การเปลี่ยนแปลงระหว่างเอนไซม์และน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลมังคุดกับอาการเนื้อแก้ว
Chang of enzyme and sugar translucence pulp mangosteen

สำเริง ช่างประเสริฐ[๑/] นางสาวมาลัยพร เชื้อบัณฑิต[๑/] นางชมภู จันที[๑/] ดร.สมโภชน์ น้อยจินดา[๒/]

บทคัดย่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์และน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลมังคุดกับอาการเนื้อแก้วมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้เอ็นไซม์และน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลมังคุดกับอาการเนื้อแก้ว ไม่มีการวางแผนการทดลอง ดำเนินการปี ๒๕๕๖-๒๕๕๘ พบว่า ชนิดของน้ำตาลในสารสกัดเพคติที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) ของมังคุดเนื้อปกติ ผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose และ Arabinose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๕๒.๓๒๔ , ๒๒.๓๐๖ , ๒๙.๐๔๓ และ ๔๘.๒๘๘ mg/gFW ตามลำดับ ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Mannose , Xylose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๗๗.๕๐๖ และ ๕๘.๕๒๙ mg/gFW ตามลำดับ ส่วนมังคุดเนื้อแก้ว ผลสีม่วงดำมีปริมาณ Glucose, Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๖๐.๕๓๖ , ๑๐๑.๒๕๗ , ๖๔.๖๐๗ , ๓๓.๗๕๓ , ๗๙.๔๗๘ และ ๑๑๑.๕๒๐ mg/gFW ตามลำดับ สารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) ของมังคุดเนื้อปกติ ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Galactose , Arabinose , Mannose และ Xylose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๘๑.๔๗๘ , ๑๐๑.๖๘๗ , ๔๒.๕๐๕ , ๑๓๒.๕๖๓ และ ๘๗.๓๔๗ mg/gFW ตามลำดับ ผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Fructose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๑๔.๖๗๔ mg/gFW และผลสีเขียวตองอ่อน มีปริมาณน้ำตาล Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๒๔๓.๘๕๘ mg/gFW ส่วนเนื้อแก้ว ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Fructose , Galactose และ Mannose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๗๔.๗๕๘ , ๑๐.๒๖๔ และ ๘๖.๓๐๗ mg/gFW ตามลำดับ ส่วนผลสีม่วงแดงมีปริมาณน้ำตาล Arabinose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๑๘.๗๑๙ mg/gFW และผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose, Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๑๕.๙๔๗ ๔๕.๗๗๔ และ ๒๖.๑๒๑ mg/gFW สารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP) ของมังคุดเนื้อปกติ ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๖.๗๘๗ , ๘.๗๑๒ , ๓๖.๖๔๘ , ๔๑.๘๗ ๓๕๒.๕๑๔ และ ๑๗๑.๗๕๐ mg/gFW ตามลำดับ และ สีสายเลือด มีปริมาณน้ำตาล Glucose มากกว่าทุกระยะ มีค่าเท่ากับ ๑๐.๑๑๒ mg/gFW และเนื้อแก้ว ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ มีค่าเท่ากับ ๗.๓๐๑ ๘.๖๕๘ ๔.๓๕๖ ๑๔.๗๒๘ ๓๙.๔๙๔ ๔๐.๑๖๒ และ ๙๘.๘๔๖ mg/gFW ตามลำดับ

[๑/] ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี [๒/]

เอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) มังคุดเนื้อปกติ ผลสีม่วงแดง มีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุดมีค่าเท่ากับ ๐.๑๒๘๖ unit/mg protein ส่วนมังคุดเนื้อแก้ว ผลสีอ่อนตองอ่อน และผลน้ำตาลแดง มีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุดมีค่าเท่ากับ ๐.๐๘๒๐ และ ๐.๐๘๒๐ unit/mg protein กิจกรรมเอ็นไซม์ Peroxidase (POD) เนื้อมังคุดปกติ ผลสีม่วงแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุดมีค่าเท่ากับ ๕๒๓.๑๑๔ unit/mg protein มังคุดเนื้อแก้ว ผลสีน้ำตาลแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ๔๑๙.๑๒๒ unit/mg protein กิจกรรมเอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA) เนื้อมังคุดปกติ ผลม่วงแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุดมีค่าเท่ากับ ๔๑๘.๕๑๕ unit/mg protein มังคุดเนื้อแก้ว ผลสีน้ำตาลแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ๓๓๕.๒๙๗ unit/mg protein

๑. คำนำ

อาการเนื้อแก้ว เป็นลักษณะอาการผิดปกติที่ส่วนเนื้อมังคุดเมื่อสุกมีลักษณะใสและแข็ง พบมากเมื่อเก็บเกี่ยวผลมังคุดในช่วงที่ผ่านการมีฝนตกหนักมาแล้ว ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี(๒๕๔๐) พบว่าผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวก่อนเข้าฤดูฝนไม่ปรากฏอาการเนื้อแก้วเลย แต่อาการเนื้อแก้วจะพบในมังคุดที่เก็บเกี่ยวหลังฝนตกในช่วงต้นฤดูและตกต่อเนื่องกัน ๒-๓ วันจากนั้นอีกประมาณ ๓-๗ วัน เมื่อทำการเก็บเกี่ยวจะพบผลที่เกิดเนื้อแก้วและความรุนแรงของเนื้อแก้วจะพบมากในช่วงที่ฝนทิ้งช่วงนานสลับกับฝนตกมาก (ฝนมากกว่า ๒๐ มม.ต่อวัน) ซึ่งการที่ฝนตกมากส่งผลให้ความชื้นสัมพันธ์มีมากด้วย Sdoodee และ Chiarawipa (๒๐๐๓) จึงได้ทำการทดลองจัดการความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับต่างๆกันต่อการเกิดเนื้อแก้วพบว่า ยิ่งจัดการให้ต้นมังคุดได้รับความชื้นสัมพันธ์มากอาการเนื้อแก้วก็มีมากขึ้นเช่นกัน โดยวรภัทร (๒๕๓๙) ยืนยันว่าอาการเนื้อแก้วเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำภายในผลเป็นสาเหตุหลัก โดยผลมังคุดที่เจริญผ่านช่วงใกล้สุกแล้วมีการให้น้ำเหนือทรงพุ่มหรือมีฝนตกลงมาจะทำให้เกิดอาการเนื้อแก้วในอีก ๓-๗ วันต่อมาได้มากกว่าการให้น้ำเฉพาะใต้ทรงพุ่ม ซึ่งน้ำที่ให้เหนือทรงพุ่มหรือฝนที่ตกลงมาจะสัมผัสกับผลมังคุดทำให้ผลมังคุดดูดน้ำเข้าไปในผลได้โดยตรงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เซลล์ของเนื้อจะดูดน้ำเข้าไปมากเกินกว่าแรงต้านขยายผนังเซลล์ (turgor pressure) ที่จะต้านไว้ได้ทำให้เซลล์ของส่วนเนื้อแตกและฉีกขาด เซลล์ตาย และมีสารละลายในเซลล์ไหลออกมาเคลือบเนื้อภายในผลโดยรอบ ส่วนของสารที่ทำละลายส่วนเกินจะถูกเปลือกดูดซึมเข้าไปไว้ในกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า พาเรนไคมา ซึ่งเกาะกันอยู่หลวมๆ แทน สำหรับเนื้อมังคุดที่เหลือจะหยุดหรือถูกยับยั้งไม่ให้มีการเจริญในกระบวนการสุกแก่ ทำให้การปรับเปลี่ยนเนื้อที่มีโครงสร้างแข็งใสไม่สามารถเปลี่ยนไปสู่เนื้อที่มีโครงสร้างที่นิ่มสีขาวขุ่นเกิดขึ้นได้ หากการยับยั้งการเจริญนี้รุนแรงจะพบลักษณะอาการเนื้อแก้วทั้งผล แต่ถ้าการยับยั้งการเจริญไม่รุนแรงมากจะพบอาการเฉพาะในเนื้อที่มีเมล็ดสมบูรณ์เพียง ๑ หรือ ๒ พูเนื้อเท่านั้น จากรายงานของศิริวรรณ (๒๕๔๓) พบว่า การที่ผลมังคุดได้รับน้ำเข้าไปมากเกินไป ทำให้เซลล์เกิดความเสียหาย สารละลายต่างๆจึงรั่วไหลออกมาภายนอกแทนที่อากาศในช่องว่างระหว่างเซลล์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับเพกติน ซึ่ง

เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เปลี่ยนสภาพจากละลายน้ำเป็นไม่ละลายน้ำ ทำให้มังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วมีลักษณะใสและแข็งกว่าผลมังคุดปกติ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ เพกติน เมทิลเอสเทอเรสในมังคุดหลังเก็บเกี่ยวของ Noichinda และคณะ (๒๐๐๗) เมื่อเก็บมังคุดไว้นานขึ้น ปริมาณของเอนไซม์เพกติน เมทิลเอสเทอเรส มีมากขึ้นด้วย โดยเอนไซม์ เพกติน เมทิลเอสเทอเรส จะเป็นตัวดึงกลุ่ม เมทิล ของโพลีเมอร์ กรดกาแลกตูโรเนส และโพลีกาแลกตูโรเนสจะไปทำให้เพกตินเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ ดังนั้นเอนไซม์ที่น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเพกตินจากรูปที่ไม่ละลายน้ำไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ (Wakabayashi *et al*. ๒๐๐๐ อ้างโดย Noichinda *et al*. ๒๐๐๗) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เนื้อมังคุดเปลี่ยนจากเนื้อปกติเป็นแข็งใสได้ คือ เพกติน เมทิลเอสเทอเรส และ โพลีกาแลกตูโรเนส หทัยวรรณ (๒๕๕๓) ได้ศึกษาเอนไซม์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโครงสร้างของเซลล์และผนังเซลล์เช่น Pectin Hemicellulose และ Lignin ในมังคุดที่เกิดเนื้อแก้ว พบว่ามังคุดในระยะวัยสายเลือด ที่เป็นเนื้อแก้วมีการสร้างลิกนินมากกว่าปกติแต่เมื่อเข้าสู่ระยะสุกเต็มที่ลิกนินจะลดลง การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพกติน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส มังคุดเนื้อปกติจะมีผลอ่อนนุ่มเนื่องจากมีเพกตินในรูปที่ไม่ละลายน้ำชนิด Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP)ไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ water soluble pectin (WSP) เพิ่มขึ้นโดยกิจกรรมของ endo –PG และ PLจะส่งผลโดยตรงกับค่าความแน่นเนื้อ ส่วนมังคุดที่เป็นเนื้อแก้วแม้จะพบปริมาณเพกตินที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นแต่ก็พบการจับตัวกันของโมเลกุลของแพกตินโดยมีแคลเซียมไอออนเป็นตัวเชื่อมให้เพกตินมีความแข็งแรง ในส่วนของเพกติน ที่ไม่ลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) และ Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP) ก็เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ส่วนสารประกอบเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส ในมังคุดที่เป็นเนื้อแก้วจะมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส ต่ำกว่าเนื้อผลปกติ กลุ่มของเอ็นไซม์อินเวอร์เทส ซึ่งจะไปเปลี่ยนแปลงน้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส และซูโครส ในเนื้อมังคุด พบว่ามังคุดเนื้อแก้วมีกิจกรรมสูงกว่ามังคุดเนื้อปกติ โดยเอ็นไซม์จะไปเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสไปอยู่ในรูปของน้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส เพื่อใช้ในกระบวนการสุก และเอ็นไซม์ไกลโคซิเดส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างเซลล์ ทั้ง ๔ ชนิด คือ α-mannosidase α-galactosidase β-galuctosidase และ β-galactosidase มีกิจกรรมในเนื้อแก้วต่ำกว่าเนื้อปกติ ดังนั้นกิจกรรมของเอ็นไซม์จึงมีบทบาทในการย่อยสลายองค์ประกอบของผนังเซลล์ทำให้สารละลายต่างๆเข้าแทนที่อากาศในช่องวางระหว่างเซลล์และยังมีการเพิ่มขึ้นของเพกตินที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) และ Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และมีการจับตัวกันของเพกตินกับแคลเซียมไอออนและปริมาณพันธะเอสเทอร์ และมีการสร้างสารประกอบลิกนิน จึงทำให้มังคุดมีอาการเนื้อแก้วได้

๒. วิธีดำเนินการ

เก็บผลมังคุดในระยะต่างๆ ๕ ระยะประกอบ ด้วย สีเขียวตองอ่อน สีวัยสายเลือด สีน้ำตาลแดง สีม่วงแดง และสีม่วงดำ นำมาวิเคราะห์กิจกรรมของเอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) , Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA) และ Peroxidase (POD) และวิเคราะห์น้ำตาล mannose, glucose, fructose, galactose, xylose, arabinose, rhamnose, galacuronic acid ในสารสกัดเพคตินที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) และสารสกัดเพคตินที่ไม่ละลายน้ำได้ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) และ Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP) ในเนื้อปกติและเนื้อแก้ว

อุปกรณ์

๑. ผลมังคุด ๕ ระยะ
๒. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์น้ำตาล
๓. สารเคมีที่ใช้สกัดเพคติน
๔. สารเคมีที่ใช้สกัดเอ็นไซม์
๕. เครื่อง HPLC
๖. เครื่องแก้ว

การบันทึกข้อมูล

๑. ปริมาณเอ็นไซม์แต่ละชนิดและระยะการสุกของมังคุด
๒. ชนิดและปริมาณน้ำตาลในสารสกัดเพคตินในระยะการสุกของมังคุด

เวลาและสถานที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ตุลาคม ๒๕๕๖- กันยายน ๒๕๕๘

๓. ผลการทดลองและวิจารณ์

๑.ศึกษาชนิดและปริมาณของน้ำตาล Glucose , Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose , Galacuronic acid , Rhamnose และ Galactose ในสารสกัดเพคตินที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) และสารสกัดเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) และ Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP) ในมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว

๑.๑ ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) ของมังคุดเนื้อปกติ พบว่ามีชนิดของน้ำตาลจำนวน ๖ ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบ Galactose , Rhamnose โดยระยะสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose และ Arabinose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๕๒.๓๒๔ , ๒๒.๓๐๖ , ๒๙.๐๔๓ และ ๔๘.๒๘๘ mg/gFW ตามลำดับ ส่วนระยะ สีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Mannose , Xylose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๗๗.๕๐๖ และ ๕๘.๕๒๙ mg/gFW ตามลำดับ (ตารางที่ ๑)

๑.๒ ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) ของมังคุดเนื้อปกติพบว่ามีชนิดของน้ำตาล ๗ ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Galactose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Rhamnose โดยระยะผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Galactose , Arabinose , Mannose และ Xylose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๘๑.๔๗๘ , ๑๐๑.๖๘๗ , ๔๒.๕๐๕ , ๑๓๒.๕๖๓ และ ๘๗.๓๔๗ mg/gFW ตามลำดับ ส่วนระยะสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Fructose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๑๔.๖๗๔ mg/gFW และสีเขียว

ตองอ่อน มีปริมาณน้ำตาล Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๒๔๓.๘๕๘ mg/gFW (ตารางที่ ๒)

๑.๓ ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP) ของมังคุดเนื้อปกติ พบว่ามีชนิดของน้ำตาล ๗ ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Galactose โดยระยะสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๖.๗๘๗ , ๘.๗๑๒ , ๓๖.๖๔๘ , ๔๑.๘๗ ๓๕๒.๕๑๔ และ ๑๗๑.๗๕๐ mg/gFW ตามลำดับ และ สีสายเลือด มีปริมาณน้ำตาล Glucose มากกว่าทุกระยะ มีค่าเท่ากับ ๑๐.๑๑๒ mg/gFW (ตารางที่ ๓)

๑.๔ ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ละลายน้ำได้ Water soluble pectin (WSP) ของมังคุดเนื้อแก้วพบว่ามีชนิดของน้ำตาล ๖ ชนิด ได้แก่ Glucose, Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Rhamnose และ Galactose โดยระยะสีม่วงดำมีปริมาณ Glucose, Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๖๐.๕๓๖ , ๑๐๑.๒๕๗ , ๖๔.๖๐๗ , ๓๓.๗๕๓ , ๗๙.๔๗๘ และ ๑๑๑.๕๒๐ mg/gFW ตามลำดับ (ตารางที่ ๔)

๑.๕ ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ EDTA soluble pectin (EDTA-SP) ของมังคุดเนื้อแก้วพบว่ามีชนิดของน้ำตาล ๗ ชนิด ได้แก่ Glucose, Fructose , Galactose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Rhamnose โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Fructose , Galactose และ Mannose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๗๔.๗๕๘ , ๑๐.๒๖๔ และ ๘๖.๓๐๗ mg/gFW ส่วนผลสีม่วงแดงมีปริมาณน้ำตาล Arabinose มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๑๘.๗๑๙ mg/gFW และผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose, Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะมีค่าเท่ากับ ๑๕.๙๔๗ ๔๕.๗๗๔ และ ๒๖.๑๒๑ mg/gFW ตามลำดับ (ตารางที่ ๕)

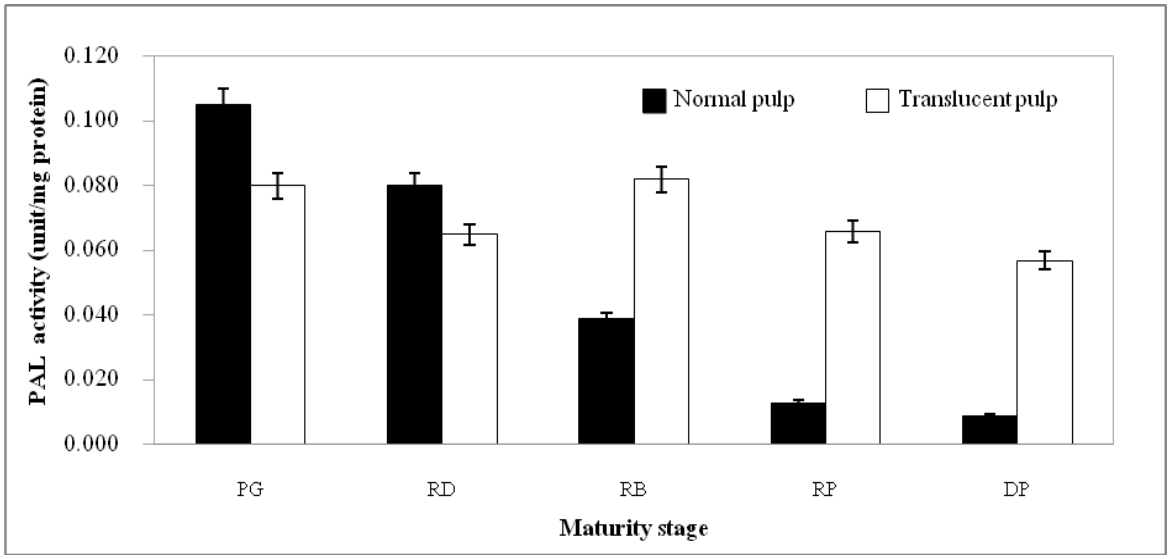
๑.๖ ชนิดและปริมาณน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดเพคติที่ไม่ละลายน้ำ Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP) ของมังคุดเนื้อแก้วของมังคุด พบว่ามีชนิดของน้ำตาล ๗ ชนิด ได้แก่ Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid และไม่พบน้ำตาล Galactose โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ มีค่าเท่ากับ ๗.๓๐๑ ๘.๖๕๘ ๔.๓๕๖ ๑๔.๗๒๘ ๓๙.๔๙๔ ๔๐.๑๖๒ และ ๙๘.๘๔๖ mg/gFW ตามลำดับ

๒.ศึกษาเอ็นไซม์ที่มีผลต่อการสร้างสารประกอบลิกนินในเนื้อปกติและเนื้อแก้ว

๒.๑ กิจกรรมของเอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL)

การวิเคราะห์เอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase ในมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติ ในมังคุด ๕ ระยะ ประกอบด้วย ระยะสีเขียวตองอ่อน วัยสายเลือด, สีน้ำตาลแดง, สีม่วงแดง และ สีม่วงดำ พบว่า มังคุดเนื้อปกติ ระยะสีม่วงแดง มีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ๐.๑๒๘๖ unit/mg

protein รองลงมาคือ ระยะสีเขียวตองอ่อน สายเลือด สีน้ำตาลแดง และสีม่วงดำ มีค่าเท่ากับ ๐.๑๐๕๔ , ๐.๐๘๐๒ , ๐.๐๓๘๖ และ ๐.๐๐๙๔ unit/mg protein ตามลำดับ มังคุดเนื้อแก้ว ระยะสีอ่อนตองอ่อน และระยะสีน้ำตาลแดง มีปริมาณเอ็นไซม์ที่ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ ๐.๐๘๒๐ และ ๐.๐๘๒๐ unit/mg protein ตามลำดับ รองลงมาคือ วัยสายเลือด และสีม่วงดำ และสีม่วงแดง มีค่าเท่ากับ ๐.๐๖๕๐ , ๐.๐๖๖๐ และ ๐.๐๕๗๐ unit/mg protein ตามลำดับ (ภาพที่ ๑)

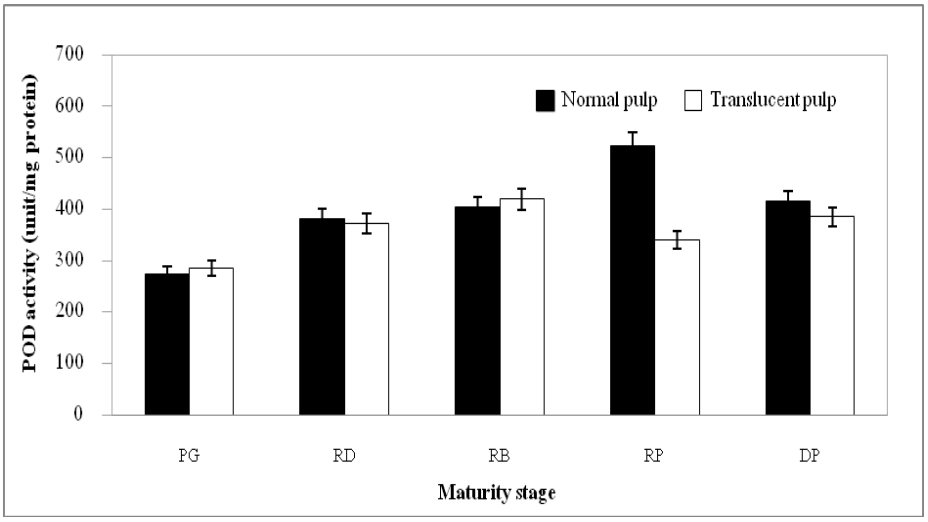


ภาพที่ ๑ กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนิวอะลานีนแอมโมเนียไลเอส (Phenylalanine ammonia lyase) ในทั้ง ๕ ระยะการพัฒนาสีผิวของผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว โดย PG = สีเขียวตองอ่อน, RD = วัยสายเลือด, RB = สีน้ำตาลแดง, RP = สีม่วงแดง และ DP = สีม่วงดำ

๒.๒ กิจกรรมเอ็นไซม์ Peroxidase (POD)

การวิเคราะห์เอ็นไซม์ Peroxidase ในมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติ ในมังคุด ๕ ระยะ ประกอบด้วย ระยะสีเขียวตองอ่อน , วัยสายเลือด, สีน้ำตาลแดง, สีม่วงแดง และ สีม่วงดำ พบว่า ๑) เนื้อมังคุดปกติ ระยะสีม่วงแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ๕๒๓.๑๑๔ unit/mg protein รองลงมาคือ ระยะสีม่วงดำ , สีน้ำตาลแดง , วัยสายเลือด และสีเขียวตองอ่อน มีปริมาณเอ็นไซม์เท่ากับ ๔๑๔.๖๔๓, ๔๐๔.๐๓๗ , ๓๘๑.๕๔๔ และ ๒๗๓.๘๐๙ unit/mg protein ตามลำดับ ๒) มังคุดเนื้อแก้ว ระยะสีน้ำตาลแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ๔๑๙.๑๒๒

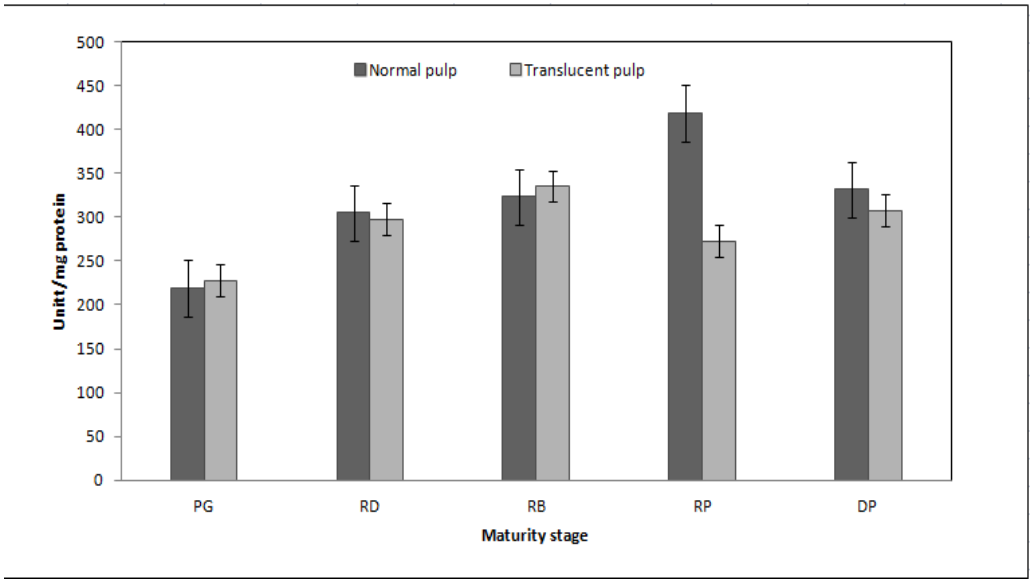
unit/mg protein รองลงมาคือ สีม่วงดำ วัยสายเลือด สีม่วงแดง และสีเขียวตองอ่อน มีค่าเท่ากับ ๓๘๔.๗๖๑ ๓๗๒.๓๙๐ ๓๔๐.๘๘๔ และ ๒๘๕.๑๘๑ unit/mg protein (ภาพที่ ๒)



ภาพที่ ๒ กิจกรรมของเอนไซม์เพอออกซิเดส (Peroxidase) ในทั้ง ๕ ระยะการพัฒนาสีผิวของผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว โดย PG = สีเขียวตองอ่อน, RD = วัยสายเลือด, RB = สีน้ำตาลแดง RP = สีม่วงแดง และ DP = สีม่วงดำ

๒.๓ กิจกรรมเอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA)

การวิเคราะห์เอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase ในมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติในมังคุด ๕ ระยะ ประกอบด้วย ระยะสีเขียวตองอ่อน , วัยสายเลือด, สีน้ำตาลแดง, สีม่วงแดง และ สีม่วงดำ พบว่า ๑) เนื้อมังคุดปกติ ระยะม่วงแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ๔๑๘.๕๑๕ unit/mg protein รองลงมาคือ ระยะสีม่วงดำ , สีน้ำตาลแดง , วัยสายเลือด และสีเขียวตองอ่อน มีปริมาณเอ็นไซม์เท่ากับ ๓๓๑.๗๑๕, ๓๒๓.๒๓๐ , ๓๐๕.๒๓๕ และ ๒๑๙.๐๔๗ unit/mg protein ตามลำดับ ๒) มังคุดเนื้อแก้ว ระยะสีน้ำตาลแดงมีปริมาณเอ็นไซม์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ๓๓๕.๒๙๗ unit/mg protein รองลงมาคือ สีม่วงดำ วัยสายเลือด สีม่วงแดง และสีเขียวตองอ่อน มีค่าเท่ากับ ๓๐๗.๘๐๘ , ๓๗๒.๓๙๐ ๒๙๗.๙๑๒ และ ๒๒๘.๑๔๔ unit/mg protein ตามลำดับ (ภาพที่ ๓)



ภาพที่ ๓ กิจกรรมของเอนไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase ในเนื้อมังคุดทั้ง ๕ ระยะสีผิวของผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้ว โดย PG = สีเขียวตองอ่อน, RD = วัยสายเลือด, RB = สีน้ำตาลแดง RP = สีม่วงแดง และ DP = สีม่วงดำ

๔. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

๑. ชนิดของน้ำตาลที่พบในเพกตินที่ละลายน้ำได้ (Water soluble pectin (WSP)) ของมังคุดเนื้อปกติ ผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose และ Arabinose มากกว่าทุกระยะ ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Mannose , Xylose มากกว่าทุกระยะ ส่วนชนิดของน้ำตาลในเนื้อแก้ว พบว่าผลสีม่วงดำมีปริมาณ Glucose, Fructose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ การวิเคราะห์น้ำตาลในเพกตินที่ไม่ละลายน้ำ (EDTA soluble pectin (EDTA-SP)) ของมังคุดเนื้อปกติ โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Galactose , Arabinose , Mannose และ Xylose มากกว่าทุกระยะ ส่วนชนิดของน้ำตาลในเนื้อแก้ว โดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Fructose , Galactose และ Mannose มากกว่าทุกระยะ ผลสีม่วงแดงมีปริมาณน้ำตาล Arabinose มากกว่าทุกระยะและผลสีม่วงดำมีปริมาณน้ำตาล Glucose, Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ การวิเคราะห์น้ำตาลในเพกตินที่ไม่ละลายน้ำ (Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP)) ของมังคุดเนื้อปกติ ผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose ,

Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid ผลสีสายเลือด มีปริมาณน้ำตาล Glucose มากกว่าทุกระยะ ส่วนชนิดน้ำตาลในเนื้อแก้วโดยผลสีน้ำตาลแดงมีปริมาณน้ำตาล Glucose , Fructose , Rhamnose , Arabinose , Mannose , Xylose และ Galacuronic acid มากกว่าทุกระยะ

๒.เอ็นไซม์ที่มีผลต่อการสร้างสารประกอบลิกนินในเนื้อปกติและเนื้อแก้ว ในมังคุดเนื้อปกติ เอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) , Peroxidase (POD) และ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA) ผลสีม่วงแดงมีกิจกรรมของเอ็นไซม์มากที่สุด ส่วนมังคุดเนื้อแก้ว เอ็นไซม์ Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) ผลสีอ่อนตองอ่อน และผลสีน้ำตาลแดง มีกิจกรรมของเอ็นไซม์มากที่สุดส่วนเอ็นไซม์ Peroxidase (POD) ผลสีน้ำตาลแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุดและเอ็นไซม์ Cinnamy Alcohol Dehydrogenase (CDA) ผลสีน้ำตาลแดงมีกิจกรรมเอ็นไซม์มากที่สุด

๕. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

๑.หน่วยงานราชการนำผลงานวิจัยไปต่อยอดและใช้ประโยชน์

๒.นักวิจัยนำผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อ

๖. เอกสารอ้างอิง

วรภัทร ลัคนทินวงค์. ๒๕๓๙ ก. อิทธิพลของน้ำที่มีต่อการเกิดลักษณะผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลมังคุด. เคห การเกษตร. ๒๐ (๒๗) : ๑๖๓-๑๖๕.

วรภัทร ลัคนทินวงค์. ๒๕๓๙ ข. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ความมีชีวิตของเซลล์ และปัจจัยของน้ำที่มีผลต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมังคุด (Garcinia mangostana L.,) ทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ศิริวรรณ แดงฉ่ำ. ๒๕๔๓. กลไกการเกิดอาการเนื้อแก้วของผลมังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. ๒๕๔๐. เทคโนโลยีเพื่อการผลิตมังคุดให้มีคุณภาพ. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. ๓๘ หน้า.

Noichinda, S., K. Bodhipadma and S. Singkhornart. ๒๐๐๗. Changes in pectic substances and cell wall hydrolase enzymes of mangosteen (Garcinia mangostana) fruit during storage. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science ๓๕ : ๒๒๙-๒๓๓.

Sdoodee, S. and R. Chiarawipa. ๒๐๐๓. The effect of fruit position on fruit characteristics and the incidence of fruit disorders in mangoteen. Thai J. Agric. Sci. ๓๖(๓) : ๒๖๗-๒๗๘.

๗. ภาคผนวก

ตารางที่ ๑ ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อปกติในระยะต่างที่วิเคราะห์ได้จาก **Water soluble pectin (WSP)**

ระยะ	**ชนิดของน้ำตาล (mg/gFw)**					
	Glucose	Fructose	Arabinose	Mannose	Xylose	Galacturonic acid
๑.สีเขียวตองอ่อน	๙.๗๑๙±๐.๖๐๕	๒.๑๗๘±๐.๐๖๒	๖.๕๘๖±๐.๒๕๒	๔๙.๑๓๑±๐.๐๖๑	๓๓.๓๒๙±๐.๖๙๙	๘.๒๘๙±๐.๑๒๘
๒.สีสายเลือด	๑๒.๘๙±๐.๐๔๒	๔.๒๓๘±๐.๐๗๓	๗.๕๖๙±๐.๔๓๙	๕๖.๗๙๒±๐.๘๒๒	๔๖.๗๖๙±๑.๑๙๖	๑๑.๘๐๙±๐.๑๖๙
๓.สีน้ำตาลแดง	๒๗.๑๖๘±๐.๕๗๑	๕.๗๔±๐.๑๐๗	๑๒.๗๖±๐.๒๘๑	๗๗.๕๐๖±๐.๓๓๐	๕๘.๕๒๙±๐.๑๓๑	๑๖.๓๓๖±๐.๑๐๑
๔. สีม่วงแดง	๔๗.๖๒๘±๐.๓๘๔	๘.๗๕๗±๑.๐๕๘	๒๒.๖๒๕±๐.๓๒๙	๒๖.๑๑๔±๐.๙๙๘	๓๕.๔๗๗±๐.๖๓๔	๓๓.๗๘๕±๐.๐๙๒
๕.สีม่วงดำ	๕๒.๓๒๔±๐.๓๖๓	๒๒.๓๐๖±๐.๘๐๒	๒๙.๐๔๓±๐.๓๑๐	๓๒.๓๒๙±๐.๙๒๘	๔๕.๓๑๓±๑.๓๓๙	๔๘.๒๘๘±๐.๔๕๔

ตารางที่ ๒ ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อปกติในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **EDTA soluble pectin (EDTA-SP)**

ระยะ	ชนิดของน้ำตาล (mg/gFw)						
	Glucose	Fructose	Galactose	Arabinose	Mannose	Xylose	Galacturonic acid
๑.สีเขียวตองอ่อน	๑๖๓.๘๘๓±๔.๙๙๐	๔.๗๘๘±๐.๐๒๕	๔๕.๔๖๙±๐.๖๖๔	๔.๐๘๓±๐.๐๕๑	๑๐.๐๔๗±๐.๐๕๓	๔๑.๗๘๒±๐.๔๐๐	๒๔๓.๘๕๘±๐.๔๗๐
๒.สีสายเลือด	๑๒๐.๓๒๓±๐.๓๐๘	๘.๒๓๕±๐.๓๒๕	๖๑.๑๙๙±๐.๘๓๔	๕.๑๔๙±๐.๐๕๓	๓๒.๒๗๘±๐.๗๐๘	๖๖.๘๖๕±๐.๕๓๐	๘๘.๗๔๖±๑.๐๓๙
๓.สีน้ำตาลแดง	๘๑.๔๗๘±๑.๓๖๖	๑๐.๘๓๒±๐.๐๓๔	๑๐๑.๖๘๗±๐.๒๒๘	๔๒.๕๐๕±๐.๗๘๓	๑๓๒.๕๖๓±๐.๔๓๓	๘๗.๓๔๗±๐.๗๐๔	๓๗.๖๘±๐.๑๒๑
๔.สีม่วงแดง	๑๑.๒๙๗±๐.๒๙๐	๒.๖๘๖±๐.๐๕๐	๗๓.๔๙๓±๐.๕๘๑	๒๕.๗๔๓±๐.๕๖๒	๑๐๙.๒๐๘±๑.๖๘๙	๒๖.๒๓๗±๐.๓๖๑	๑๓.๒๖๕±๐.๑๖๔
๕.สีม่วงดำ	๓๔.๙๗๑±๐.๑๔๙	๑๔.๖๗๔±๐.๙๔๐	๗๙.๕๑๔±๐.๐๔๔	๓๑.๗๙๙±๐.๗๔๖	๑๒๔.๖๘๙±๐.๐๘๘	๕๙.๒๒๑±๐.๑๔๗	๖๔.๒๑๒±๐.๐๘๓

ตารางที่ ๓ ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อปกติในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP)**

ระยะ	ชนิดของน้ำตาล (mg/gFw)

	Glucose	Fructose	Rhamaose	Arabinose	Mannose	Xylose	Galacturonic acid
๑.สีเขียวตองอ่อน	๓.๓๐๒±๐.๑๕๙	๔.๑๑๙±๐.๐๖๖	๒.๕๔๙±๐.๐๐๖	๔.๖๐๐±๐.๐๓๕	๓.๗๗๓±๐.๐๒๖	๓๐.๗๔๐±๐.๕๓๕	๑๑.๓๗๘±๐.๑๘๘
๒.สีสายเลือด	๑๐.๑๑๒±๐.๐๑๔	๕.๒๐๖±๐.๐๔๓	๔.๕๐๖±๐.๐๑๐	๙.๕๓๓±๐.๕๒๖	๑๖.๓๓๐±๐.๘๘๙	๔๕.๘๕๔±๐.๒๙๒	๑๒๖.๐๗๙±๑.๑๗๑
๓.สีน้ำตาลแดง	๓๐.๗๒๑±๐.๕๖	๖.๗๘๗±๐.๐๓๘	๘.๗๑๒±๐.๓๘๗	๓๖.๖๔๘±๐.๓๗๕	๔๑.๘๗๓±๐.๐๖๖	๕๒.๕๑๔±๐.๐๘๔	๑๗๑.๗๕±๑.๔๘๓
๔.สีม่วงแดง	๓.๔๙๗±๐.๑๐๘	๒.๐๖๕±๐.๐๐๓	๓.๔๕๐±๐.๐๙๙	๒๐.๑๔๕±๐.๕๖๘	๖.๙๑๖±๐.๐๗๒	๓๔.๐๔๕±๐.๕๖๙	๑๐.๒๔๑±๐.๒๗๗
๕.สีม่วงดำ	๗.๑๖๑±๐.๑๙๕	๓.๑๖๖±๐.๒๑๙	๗.๔๑๙±๐.๒๗๐	๒๑.๕๒๓±๐.๒๓๔	๑๒.๘๔๑±๐.๑๑๘	๓๘.๑๖๓±๐.๑๑๘	๑๖.๘๑๕±๐.๐๔๒

ตารางที่ ๔ ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อแก้วในระยะต่างที่วิเคราะห์ได้จาก **Water soluble pectin (WSP)**

ระยะ	**ชนิดของน้ำตาล (mg/gFw)**					
	Glucose	Fructose	Arabinose	Mannose	Xylose	Galacturonic acid

๑.สีเขียวตองอ่อน	๖.๕๑๑±๐.๒๖๗	๔.๒๔๓±๔.๒๓๔	๒๙.๙๘๕±๐.๔๒๕	๘.๓๘๖±๐.๓๘๗	๓๖.๓๐๔±๓๖.๓๐๕	๑๒.๔๓๙±๐.๒๘๖
๒.สีสายเลือด	๑๐.๔๘๔±๐.๐๘๘	๑๑.๒๐๘±๐.๐๙๖	๓๖.๖๒๒±๑๐๙๓	๑๓.๓๑๕±๐.๐๐๘	๔๐.๘๙๓±๐.๐๔๖	๓๕.๗๖๕±๐.๙๓๖
๓.สีน้ำตาลแดง	๑๑.๗๑๕±๐.๘๒	๑๕.๖๑๒±๐.๘๔๘	๔๕.๗๖๖±๐.๖๕๖	๑๖.๒๑๕±๐.๒๓๕	๔๓.๓๓๑±๐.๒๗๙	๘๒.๕๕๐±๐.๕๓๑
๔.สีม่วงแดง	๓๕.๔๖๘±๐.๖๒๘	๔๔.๖๘๙±๐.๑๔๐	๔๙.๘๗๕±๐.๓๔๒	๒๓.๐๙๘±๐.๔๗๔	๕๔.๓๖๕±๐.๓๘๕	๙๖.๕๖๐±๑.๔๑๔
๕.สีม่วงดำ	๖๐.๕๓๖±๐.๒๙๗	๑๐๑.๒๕๗±๐.๒๑๘	๖๔.๖๐๗±๐.๔๙๕	๓๓.๗๕๓±๑.๕๓๓	๗๙.๔๗๘±๐.๕๔๖	๑๑๑.๕๒±๑.๐๑๕

ตารางที่ ๕ ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อแก้วในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **EDTA soluble pectin (EDTA-SP)**

ระยะ	**ชนิดของน้ำตาล (mg/gFw)**						
	Glucose	Fructose	Galactose	Arabinose	Mannose	Xylose	Galacturonic acid
๑.สีเขียวตองอ่อน	๓.๙๔๐±๐.๐๖๔	๒๖.๒๘๑±๐.๓๒๔	๓.๗๖๘±๐.๓๑๑	๒.๗๔๓±๐.๐๐๕	๓.๔๕๓±๐.๑๐๗	๑๐.๗๗๒±๐.๒๕๒	๕.๙๔๘±๐.๐๔๒

๒.สีสายเลือด	๕.๘๕๗±๐.๑๕๑	๔๘.๖๗๕±๐.๐๔๖	๖.๒๙๗±๐.๑๖๘	๓.๐๕๓±๐.๐๕๑	๔.๘๓๘±๐.๑๘๙	๒๐.๔๑๘±๐.๖๐๘	๘.๓๒๘±๐.๐๙๘
๓.สีน้ำตาลแดง	๘.๕๙๘±๐.๑๙๔	๗๔.๗๕๘±๐.๐๙๙	๑๐.๒๖๔±๐.๒๙๑	๕.๓๗๐±๐.๐๑๒	๘๖.๓๐๗±๐.๔๐๑	๓๘.๓๘๒±๐.๐๖๑	๒๒.๑๙๖±๐.๒๓๙
๔.สีม่วงแดง	๓.๗๒๐±๐.๐๔๙	๒๑.๕๗๗±๐.๐๔๘	๔.๗๑๘๙±๐.๑๓๓	๑๘.๗๑๙±๐.๒๖๘	๕๗.๒๘๗±๑.๓๓๙	๒๘.๔๖๖±๐.๕๔๓	๑๓.๗๗๙±๐.๑๘๗
๕.สีม่วงดำ	๑๕.๙๔๗±๐.๒๗๒	๑๖.๑๗๗±๐.๒๓๑	๗.๑๔๙±๐.๐๒๔	๑๐.๗๙๒±๐.๑๖๓	๗๔.๓๖๗±๐.๗๐๘	๔๕.๗๗๔±๑.๖๗๔	๒๖.๑๒๑±๐.๙๖๔

ตารางที่ ๖ ชนิดและปริมาณน้ำตาลของมังคุดเนื้อแก้วในระยะต่างๆที่วิเคราะห์ได้จาก **Na_2CO_3 soluble pectin (Na_2CO_3-SP)**

ระยะ	**ชนิดของน้ำตาล (mg/gFw)**						
	Glucose	Fructose	Rhamnose	Arabinose	Mannose	Xylose	Galacturonic acid
๑.สีเขียวตองอ่อน	๓.๓๗๒±๐.๐๑๕	๒.๑๘๘±๐.๑๗๐	๑.๙๖๐±๐.๐๐๖	๒.๗๙๘±๐.๐๕๔	๕.๘๓๕±๐.๐๗๘	๖.๑๒๒±๐.๐๕๔	๑๑.๓๖๑±๐.๑๔๐
๒.สีสายเลือด	๓.๖๘๔±๐.๑๑๓	๔.๗๐๒±๐.๑๔๑	๒.๐๕๖±๐.๐๐๒	๔.๑๒๑±๐.๐๐๔	๘.๖๒๑±๐.๑๓๙	๒๖.๑๓๗±๐.๐๙๒	๓๒.๔๕๐±๐.๔๒๖
๓.สีน้ำตาลแดง	๗.๓๐๑±๐.๓๘๔	๘.๖๕๘±๐.๐๗๔	๔.๓๕๖±๐.๑๖๙	๑๔.๗๒๘±๐.๒๑๔	๓๙.๔๙๔±๐.๔๙๘	๔๐.๑๖๒±๐.๘๗๓	๙๘.๘๔๖±๐.๐๘๕
๔.สีม่วงแดง	๓.๔๙๐±๐.๐๓๕	๒.๕๔๒±๐.๐๗๙	๒.๔๔๙±๐.๐๐๔	๑๐.๔๖๐±๐.๑๒๓	๑๒.๑๗๕±๐.๑๖๙	๓๒.๕๓๒±๐.๔๗๕	๑๖.๗๔๗±๐.๒๔๔
๕.สีม่วงดำ	๔.๐๕๗±๐.๐๔๑	๖.๔๗๗±๐.๒๗๕	๒.๑๒๓±๐.๐๑๔	๑๒.๘๐๕±๐.๑๒๙	๒๔.๓๐๘±๐.๐๖๗	๓๘.๐๙๘±๐.๒๒๖	๒๒.๘๘๓±๐.๗๕๓