

ผลของช่วงเวลาในการควบคุมการออกดอกที่มีต่อการพัฒนาสีของมะม่วงมหาชนก
Timing on flowering and skin color development of mango cv. Mahachanaka

ทวีศักดิ์ แสงอุดม^๑

วรารัณดา มากกำไร^๑

เพ็ญจันทร์ สุทธานุกุล^๒

บทคัดย่อ

การศึกษาช่วงเวลาการออกดอกที่มีต่อการพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาการของสีผิวผลของมะม่วงมหาชนกที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการในการพัฒนาสีผิวของผลให้เพิ่มมากขึ้น การดำเนินการมี ๒ ส่วนคือการศึกษาการพัฒนาสีของมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตต่างๆ ๕ แหล่งคือฉะเชิงเทรา สุพรรณบุรี สุโขทัย เชียงใหม่และ เชียงราย และการชักนำการออกดอกของมะม่วงมหาชนกในช่วงเวลาต่างๆ โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัยระหว่างปี ๒๕๕๔-๒๕๕๖ ผลการดำเนินการพบว่า มะม่วงมหาชนกที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งผลิตต่างๆ ๕ แหล่งในปี ๒๕๕๖ มีการพัฒนาสีผิวผลไม่ต่างกัน โดยส่วนใหญ่สีผิวผลมีปริมาณแอนโธไซยานินระหว่าง ๐.๐๐๐๕-๐.๐๐๑๐ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และมะม่วงมหาชนกที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งผลิตจังหวัดเชียงใหม่มีปริมาณแอนโธไซยานินสูงสุดคือ ๐.๐๐๑๗ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ด้านคุณภาพผลมีปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ระหว่าง ๑๑ -๑๖.๖% บริกซ์ และปริมาณกรด (Titrable Acidity: TA) ระหว่าง ๐.๑๑-๐.๔๔ % และพบว่าปริมาณ TSS และ TA ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวผลโดยมีค่า R^2 เท่ากับ ๐.๐๔๑๖ และ ๐.๐๐๖๗ ตามลำดับ

ส่วนการควบคุมการออกดอกของมะม่วงมหาชนกในช่วงเวลาต่างๆ จากการดำเนินการพบอุปสรรคโดยในปีแรกเกิดภาวะน้ำท่วมแปลง สภาพต้นโทรม ในปี ๒ มีการออกดอกเพียงเล็กน้อย และกรรมวิธีพฤษภาคมและสิงหาคม มีการออกดอกแต่การติดผลต่ำมากดังนั้นจึงได้ข้อมูลเฉพาะช่วงเวลา而出ดอกตามฤดูกาลปกติ โดยพบว่าสีผิวผลมะม่วงมีค่าแอนโธไซยานิน เฉลี่ย ๐.๐๐๑๔ มิลลิกรัม/กรัม-น้ำหนักสด และมีค่าสูงสุด ๐.๐๐๓๑ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ต่ำสุด ๐.๐๐๐๔ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ด้าน TSS มีค่าเฉลี่ย ๑๕.๖% บริกซ์ และมีค่าสูงสุดและต่ำสุด ๑๗.๒ และ ๑๔.๒ % บริกซ์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณ TA มีค่าเฉลี่ย ๐.๒๖% สูงสุด ๐.๓๘๔ % และต่ำสุด ๐.๑๗% และพบว่าปริมาณ TSS และ TA ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวผลโดยมีค่า R^2 เท่ากับ ๐.๐๖๖๔ และ ๐.๐๓๒๓ ตามลำดับ

รหัสการทดลอง ๐๑-๒๕-๕๔-๐๑-๐๐-๐๐-๐๑-๕๔

๑/ สถาบันวิจัยพืชสวน

๒/ ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย

คำนำ

มะม่วงมหาชนกเป็นมะม่วงลูกผสมระหว่างมะม่วงพันธุ์ชั้นเซ็ทและมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน โดยรูปทรงผลคล้ายพันธุ์หนังกลางวันแต่เมื่อสุกผิวผลจะแดงคล้ายพันธุ์ชั้นเซ็ท ปัจจุบันมีการปลูกในพื้นที่ตามภาคต่างๆทั้งภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออก แต่จากการปลูกมะม่วงมหาชนกในหลายๆพื้นที่ของประเทศไทยโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีอากาศร้อนเช่นภาคกลางและภาคตะวันออก ในบางปีจะพบว่าการพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนกจะไม่ดี ผิวผลไม่มีสีแดง ทำให้สีผิวผลเมื่อสุกไม่สวยงามโดยผิวผลเมื่อสุกจะออกสีเหลือง มีสีแดงน้อยหรือไม่มี ซึ่งการพัฒนาสีผิวของผลไม่ขึ้นกับการพัฒนารังควัตถุในผลไม้มันจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมรวมทั้งการจัดการ ในด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการพัฒนารังควัตถุในผลไม้มันคือแสงและอุณหภูมิ ซึ่งจะพบได้ว่ามะม่วงมหาชนกที่ปลูกทางภาคเหนือถ้าผลเจริญเติบโตและพัฒนาในช่วงที่มีอากาศเย็นและแสงเหมาะสม สีผิวผลจะมีสีแดงกว่ามะม่วงมหาชนกที่ปลูกในภาคกลางหรือภาคตะวันออก ความแตกต่างของสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิของพื้นที่จะแตกต่างกัน กอปรกับช่วงดังกล่าวผลได้รับแสงแดดสม่ำเสมอจะทำให้การพัฒนารังควัตถุดีขึ้น ในการจัดการให้ผลได้รับแสงแดดทั่วถึงและสม่ำเสมอจำเป็นต้องอาศัยการจัดการโดยการตัดแต่งให้ทรงต้นโปร่งเพื่อแสงแดดส่องทั่วถึงทั้งต้น เพื่อให้ผลได้รับแสงแดดทั่วถึงซึ่งจะช่วยให้การพัฒนารังควัตถุที่ผิวดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการผลิตมะม่วงของประเทศไทยมีการพัฒนากระจายการผลิต โดยบังคับให้มะม่วงออกดอกติดผลนอกฤดูกาลโดยใช้สารพาโคลบิวทราโซล ซึ่งทำให้เป็นการค้าในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ซึ่งเป็นกลุ่มพันธุ์เมื่อผลสุกจะมีผิวสีเหลือง ซึ่งปัจจุบันมีการใช้ถุงห่อที่ช่วยลดการพัฒนาการของคลอโรฟิลล์ จึงทำให้ผลเมื่อสุกมีสีเหลืองทองสวยงาม โดยปัจจัยทางด้านอุณหภูมิและแสงแดดจะไม่มีผลเหมือนกับการพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการพัฒนาการของสีผิวผลของมะม่วงมหาชนกที่ออกดอกติดผลในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาสีผิวของผลให้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิไม่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาแอนโทไซยานินของผิวผล

การตรวจเอกสาร

กระบวนการพัฒนาสีของผลไม้มันจัดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน สีต่างๆที่ปรากฏบนผลไม้ที่สุกจะเป็นส่วนผสมของรงควัตถุจำแนกกลุ่มคือคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ เบตาเลน และแอนโทไซยานิน ซึ่งแอนโทไซยานินจัดเป็นรงควัตถุที่โดดเด่นที่สุดที่ให้โทนสีแดง น้ำเงินและดำบนผลไม้ที่รงควัตถุเหล่านี้สะสมอยู่ (Steyn, ๒๐๐๗ ใน ศิวพร และคณะ, ๒๕๕๑) กระบวนการสังเคราะห์แอนโทไซยานินเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาหลายอย่าง ทั้งปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่และกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนอลาซินแอมโมเนียไลเอส (phenyl ammonia lyase; PAL) ซึ่งแต่ละขั้นตอนของปฏิกิริยาเหล่านี้ขึ้นกับปัจจัยทางสรีรวิทยาและปัจจัยแวดล้อมต่างๆ โดยปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลคือแสงและอุณหภูมิ รวมทั้งปริมาณและคุณภาพของแสง และพบว่าแสงสีน้ำเงินม่วงและแสงอัลตราไวโอเล็ต โดยเฉพาะ UV-B มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการกระตุ้นการสร้างสี (ศิวพร และคณะ, ๒๕๕๑) Ritermour and Khemira (๑๙๙๗) ใน ศิวพรและคณะ (๒๕๕๑) พบว่าแสงสีแดงในแอปเปิ้ลเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า ๒๑ องศาเซลเซียส และปริมาณแอนโทไซยานินจะแปรผกผันกับอุณหภูมิที่ลดลง โดยอุณหภูมิต่ำจะช่วยให้กิจกรรมของเอนไซม์ PAL เพิ่มขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวจะลดลง Mark

Kliewer (๑๙๗๗) พบว่าแอนโธไซยานินในองุ่นจะไม่พัฒนาเมื่ออุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน ๓๗/๓๒ องศาเซลเซียส ส่วนปัจจัยแวดล้อมอื่นๆที่มีผลต่อการสังเคราะห์แอนโธไซยานินคือธาตุอาหาร พบว่าไนโตรเจนที่สูงเกินไปจะลดการสร้างแอนโธไซยานิน ส่วนโพแทสเซียมส่งเสริมการสะสมแอนโธไซยานิน นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่าเมื่อดินมี pH สูงขึ้นทำให้ผลแอปเปิ้ลมีขนาดและสีแดงเพิ่มขึ้น (Raese, ๑๙๙๕ ใน ศิวาพรและคณะ, ๒๕๕๑) ส่วนปัจจัยด้านน้ำ พบว่าจะช่วยเพิ่มการสร้างสีเมื่อพืชอยู่ในสภาวะแล้งแต่น้ำที่มากเกินไปสามารถยับยั้งการสร้างสีของแอปเปิ้ลได้ (Saure, ๑๙๙๐; Walter, ๑๙๖๗ ในศิวาพรและคณะ, ๒๕๕๑) ปัจจัยด้านธาตุอาหาร Keller and Hrazdina (๑๙๙๘) พบว่าการให้ไนโตรเจนมากในองุ่นมีผลทำให้การสะสมของสารประกอบฟีนอลลดลง โดยเฉพาะ flavonols และจะมีอิทธิพลเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มแสงต่ำ ด้านการพัฒนาสีผิวของผลไม้ไม่มีการศึกษาวิธีการในการเพิ่มการพัฒนาของสีผลแอปเปิ้ลทั้งการใช้สารเคมี การทำให้อากาศเย็นลง การห่อผล และการให้แสงและการใช้วัสดุสะท้อนแสงสามารถเพิ่มการสร้างแอนโธไซยานินในแอปเปิ้ลได้ จากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะเห็นได้ว่าแสงและอุณหภูมิ มีผลต่อการพัฒนาสีผิวเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้ศึกษาการพัฒนาการสีผิวของมะม่วงมหาชนกที่พัฒนาและเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อจะได้ทราบการพัฒนาของสีผิวของมะม่วงมหาชนกเมื่อสภาพแวดล้อมต่างกัน และนำไปหาแนวทางในการจัดการด้านต่างๆ เพื่อช่วยให้การพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

๑. แปลงมะม่วงมหาชนก
๒. สารพาโคลบิวทราโซล
๓. วัสดุเกษตรต่างๆ
๔. ผลผลิตมะม่วงมหาชนก
๕. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานิน และคุณภาพผลด้านต่างๆ

วิธีการ

ดำเนินการศึกษาการพัฒนาของสีผิวผลมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตต่างๆ ๕ แหล่งคือ ฉะเชิงเทรา สุพรรณบุรี สุโขทัย เชียงใหม่ และเชียงราย และทดลองกระตุ้นการออกดอกของมะม่วงมหาชนกในช่วงเวลาต่างๆ ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย โดยทำการกระตุ้นการออกดอกในช่วงเวลาต่างๆ ทำ ๓ ซ้ำ มี ๖ กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ ๑ control กรรมวิธีที่ ๒ ตัดแต่งกิ่งมกราคมและกระตุ้นการออกดอกในเดือนพฤษภาคม กรรมวิธีที่ ๓ ตัดแต่งกิ่งเมษายนและกระตุ้นการออกดอกในเดือนสิงหาคม กรรมวิธีที่ ๔ ตัดแต่งกิ่งพฤษภาคมและกระตุ้นการออกดอกในเดือนตุลาคม กรรมวิธีที่ ๕ ตัดแต่งกิ่งมิถุนายนและกระตุ้นการออกดอกในเดือนพฤศจิกายน กรรมวิธีที่ ๖ ตัดแต่งกิ่งกรกฎาคมและกระตุ้นการออกดอกในเดือนธันวาคม

การบันทึกข้อมูล ปริมาณแอนโธไซยานิน ปริมาณ Total Soluble Solids ปริมาณ Titrable Acidity และข้อมูลอุตุณิยวิทยาจากพื้นที่ใกล้เคียงแหล่งผลิตต่างๆ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

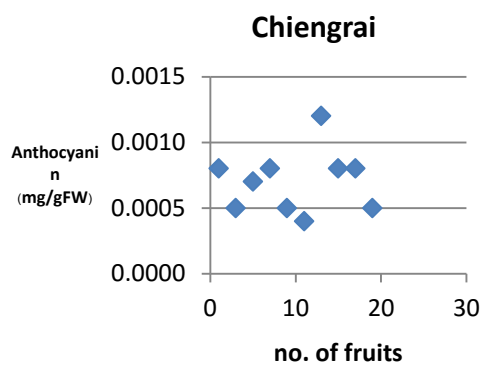
จากการนำผลมะม่วงจากแหล่งผลิตต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวเปลือก รวมทั้งวิเคราะห์คุณภาพผลด้านความหวานและปริมาณกรด พบว่า มะม่วงมหาชนกที่เก็บเกี่ยวจาก จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนเมษายน ๒๕๕๖ พบว่ามีปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิว ผลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง ๐.๐๐๐๕-๐.๐๐๑๐ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และปริมาณแอนโธไซยานินสูงสุด ๐.๐๐๑๕ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด โดยมีเปอร์เซ็นต์ผลดังกล่าวเพียง ๓.๖% และรองมามีปริมาณ แอนโธไซยานิน ๐.๐๐๑๓ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และมีเพียง ๓.๖% ของจำนวนผลทั้งหมดที่ วิเคราะห์เช่นเดียวกัน (ภาพที่ ๑ e) ส่วนมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตจังหวัดสุพรรณบุรีซึ่งเก็บเกี่ยว ในช่วงเดือนเมษายน ๒๕๕๖ พบว่าปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวผลระหว่าง ๐.๐๐๐๓-๐.๐๐๑๐ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด โดยมีเปอร์เซ็นต์ผลที่มีปริมาณแอนโธไซยานินต่ำกว่า ๐.๐๐๐๕ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด จำนวน ๒๕% ของจำนวนผลที่วิเคราะห์ และผลที่ผิวผลมีปริมาณแอนโธไซยานินสูงสุด มีค่า ๐.๐๐๑๔ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสดและมีเพียง ๖.๒๕% ของจำนวนผลทั้งหมด (ภาพที่ ๑ d) ส่วนใน ภาคเหนือตอนล่างจังหวัดสุโขทัย ได้เก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนพฤษภาคม ๒๕๕๖ พบว่าปริมาณ แอนโธไซยานินที่ผิวผลส่วนใหญ่ระหว่าง ๐.๐๐๐๕-๐.๐๐๑๐ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด รองมาคือ ๐.๐๐๑๑-๐.๐๐๑๕ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และมากที่สุดคือ ๐.๐๐๑๖ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด โดยมี จำนวนผลในกลุ่มต่างๆดังกล่าวคือ ๗๘.๖ ๑๗.๘ และ ๓.๖% ตามลำดับ (ภาพที่ ๑ c) สำหรับในพื้นที่ ภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่ ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงพฤษภาคม ๒๕๕๖ พบว่าผิวผลของมะม่วง มหาชนกมีปริมาณแอนโธไซยานินระหว่าง ๐.๐๐๐๕-๐.๐๐๑๐ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสดเช่นเดียวกัน และผลที่ผิวผลมีปริมาณแอนโธไซยานินสูงสุดมีค่า ๐.๐๐๑๗ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และมี ๗.๗% ของจำนวนผลทั้งหมด และผลที่ผิวผลมีปริมาณแอนโธไซยานินต่ำกว่า ๐.๐๐๐๕ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนัก สด มีสูงถึง ๒๓ % โดยมีปริมาณแอนโธไซยานิน ๐.๐๐๐๔ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ ๑ b) ส่วนในพื้นที่ภาคเหนือสุดจังหวัดเชียงราย ได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนมิถุนายน ๒๕๕๖ พบว่า ปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวผลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง ๐.๐๐๐๖-๐.๐๐๐๘ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และ ผลที่ผิวผลให้ปริมาณแอนโธไซยานินสูงสุดมีค่า ๐.๐๐๑๒ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสดและมีจำนวน ๑๐% ของผลทั้งหมด (ภาพที่ ๑ a) จากการวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวผลมะม่วงมหาชนกที่เก็บ เกี่ยวจากแหล่งต่างในปี ๒๕๕๖ จะพบว่า ปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวผลจะพัฒนาไม่มากนักและผลที่มี ปริมาณแอนโธไซยานินสูง มีปริมาณเพียงเล็กน้อยถึงแม้จะเป็นในพื้นที่ภาคเหนือก็ตาม ทั้งนี้อาจเป็น เพราะสภาพอุณหภูมิในช่วงการพัฒนารูปของผลโดยเฉพาะช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลประมาณ ๑ เดือน ซึ่งสัณฐานจะพัฒนาในช่วงดังกล่าว ซึ่งสภาพอุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละแหล่งผลิตจะไม่แตกต่างกันมากนัก ระหว่าง ๒๓.๒ -๒๕ องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดระหว่าง ๓๕ -๓๘ องศาเซลเซียส โดยจังหวัด เชียงรายอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด ๒๓.๓ และ ๓๔.๘ องศาเซลเซียส เชียงใหม่ ๒๔.๙ และ ๓๘ องศา เซลเซียส สุโขทัย ๒๔.๘ และ ๓๙ องศาเซลเซียส สุพรรณบุรี ๒๔.๙ และ ๓๘ องศาเซลเซียส ส่วน ฉะเชิงเทรา ๒๓.๒ และ ๓๕.๖ องศาเซลเซียส (ภาพที่ ๖) โดยจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิต่ำสุดของทุกพื้นที่สูง

กว่า ๒๑ องศาเซลเซียส จากรายงานของ Ritermour and Khemira (๑๙๙๗) พบว่าสีแดงในแอปเปิ้ลเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า ๒๑ องศาเซลเซียส และปริมาณแอนโธไซยานินจะแปรผกผันกับอุณหภูมิที่ลดลง โดยอุณหภูมิต่ำจะช่วยให้กิจกรรมของเอนไซม์ PAL เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มของปริมาณแอนโธไซยานิน ดังนั้นการพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนกจึงไม่ดีขึ้นเนื่องจากปัจจัยดังกล่าว

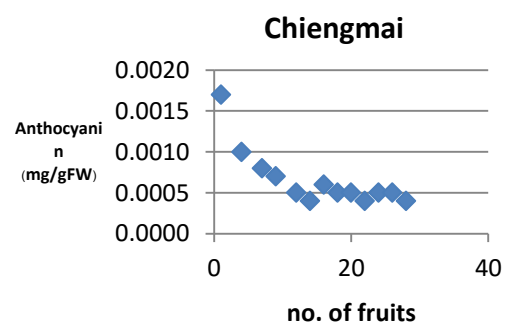
ส่วนคุณภาพผลด้านความหวาน (Total Soluble Solids: TSS) พบว่ามีค่าระหว่าง ๑๑ -๑๖.๖% บริกซ์ โดยมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตฉะเชิงเทรา มี TSS ระหว่าง ๑๓.๐-๑๖.๖% บริกซ์ มะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตสุพรรณบุรีมี TSS ระหว่าง ๑๑.๐-๑๔.๐% บริกซ์ มะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตสุโขทัยมี TSS ระหว่าง ๑๒.๐-๑๕.๒% บริกซ์ มะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตเชียงใหม่มี TSS ระหว่าง ๑๑.๐-๑๕.๒% บริกซ์ และมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตเชียงรายมี TSS ระหว่าง ๑๑.๐-๑๓.๐% บริกซ์ ซึ่งค่าความหวานของผลมะม่วงมหาชนกจะขึ้นกับสภาพพื้นที่เป็นสำคัญ รวมทั้งอายุการเก็บเกี่ยวจากการเปรียบเทียบปริมาณ TSS กับการพัฒนาสีผลหรือปริมาณแอนโธไซยานินพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่า $R^2 = 0.046$ (ภาพที่ ๔) ส่วนปริมาณกรด(TA)พบว่ามีค่า ก็ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอนโธไซยานินที่เปลือกผล โดยมีค่า $R^2 = 0.0067$ (ภาพที่ ๕) เช่นเดียวกับรายงานของ Iglesias et al (๒๐๐๘) ศึกษาในแอปเปิ้ลพบว่าปริมาณแอนโธไซยานินในผลไม่มีความสัมพันธ์กับ Soluble solids และ TA รวมถึงระยะเวลาการสุก

ด้านการควบคุมการออกดอกในช่วงฤดูกาลต่างๆโดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย พบว่าการดำเนินการในปีแรกเกิดภาวะน้ำท่วมแปลงทำให้ไม่ได้ข้อมูล ส่วนปีที่ ๒ และ ๓ ต้นที่บังคับการออกดอกในช่วงเวลาต่างๆพบว่าการออกดอกติดผลน้อยมากทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพต้นไม่สมบูรณ์ การออกดอกในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนมีปัญหาการติดผล จึงทำให้ได้ข้อมูลผลผลิตเฉพาะในฤดูกาลที่ออกดอกตามธรรมชาติโดยพบว่าผิวเปลือกของมะม่วงมีค่าแอนโธไซยานิน เฉลี่ย ๐.๐๐๑๙ และมีค่าสูงสุด ๐.๐๐๓๑ ต่ำสุด ๐.๐๐๐๙ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ ๗) ปริมาณ TSS เฉลี่ย ๑๕.๖% บริกซ์ สูงสุด ๑๗.๒ และต่ำสุด ๑๔.๒ % บริกซ์ (ภาพที่ ๘) ส่วนปริมาณ TA มีค่าเฉลี่ย ๐.๒๖% สูงสุด ๐.๓๘๔ และต่ำสุด ๐.๑๗% (ภาพที่ ๙) และพบว่าปริมาณ TSS และ TA ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอนโธไซยานินที่ผิวเปลือกโดยมีค่า $R^2 = 0.0669$ และ ๐.๐๓๒๓ ตามลำดับ (ภาพที่ ๑๐ และ ๑๑) และจากผลการศึกษาในการพัฒนาสีผิวของผลไม้โดยเฉพาะแอนโธไซยานินซึ่งจัดเป็นรงควัตถุที่โดดเด่นที่สุดที่ให้โทนสีแดง น้ำเงินและดำ ซึ่งการพัฒนารงควัตถุดังกล่าวจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมทั้งด้านแสง อุณหภูมิ (ภาพที่ ๑๒) รวมทั้งปัจจัยด้านน้ำ โดยต้องการแสงที่เหมาะสมคือแสงสีน้ำเงินม่วงและแสงอัลตราไวโอเลต โดยเฉพาะ UV-B มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการกระตุ้นการสร้างสีดังที่กล่าวมาในตอนต้น ร่วมกับอุณหภูมิที่ต่ำ นอกจากนี้การให้น้ำจะช่วยเพิ่มการสร้างสี เมื่อพืชอยู่ในสภาวะแล้งแต่น้ำที่มากเกินไปสามารถยับยั้งการสร้างสีในแอปเปิ้ล ดังนั้นการที่ผลมะม่วงมหาชนกพัฒนาและเจริญเติบโตในช่วงที่สภาพแวดล้อมทั้ง ๓ ปัจจัยดังกล่าวไม่เหมาะสมจะทำให้การพัฒนาสีผิวผลไม่ดี Mark Kliewer พบว่าแอนโธไซยานินในองุ่นจะไม่พัฒนาเมื่ออุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน ๓๗/๓๒ องศาเซลเซียส ดังนั้นในช่วงเวลาที่สีผิวผลจะพัฒนาจำเป็นต้องจัดการปัจจัยบางอย่างที่สามารถทำได้เช่นการตัดแต่งและจัดผลให้ได้รับแสงแดดทั่วถึง การจัดการน้ำให้เหมาะสมในช่วงการพัฒนาสีผล การไม่ให้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน การใช้วัสดุสะท้อนแสงเพื่อลดอุณหภูมิในแปลงจะมีส่วนในการช่วยเพิ่มการพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนกได้ (ศิวาพร และคณะ, ๒๕๕๑)

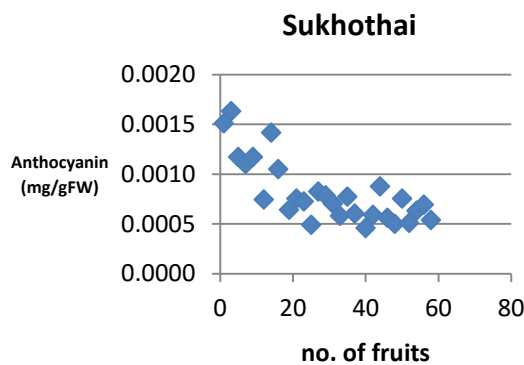
สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ การพัฒนาของแอนโธไซยานินที่เปลือกของผลมะม่วงมหาชนกจะขึ้นกับปัจจัยสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิและแสงแดด การจัดการแปลงโดยการตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่งเพื่อให้ผลมะม่วงได้รับแสงแดดทั่วถึงในช่วงการพัฒนาของสีผล เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยการพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนกดีขึ้น ซึ่งปัจจัยของสภาพอุณหภูมิขึ้นกับช่วงเวลาเป็นสำคัญซึ่งไม่สามารถจัดการได้ ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการแปลงโดยให้ทำการตัดแต่งกิ่งในต้นและให้ผลได้รับแสงทั่วถึง จะเป็นแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มการพัฒนาสีของมะม่วงมหาชนก นอกจากนี้มีการศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดเช่นสารคล้ายบราสซินตั้งแต่ 30 วันหลังดอกบานรวมกับการใช้วัสดุสะท้อนแสงที่เหมาะสมเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มการพัฒนาสีผิวของมะม่วงมหาชนก



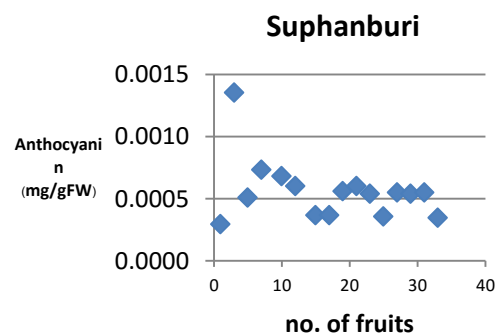
(a)



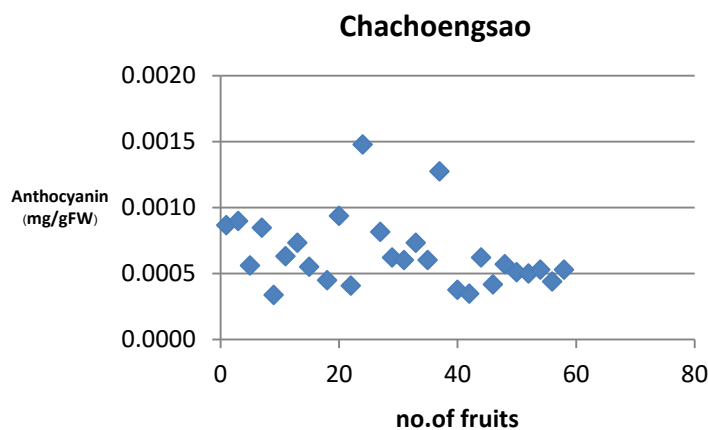
(b)



(c)

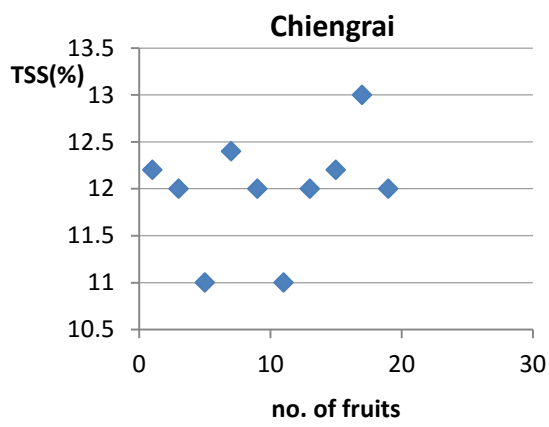


(d)

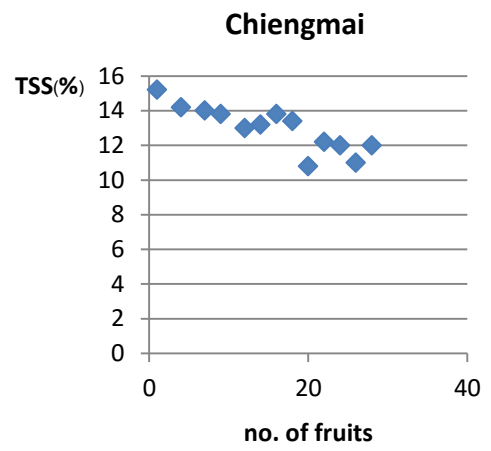


(e)

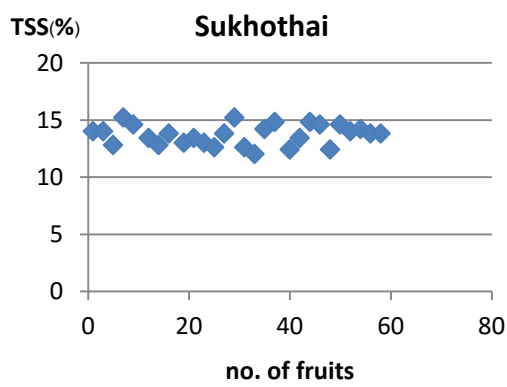
ภาพที่ ๑ ปริมาณ Anthocyanin ที่เปลือกผลของมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตต่างๆ



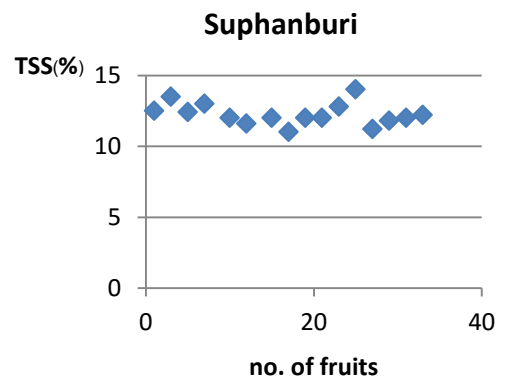
(a)



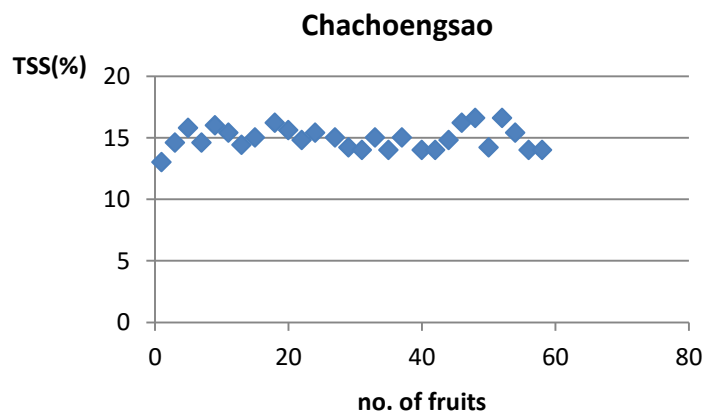
(b)



(c)

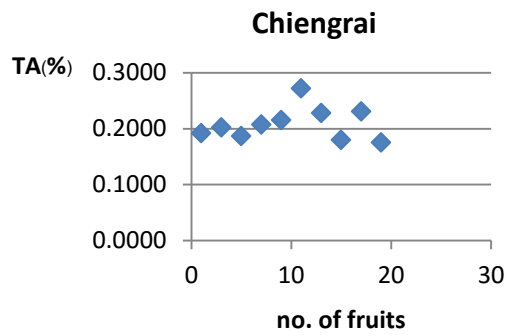


(d)

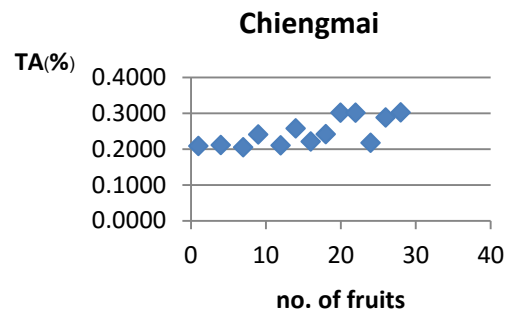


(e)

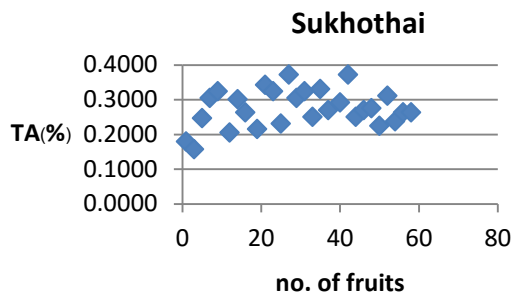
ภาพที่ ๒ ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตต่างๆ



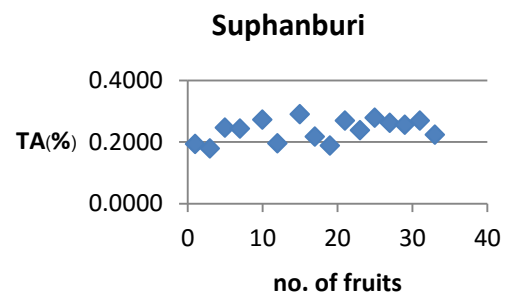
(a)



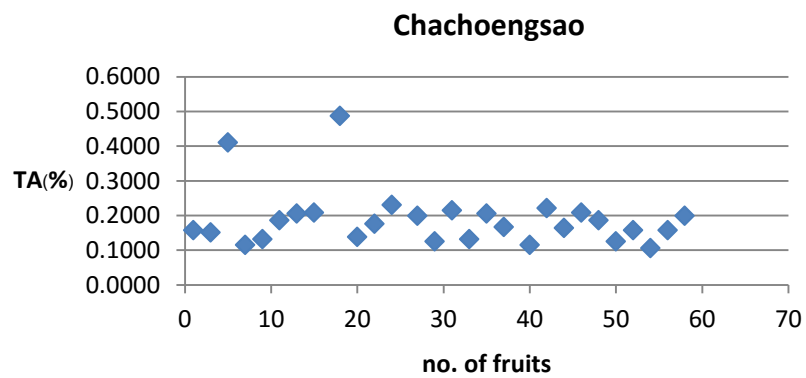
(b)



(c)

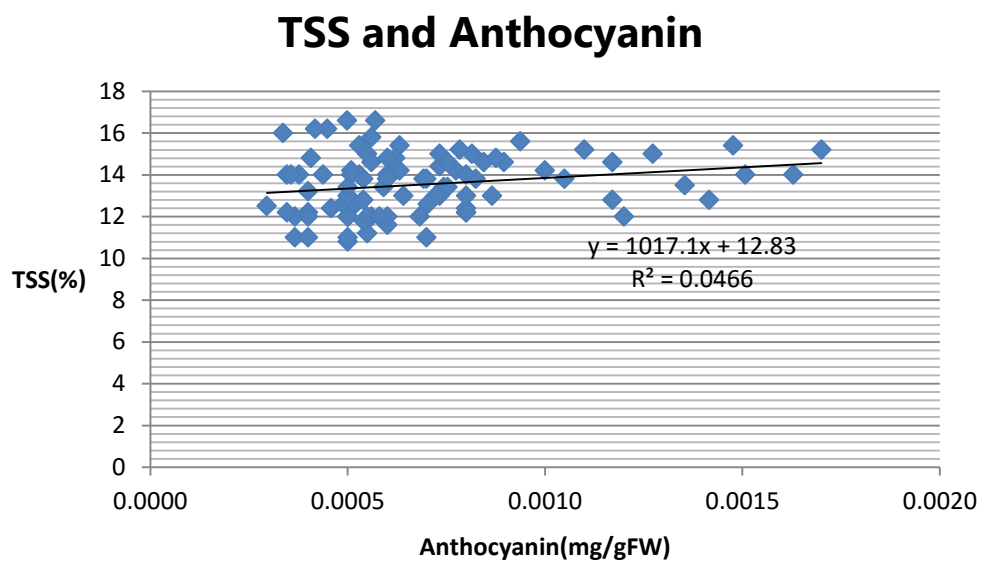


(d)

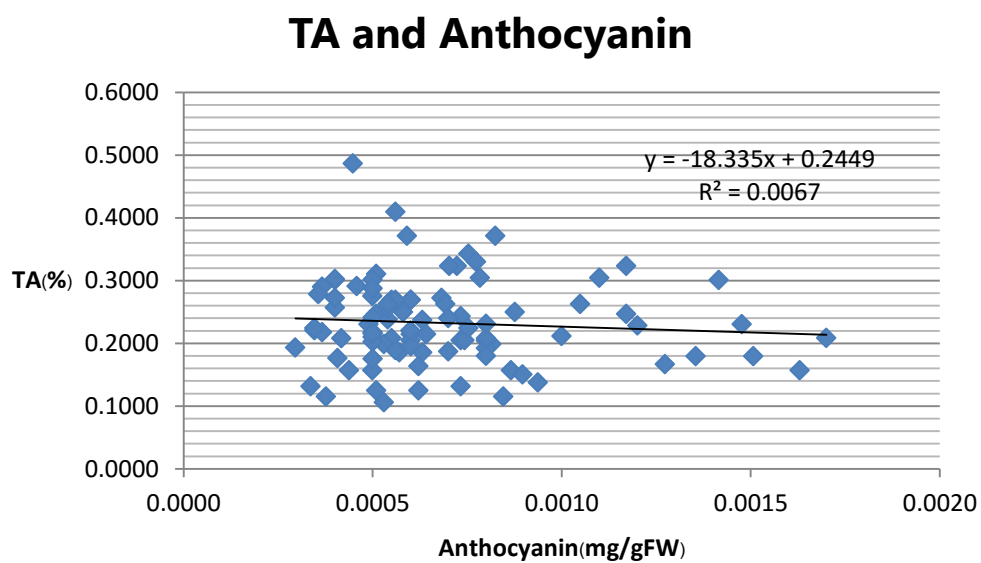


(e)

ภาพที่ ๓ ปริมาณ Titrable Acidity (TA) ของมะม่วงมหาชนกจากแหล่งผลิตต่างๆ

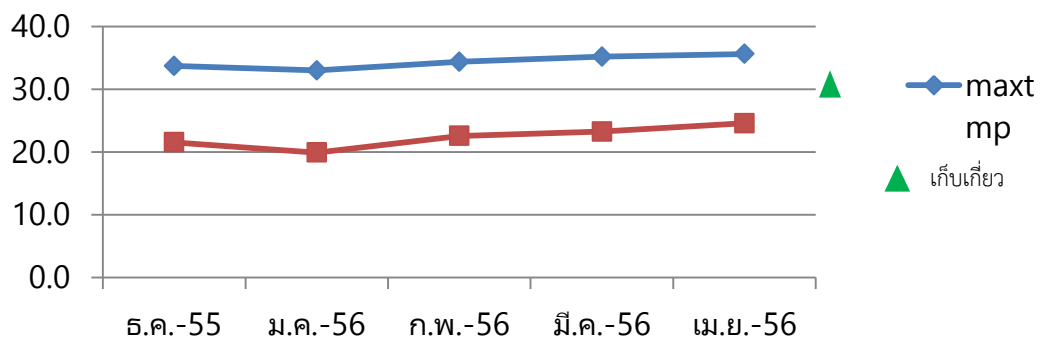


ภาพที่ ๔ แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง TSS และ ปริมาณ Anthocyanin

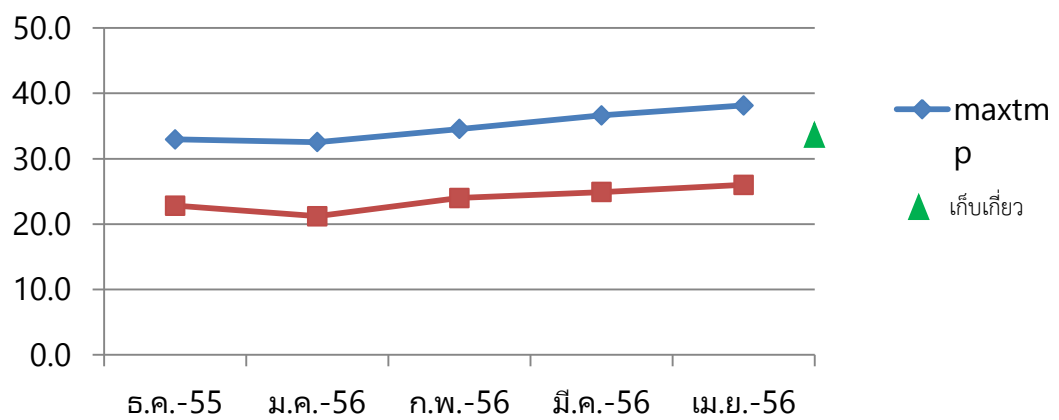


ภาพที่ ๕ แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง TA และ ปริมาณ Anthocyanin

องศาเซลเซียส (a) จ.ฉะเชิงเทรา เก็บผลผลิตวันที่ ๒๓ เม.ย. ๕๖

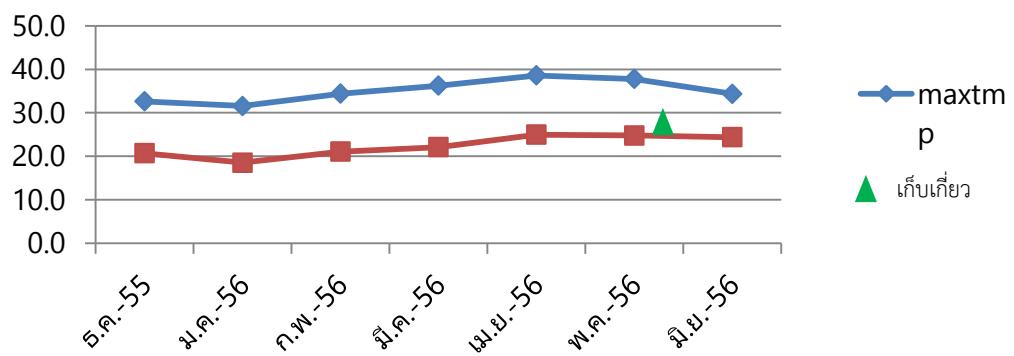


องศาเซลเซียส (b) จ.สุพรรณบุรี เก็บผลผลิตวันที่ ๒๔ เม.ย. ๕๖



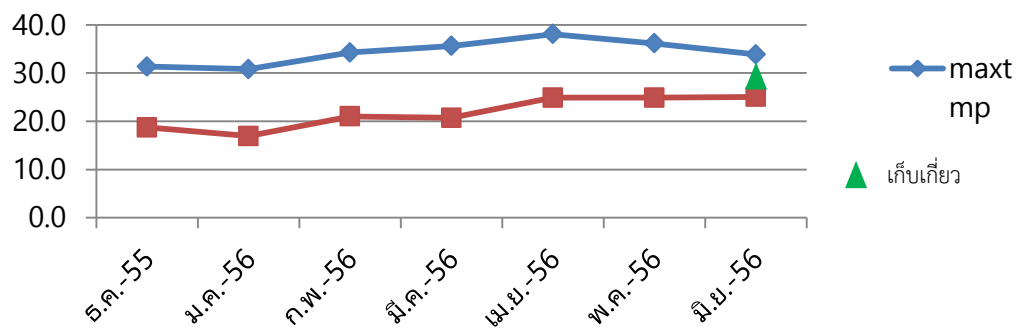
เวลา

องศาเซลเซียส (c) จ.สุโขทัย เก็บผลผลิตวันที่ ๓ พ.ค. ๕๖

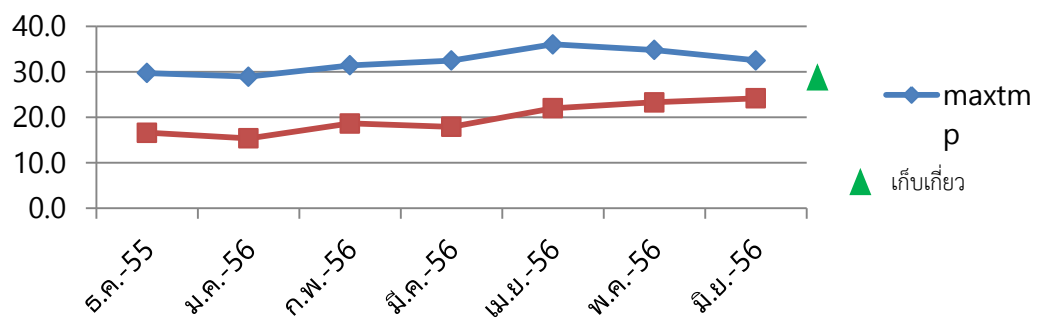


(d) จ.เชียงใหม่ เก็บผลผลิตวันที่ ๓๑ พ.ค. ๕๖

องศาเซลเซียส

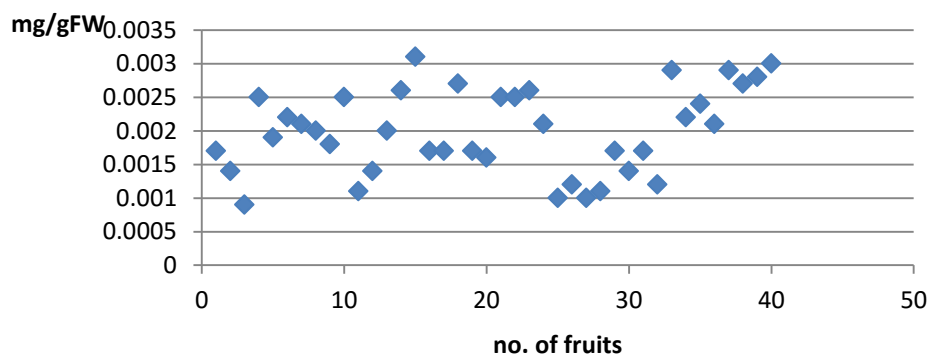


(e) จ.เชียงใหม่ เก็บผลผลิตวันที่ ๑๔ มิ.ย. ๕๖
องศาเซลเซียส



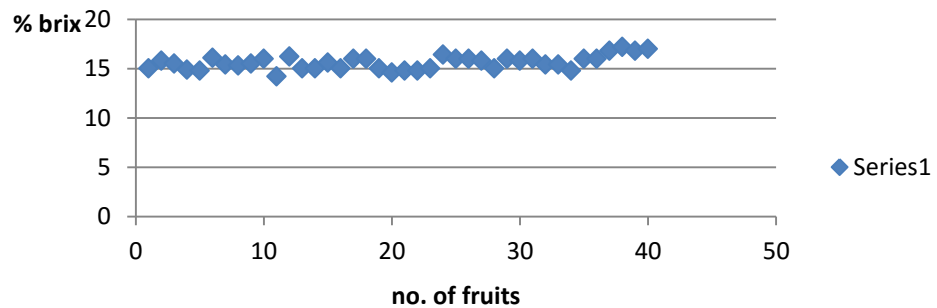
ภาพที่ ๖ แสดงอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดในช่วงการพัฒนาการของผล-เก็บเกี่ยวตามแหล่งผลิตต่างๆ

Anthocyanin in Sukhothai 2011 -2012



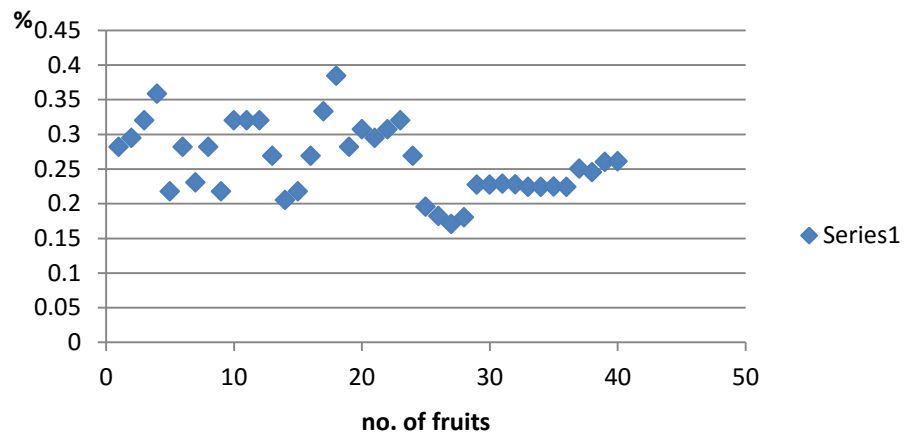
ภาพที่ ๗ ปริมาณ Anthocyanin ที่เปลือกผลของมะม่วงมหาชนก (แปลงสุโขทัยปี ๒๕๕๕-๒๕๕๖)

TSS in Sukhothai 2011 -2012



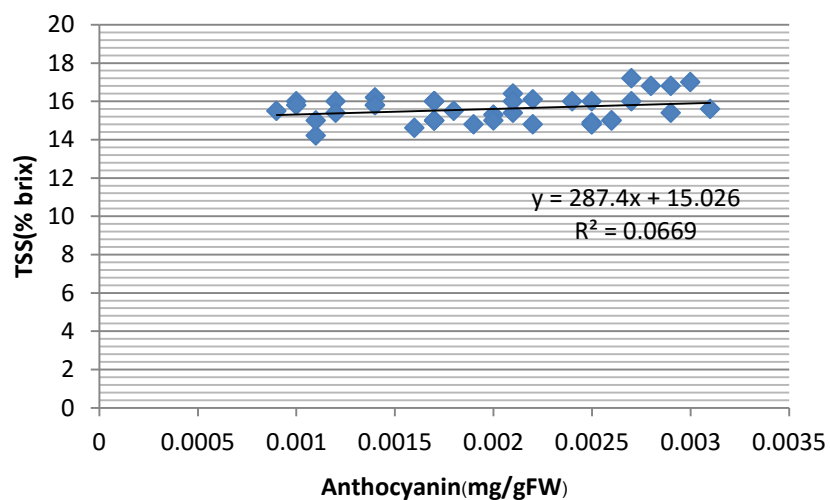
ภาพที่ ๘ ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของมะม่วงมหาชนก (แปลงสุโขทัยปี ๒๕๕๕-๒๕๕๖)

TA in Sukhothai in 2011 and 2012



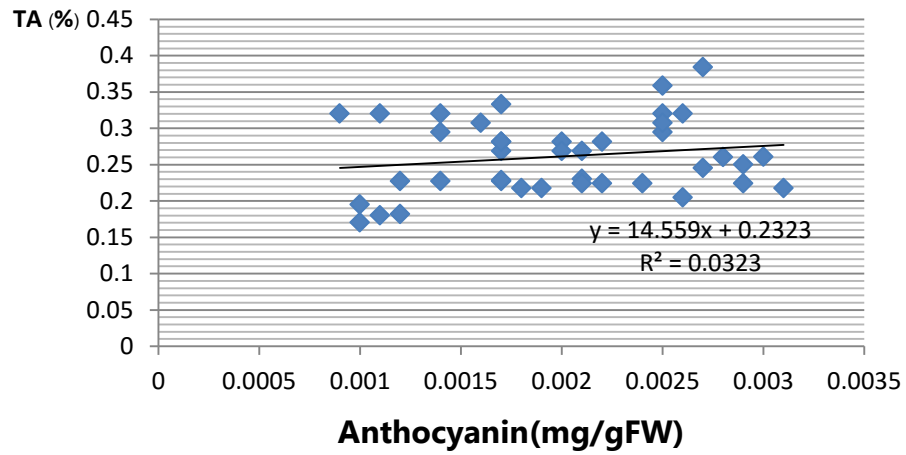
ภาพที่ ๙ ปริมาณ Titrable Acidity (TA) ของมะม่วงมหาชนก (แปลงสุโขทัยปี ๒๕๕๕-๒๕๕๖)

TSS and Anthocyanin

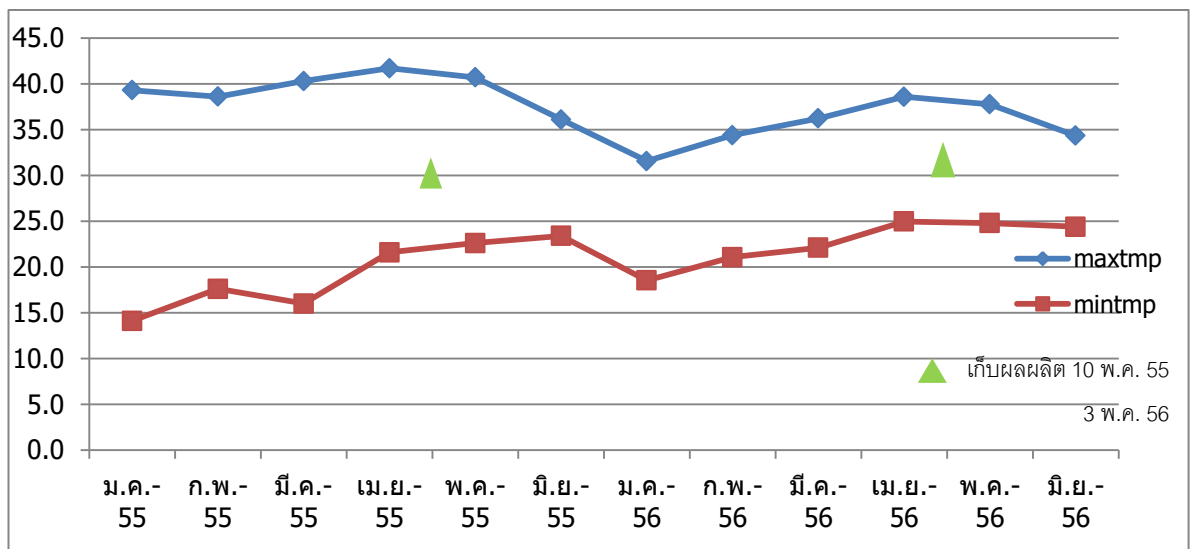


ภาพที่ ๑๐ แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง TSS และ ปริมาณ Anthocyanin (แปลงสุโขทัยปี ๒๕๕๕-๒๕๕๖)

TA and Anthocyanin



ภาพที่ ๑๑ แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง TA และ ปริมาณ Anthocyanin (แปลงสุโขทัยปี ๒๕๕๕-๒๕๕๖)



ภาพที่ ๑๒ แสดงอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดในช่วงการพัฒนารูปของผล-เก็บเกี่ยว ศวส. สุโขทัย ปี ๕๕ และ ๕๖

เอกสารอ้างอิง

- ศิวาพร ธรรมดี ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข ฉันทลักษณ์ ตียายน และ ดร.ณิ นภาพรหม. ๒๕๕๒. การพัฒนาสีผิวและคุณภาพผลของมะม่วงมหาชนก. สนับสนุนทุนวิจัยโดย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยี-หลังการเก็บเกี่ยว ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๑.
- Iglesias, I., Echeverria, G. and Soria, y., ๒๐๐๘. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight ' Gala' apple strains. *Scientia Horticulturae*. ๑๑๙(๑) : ๓๒-๔๐.
- Keller, M. and Hrazdina, G., ๑๙๙๘. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison, effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* ๔๙(๓) : ๓๔๑-๓๔๙.
- Mark Kliever, W., ๑๙๗๗. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* ๒๘(๒):๙๖-๑๐๓.
- Raese, J.T., ๑๙๙๕. Effect of low soil pH from different fertilizers on performance of apple and pear trees. P ๘๐๓-๘๐๗. ใน ศิวาพร ธรรมดีและคณะ ๒๕๕๒. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยี-หลังการเก็บเกี่ยว ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๑.
- Ritenour, M. and Hkemira, H., ๑๙๙๗. Red color development of apple: a literature review. ใน ศิวาพร ธรรมดีและคณะ ๒๕๕๒. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๑.
- Saure, M.C., ๑๙๙๐. External control of anthocyanin formation in apple. *Sci Hortic.* ๔๒:๑๘๑-๒๑๘.
- Steyn, W.J. ๒๐๐๗. A review of anthocyanin functions in fruit. ใน ศิวาพร ธรรมดีและคณะ ๒๕๕๒. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๑.
- Walter, T.E., ๑๙๖๗. Factors effecting fruit colour in apples. ใน ศิวาพร ธรรมดีและคณะ ๒๕๕๒. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๑.