณเซส ขอนแก่น. 120 น.
- Abdullah, H. 2011. Quality Maintenance of Pineapple in Postharvest Handling. Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI). p. 143-148.
- Herath, H.M.I., D.C. Bandara and D.M.G.A. Banda. 2003. Effect of Pre-harvest Calcium Fertilizer Application on the Control of Internal Browning Development during the Cold Storage of Pineapple 'Mauritius' (*Ananas comosus* (L.) Merr.). Journal of Horticultural Science & Biotechnology 78: 762-767.
- Hewajulige, I.G.N., R.S.W. Wilson, R.L.C. Wijesundera and M. Abeysekera. 2003. Fruit Calcium Concentration and Chilling Injury during Low-Temperature Storage of Pineapple. Journal of the Science of Food and Agriculture 83: 1451-1454.
- Hewajulige, I.G.N., R.S.W. Wilson and R.L.C. Wijesundera. 2006. Pre-harvest Application of Calcium to Control Black Heart Disorder in Mauritius Pineapples during Low-temperature Storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 86:420-424.
- Py, C., J.J. Lacoueille and C. Teisson. 1987. The Pineapple Cultivation and Uses. In G.P. Maisonneuve and Larose (eds.). Paris. 568 p.
- Picchioni, G.A., A.E. Wattada, W.S. Conway, B.D. Whitaker and C.E. Sama. 1995. Phospholipid, Galactolipid, and Steryl Lipid Composition of Apple Fruit Cortical Tissue Following Postharvest CaCl₂ Infiltration. Phytochemistry 39: 763-769.
- Teisson, C., J.C. Combress, P.M. Prevel and J. Marchal. 1979. Internal Browning of Pineapples: III—Symptoms; IV—Biochemical approach. Fruits 34:315-338.
- You-Lin, T., Z. Yu-Chan and T. Xing-Jie. 1997. A Study on Factors Inducing and Controlling Postharvest Blackheart in Pineapples. Acta Hort. 425:595-603.