Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 58-61 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 58-61 (2561)

ผลของการเกิดเนื้อใสต่อคุณภาพของมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้าหลังการเก็บเกี่ยว

Effect of Jelly Seed on the Quality of Plango (Thun Klao) Fruit after Harvest

ภัทรวรรณ วัฒนกีบุตร[1] วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์[1,3] และอุษาวดี ชนสุต[2,3]

Pattarawan Wattanakeeboot[1], Wanwarang pattanapo[1] and Usawadee Chanasut[2,3]

Abstract

Plango *Bouea oppositifolia* (Roxb.) Adelb. has a short shelf life and quickly deteriorate after harvest. Jelly seed is a physiological disorder often found on the flesh around the seed area after harvest and possibly causes short shelf life of plango fruit. Although the jelly seed symptom can not be detected by visual appearance, it affects the fruit quality. The objective of this study was to determine the effect of jelly seed on the physical and chemical properties compared to those of normal fruit. The flesh and peel color, firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), the activity of polygalacturonase (PG) and pectin methyl esterase (PME) of the plango (Thun Klao). fruits were studied . The fruit were harvested at 80 days after full bloom and stored at 10 °C. It was found that the physical properties such as the flesh color and fruit firmness of the jelly seed fruits decreased. TSS and TA also gradually decreased when jelly seed occurred after harvested. The activities of PG and PE increased and the activity of PG was highest at day 6th after harvested. whereas the activities of both enzymes were lower in the non-jelly seed fruit. Therefore, the jelly seed symptom affected both physical and chemical properties of the fruit. Furthermore, the jelly seed was possibly caused by an increase in PG activities after storage at low temperature storage.

Keywords: enzyme, storage, properties

บทคัดย่อ

มะยงชิด *Bouae oppositifolia* (Roxb.) Adelb. พันธุ์ทูลเกล้าเป็นผลไม้ที่มีอายุสั้นและเน่าเสียเร็วหลังจากเก็บเกี่ยว การเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดเป็นอาการผิดปกติที่พบได้บ่อยหลังการเก็บเกี่ยวและอาจเป็นสาเหตุของอายุการเก็บรักษาสั้นของผลมะยงชิด ถึงแม้ว่าอาการของเนื้อใสรอบเมล็ดไม่สามารถมองเห็นได้จากลักษณะภายนอกแต่มีผลต่อคุณภาพ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภายและเคมีเปรียบเทียบกับผลที่ไม่แสดงอาการ โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีโดยเปรียบเทียบกับผลมะยงชิดปกติ โดยวัดการเปลี่ยนแปลงสีผิวและเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) กิจกรรมเอนไซม์พอลิกาแลคทูโรเนส (PG) และกิจกรรมเอนไซม์เพคตินเมสทิลเอสเทอเรส (PE) โดยใช้มะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้าอายุการเก็บเกี่ยว 80 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จากการศึกษาพบว่า คุณภาพทางกายภาพได้แก่ สีเนื้อและสีเปลือกมีสีคล้ำลง และความแน่นเนื้อลดลง ส่วนคุณภาพทางเคมีได้แก่ TSS และ TA มีแนวโน้มลดลง เมื่อเกิดอาการเนื้อใสภายในผลหลังการเก็บรักษา กิจกรรมของเอนไซม์ PE และ PG มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยกิจกรรม PG เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 หลังการเก็บเกี่ยว ในขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสองในเนื้อผลมะยงชิดที่ไม่เกิดเนื้อใสมีกิจกรรมเอนไซม์น้อยกว่า เพราะฉะนั้นการเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดมีผลทำให้คุณภาพของผลมะยงชิดลดลงและอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์ PG เมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ

คำสำคัญ: เอนไซม์, การเก็บรักษา, คุณภาพ

[1] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[1] Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[2] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[3] Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400

คำนำ

มะยงชิด *Bouea oppositifolia* (Roxb.) Adelb. อยู่ในวงศ์ Anacardiaceae มะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้ามีลักษณะโดดเด่นกว่าพันธุ์อื่น คือ ผลใหญ่ ผิวสีเหลืองอมส้ม เนื้อกรอบ และรสชาติหวานอมเปรี้ยว ผลมีขนาดใหญ่ประมาณ 10-12 ผลต่อกิโลกรัม มะยงชิดถือเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อการค้า (กรมวิชาการเกษตร, 2558) และเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ผลผลิตออกในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน เก็บเกี่ยวผลได้ตั้งแต่อายุ 80-85 วันหลังดอกบาน ราคาผลผลิต 100-200 บาทต่อกิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2556) แต่เนื่องจากมะยงชิดเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น มักเกิดความเสียหายระหว่างการเก็บรักษา ผลนิ่มอย่างรวดเร็วและเน่าเสียได้ง่าย โดยความผิดปกติส่วนใหญ่ที่พบคือการเกิดการใสของเนื้อรอบเมล็ด (Jelly seed) มีลักษณะคล้ายเจลลี่ ลักษณะผิดปกตินี้พบได้ในผลมะม่วงที่เก็บในระยะแก่จัดหรือมีความแก่เกินร้อยละ 80 โดยลักษณะความความผิดปกติไม่แสดงอาการภายนอก เนื้อบริเวณรอบเมล็ดมีสีเหลืองส้ม เนื้อเหนียวข้น ซึ่งมีผลต่อเนื้อสัมผัส บริเวณที่เกิดมีกิจกรรมเอนไซม์พอลิกาแล็กทูโรเนส (PG), เพคเตสไลเอส (PL) และ เพคตินเมสทิลเอสเทอเรส (PME) สูง (Seshadri *et al*., 2017) มะยงชิดเป็นผลไม้ที่ต้องเก็บเกี่ยวในระยะแก่จัด จึงมีโอกาสเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดสูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดในมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้า และอาการที่เกิดขึ้นส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำมาพัฒนากระบวนจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้าจากสวนดุษณี อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อผลอายุได้ 70 และ 80 วันหลังดอกบาน คัดเลือกผลที่มีขนาด และสีที่ใกล้เคียงกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นำมาวัดสีผิวและเนื้อโดยเครื่อง Colorimeter HunterLab รุ่น Color Quest XE ความแน่นเนื้อวัดด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA. XTplus นำน้ำคั้นตัวอย่างทำการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid : TSS) ด้วยเครื่อง Digital Refractometer (Atago model PR-101) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity : TA)

สกัดเอนไซม์โดยใช้วิธีของ Gross (1982) ชั่งเนื้อมะยงชิด 3 กรัม เติมสารละลาย 0.1M. Sodium phosphate buffer pH 6.4 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 1mM EDTA บดให้เข้ากันแล้วกรอง นำไปปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่อง ปั่นเหวี่ยง รุ่น Universal 320 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนที่เป็นของเหลวใส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สกัดหยาบ (Crude enzyme) ไปใช้วัดกิจกรรมของเอนไซม์ PG เมื่อเย็นลงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง 540 นาโนเมตร ค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกลูโคส 1 หน่วยเอนไซม์ (Unit) คือปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้เกิด 1 µmol ของ reducing sugar/min ที่สภาวะ 37 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ PE วัดโดยวิธีดัดแปลงจาก (Seshadri *et al*., 2017) ใช้สารละลายเพคติน ความเข้มข้น 0.5% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมสารละลายบรอมไธมอลบลู ความเข้มข้น 0.1% ปริมาตร 0.15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 1.80 มิลลิลิตร เติมเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.50 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง 620 นาโนเมตร กำหนดให้ปริมาณของเอนไซม์เพคตินเมสทิลเอสเทอเรส 1 หน่วย (Unit) เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้เกิด D-galacturonic acid 1 ไมโครโมลต่อนาที กิจกรรมเอนไซม์ได้ที่ มีหน่วยเป็น $mg^{-1}protein.min^{-1}$

ผล

จากการศึกษาพบความผิดปกติของการเกิดการเนื้อใสรอบเมล็ดในผลมะยงชิอายุ 80 วันหลังดอกบาน สีเปลือกมะยงชิดพบว่าค่าความสว่าง Lightness (L*) ของผลมะยงชิดอายุ 70 และ 80 วันหลังดอกบาน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (Figure 1) ค่าความสว่างมีแนวโน้มทั้งผิวและเนื้อลดลงตลอดการเก็บรักษา และค่าสีเหลือง b* ในเนื้อของผลอายุ 80 วันหลังดอกบานมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (Figure 2)

ค่าความแน่นเนื้อ (Figure 3) ของผลและเนื้อระหว่างเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และพบว่าผลที่เกิดการใสรอบเมล็ดในผลมะยงชิดอายุ 80 วันหลังดอกบานมีค่าความแน่นเนื้อต่ำกว่าและลดลงเร็วกว่าอายุ 70 วัน ได้แก่ 14.50, 14.56, 14.80, 14.10 และ 13.11 N ตามลำดับ ความแน่นเนื้อในเนื้อมะยงชิดมีค่าต่ำกว่าและลดลงเร็วกว่าอายุ 70 ปี ได้แก่ 11.63, 9.77, 6.50, 5.42 และ 5.09 N ตามลำดับ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ (TSS % Brix) พบว่าผลมะยงชิดอายุ 70 วันหลังดอกบานมีแนวโน้มลดลงตลอดการเก็บรักษา ได้แก่ 15.60, 15.60, 15.83, 14.43, 14.57, 14.30 และ 13.50 ตามลำดับ (Figure 4) ผลที่เกิดความผิดปกติการใสรอบเมล็ดในผลอายุ 80 วันหลังดอกบาน พบว่า TSS มีแนวโน้มลดลงได้แก่ 18.03, 18.17, 18.63, 17.40 และ

16.40 ตามลำดับ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) มีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณ TA ในผลอายุ 80 วันหลังดอกบาน 6.05, 5.40, 4.40. 3.49 และ 3.44 ตามลำดับ (Figure 5)

กิจกรรมเอนไซม์ในผลอายุ 80 วันหลังดอกบาน ที่พบการเกิดการใสรอบเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งเอนไซม์พอลิกาแล็กทูโรเนส (PG) และ เพคตินเมสทิลเอสเทอเรส (PE) และสูงกว่าผลอายุ 70 ปี กิจกรรมเอนไซม์ PG เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ได้แก่ 1.61, 2.66, 8.85, 16.07 และ 15.91 Units mg^{-1} protein/min^{-1} ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มสูงสุดในวันที่ 6 และกิจกรรมเอนไซม์ PE ก็เพิ่มขึ้น ได้แก่ 3.34, 3.43, 3.52, 3.71 และ 3.83 Units mg^{-1} protein/min^{-1} ตามลำดับ โดยเอนไซม์พอลิกาแล็กทูโรเนสและกิจกรรมเอนไซม์เพคตินเมสทิลเอสเทอเรส แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (Figure 6)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการศึกษาการเกิดการใสรอบเมล็ด ผลมะยงชิดอายุ 70 วันหลังดอกบาน ไม่พบอาการผิดปกติ แต่ พบในผลมะยงชิดที่เก็บเกี่ยวเมื่อผลแก่จัด คือ 80 วันหลังดอกบาน การเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดเป็นอาการผิดปกติที่พบได้ในผลมะม่วงที่เก็บในระยะแก่จัดหรือสุกบนต้น มีรายงานว่ามะม่วงพันธุ์ Amrapali ระยะสุกเต็มที่ พบการเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดมากถึงร้อยละ 80 (Wainwright and Burbage, 1989) ซึ่งตรงกันข้ามกับมะยงชิดที่เป็นผลไม้ Non-Climacteric จำเป็นต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อแก่จัด ทำให้มีโอกาสเกิดความผิดปกติการเกิดเนื้อใสได้และส่งผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสที่คล้ายเจลลี่ ซึ่งเป็นลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ค่าความสว่าง L* ลดลง และค่าสีเหลือง b* ในเนื้อลดลงสอดคล้องกับมะม่วงที่เกิดการใสรอบเมล็ดจะมีเนื้อสีเหลืองส้ม สีคล้ำกว่าสีปกติและความผิดปกติของสีไม่แสดงให้เห็นภายนอก (Seshadri *et al*., 2016) ค่าความแน่นเนื้อสอดคล้องกับกิจกรรมเอนไซม์ PG และ PE เพิ่มขึ้นในผลอายุ 80 วันหลังดอกบาน ทำให้เนื้อมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มลงและเนื้อภายในมีความหนือคล้ายเจลลี่ มีรายงานว่าการเกิดการใสในมะม่วงพบเอนไซม์ PG, PE และ PL สูง โดยการทำงานของเอนไซม์ PE เร่งปฏิกิริยาทางเคมีย้ายกลุ่มเมทิลจากเพคตินในระหว่างที่ PG กำลังทำปฏิกริริยาย่อยสลายโพลิเมอร์ของ cell wall คือpolygalacturonide เป็นสายสั้นทำให้ได้กรดกาแล็กทูโรนิค (Carpita and Gibeaut, 1993) จากนั้นเอนไซม์เพคเตสไลเอสทำการแยกกลุ่มเอสเทอร์ในเพคตินออกทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์ถูกทำลาย ส่งผลให้เกิดการอ่อนนุ่มและความเหนียวข้นคล้ายเจลลี่ ในเนื้อซึ่งเป็นลักษณะความผิดปกติอาการเกิดเนื้อใส (Seshadri *et al*., 2016) ลักษณะความผิดปกติการเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดมะยงชิดนั้นเนื้อมีความหนืด เนื้อสัมผัสคล้ายเจลลี่ทำให้ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่เป็นที่ยอมรับเช่นกัน

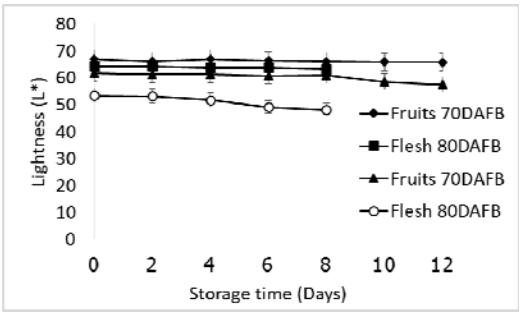

Figure 1 Lightness (L*) values on fruits and flesh of plango

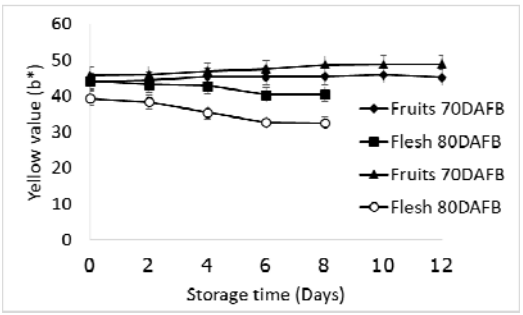

Figure 2 Yellow color (b*) values on fruits and flesh of plango

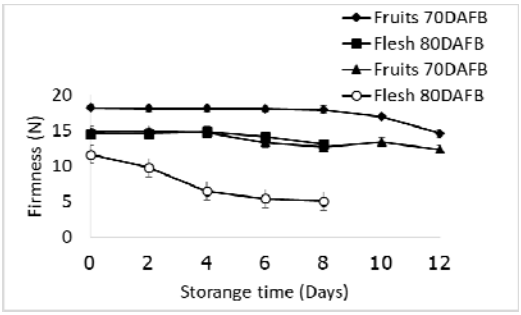

Figure 3 Firmness (N) on fruits and flesh of plango

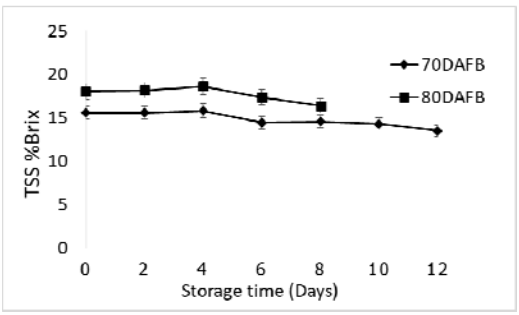

Figure 4 Total soluble solid (TSS % Brix) of plango

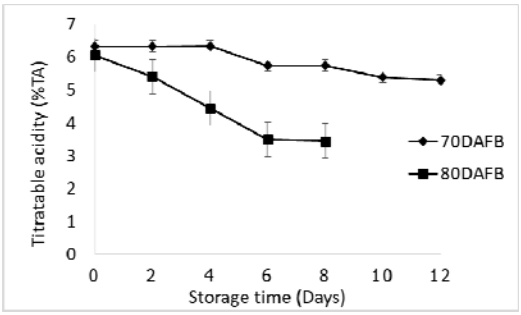

Figure 5 Titratable acidity (TA) on flesh of plango fruits

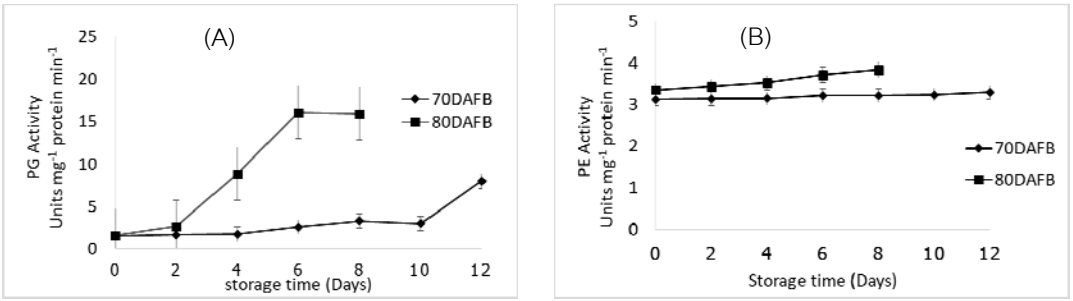

Figure 6 Enzymes activity, polygalacturonase (A) and pectin methyl esterase (B) on flesh of plango fruits

สรุปผลการทดทอง

เมื่อผลที่เกิดอาการเนื้อใสระหว่างการเก็บรักษาค่า TSS และ TA มีแนวโน้มลดลง กิจกรรมของเอนไซม์ PE และ PG มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสองในเนื้อผลมะยงชิดที่ไม่เกิดเนื้อใสมีกิจกรรมเอนไซม์น้อยกว่า เพราะฉะนั้นการเกิดเนื้อใสรอบเมล็ดมะยงชิดมีผลทำให้เกิดเนื้อสัมผัสที่หนืด คล้ายเจลลี่ ส่งผลให้คุณภาพของผลมะยงชิดลดลง สอดคล้องกับเอนไซม์ PG ที่มีกิจกรรมเพิ่มขึ้นระหว่างเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตรกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และสนับสนุนอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2556. รายงานโครงการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตมะปรางอย่างมีคุณภาพ. 2556. หน้า 7.

กรมวิชาการเกษตร. 2558. รายงานโครงการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตมะปรางอย่างมีคุณภาพ. 2558. หน้า 5.

Carpita, N. C. and D. M. Gibeaut. 1993. Structure models of primary cell walls in flowering plants: Consistency of molecular structure with the physical properties of the wall during growth. The plant journal 3: 1-30.

Gross, K. C. 1982. A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying poligalacturonase using 2 –cyanoacetamide. *HortScience* 17: 933-934.

Seshadri, S., S. Manoharan and S. S. Hari. 2016. Premature seed germination induced by very long chain fatty acids causes jelly seed disorder in the mango (*Mangifera indica* L.) cultivar 'Amrapali' in India. The journal of horticultural science and biotechnology 91: 138-147.

Wainwrith, H. and M. B. Burbage. 1989. Physiologycal disorder in mango (*Mangifera indica* L) fruit. Journal of horticultural science 64: 125-135.