



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ

Production System of Quality Pummelo for Identity Creation of
Chaiyaphum Pummelo

โดย

รศ. ดร. สังคม เตชะวงศ์เสถียร	หัวหน้าโครงการ
ผศ.ดร. สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา	นักวิจัย
ศ.ดร.สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร	นักวิจัย
ผศ.ดร.สุนนา นีระ	นักวิจัย
อ.ดร.รำไพ นามพิลา	นักวิจัย
ดร. พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน	นักวิจัย
นายสมยศ มีทา	นักวิจัย

พฤษภาคม 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ

Production System of Quality Pummelo for Identity Creation of Chaiyaphum Pummelo

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ. ดร. สังคม เตชะวงศ์เสถียร	สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. ผศ.ดร. สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา	สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. ศ.ดร.สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร	สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. ผศ.ดร.สุมนา นีระ	สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. ดร.รำไพ นามพิลา	สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
6. ดร. พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน	สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. นายสมยศ มีทา	สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชุดโครงการ การพัฒนางานวิจัยส้มโอเพื่อการส่งออก

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

จังหวัดชัยภูมิ เป็นพื้นที่ผลิตส้มโอที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ที่ บ้านหนองผักหลอด หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ (พิกัด 16° 22' เหนือ 102° 20' ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 210 เมตร) มีการปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีมาตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2530 และในปี พ.ศ. 2556 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 500 ไร่ เกษตรกรมีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแท่น ปลูกส้มโอพันธุ์ทองดี ที่มีคุณภาพดี เปลือกไม่หนา เนื้อนุ่ม รสหวานไม่ซ่า ตรงตามที่ต้องการ และมีคุณภาพดีพอที่จะส่งออกได้ ในปัจจุบันส้มโอพันธุ์ทองดีที่ผลิตจากอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ สามารถผลิตขายได้ทั้งตลาดภายในประเทศและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม ตลาดภายในประเทศผู้บริโภคยังไม่ทราบถึงแหล่งที่มาที่แท้จริง โดยคุณลักษณะเด่นของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ผลิตจากอำเภอบ้านแท่น มีสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อกรดที่ไทเทรตได้ (total soluble solid/titratable acidity; TSS/TA) มีค่าสูงถึง 12 ดังนั้น ส้มโอทองดีที่ผลิตในเขตอำเภอบ้านแท่น น่าจะมีศักยภาพที่สามารถใช้ชื่อพื้นที่ในการบอกแหล่งที่มา มีอัตลักษณ์ที่โดดเด่นเฉพาะตัว และมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อให้เป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ

จากการสำรวจส้มโอพื้นเมืองของจังหวัดชัยภูมิ พบว่า พื้นที่บ้านบึงสิบสี่ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ มีการปลูกส้มโอมานตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2517 ซึ่งในปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีประมาณ 900 ไร่ และมีส้มโอพื้นเมืองที่กลายพันธุ์จากการเพาะเมล็ด ที่เกษตรกรหนึ่งรายรวบรวมไว้ พื้นที่ประมาณ 2 ไร่ จำนวนประมาณ 50 ต้น ที่มีเนื้อผลสีแดงเข้มสะดุดตา เปลือกผลเป็นสีเหลืองทอง ผลยิ่งสุก (เนื้อผลยิ่งมีสีแดงสะดุดตามากขึ้น มีรสชาติดี มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีเมล็ดมาก ตัวกิ่งร่วนมีอายุการเก็บเกี่ยวผลต่ำกว่าพันธุ์ทองดีประมาณ 15 วัน โดยมีช่วงเวลาออกดอกใกล้เคียงกัน (ในช่วงเดือนมกราคม) มีรสชาติดี น่าจะได้รับการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและสร้างส้มโอพันธุ์ใหม่ เพื่อให้เป็นสายพันธุ์อัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ

โครงการ “ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ” มีระยะเวลาดำเนินการ 36 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2560 งบประมาณสนับสนุน 3,468,200 บาท (สามล้านสี่แสนหกหมื่นแปดพันสองร้อยบาทถ้วน) ตามสัญญาเลขที่ RDG5720033 ลงวันที่ 1 พฤษภาคม 2557 และได้รับอนุมัติขยายระยะเวลาดำเนินโครงการ จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม จนถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2560 ตามหนังสือที่ นร. 6202/0043/2560 และ ครั้งที่ 2 เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2560 จนถึงวันที่ 31 มกราคม 2561 ตามหนังสือที่ นร. 6202/1275/2560

โครงการ ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อด้วยกัน คือ 1. เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาส้มโอพันธุ์ทองดีของอำเภอบ้านแท่น และส้มโอเนื้อสีแดงของอำเภอเกษตรสมบูรณ์ เป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ 2. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและการให้บริการวิชาการการผลิตส้มโอคุณภาพดีสู่เกษตรกร และ 3. เพื่อพัฒนาศักยภาพด้านการวิจัย จึงได้ดำเนินโครงการโดยแบ่งออกเป็น 3 แผนงาน คือ (1) แผนงานหลักด้านการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 โครงการวิจัยย่อย คือ โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอเกษตรสมบูรณ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ และ โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง (2) แผนงานหลักด้านการสื่อสาร

ด้วยการเผยแพร่ผลงานวิจัย โดยการตีพิมพ์ผลงานวิจัยและการเข้าร่วมประชุมวิชาการ และการนำเสนอผ่านสื่อประชาสัมพันธ์ และ (3) แผนงานหลักด้านการพัฒนาบุคลากร ด้วยการบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอนและงานวิจัยของนักศึกษา ทั้งระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา

แผนงานหลักด้านการวิจัย โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น
ประกอบด้วยงานวิจัยจำนวน 2 เรื่อง คือ 1). การเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นในแต่ละช่วงเวลาการผลิต ดำเนินการโดย เก็บเกี่ยวตัวอย่างผลส้มโอพันธุ์ทองดี 2 ฤดูการผลิตในเดือน กันยายน 2557 และ เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน 2558 จากสวนเกษตรกรอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ และ 2). การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นกับส้มโอพันธุ์ทองดีและส้มโอพันธุ์อื่น ๆ จากแหล่งปลูกอื่นๆ ดำเนินการโดยการจัดหาผลส้มโอพันธุ์ทองดี และส้มโอพันธุ์อื่น ๆ ในระยะเก็บเกี่ยวทางการค้า ในฤดูการผลิตฤดูกาลหลักเดือนกันยายน จากสวนส้มโอ 5 พื้นที่ โดยเก็บเกี่ยวจากสวนส้มโอในอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ และ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ สวนส้มโอในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร สวนส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม อำเภอเมือง นครศรีธรรมราช และสวนส้มโอในอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อใช้เป็นข้อมูลอัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

ผลผลิตฤดูการผลิตหลัก ในเดือนกันยายน ผลผลิตในชุดนี้ จะออกดอกประมาณเดือนมกราคม ซึ่งเกษตรกรจะมีการดูแลรักษาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการใช้ปุ๋ยเคมีบำรุงระหว่างการพัฒนาการของผล และมีการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตส้มโอก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 1 -2 เดือน ทำให้ผลส้มโอพันธุ์ทองดีรุ่นการผลิตหลักที่ไม่ใช่คุณภาพเพื่อการส่งออก มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.21 – 1.35 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ประมาณ 1.3 กิโลกรัม จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 4 (1300 – 1500 กรัม) ขนาดเส้นรอบวงผล 47.3 – 50.7 ซม. เฉลี่ย 48.9 ซม. จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 3 (470 – 498 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.55° Brix และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ เฉลี่ย 0.48%

ผลผลิต ส้มโอฤดูกาลรอง (ส้มนอกฤดู) ผลผลิตชุดนี้ ส้มโอจะทยอยออกดอกในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม จะมีการทยอยเก็บเกี่ยว ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน ผลส้มโอในรุ่นนี้ มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.05 – 1.33 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ประมาณ 1.23 กิโลกรัม จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 5 (1100 – 1300 กรัม) ขนาดเส้นรอบวงผล 44.4 – 49.7 ซม. เฉลี่ย 47.7 ซม. จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 3 (470 – 498 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.53° Brix และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ เฉลี่ย 0.63%

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ฤดูการผลิตหลักของเกษตรกรอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ กับคุณภาพผลส้มโอพันธุ์ทองดี ฤดูการผลิตหลักของเกษตรกรในพื้นที่อื่น พบว่า คุณภาพผลส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่น มีคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี โดยส่วนใหญ่ ใกล้เคียงกับส้มโอพันธุ์ทองดี จากแหล่งอื่น (อ.เกษตรสมบูรณ์ และ อ.โพธิ์ประทับช้าง) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดสูง มีสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดมากกว่า 20 สูงกว่าค่าสัดส่วน TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ทองดีจากแหล่งผลิตอื่น ๆ ที่เคยมีรายงานไว้ ทำให้มีรสชาติเข้มข้น รสหวานอมเปรี้ยว นอกจากนี้ แสดงออกลักษณะสีแดงบนตัวกิ่ง สม่ำเสมอและเด่นชัดกว่า ส้มโอทองดีจากแหล่งอื่น

การสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอทองดีบ้านแท่น สรุปได้ว่า อัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น คือส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น ยังคงอัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดีทุกประการ โดยมีฤดูการผลิตหลักในเดือนกันยายน และฤดูการผลิตรองในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ผลมีขนาดไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักประมาณ 1 – 1.3

กิโลกรัม มีขนาดเส้นรอบวงผลอยู่ระหว่าง 44 – 47 เซนติเมตร ตัวกึ่งมีสีแดงชัดเจน มีรสชาติเข้มข้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.53 - 10.55% และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ เฉลี่ย 0.48 – 0.63% มีค่าสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดสูงกว่า 20 โดยผลส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่น ฤดูการผลิตรอง จะมีน้ำหนักและขนาดผล น้อยกว่าฤดูการผลิตหลัก และมีรสชาติเปรี้ยวกว่า

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอกะเปอร์ สมบูรณ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ ประกอบด้วย งานวิจัย จำนวน 4 เรื่อง คือ 1). ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน 2). การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน 3). การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสาน และ 4). พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ

ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ทำการสุ่มเก็บผลส้มโอรายเดือนต่อเนื่องเป็นเวลา 8 เดือน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมีของผล และปริมาณธาตุอาหารในผล

ผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน มีรูปแบบการเจริญเติบโตของผลแบบ simple sigmoid โดยน้ำหนักผล ขนาดและปริมาตรผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 150 วันหลังดอกบาน จากนั้น การเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพมีแนวโน้มคงที่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลพบว่า ผลส้มโอมีพัฒนาทางด้านคุณภาพทางเคมีในช่วงผลมีอายุตั้งแต่ 150 วันเป็นต้นไป โดยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความหวาน (TSS) เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส พร้อม ๆ กับการลดลงของปริมาณกรด (TA) ทำให้สัดส่วนของ TSS/TA สูงขึ้น จนมีสัดส่วนสูงสุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน นอกจากนี้ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามอายุผล และมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลส้มโอพันธุ์มณีอีสานสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ผลมีอายุประมาณ 180 วัน แต่ควรเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุตั้งแต่ 210 – 270 วัน เนื่องจากผลที่มีอายุมากขึ้น จะมีปริมาณกรด (TA) ลดลง ปริมาณความหวาน (TSS) สัดส่วนของความหวานต่อปริมาณกรด (TSS/TA) และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Lycopene และ B-carotene) สูงขึ้น ตัวกึ่งของเนื้อผลนิ่มลง และยังไม่เกิดอาการข้าวสาร แต่หากปล่อยให้ผลมีอายุมากขึ้นถึง 300 วัน คุณภาพของผลกลับลดลง ซึ่งส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ที่ติดผลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีอายุการเก็บเกี่ยวผลอยู่ในช่วงเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน

การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ทำการติดตั้งห้ววัดการเคลื่อนที่ของน้ำที่โคนต้นของส้มโอ และข้อมูลสภาพอากาศ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและอัตราการคายน้ำ สร้างแบบจำลองการคายน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

ต้นส้มโอพันธุ์มณีอีสานอายุ 5 ปี เส้นรอบวงลำต้นประมาณ 50.5 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มกว้างประมาณ 4 เมตร มีอัตราการคายน้ำเฉลี่ยในช่วงที่ดินมีความชื้นสูง (มิถุนายน-ตุลาคม 2558) เท่ากับ 42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน ส่วนในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – มีนาคม 2559) ส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีอัตราการคายน้ำเฉลี่ย 24.7 ลิตรต่อต้นต่อวัน ซึ่งอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสานในฤดูแล้งลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับฤดูฝน ซึ่งอัตราการคายน้ำของต้นส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีความผันแปรตามค่า VPD ในช่วงฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีลักษณะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามค่า VPD ส่วนความสัมพันธ์ของสภาพอากาศต่ออัตราการคายน้ำต่อวัน แสดงให้เห็นว่าช่วงภาวะแล้ง อัตราการ

คายน้ำถูกจำกัดด้วยความชื้นในดิน แต่ในช่วงที่ดินมีความชื้นสูง อัตราการคายน้ำของส้มโอมีความผันแปรตามสภาพอากาศ แสดงว่าต้นส้มโอมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพอากาศ โดยมีอัตราการคายน้ำสูงในช่วงฤดูฝนและมีอัตราการคายน้ำน้อยในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากอัตราการคายน้ำในฤดูแล้งถูกจำกัดด้วยปริมาณความชื้นในดิน ซึ่งถ้ามีการให้น้ำแก่ส้มโอในช่วงฤดูแล้งอย่างเหมาะสมอัตราการคายน้ำของส้มโอจะมีค่าใกล้เคียงหรือมากกว่าอัตราการคายน้ำในฤดูฝนได้

อัตราการคายน้ำของส้มโอที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (estimated E_{Tree}) อย่างง่าย มีค่าใกล้เคียงกับอัตราการคายน้ำที่วัดจริง (actual E_{Tree}) และจากการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการคายน้ำจากแบบจำลองกับค่าอัตราการคายน้ำของส้มโอจริงในแต่ละวัน โดยทำการทดสอบความสัมพันธ์และค่า root mean square error (RMSE) ระหว่างค่า actual E_{Tree} และ estimated E_{Tree} พบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง actual E_{Tree} และ estimated E_{Tree} มีค่า $r^2 = 0.74$ ($P < 0.01$) และมีค่า RMSE = 8.17 ซึ่งถือได้ว่าแบบจำลองการคายน้ำของพืชที่พัฒนาขึ้นนี้มีความน่าเชื่อถือสำหรับการประมาณค่าอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน

การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน ปีการผลิต 2557 และ 2558 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางเคมีของดิน และส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน โดยเก็บตัวอย่างใบและดิน ทุก ๆ เดือน บันทึกข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่า EC ปริมาณแร่ธาตุอาหารในดินชั้นบน และดินชั้นล่าง ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี การเปลี่ยนแปลงของ ปริมาณธาตุอาหารในใบ กิ่ง และ ผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในดิน และพืช มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อย่างไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ทั้งนี้ ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดและโครงสร้างของดิน ฤดูกาล และระยะการเจริญเติบโตของพืช

จากข้อมูลการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานมีความต้องการ ธาตุอาหาร N, P, และ K ในการสร้างผลผลิตเท่ากับ 2,531.64, 353.44 และ 6,539.97 มิลลิกรัมต่อผล ตามลำดับ และในรอบการผลิตของส้มโอปี 2558 พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 110 ผลต่อต้น และเมื่อทำการคำนวณปริมาณธาตุอาหาร N, P, และ K ที่ส้มโอสูญเสียไปกับผลผลิต สามารถสรุปได้ว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานมีการสูญเสียธาตุอาหาร N, P, และ K ไปกับผลผลิตที่ 278.48, 38.88 และ 719.40 กรัมต่อต้นตามลำดับ

ในปีการผลิต 2559 และ 2560 ศึกษาการจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต (การจัดการปุ๋ย วิธีการที่ 1) เปรียบเทียบกับการจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต ร่วมกับการเพิ่มปริมาณไนโตรเจน (การจัดการปุ๋ย วิธีการที่ 2) ในสวนส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานของเกษตรกร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ โดยการจัดการปุ๋ยวิธีการที่ 1 ให้ใส่ปุ๋ยที่มีปริมาณ N, P และ K ตามค่าวิเคราะห์ที่ได้จากผลผลิตในปีที่ผ่านมา (2557 – 2558) ส่วน วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกับวิธีการที่ 1 แต่เพิ่มปริมาณปุ๋ยสูตร 46-0-0 อีก 420 กรัมต่อต้น โดย วิธีการที่ 1 ดำเนินการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 600 กรัม ในช่วงเดือน มกราคม ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 420 กรัม ในเดือนเมษายน จากนั้นใส่ปุ๋ย 0-0-60 จำนวน 1300 กรัม ในเดือนสิงหาคม ส่วนวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 600 กรัม ในช่วงเดือน มกราคม ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 420 กรัม ในเดือนเมษายน และ เพิ่มปริมาณไนโตรเจนอีก 80% โดยการใส่ปุ๋ย 46-0-0 อีก 420 กรัม ในเดือนพฤษภาคม เพื่อดูผลของการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนต่อการเพิ่มขนาดของ

ผลผลิตในระหว่างการเจริญเติบโตของผล จากนั้นใส่ปุ๋ย 0-0-60 จำนวน 1300 กรัม ในเดือนสิงหาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนตุลาคม ตามลำดับ พบว่า การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต ส่งผลให้ส้มโอพันธุ์ฉวีมีคุณภาพผลผลิตที่ดี มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่สูงใกล้เคียงกับผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้รับการจัดการด้วยปุ๋ยเคมี วิธีการที่มีการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนส่งผลให้ความหนาเนื้อ ความหนาเปลือก ความแน่นเนื้อ และ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนยังส่งผลให้สีเปลือกมีแนวโน้มมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้น และ ผลส้มโอ มีขนาดใหญ่ขึ้น

พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบ วัดโดยใช้เครื่องวัดความเขียวของใบ (SPAD กับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีในใบ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบกับระดับไนโตรเจนในใบ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับระดับไนโตรเจนในใบ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์รวมต่อหน่วยพื้นที่ใบ พบว่า มีค่าคล้ายตามกัน กล่าวคือ ค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นตามลำดับจากเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์รวมเพิ่มขึ้น

การประเมินค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD กับ ปริมาณไนโตรเจน และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) พบว่า มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในเชิงบวก แต่ ไม่พบความสัมพันธ์ ที่เด่นชัด ระหว่างค่า SPAD unit กับ ปริมาณไนโตรเจน และค่า SPAD unit กับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) ตลอดจน ค่าปริมาณไนโตรเจนในใบ กับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) ทั้งความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Linear regression $Y=aX+b$) และความสัมพันธ์ในเชิงไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear regression ; Exponential regression $Y = aX^2+bX+C$) เนื่องจาก มีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of Determination, R^2) ต่ำกว่า 0.9 (90%) ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลความสัมพันธ์ต่างๆ ไปพัฒนาให้เป็นแผนเทียบสีมาตรฐานตามวัตถุประสงค์ได้

การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอเกษตรสมบูรณ์ เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ อาจสรุปได้ว่า ในการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีมีคุณภาพดี ควรมีการจัดการธาตุอาหาร ด้วยการใส่ปุ๋ย ตามผลการวิเคราะห์ดินและพืช ซึ่งอาจมีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้กับต้นส้มโอ และการจัดการน้ำต้นส้มโอในฤดูแล้งควรมีการให้น้ำชดเชยในปริมาณที่ต้นส้มโอสูญเสียไปด้วยการคายน้ำ จากข้อมูลการวัดอัตราการคายน้ำในฤดูฝน (42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน) เนื่องด้วยการคายน้ำของต้นส้มโอในฤดูแล้งถูกจำกัดด้วยระดับความชื้นในดิน (24.7 ลิตรต่อต้นต่อวัน) ทำให้อัตราการคายน้ำที่วัดได้ในฤดูแล้งต่ำกว่าศักยภาพอัตราการคายน้ำของต้นส้มโอจริง ส่วนการประเมินความสมบูรณ์ปริมาณไนโตรเจนในใบยังไม่สามารถใช้กระดาษเทียบสีมาตรฐานได้

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง ประกอบด้วย งานวิจัยจำนวน 5 เรื่อง คือ 1). การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์ฉวีมีคุณภาพดี โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 2). การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉวีมีคุณภาพดี 3). การศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโอพันธุ์ฉวีมีคุณภาพดีที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอชนิดต่างๆ 4). การรวบรวมเชื้อพันธุกรรม และ 5). การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง

การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์ฉวีมีคุณภาพดี โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ศึกษาชิ้นส่วนที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยใช้ชิ้นส่วนใบอ่อน (young leaf) ใช้ใบ ตำแหน่งที่ 4-6 นับจากปลายยอด และชิ้นส่วนข้อ (node)

ประมาณ 4 ข้อ จากปลายยอดกิ่งมาประมาณ 1 เซนติเมตร และตัดเฉพาะส่วนของข้อขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige & Skoog) และ อาหารสูตร MT (Murashige&Tucker) ใน ห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 80% ให้แสงสว่างด้วยหลอด cool white ความเข้มแสง 1,000 ลักส์ 16 ชั่วโมงต่อวัน

ศึกษาการตอบสนองของชิ้นส่วน ใบอ่อน ต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน ได้แก่ 2,4-D ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ BA, kinetin และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร

ศึกษาการตอบสนองของชิ้นส่วน ข้อ ต่อ BA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5, 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาล 30 กรัม การตอบสนองของชิ้นส่วน ข้อ ต่อ BA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5-8 mg/l ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/l และน้ำตาล 30 กรัม การตอบสนองของชิ้นส่วน ข้อ ต่อ BAP ความเข้มข้น 2,4 mg/l และน้ำตาลซูโครส 30 และ 50 กรัม

การศึกษาชิ้นส่วนและสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า ชิ้นส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงคือ ชิ้นส่วนข้อ ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดต้นต่อตาได้มากกว่าการใช้ ชิ้นส่วนใบและสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานคือ สูตร MT (Murashige & Tucker) ร่วมกับ BA ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานเกิดจำนวนยอดต่อตามากที่สุดและยอดมีลักษณะของจำนวนใบและขนาดใบสมบูรณ์เมื่อเติมน้ำตาล 50 กรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตาม เนื้อเยื่อที่ทำการเพาะเลี้ยง ต้องใช้เวลาในการพัฒนาค่อนข้างนาน และยังไม่สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อเกิดการแตกรากได้ จึงยังไม่สามารถทำการศึกษาถึงอัตราความสำเร็จของต้นอ่อนที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานได้

การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน การใช้สารเร่งราก IBA และ NAA ใน ส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน มีผลทำให้จำนวนราก ความยาวราก และน้ำหนักราก แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การใช้ NAA ความเข้มข้น 5000 ppm มีแนวโน้มให้เกิดจำนวนรากและน้ำหนักรากสูงกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ แต่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 , 7500 ppm และการใช้ IBA ที่ระดับ ความเข้มข้น 2500 ppm ระดับความเข้มข้นของ IBA ที่สูงเกิน 5000 ppm ส่งผลให้จำนวนราก ความยาว ราก และน้ำหนักรากมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนความเข้มข้นของ NAA ที่ต่ำเกินไป (ต่ำกว่า 2500 ppm) อาจไม่ ส่งผลที่ชัดเจนต่อลักษณะที่ทำการศึกษ

การศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอชนิดต่างๆ พบว่า ส้มโอ พันธุ์ฉวีอีสานที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอขาวหอมมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ต้นตอ ส้มโอทองดี ส้มโอขาวน้ำผึ้ง ส้มโอเนื้อแดง ส้มโอขาวใหญ่ และต้นตอมะนาวควาย ความสำเร็จอยู่ในช่วง 83-97 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นตอที่นำมาเปลี่ยนยอดแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จต่ำที่สุดคือ ต้นตอมะขวิด 73.33 เปอร์เซ็นต์ ต้นตอที่มีแนวโน้มที่จะทำให้ขนาดของกิ่งยอด จำนวนยอดแตกใหม่สูง คือ ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี

การเจริญเติบโตในระยะแรกของต้นตอที่เปลี่ยนยอดส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน พบว่า ต้นตอที่เหมาะสม สำหรับการเปลี่ยนยอด คือ ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี เนื่องจากมีลักษณะที่ทำการศึกษากว่าต้นตอชนิดอื่นๆ ได้แก่ ความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยอด และจำนวนใบ ที่ส่งผลให้มีการ เจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง จึงสามารถแนะนำเพื่อใช้ในการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีอีสานต่อไป

การรวบรวมเชื้อพันธุ์กรรมส้มโอ จัดทำแปลงรวบรวมเชื้อพันธุ์กรรมของส้มโอต่างๆ ภายในหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในพื้นที่ประมาณ 5 ไร่ ทำการย้ายปลูกส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ พันธุ์เนื้อสีแดง (ส้มโอพื้นบ้าน) ทองดี ขาวหอม ขาวน้ำผึ้ง ขาวใหญ่ มะนาวควาย และมะขวิด นอกจากนั้นยังปลูกส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่ได้จากการตอนกิ่ง ในแปลงปลูกแบบยกทรงลูกฟูก ระยะปลูก 5x5 เมตร ให้น้ำด้วยระบบน้ำมินิสปริงเกอร์ มีการคลุมแปลงปลูกด้วยพลาสติกคลุมแปลง เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นตอและยอดพันธุ์มณีอีสาน พบว่า ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี ขาวใหญ่ และเนื้อสีแดง ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก มีความสูงต้นที่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยการใช้ส้มโอพันธุ์ทองดีเป็นต้นตอมีค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ลักษณะ ที่สูงกว่าการใช้ต้นตอชนิดอื่น

การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง ทำการรวบรวมส้มโอจากพื้นที่การผลิตส้มโอ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เชื้อพันธุ์กรรมส้มโอเนื้อสีแดงที่ทำการรวบรวมและคัดเลือกจากพื้นที่การผลิต บ้านบุงสิบลี ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 9 สายพันธุ์ (KKU-001 KKU-002 KKU-003 KKU-010 KKU-011 KKU-012 KKU-013 KKU-101 และ KKU-105) ส้มโอพันธุ์การค้าเนื้อสีชมพู 3 พันธุ์ (ทองดี ขาวหอม และทับทิมสยาม) และเนื้อผลสีขาว 2 พันธุ์ (พันธุ์ขาวแตงกวา และขาวใหญ่)

ช่วงเวลาในการถ่ายละอองเกสรที่เหมาะสมแก่การถ่ายละอองเกสรที่พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในการติดผล คือ ช่วงเวลา 14.00 น. เป็นช่วงเวลาที่ละอองเกสรถูกปลดปล่อยละอองเกสรออกมาสูงสุดและค่าความมีชีวิตสูงสุด ประกอบกับปลายเกสรเพศเมีย (stigma) พร้อมรับการถ่ายละอองเกสรสูงสุดโดยการขับของเหลวออกมาเพื่อจับ ละอองเกสร เพอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์มณีอีสาน ที่ทำการเก็บทุก 1 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 0700 – 1600 น. พบว่า ส้มโอจะเริ่มปลดปล่อยละอองเกสรตั้งแต่วันที่ 0900 น. โดยละอองเกสรจะมีความมีชีวิตสูงสุด ระหว่างเวลา 0909 – 1100 น. จากนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว และหมดความมีชีวิตเมื่อเวลา 1600 น. ส่วนการติดผลของการผสมข้ามระหว่างส้มโอพันธุ์มณีอีสานกับ พันธุ์ทองดี พบว่า การผสมข้ามระหว่างเวลา 1200 – 1400 น. ให้อัตราการติดผลสูงกว่า 70% และช่วงเวลาการผสมที่ 1600 น. ให้การติดผลน้อยที่สุด โดยผลที่ผสมระหว่าง 0900 น. มีอัตราการร่วงสูงที่สุด รองลงมาคือ ที่ 1600 และ 1000 น

ดำเนินการสร้างลูกผสมระหว่าง ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน และ CY10-105 และพันธุ์การค้า ได้แก่ พันธุ์ทับทิมสยาม และพันธุ์ทองดี โดยทำการรวบรวมส้มโอจากพื้นที่การผลิตส้มโอ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เชื้อพันธุ์กรรมส้มโอเนื้อสีแดง ที่ทำการรวบรวมและคัดเลือกจาก พื้นที่บ้านบุงสิบลี ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 9 สายพันธุ์ ส้มโอพันธุ์การค้าเนื้อสีชมพู 3 พันธุ์ (ทองดี ขาวหอม และทับทิมสยาม) และเนื้อผลสีขาว 2 พันธุ์ (พันธุ์ขาวแตงกวา และขาวใหญ่) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกส้มโอ ศึกษาการเตรียมดอกเพื่อการผสม การเก็บรักษาละอองเกสร ช่วงเวลาการผสม และสร้างส้มโอพันธุ์ลูกผสม โดยทำการผสมแบบพบกันหมด (Full diallel) จำนวน 6 คู่ผสม ได้แก่ มณีอีสาน x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทองดี CY10-105 x มณีอีสาน CY10-105 x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม และ ทองดี x ทับทิมสยาม คัดลูกผสม ทั้ง 6 คู่ผสม จำนวนคู่ผสมละ 200 ต้น ปลูกในแปลงรวบรวมพันธุ์ ประเมินลักษณะทางพันธุ์กรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-CT21 แยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ มณีอีสาน x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่มีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 34 84 และ 78 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 166 116 และ 112 ต้น และไม่สามารถจำแนกความแตกต่าง

ของลูกผสมจำนวน 2 คู่ผสม คือ CY10-105 x มณีอีสาน และ ทองดี x ทับทิมสยาม และ ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-Cit01 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ ทองดี x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทับทิมสยาม CY10-105 x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่มีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 46 184 200 และ 136 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 154 16 0 และ 64 ต้นตามลำดับ และไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจำนวน 1 คู่ผสมคือ มณีอีสาน x ทองดี

ปลูกต้นลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม ในแปลงรวบรวมพันธุ์ ประเมินลูกผสมด้วยลักษณะปรากฏ (Phenotype) โดยบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบของต้นกล้าอายุประมาณ 12 เดือน และดูแลรักษาต่อเนื่อง เพื่อประเมินลักษณะทางการเกษตรต่อไป

การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง สรุปได้ว่า ได้สร้างลูกผสมส้มโอพันธุ์ใหม่ จำนวน 6 คู่ผสม ๆ ละ 200 ต้น ซึ่งการใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR-CT21 และ SSR-Cit01 สามารถแยกความแตกต่างแบบ Heterozygous และ Homozygous ระหว่างพันธุ์พ่อ แม่ และลูกผสม ได้ ส่วนการขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ควรใช้ ชิ้นส่วนข้อ เพาะเลี้ยงบนอาหาร สูตร MT (Murashige & Tucker) ร่วมกับ BA ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ น้ำตาล 50 กรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อเกิดจำนวนยอดต่อต่ามากที่สุดและยอดมีลักษณะของจำนวนใบและขนาดใบสมบูรณ์ แต่ยังไม่สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อเกิดการแตกรากได้ การตอนกิ่งส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ควรมีการใช้สารเร่งราก IBA 2500 ppm หรือ NAA ความเข้มข้น 5000 ppm ซึ่งมีแนวโน้มให้เกิดจำนวนรากและน้ำหนักรากสูงกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ และ ต้นต่อที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนยอดเป็น ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน คือ ต้นต่อส้มโอพันธุ์ทองดี

แผนงานหลักด้านการสื่อสาร ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารทางวิชาการ จำนวนทั้งสิ้น 11 เรื่อง โดยเป็นการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการระดับชาติแล้ว จำนวน 8 เรื่อง ยังอยู่ระหว่างการตีพิมพ์ จำนวน 1 เรื่อง และตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 2 เรื่อง ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยผ่านการประชุมวิชาการ จำนวน 8 ครั้ง 16 เรื่อง โดยเป็นการประชุมวิชาการระดับชาติ จำนวน 6 ครั้ง 11 เรื่อง และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 2 ครั้ง 5 เรื่อง เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลงานวิจัย ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ รายการข่าว จำนวน 5 ครั้ง รายการโทรทัศน์ จำนวน 3 ครั้ง วารสาร จำนวน 6 ครั้ง และสื่ออินเทอร์เน็ตทั่วไป จำนวน 5 ครั้ง

แผนงานด้าน การพัฒนาบุคลากร ให้ทุนวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษา แก่นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ผ่านงบประมาณวิจัยที่ได้รับจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น) ดำเนินการวิจัยสร้างองค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตส้มโอ ผ่านวิทยานิพนธ์ และผ่านการปฏิบัติการวิจัยในแผนงานหลักด้านการวิจัย โดยมีนักศึกษาระดับปริญญาโทสำเร็จการศึกษาแล้ว จำนวน 1 คน อยู่ระหว่างการศึกษา จำนวน 3 คน พัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยให้เข้าร่วมเรียนรู้องค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตส้มโอ โดยวิธี Research Base Learning (RBL) ผ่านกระบวนการพัฒนา การฝึกปฏิบัติการวิจัย นักศึกษาช่วยวิจัย การทำโครงการ การฝึกงาน มีนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ผ่านกระบวนการพัฒนา จำนวน 10 คน บุคลากรร่วมการสอนภาคปฏิบัติการ ฝึกการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ การเรียนรู้กระบวนการวิจัยในพื้นที่ของโครงการ เรียนรู้กระบวนการผลิตส้มโอ และลงพื้นที่เก็บข้อมูลงานวิจัย ในรายวิชา หลักการไม้ผล จำนวน 153 คน และรายวิชา สรีรวิทยาของพืชสวน จำนวน 166 คน

บทคัดย่อ

โครงการ ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ ดำเนินโครงการ โดยแบ่งออกเป็น 3 แผนงาน คือ (1) แผนงานหลักด้านการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 โครงการวิจัยย่อย คือ โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอกษัตริย์สมุทรเพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ และโครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง (2) แผนงานหลักด้านการสื่อสาร ด้วยการเผยแพร่ผลงานวิจัย โดยการตีพิมพ์ผลงานวิจัยและการเข้าร่วมประชุมวิชาการ และการนำเสนอผ่านสื่อประชาสัมพันธ์ และ (3) แผนงานหลักด้านการพัฒนาบุคลากร ด้วยการบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอนและงานวิจัยของนักศึกษา ทั้งระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา

แผนงานหลักด้านการวิจัย โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น ประกอบด้วยการวิจัยจำนวน 2 เรื่อง คือ 1). การเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นในแต่ละช่วงเวลาการผลิต ดำเนินการโดย เก็บเกี่ยวตัวอย่างผลส้มโอพันธุ์ทองดี 2 ฤดูกาลผลิตในเดือน กันยายน 2557 และ เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน 2558 จากสวนเกษตรกรอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ และ 2). การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นกับส้มโอพันธุ์ทองดีและส้มโอพันธุ์อื่น ๆ จากแหล่งปลูกอื่นๆ ดำเนินการโดยการจัดหาผลส้มโอพันธุ์ทองดี และส้มโอพันธุ์อื่น ๆ ในระยะเก็บเกี่ยวทางการค้า ในฤดูกาลผลิตฤดูกาลหลักเดือนกันยายน จากสวนส้มโอ 5 พื้นที่ โดยเก็บเกี่ยวจากสวนส้มโอในอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ และ อำเภอกษัตริย์สมุทร จังหวัดชัยภูมิ สวนส้มโอในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร สวนส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม อำเภอเมือง นครศรีธรรมราช และสวนส้มโอในอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อใช้เป็นข้อมูลอัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

อัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น คือส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น มีฤดูกาลผลิตหลักในเดือนกันยายน และฤดูกาลผลิตรองในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ผลมีขนาดไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักประมาณ 1 – 1.3 กิโลกรัม มีขนาดเส้นรอบวงผลอยู่ระหว่าง 44 – 47 เซนติเมตร ตัวกึ่งมีสีแดงชัดเจน มีรสชาติเข้มข้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.53 - 10.55° Brix และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ เฉลี่ย 0.48 – 0.63% มีค่าสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดสูงมากกว่า 20 โดยผลส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่นฤดูกาลผลิตรอง จะมีน้ำหนักและขนาดผล น้อยกว่าฤดูกาลผลิตหลัก และมีรสชาติเปรี้ยวกว่า

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอกษัตริย์สมุทรเพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ ประกอบด้วย งานวิจัย จำนวน 4 เรื่อง คือ 1). ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน 2). การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน 3). การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสาน และ 4). พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ

ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ทำการสุ่มเก็บผลส้มโอรายเดือนต่อเนื่องเป็นเวลา 8 เดือน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผล

ผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ มีรูปแบบการเจริญเติบโตของผลแบบ simple sigmoid โดยน้ำหนักผล ขนาด และปริมาตรผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 150 วันหลังดอกบาน จากนั้น การเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพมีแนวโน้มคงที่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลพบว่า ผลส้มโอมีพัฒนาทางด้านคุณภาพทางเคมีในช่วงผลมีอายุตั้งแต่ 150 วันเป็นต้นไป โดยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความหวาน (TSS) เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส พร้อม ๆ กับการลดลงของปริมาณกรด (TA) ทำให้สัดส่วนของ TSS/TA สูงขึ้น จนมีสัดส่วนสูงสุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน นอกจากนี้ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามอายุผล และมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ผลมีอายุประมาณ 180 วัน แต่ควรเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุตั้งแต่ 210 – 270 วัน เนื่องจากผลที่มีอายุมากขึ้น จะมีปริมาณกรด (TA) ลดลง ปริมาณความหวาน (TSS) สัดส่วนของความหวานต่อปริมาณกรด (TSS/TA) และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Lycopene และ B-carotene) สูงขึ้น ตัวกึ่งของเนื้อผลนิ่มลง และยังไม่เกิดอาการข้าวสาร แต่หากปล่อยให้ผลมีอายุมากขึ้นถึง 300 วัน คุณภาพของผลกลับลดลง ซึ่งส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ที่ติดผลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีอายุการเก็บเกี่ยวผลอยู่ในช่วงเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน

การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ทำการติดตั้งหัววัดการเคลื่อนที่ของน้ำที่โคนต้นของส้มโอ และข้อมูลสภาพอากาศ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและอัตราการคายน้ำ สร้างแบบจำลองการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ

การคายน้ำของต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณในฤดูฝนมีอัตราการคายน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน ส่วนในช่วงฤดูแล้งส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณมีอัตราการคายน้ำเฉลี่ย 24.7 ลิตรต่อต้นต่อวัน อย่างไรก็ตาม อัตราการคายน้ำของต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณมีความผันแปรตามค่า VPD ในช่วงฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณมีลักษณะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามค่า VPD แต่อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณในฤดูแล้งลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับในฤดูฝน เนื่องจากถูกจำกัดด้วยระดับความชื้นในดิน

จากการใช้แบบจำลองอัตราการคายน้ำของส้มโอ พบว่า อัตราการคายน้ำของส้มโอที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (estimated E_{Tree}) อย่างง่าย มีค่าใกล้เคียงกับอัตราการคายน้ำที่วัดจริง (actual E_{Tree}) และจากการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการคายน้ำจากแบบจำลองกับค่าอัตราการคายน้ำของส้มโอจริงในแต่ละวัน โดยทำการทดสอบความสัมพันธ์และค่า root mean square error (RMSE) ระหว่างค่า actual E_{Tree} และ estimated E_{Tree} เพื่อยืนยันความแม่นยำของแบบจำลอง พบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง actual E_{Tree} และ estimated E_{Tree} มีค่า $r^2 = 0.74$ ($P < 0.01$) และมีค่า RMSE = 8.17 ซึ่งถือได้ว่าแบบจำลองการคายน้ำของพืชที่พัฒนาขึ้นนี้มีความน่าเชื่อถือสำหรับการประมาณค่าอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ

การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ปีการผลิต 2557 และ 2558 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางเคมีของดิน และส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ โดยเก็บตัวอย่างใบและดิน ทุก ๆ เดือน บันทึกข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่า EC ปริมาณแร่ธาตุอาหารในดินชั้นบน และดินชั้นล่าง ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี การเปลี่ยนแปลงของ ปริมาณธาตุอาหารในใบและในกิ่ง ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในดิน และพืช มี

การเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อย่างไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ทั้งนี้ ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดและโครงสร้างของดิน ฤดูกาล และระยะการเจริญเติบโตของพืช

จากข้อมูลการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีความต้องการ ธาตุอาหาร N, P, และ K ในการสร้างผลผลิตเท่ากับ 2,531.64, 353.44 และ 6,539.97 มิลลิกรัมต่อผล ตามลำดับ และในรอบการผลิตของส้มโอปี 2558 พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 110 ผลต่อต้น และเมื่อทำการคำนวณปริมาณธาตุอาหาร N, P, และ K ที่ส้มโอสูญเสียไปกับผลผลิต สามารถสรุปได้ว่า ส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีการสูญเสียธาตุอาหาร N, P, และ K ไปกับผลผลิตที่ 278.48, 38.88 และ 719.40 กรัมต่อต้นตามลำดับ

การจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต เปรียบเทียบกับการจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต ร่วมกับการเพิ่มปริมาณไนโตรเจน พบว่า การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต ส่งผลให้ส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีคุณภาพผลผลิตที่ดี มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่สูงใกล้เคียงกับผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้รับการจัดการด้วยปุ๋ยเคมี วิธีการที่มีการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนส่งผลให้ความหนาเนื้อ ความหนาเปลือก ความแน่นเนื้อ และ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนยังส่งผลให้สีเปลือกมีแนวโน้มมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้น และ ผลส้มโอ มีขนาดใหญ่ขึ้น

พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบ วัดโดยใช้เครื่องวัดความเขียวของใบ (Leaf chlorophyll meter, SPAD) กับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีในใบ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบกับระดับไนโตรเจนในใบ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับระดับไนโตรเจนในใบ

การประเมินค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD กับ ปริมาณไนโตรเจน และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) พบว่า มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในเชิงบวก แต่ ไม่พบความสัมพันธ์ ที่เด่นชัด ระหว่างค่า SPAD unit กับ ปริมาณไนโตรเจน และค่า SPAD unit กับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) ตลอดจน ค่าปริมาณไนโตรเจนในใบ กับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) ทั้งความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Linear regression $Y=aX+b$) และความสัมพันธ์ในเชิงไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear regression ; Exponential regression $Y = aX^2+bX+C$) เนื่องจาก มีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of Determination, R^2) ต่ำกว่า 0.9 (90%)

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง ประกอบด้วย งานวิจัยจำนวน 5 เรื่อง คือ 1). การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์ฉิมพลี โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 2). การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉิมพลี 3). การศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่เปลี่ยนยอดบนต้นต่อชนิดต่างๆ 4). การรวบรวมเชื้อพันธุ์กรรม และ 5). การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง

การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์ฉิมพลี โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ศึกษาชิ้นส่วนและสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าชิ้นส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงคือ ชิ้นส่วนข้อ ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดต้นต่อตาได้มากกว่าการใช้ชิ้นส่วนใบและสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์ฉิมพลีคือ สูตร MT (Murashige & Tucker) ร่วมกับ BA ที่ระดับความเข้มข้น

2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้ขึ้นส่วนของส้มโอพันธุ์ฉวีสุกเกิดจำนวนยอดต่อตามากที่สุดและยอดมีลักษณะของจำนวนใบและขนาดใบสมบูรณ์เมื่อเติมน้ำตาล 50 กรัมต่อลิตร

การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉวีสุก พบว่า การใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm ในการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉวีสุก และสายพันธุ์ CY- 105 มีผลทำให้เกิดจำนวนรากต่อต้น ความยาวของราก และน้ำหนักรากสดในปริมาณที่มากพอเมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเข้มข้นอื่นๆ ส่วนการใช้ NAA พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสุก ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm ทำให้จำนวนรากต่อต้น ความยาวของราก และน้ำหนักรากสดมีค่าเฉลี่ยที่สูง แต่ส้มโอสายพันธุ์ CY-105 ต้องใช้ NAA ในระดับความเข้มข้น 5000 ppm จึงจะส่งผลให้ได้ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์สูง ดังนั้นการเลือกใช้การเลือกใช้ IBA หรือ NAA ในการตอนกิ่งส้มโอจึงควรพิจารณาถึงสายพันธุ์และระดับความเข้มข้นของสารดังกล่าวด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์ฉวีสุกเปลี่ยนยอด พบว่า เมล็ดส้มโอ 5 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน โดยเมล็ดส้มโอพันธุ์ทองดีมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด ส่วนส้มโอพันธุ์ขาวหอมมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ค่อนข้างต่ำเพียง 55 เปอร์เซ็นต์

ส้มโอพันธุ์ฉวีสุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอขาวหอมมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ต้นตอส้มโอทองดี ส้มโอขาวน้ำผึ้ง ส้มโอเนื้อแดง ส้มโอขาวใหญ่ และต้นตอมะนาวควาย ความสำเร็จอยู่ในช่วง 83-97 เปอร์เซ็นต์ ต้นตอที่มีแนวโน้มที่จะทำให้ขนาดของกิ่งยอด จำนวนยอดแตกใหม่สูง คือ ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี

การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมส้มโอ จัดทำแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรมของส้มโอต่างๆ ภายในหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในพื้นที่ประมาณ 5 ไร่ ทำการย้ายปลูกส้มโอพันธุ์ฉวีสุกที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ พันธุ์เนื้อสีแดง (ส้มโอพื้นบ้าน) ทองดี ขาวหอม ขาวน้ำผึ้ง ขาวใหญ่ มะนาวควาย และมะขวิด นอกจากนั้นยังปลูกส้มโอพันธุ์ฉวีสุกที่ได้จากการตอนกิ่ง ในแปลงปลูกแบบยกร่องลูกฟูก ระยะปลูก 5x5 เมตร ให้น้ำด้วยระบบน้ำมินิสปริงเกอร์ มีการคลุมแปลงปลูกด้วยพลาสติกคลุมแปลง เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นตอและยอดพันธุ์ฉวีสุก พบว่า ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี ขาวใหญ่ และเนื้อสีแดง ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก มีความสูงต้นที่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยการใช้ส้มโอพันธุ์ทองดีเป็นต้นตอมีค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ลักษณะ ที่สูงกว่าการใช้ต้นตอชนิดอื่น

การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง ดำเนินการสร้างลูกผสมระหว่าง ส้มโอพันธุ์ฉวีสุก และ CY10-105 และพันธุ์การค้า ได้แก่ พันธุ์ทับทิมสยาม และพันธุ์ทองดี โดยทำการผสมแบบพบกันหมด (Full diallel) จำนวน 6 คู่ผสม ได้แก่ มณีอีสาน x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทองดี CY10-105 x มณีอีสาน CY10-105 x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม และ ทองดี x ทับทิมสยาม คัดลูกผสม ทั้ง 6 คู่ผสม จำนวนคู่ผสมละ 200 ต้น ปลูกในแปลงรวบรวมพันธุ์ ประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-CT21 แยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ มณีอีสาน x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่มีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 34 84 และ 78 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 166 116 และ 112 ต้น และไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจำนวน 2 คู่ผสม คือ CY10-105 x มณีอีสาน และ ทองดี x ทับทิมสยาม และ ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-Cit01 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ ทองดี x

ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทับทิมสยาม CY10-105 x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่มีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 46 184 200 และ 136 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 154 16 0 และ 64 ต้นตามลำดับ และไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจำนวน 1 คู่ผสมคือ มณีอีสาน x ทองดี

แผนงานหลักด้านการสื่อสาร ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารทางวิชาการ จำนวนทั้งสิ้น 11 เรื่อง โดยเป็นการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการระดับชาติแล้ว จำนวน 8 เรื่อง ยังอยู่ระหว่างการตีพิมพ์ จำนวน 1 เรื่อง และตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 2 เรื่อง ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยผ่านการประชุมวิชาการ จำนวน 8 ครั้ง 16 เรื่อง โดยเป็นการประชุมวิชาการระดับชาติ จำนวน 6 ครั้ง 11 เรื่อง และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 2 ครั้ง 5 เรื่อง เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลงานวิจัย ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ รายการข่าว จำนวน 5 ครั้ง รายการโทรทัศน์ จำนวน 3 ครั้ง วารสาร จำนวน 6 ครั้ง และสื่ออินเทอร์เน็ตทั่วไป จำนวน 5 ครั้ง

แผนงานด้าน การพัฒนาบุคลากร นักศึกษาระดับปริญญาโทสำเร็จการศึกษาแล้ว จำนวน 1 คน อยู่ระหว่างการศึกษา จำนวน 3 คน พัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี ในรายวิชา หลักการไม้ผล จำนวน 153 คน และรายวิชา สรีรวิทยาของพืชสวน จำนวน 166 คน

Abstract

Good Quality Pummelo Production System for Chaiphum Pummelo Identity Creation Project consisted of 3 plans. Research plan conducted in 3 main research projects, i.e. Identity Creation of 'Baan Thaen' Thong Dee Pummelo project, Production system development to improved quality of red flesh pummelo of Amphoe Kasetsomboon for identity creation of red flesh pummelo of Chaiphum province project and Red flesh pummelo variety development and its propagation project. Communication plan conducted by published in research journal, presented in horticultural congress and released to public through computer network. Human resource development plan conducted by integration of research projects with student course work and research, both undergraduate and graduated students.

The project on Identity Creation of 'Baan Thaen' Thong Dee Pummelo consisted of 2 subprojects; Comparing of 'Baan Thaen' Thong Dee Pummelo quality between production season (September 2014 and February – April 2015) and Comparing of 'Baan Thaen' Thong Dee Pummelo quality among Thong Dee Pummelo produced from another production areas, i.e. Amphoe Kaset Somboon Chaiphum, Amphoe Po Patabchang Pijit, Amphoe Muang Nakon Si Thammarat and Amphoe Umpawa Samutsakorn.

The identity of 'Baan Thaen' Thong Dee Pummelo was the In season of 'Baan Thaen' Thong Dee Pummelo are September and Off season are February to April. The fruit weight are around 1 – 1.3 kg, the circumference are 44 – 47 cm. The red color on flesh are clear and even. The taste are strong. Total Soluble Solids are 10.53 - 10.55°Brix and Titratable acidity are 0.48 – 0.63%. The ratio of TSS/TA are over than 20. The Off season 'Baan Thaen' Thong Dee Pummelo are smaller and more acidity than those of In season.

Production system development to improved quality of red flesh pummelo of Amphoe Kasetsomboon for identity creation of red flesh pummelo of Chaiphum province project consisted of 4 subprojects; Basic information on growth, nutritional value and antioxidants value of Manee Esan pummelo, Water and water requirement of Manee Esan pummelo, Fertilizer management for Manee Esan pummelo production, and Development of standard color chart for nitrogen fertility evaluation of pummelo leaves.

Basic information on growth, nutritional value and antioxidants value of Manee Esan pummelo conducted by studied on monthly change of physical and chemical characteristics during fruit growth for 8 months.

Fruit growth of Manee Esan pummelo was in simple sigmoid pattern. Fruit weight, size and volume increased during 150 days after full bloom then going to steady phase. The chemical characteristics developed after the fruit reached 150 days. The change in glucose, sucrose and fructose play the major change of total soluble solids, coincided with the decrease of total acidity. TSS/TA ratio reached highest at the fruit aged on 270 days.

Water and water requirement of Manee Esan pummelo conducted by insert sap flow probes in the trunk. Transpiration rate was analyzed with climatic data then estimated evapo-transpiration rate of Manee Esan pummelo.

The average transpiration rate of Manee Esan pummelo was 42.90 litre/tree/day in rainy season while was 24.7 litre/tree/day in dry season. However, the transpiration rate of Manee Esan pummelo varied with Vapor pressure deficit (VPD) in rainy season while did not vary in dry season. In addition, transpiration rate of Manee Esan pummelo in dry season decrease more than 40% of those in rainy season because the limitation of soil moisture.

The estimated transpiration rate (estimated E_{Tree}) of pummelo found close to the actual transpiration rate. The daily comparison of estimated and actual transpiration rate (actual E_{Tree}) by using the relation and root mean square error (RMSE) to confirm the precision of estimated value found that the relation coefficient (r^2) between actual E_{Tree} and estimated E_{Tree} equal to 0.74 ($P < 0.01$) with RMSE = 8.17. This indicated that the estimated transpiration rate is reliable.

Fertilizer management for Manee Esan pummelo production conducted in 4 production years in a row (2014 – 2017), change on plant nutrients as well as physical characteristics of both upper and lower soil; i.e. pH, EC, organic matters, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, Iron and zinc; and in Manee Esan pummelo leaves and shoot and harvested fruit; nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, Iron and zinc; was conducted in the first 2 years (2014 and 2015).

In the production year 2015, the information on crop removal by yield at harvest indicated that Manee Esan pummelo removed N, P and K for 2,531.64, 353.44 and 6,539.97 mg/fruit or equal to 278.48, 38.88 and 719.40 g/tree (110 fruit/tree).

Fertilizer management were conducted in the production year 2016 and 2017. Treatment of fertilizer management were compared between management of fertilizer according to crop removal and management of fertilizer according to crop removal supplemented with nitrogen fertilizer. It was found good quality and higher size of Manee

Esan pummelo fruit in management of fertilizer according to crop removal treatment. Nitrogen supplemented effected on higher peel and pulp thickness, juice sac firmness and titratable acidity. In addition, supplement of nitrogen also increase more green color in peel and increase fruit size.

Development of standard color chart for nitrogen fertility evaluation of pummelo leaves studied on the relation between leaf greenness by using Leaf chlorophyll meter (SPAD) and concentration of chlorophyll a and chlorophyll b in leaves; between concentration of chlorophyll and nitrogen in leaves and between leaf greenness and nitrogen.

The SPAD unit, nitrogen and chlorophyll (a, b and total) found the positive relation but the relation were not significantly neither in linear regression nor non-linear regression. The Coefficient of Determination (R^2) were lower than 0.9

Red flesh pummelo variety development and its propagation project consisted of 5 subprojects, i.e. Propagation of Manee Esan pummelo by tissue culture, Layering of Manee Esan pummelo using root promoting substances, Growth of Manee Esan pummelo grafted on rootstock, Pummelo germplasm collection and Breeding program for red flesh pummelo hybrids.

Propagation of Manee Esan pummelo by tissue culture studied on explant and appropriate media. Its was found that young shoot is the appropriate explant since it could induced more plantlet per bud thsn those of young leaves. The appropriate mediua is MT (Murashige & Tucker) supplement with BA 2 and 4 mg/L and 50 g/L of sugar.

Layering of Manee Esan pummelo using root promoting substances found that IBA 2500 ppm could promote number of root, root length and root fresh weight in layering of Menee Esan pummelo and CY-105 pummelo. NAA 2500 ppm could promote number of root, root length and root fresh weight in layering of Menee Esan pummelo while CY-105 pummelo need NAA 5000 ppm.

Growth of Manee Esan pummelo grafted on rootstock studied on germination of 5 cultivar pummelo seed. It was found the different germinating percentage among pummelo cultivar. The highest germinating percentage found in Thong Dee cultivar while lowest found in Khao Hom cultivar.

Succesion percentage of Manee Esan pummelo grated onto Khao Hom pummelo cultivar found 100% while those on others found between 83 – 97%. In addition, Thong Dee rootstock tend to gave the highest value in size of shoot and number of newly shoot of Manee Esan pummelo grafted onto it.

The collection plot of pummelo germplasm was established in KKU field plot. The Manee Esan pummelo grafted onto 7 cultivars of pummelo rootstock as well as from layerage were planted in corrugated plot cover with plastic using 5x5 meter in spacing and irrigated with springler irrigation system. The growth of Manee Esan pummelo scion and rootstock found that after 6 months Thong Dee pummelo rootstock, Khao Yai pummelo rootstock and red flesh pummelo rootstock were grow more rapid than another cultivars.

Breeding program for red flesh pummelo hybrids were crossed between Manee Esan pummelo and CY10-105 cultivar and the commercial cultivar, i.e. Tuptim Siam and Thong Dee. The crossing were done in Full diallel procedures with 6 hybrids. Two hundreds seeding in each hybrids were selected and planted in collection plot. Genetic evaluation of hybrids were done using 2 molecular markers. Using of SSR-CT21 molecular marker to separate 200 hybrids of Manee Esan x Tuptim Siam, Manee Esan x Thong Dee and CY10-105 x Tuptim Siam found the heterozygous of both 2 bands of male and female parents in 34, 84 and 78 plants and homozygous in 166, 116 and 112 plants. SSR-CT21 molecular marker could not separate the different of CY10-105 x Manee Esan and Thong Dee x Tuptim Siam hybrids. Using of SSR-Cit01 molecular marker to separate 200 hybrids of Thong Dee x Tuptim Siam, Manee Esan x Tuptim Siam, CY10-105 x Thong Dee, CT10-105 x Tuptim Siam found the heterozygous of both 2 bands of male and female parents in 46, 184, 200 and 136 plants and homozygous in 154, 16, 0 and 64 plants. SSR-Cit01 molecular marker could not separate the different of Manee Esan x Thong Dee hybrids.

The project published 11 papers in research journal. Nine papers were published and 1 paper was accepted in national research journal and 2 papers were published in international research journal. The project presented in 6 national congress with 11 topics and 2 international congress with 5 topics. The project released to through computer network with 5 news, 3 times of TV program, 6 times on digital journal and general for 5 times.

Human resource development plan conducted by integration of research projects with student course work and research, both undergraduate and graduated students. One student graduated Master degree and 3 students were studying. The undergraduate students were developed through the studying in the course of Principle of Fruit Production for 153 students and the course of Physiology of Horticulture Crops for 166 students.

สารบัญ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	a
Abstract	i
สารบัญ..	l
สารบัญตาราง	IV
สารบัญภาพ	VIII
สารบัญภาคผนวก	XVII
ส่วนที่ 1 แผนงานหลักด้าน การวิจัย	
บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ตรวจสอบเอกสาร.....	3
เอกสารอ้างอิง.....	10
โครงการวิจัยย่อยที่ 1 โครงการการสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น	12
โครงการวิจัยย่อยที่ 1.1 การเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นในแต่ละช่วงเวลาการผลิต	12
วิธีการวิจัย	12
สถานที่ทำการวิจัย.....	12
ผลการวิจัย.....	12
โครงการย่อยที่ 1.2 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นกับส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์อื่น ๆ จากแหล่งปลูกอื่นๆ.....	21
วิธีการวิจัย	21
สถานที่ทำการวิจัย.....	21
ผลการวิจัย.....	22
สรุปผลการวิจัย.....	30
เอกสารอ้างอิง.....	31
โครงการวิจัยย่อยที่ 2 โครงการพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอเกษตรสมบูรณ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ	32
โครงการวิจัยย่อยที่ 2.1 ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน	32
วิธีการวิจัย	32

สถานที่ทำการวิจัย	32
ผลการวิจัย.....	32
สรุปผลการวิจัย.....	44
เอกสารอ้างอิง.....	45
โครงการวิจัยย่อยที่ 2.2 การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน	46
วิธีการวิจัย	46
สถานที่ทำการวิจัย	46
ผลการวิจัย.....	46
สรุปผลการวิจัย.....	53
เอกสารอ้างอิง.....	53
โครงการวิจัยย่อยที่ 2.3 การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสาน.....	55
วิธีการวิจัย	55
สถานที่ทำการวิจัย	55
ผลการวิจัย.....	55
สรุปผลการวิจัย.....	116
เอกสารอ้างอิง.....	116
โครงการวิจัยย่อยที่ 2.4 พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ.....	119
วิธีการวิจัย	119
สถานที่ทำการวิจัย	120
ผลการวิจัย.....	120
สรุปผลการวิจัย.....	133
เอกสารอ้างอิง.....	133
โครงการวิจัยย่อยที่ 3 โครงการการพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง	136
โครงการวิจัยย่อยที่ 3.1 การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	136
วิธีการวิจัย	136
สถานที่ทำการวิจัย	138
ผลการวิจัย.....	138
สรุปผลการวิจัย.....	143
เอกสารอ้างอิง.....	143
โครงการวิจัยย่อยที่ 3.2 การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์มณีอีสาน	151
วิธีการวิจัย	151
สถานที่ทำการวิจัย	151
ผลการวิจัย.....	151
สรุปผลการวิจัย.....	155
เอกสารอ้างอิง.....	155

โครงการวิจัยย่อยที่ 3.3 อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน	
เปลี่ยนยอด	155
วิธีการวิจัย	155
สถานที่ทำการวิจัย	155
ผลการวิจัย.....	156
สรุปผลการวิจัย.....	157
เอกสารอ้างอิง.....	157
โครงการวิจัยย่อยที่ 3.4 การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมส้มโอ	165
วิธีการวิจัย	165
สถานที่ทำการวิจัย	165
ผลการวิจัย.....	165
โครงการย่อยที่ 3.5 การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง	167
วิธีการวิจัย	167
สถานที่ทำการวิจัย	167
ผลการวิจัย.....	168
สรุปผลการวิจัย.....	172
โครงการย่อยที่ 3.6 การประเมินความเป็นลูกผสมของส้มโอเนื้อสีแดง.....	174
วิธีการวิจัย	174
ผลการวิจัย.....	174
สรุปผลการวิจัย.....	175
เอกสารอ้างอิง.....	175
สรุปผลการวิจัย	183
ส่วนที่ 2 แผนงานหลักด้าน การสื่อสาร	
การนำเสนอตีพิมพ์ผลงาน	190
การเข้าร่วมประชุมวิชาการ	191
การเผยแพร่สื่อประชาสัมพันธ์ และสื่ออินเทอร์เน็ต	192
ส่วนที่ 3 แผนงานด้าน การพัฒนาบุคลากร	
โครงการพัฒนาบุคลากร.....	203
ภาคผนวก	
การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณของคลอโรฟิลล์.....	212
การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน.....	213
การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยวิธี Colorimetry	213
วิธีการสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR Dellaporta miniprep (Dellaporta et al., 1983).....	215
ตารางผนวก	219
รายการผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์.....	236

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 สถิติการส่งออกส้มโอ ระหว่างปี 2550 – 2557	3
ตารางที่ 2 สถิติการส่งออกส้มโอ รายเดือน ระหว่างปี 2555 – 2557	3
ตารางที่ 3 ข้อมูลการได้รับการตรวจรับรองตามมาตรฐาน GAP ของแปลงปลูกส้มโอ อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ	10
ตารางที่ 4 การจัดการสวนของเกษตรกรเจ้าของสวนส้มโอ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ	15
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ รุ่นที่ 1 ส้มโอฤดูการปกติ ผลผลิตเดือนกันยายน	16
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ รุ่นที่ 2 ส้มโอฤดูการรองผลผลิตเดือนเมษายน	17
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ ระหว่างรุ่นการผลิต	17
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ ระหว่างรุ่นการผลิตแยกตามเกษตรกร	18
ตารางที่ 9 เกณฑ์มาตรฐานขนาดส้มโอโดยน้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล และเส้นรอบวงผล ตามมาตรฐาน CODEX STAN 214 – 1999 และ มกอช. 0013-2550	19
ตารางที่ 10 ปฏิทินการปฏิบัติงานของเกษตรกร	20
ตารางที่ 11 องค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ต่างๆ แยกตามพื้นที่เก็บรวบรวม 5 พื้นที่	25
ตารางที่ 11 (ต่อ) องค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ต่างๆ แยกตามพื้นที่เก็บรวบรวม 5 พื้นที่	26
ตารางที่ 12 คุณสมบัติของดินทั้งดินบนและล่างที่ตรวจพบในเขตพื้นที่ปลูกส้มโอ อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	26
ตารางที่ 13 ค่าปริมาณธาตุอาหารบางชนิดของส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ปลูกในเขต อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	27
ตารางที่ 14 ข้อมูลน้ำฝน ณ ลำห้วยหมากตาบ อ่างเก็บน้ำบ้านเพชร อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดชัยภูมิระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551	28
ตารางที่ 15 ลักษณะทางกายภาพและเคมีบางประการของผลส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่อายุผลต่างกัน	42
ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558	64
ตารางที่ 16 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558	65

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบ และ กิ่ง ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558.....	72
ตารางที่ 17 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบ และ กิ่ง ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558.....	73
ตารางที่ 18 ปริมาณแร่ธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ระหว่างการเจริญของผล.....	78
ตารางที่ 19 การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตของส้มโอพันธุ์ฉวีสุสานและพันธุ์ทองดี	79
ตารางที่ 20 การจัดการปุ๋ยในการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสุสานในปี 2559 และ 2560	80
ตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559	93
ตารางที่ 22 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2560	94
ตารางที่ 23 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบและในกิ่งของส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559 และ 2560	102
ตารางที่ 23(ต่อ) การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบและในกิ่งของส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559 และ 2560	103
ตารางที่ 24 ปริมาณแร่ธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน อำเภอกะเทรสมบูรณ จังหวัชชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559 และ 2560.....	109
ตารางที่ 25 คุณภาพทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560.....	112
ตารางที่ 26 คุณภาพทางเคมีของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560.....	112
ตารางที่ 27 ค่าสีของเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560	114
ตารางที่ 28 ค่าสีของเปลือกชั้นกลางของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560.....	114
ตารางที่ 29 ค่าสีของเปลือกผลของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุสาน ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560.....	115

ตารางที่ 30 ความผันแปรของสีใบโดยใช้เครื่อง Leaf chlorophyll meter (SPAD) และการเปลี่ยนแปลงค่าสี L*, a* , b*, ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา ณ แปลงทดลอง หมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	132
ตารางที่ 31 ความผันแปรของสีใบโดยใช้เครื่อง Leaf chlorophyll meter (SPAD) และการเปลี่ยนแปลงค่าสี L*, a* , b*, ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ ของส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลอง หมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	132
ตารางที่ 32 ผลของ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่มีผลต่อการพัฒนาของ ชิ้นส่วนใบอ่อนของส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา ซึ่งเก็บบันทึกผลทุกสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์	139
ตารางที่ 33 การตอบสนองของใบอ่อนส้มโอพันธุ์ฉวีสุภาในตำแหน่งใบที่ 1-7	139
ตารางที่ 34 ผลของออกซิน 3 ชนิด ได้แก่ IBA, NAA และ 2,4-D ต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนใบส้มโอพันธุ์ ฉวีสุภา	141
ตารางที่ 35 ผลของไซโตไคนิน 3 ชนิด ได้แก่ BA, kinetin และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหาร สังเคราะห์สูตร MT ที่มีต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์ฉวีสุภาที่เลี้ยงไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์	142
ตารางที่ 36 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติมน้ำตาล 30 กรัม ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0 – 8 mg/l ต่อ จำนวนยอด, เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต, เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของ ชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา	145
ตารางที่ 37 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0 – 8 mg/l ต่อ ความยาวยอด, ความยาวใบ และ จำนวนใบ ของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา	145
ตารางที่ 38 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติม BAP ร่วมกับ NAA ต่อจำนวนยอด, เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต, เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา	146
ตารางที่ 39 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติม BAP ร่วมกับ NAA ต่อความยาวยอด, ความยาวใบ และ จำนวนใบ ของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา	146
ตารางที่ 40 ผลของสูตรอาหาร MS, MT ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 2, 4 mg/l และน้ำตาล 30, 50 g/l ต่อการชักนำยอดของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา	147
ตารางที่ 41 ผลของสูตรอาหาร MS, MT ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 2, 4 mg/l และน้ำตาล 30, 50 g/l ต่อการชักนำยอดจากชิ้นส่วนข้อส้มโอ	147
ตารางที่ 42 การเพิ่มจำนวนยอดจากสูตรที่ได้ในการทดลอง	150
ตารางที่ 43 การเกิดรากของกิ่งตอนส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา	152
ตารางที่ 44 ผลของความเข้มข้นของ IBA และ NAA ต่อจำนวนรากและความยาวรากของส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา และส้มโอเนื้อสีแดงสายต้น CY10-105	153
ตารางที่ 45 เปอร์เซ็นต์การงอกของส้มโอ 5 สายพันธุ์	156

ตารางที่ 46	ความสำเร็จในการต่อกิ่งส้มโอพันธุ์มณีอีสานบนต้นตอชนิดต่างๆ การเจริญเติบโตของต้นตอชนิดต่างๆ และกิ่งยอดส้มโอพันธุ์มณีอีสานหลังเปลี่ยนยอด 1 เดือน.....	161
ตารางที่ 48	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรและเปอร์เซ็นต์การติดผลของลูกผสม ส้มโอพันธุ์มณีอีสานกับส้มโอพันธุ์ทองดี	173
ตารางที่ 49	แผนผังการผสมส้มโอพันธุ์พันธุ์เนื้อแดงกับพันธุ์การคำพ่อแม่ 4 พันธุ์ ผสมแบบพบกันหมด (full diallel)	173
ตารางที่ 50	แสดงลักษณะสัณฐานของใบ.....	179
ตารางที่ 51	นักศึกษาร่วมฝึกปฏิบัติการวิจัย.....	204
ตารางที่ 52	สรุปจำนวนนักศึกษา รายวิชาระดับปริญญาตรีที่ผ่านกระบวนการพัฒนา ระหว่าง ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ถึง ภาคปลาย ปีการศึกษา 2559	204
ตารางที่ 53	รายชื่อนักศึกษา รายวิชาระดับปริญญาตรีที่ผ่านกระบวนการพัฒนา ระหว่าง ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ถึง ภาคปลาย ปีการศึกษา 2559	205

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 รูปแบบการจำหน่ายผลส้มโอของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ อ. บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ	6
ภาพที่ 2 พื้นที่เก็บตัวอย่างส้มโอ	23
ภาพที่ 3 ลักษณะของผลส้มโอจากแหล่งต่าง ๆ	23
ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ย ขององค์ประกอบผลผลิตส้มโอต่างพันธุ์จากพื้นที่ต่าง ๆ	27
ภาพที่ 5 การกระจายของน้ำฝน (ปริมาณ และ จำนวนวันฝนตก) ณ ลำห้วยหมากตาบ อ่างเก็บน้ำบ้านเพชร อำเภอกุฉิเยว จังหวัดชัยภูมิระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551	28
ภาพที่ 6 ภาพขณะบรรจุเพื่อการจำหน่ายของส้มโออำเภอบ้านแท่น.....	29
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นรอบผลของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน.....	33
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความกว้างของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน.....	33
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน.....	34
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรผลของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน.....	34
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความกว้างของเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน	35
ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือกของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน.....	36
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน	37
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรต (TA) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน	37
ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ต่อปริมาณกรดที่ไทเตรต (TA) ของผล ส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน	38
ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน	38
ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ ของ ผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 160 – 228 วัน	39
ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของสีเปลือกและเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน	39
ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีแดง/เขียวของเปลือกและเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน	40
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลือง/น้ำเงินของเปลือกและเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่าง อายุ 75 – 256 วัน	40
ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักผลส้มโอในแต่ละช่วงอายุในรอบการผลิต ปี 2557 - 2558	41

ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของผลส้มโอในแต่ละช่วงอายุในรอบการผลิต ปี 2557 – 2558	41
ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงความกว้างของผลส้มโอในแต่ละช่วงอายุในรอบการผลิต ปี 2557 - 2558	42
ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (A) ความชื้นสัมพัทธ์ (B) และการคายน้ำ (E_{Tree}) และค่าการขาดความ ความดันไอน้ำของอากาศสูงสุด (Max-VPD) (C) ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน – เมษายน 2559	49
ภาพที่ 27 ลักษณะของอัตราการไหลของน้ำในท่อน้ำ (xylem sap flux density; Js) และค่าการขาดความ ดันไอน้ำในอากาศ (VPD) ในรอบวันของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ	50
ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ของการคายน้ำ (E_{Tree}) และอุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูฝน (ดินมีความชื้นสูงในเดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2558, วงกลมดำ) ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559, วงกลมสี เทา).....	50
ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ของการคายน้ำ (E_{Tree}) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (RH) ในช่วงฤดูฝน (ดินมี ความชื้นสูงในเดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2558, วงกลมดำ) ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559, วงกลมสีเทา)	51
ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ของการคายน้ำ (E_{Tree}) และค่าการขาดความดันไอน้ำในอากาศ (VPD) ในช่วงฤดูฝน (ดินมีความชื้นสูงในเดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2558, วงกลมดำ) ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559, วงกลมสีเทา)	51
ภาพที่ 31 อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (Estimated ET) และค่าที่ได้ จากการวัดจริง (Actual ET) ระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม 2558	52
ภาพที่ 32 ความสัมพันธ์ของอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (Estimated ET) และค่าที่ได้จากการวัดจริง (Actual ET) ระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม 2558 โดย $r^2 = 0.74$ (P < 0.01) และ RMSE = 8.17	52
ภาพที่ 33 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ	57
ภาพที่ 34 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ.....	57
ภาพที่ 35 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ.....	58
ภาพที่ 36 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ.....	58
ภาพที่ 37 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ.....	60
ภาพที่ 38 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ.....	60

ภาพที่ 39 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณหลักในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	62
ภาพที่ 40 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ.....	62
ภาพที่ 41 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	66
ภาพที่ 42 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	66
ภาพที่ 43 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	68
ภาพที่ 44 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	68
ภาพที่ 45 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	70
ภาพที่ 46 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณหลักในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	70
ภาพที่ 47 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	71
ภาพที่ 48 ลักษณะใบของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ ที่แสดงอาการขาดธาตุสังกะสี.....	71
ภาพที่ 49 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในผลของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	74
ภาพที่ 50 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟอสฟอรัสในผลของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	74
ภาพที่ 51 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในผลของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	75
ภาพที่ 52 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในผลของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	76
ภาพที่ 53 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในผลของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	76
ภาพที่ 54 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณหลักในผลของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกะทรสมบรูณ์ จังหวัชชัยภูมิ	77

(xi)

(XII)

ภาพที่ 84 ปริมาณสังกะสีในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์ฉีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560	108
ภาพที่ 85 การเปลี่ยนแปลงของสีใบและค่าความเขียวใบของส้มโอพันธุ์ฉีสาน	121
ภาพที่ 86 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณไนโตรเจน ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	121
ภาพที่ 87 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณไนโตรเจน ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	122
ภาพที่ 88 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณไนโตรเจน ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	122
ภาพที่ 89 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	123
ภาพที่ 90 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น....	123
ภาพที่ 91 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	124
ภาพที่ 92 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	124
ภาพที่ 93 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	125
ภาพที่ 94 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	125
ภาพที่ 95 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	126
ภาพที่ 96 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ..	126
ภาพที่ 97 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณ คลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	127
ภาพที่ 98 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ฉีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น.....	127

ภาพที่ 99 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น.....	128
ภาพที่ 100 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	128
ภาพที่ 101 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น.....	129
ภาพที่ 102 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น.....	129
ภาพที่ 103 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	130
ภาพที่ 104 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น.....	130
ภาพที่ 105 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์พันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	131
ภาพที่ 106 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	131
ภาพที่ 107 อายุยอดของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน.....	137
ภาพที่ 108 ลักษณะใบและตำแหน่งของใบอ่อนที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ..	137
ภาพที่ 109 ตำแหน่งของข้อที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์มณีอีสาน.....	137
ภาพที่ 110 ลักษณะแคลลัสที่เกิดจากใบอ่อนอาหารสูตร MT ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 2.0 มล/ล เป็นเวลา 2 เดือน	140
ภาพที่ 111 ลักษณะแคลลัสหลังทำการย้ายเปลี่ยนอาหาร	140
ภาพที่ 112 ต้นอ่อนที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์มณีอีสานในอาหารสูตร MT ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร	140
ภาพที่ 113 ยอดที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อในอาหารสูตร MT ที่เติม BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ A) MT ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต B) BA 0.5 mg/l C) BA 1 mg/l D) BA 1.5 mg/l E) BA 2 mg/l F) BA 4 mg/l G) BA 6 mg/l H) BA 8 mg/l.....	148
ภาพที่ 114 ยอดที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อในอาหารสูตร MT ที่เติม BA ร่วมกับ NAA a) BAP 0.5 mg/l + NAA 0.5 mg/l b) BAP 1 mg/l + NAA 0.5 mg/l c) BAP 1.5 mg/l + NAA 0.5 mg/l d) BAP 2 mg/l + NAA 0.5 mg/l e) BAP 4 mg/l + NAA 0.5 mg/l f) BAP 6 mg/l + NAA 0.5 mg/l g) BAP 8 mg/l + NAA 0.5 mg/l.....	148

ภาพที่ 115 ยอดที่เกิดจากการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ได้แก่ a. อาหารสูตร MS ที่เติม BAP 2 mg/l น้ำตาล 30 g, b. อาหารสูตร MS ที่เติม BAP 4 mg/l น้ำตาล 30 g, c. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 2 mg/l น้ำตาล 30 g, d. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 4 mg/l น้ำตาล 30 g, e. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 2 mg/l น้ำตาล 50 g และ f. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 4 mg/l น้ำตาล 50 g.....	149
ภาพที่ 116 ลักษณะการหลุดร่วง การตายของใบและยอด.....	149
ภาพที่ 117 การตอนกิ่ง และการเกิดรากของส้มโอพันธุ์ฉวีมา.....	152
ภาพที่ 118 ลักษณะต้นส้มโอพันธุ์ฉวีมาและส้มโอเนื้อสีแดงสายต้น CY10-105 ที่ปลูกในกระถางพลาสติก.....	154
ภาพที่ 119 กิ่งตอนส้มโอพันธุ์ฉวีมา และ พันธุ์เนื้อสีแดง CY-105.....	154
ภาพที่ 121 การเก็บรักษาความชื้นโดยนำกิ่งเสียบยอดใส่ในถุงพลาสติก.....	158
ภาพที่ 122 ลักษณะการเจริญเติบโตของยอดส้มโอบนต้นตอหลังจากนำออกจากถุงพลาสติก 1 เดือน.....	159
ภาพที่ 123 แผนผังแปลงปลูก.....	159
ภาพที่ 124 สภาพแปลงศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโอเนื้อสีแดงที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอส้มโอ ที่อายุต่าง ๆ กัน.....	160
ภาพที่ 125 สภาพต้นส้มโอเนื้อสีแดงในแปลงทดลอง และการเก็บข้อมูล	160
ภาพที่ 126 ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าส้มทั้ง 5 สายพันธุ์.....	161
ภาพที่ 127 ขนาดของความสูงต้นของต้นกล้าส้มทั้ง 5 สายพันธุ์	162
ภาพที่ 128 ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าส้มทั้ง 5 สายพันธุ์.....	162
ภาพที่ 129 แสดงความสูงต้นของส้มโอพันธุ์ฉวีมาที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน.....	163
ภาพที่ 130 แสดงขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นตอชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน	163
ภาพที่ 131 แสดงขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางยอดพันธุ์ฉวีมาบนต้นตอชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน.....	164
ภาพที่ 132 แสดงจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นของยอดพันธุ์ฉวีมาบนต้นตอชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน.....	164
ภาพที่ 134 ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกส้มโอต้นพ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์	168
ภาพที่ 135 ขั้นตอนการผสมส้มโอ	169
ภาพที่ 136 ละอองเกสร ส้มโอพันธุ์ฉวีมา (CY10-003) เมื่อดอกบานเต็มที่ ผ่านกล้องจุลทรรศน์ 100x (ภาพบน ซ้าย) , 400X (ภาพบน ขวา) และ 1000X (ภาพล่าง).....	170
ภาพที่ 137 ระยะการพัฒนาของดอก ส้มโอพันธุ์ฉวีมา (CY10-003).....	171

ภาพที่ 138 รูปแบบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR-CT21 ที่สามารถจำแนกความแตกต่างของของลูกผสม 1 : มณีอีสาน(แม่). 2: ทับทิมสยาม (พ่อ). 16, 17, 18 ,21, 22 : ลูกผสมส้มโอระหว่างพันธุ์ มณีอีสาน กับ ทับทิมสยาม (Heterozygous) 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 20 : ลูกผสมส้มโอระหว่างพันธุ์ มณีอีสาน กับ ทับทิมสยาม (Homozygous).....	180
ภาพที่ 139 รูปแบบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR-Cit01 ที่สามารถจำแนกความแตกต่างของของลูกผสม 1 : มณีอีสาน. 2 : ทับทิมสยาม. 2-24 : ลูกผสมส้มโอระหว่างพันธุ์ มณีอีสานกับทับทิมสยาม (Heterozygous).	180
ภาพที่ 140 ลักษณะต้นของลูกผสม 1. มณีอีสาน x ทับทิมสยาม 2. มณีอีสาน x ทองดี 3. CY10-105 x มณีอีสาน 4. CY10-105 x ทองดี 5. CY10-105 x ทับทิมสยาม 6. ทองดี x ทับทิมสยาม	181
ภาพที่ 141 ลูกผสม 6 คู่ผสมอายุ 12 เดือน	182

สารบัญภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แผนควบคุมการผลิตระบบการผลิตส้มโอคุณภาพ GAP	219
ตารางผนวกที่ 2 ข้อกำหนดและวิธีปฏิบัติ	233

ส่วนที่ 1

แผนงานหลักด้าน การวิจัย

บทนำ

จังหวัดชัยภูมิ เป็นพื้นที่ผลิตส้มโอที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ที่ บ้านหนองผักหลอด หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ (พิกัด 16° 22' เหนือ 102° 20' ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 210 เมตร) เกษตรกรมีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแท่น ปลูกส้มโอพันธุ์ทองดี ที่มีคุณภาพดี เปลือกไม่หนา เนื้อฉ่ำ รสหวานไม่ซ่า ตรงตามที่ต้องการ และมีคุณภาพดีพอที่จะส่งออกได้มีนายบุญมี นามวงศ์ เป็นประธานกลุ่ม จัดตั้งโรงเรียนปลูกส้มโอขึ้นเพื่อให้เกษตรกรมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เทคนิคในการผลิตส้มโอ กลุ่มเกษตรกรนี้มีสมาชิกจำนวนประมาณ 64 ราย พื้นที่ผลิตประมาณ 370 ไร่ มีประสบการณ์ในการปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อการส่งออก มากกว่า 4 ปีขึ้นไป เกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม ในด้านการใช้ปุ๋ยและสารเคมีเกษตร ผลผลิตที่ได้มาตรฐานการส่งออกจะจำหน่ายให้กับผู้รวบรวมผลผลิตเพื่อการส่งออก ส่วนผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน จะมีการจำหน่ายในพื้นที่ โดยตั้งแผงจำหน่ายเอง และจำหน่ายในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง โดยพ่อค้ารายย่อย หรือเกษตรกรนำผลผลิตออกเร่ขายเอง แม้ว่าเกษตรกรในเขตบ้านหนองผักหลอดมีศักยภาพในการผลิตส้มโอเพื่อการส่งออกแล้วก็ตาม แต่กระบวนการผลิตยังคงมีปัญหาในด้านการใช้เทคโนโลยี และความคุ้มค่า การศึกษาของสังคม และคณะ โครงการการศึกษาสภาพการผลิต และการพัฒนาการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีของเกษตรกรในเขตอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ ในระหว่างเดือนมีนาคม 2550 ถึงเดือนกันยายน 2551 พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในการใช้ปุ๋ยเคมี แปลงปลูกมีปริมาณธาตุอาหารไม่สมดุล และธาตุอาหารบางชนิดอยู่ในระดับที่เป็นพิษ แสดงถึงประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยต่ำ นอกจากนี้ พฤติกรรมการใช้สารเคมีเกษตร โดยเฉพาะสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชอย่างไม่เหมาะสม ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงโดยไม่จำเป็น ประกอบกับเทคโนโลยีการผลิตที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยไม่ได้อิงข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการในด้านการควบคุมทรงต้น ทำให้ต้นส้มโอในพื้นที่อำเภอบ้านแท่น มีลักษณะทรงพุ่มต้นสูง ส่งผลถึงประสิทธิภาพของการให้ผลผลิตและประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ย เกษตรกรในพื้นที่อำเภอบ้านแท่นนี้ จึงต้องมีการพัฒนาการผลิตในด้านเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีเกษตร ตลอดจนการเกษตรกรรมที่ดี (Good Pummelo Production) เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี โดยใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างถูกต้องและคุ้มค่า ส่งผลถึงผลตอบแทนสุทธิของเกษตรกร (net income) ที่สูงขึ้น

ในปัจจุบันส้มโอพันธุ์ทองดีที่ผลิตจากอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ สามารถผลิตขายได้ทั้งตลาดภายในประเทศและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม ตลาดภายในประเทศผู้บริโภคยังไม่ทราบถึงแหล่งที่มาที่แท้จริง และคุณลักษณะเด่นของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ผลิตจากอำเภอบ้านแท่น ซึ่งผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่เข้าใจว่า เป็นส้มโอผลิตจากแถบภาคกลาง โดยเฉพาะในเขตอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ส่วนตลาดต่างประเทศ พ่อค้าผู้รวบรวมเพื่อส่งออก จะรับซื้อผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีจากอำเภอบ้านแท่น เพื่อไปขดเขย ในช่วงที่ส้มโอพันธุ์ทองดีจากนครปฐม มีปริมาณไม่เพียงพอ และระบุว่าเป็นส้มโอพันธุ์ทองดีจากนครปฐม ทั้งนี้เบญจมาศ และคณะ (2551) พบว่าสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อกรดที่ไตเตรทได้ (total soluble solid/titratable acidity; TSS/TA) ของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ผลิตได้จากพื้นที่นี้มีค่าสูงถึง 12 โดยทั่วไปแล้ว ส้มโอที่รสชาติดีควรมีอัตราส่วน TSS/TA ประมาณ 10 ขึ้นไป ดังนั้นส้มโอทองดีที่ผลิตในเขตอำเภอบ้านแท่น น่าจะมีศักยภาพที่สามารถใช้ชื่อพื้นที่ในการบอกแหล่งที่มา มีอัตลักษณ์ที่โดดเด่นเฉพาะตัว และมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อให้เป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ

จากการสำรวจส้มโอพื้นเมืองของจังหวัดชัยภูมิ พบว่า พื้นที่บ้านบุงสิบลี อำเภอเกษตรสมบูรณ์ มีส้มโอพื้นเมือง ที่มีเนื้อผลสีแดงเข้มสะดุดตา ผลยิ่งสุก (เปลือกผลเป็นสีเหลืองทอง) เนื้อผลยิ่งมีสีแดงสะดุดตา

มากขึ้น มีรสชาติดี แม้จะไม่ได้ใช้ปุ๋ยเคมี มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ คล้ายกลิ่นผลท้อ (peach) มีเมล็ดมาก ตัวกิ่ง ร่วนมีอายุการเก็บเกี่ยวผลต่ำกว่าพันธุ์ทองดี ประมาณ 15 วัน โดยมีช่วงเวลาออกดอกใกล้เคียงกัน (ในช่วง เดือนมกราคม) และเทคโนโลยีการผลิตที่มีการใช้สารเคมีน้อย มีการจัดการน้อย ประกอบกับแหล่งผลิต อยู่ บริเวณต้นน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ (เขื่อนน้ำพรม) จัดเป็นจุดเด่นในด้านการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (environmental friendly) เหมาะต่อการส่งเสริมและสนับสนุนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ (ecological tourism) แต่อย่างไรก็ตาม กระบวนการผลิตส้มโอของเกษตรกรในพื้นที่นี้ ยังต้องการ การพัฒนากระบวนการผลิต (production improvement) ไปในทิศทางที่เหมาะสมกับแนวทางของเกษตรเชิง นิเวศ เพื่อให้ เป็นอัตลักษณ์ ของพื้นที่ และพัฒนาพันธุ์พื้นเมืองในด้านสายพันธุ์ (cultivar improvement) เพื่อให้เป็นสายพันธุ์อัตลักษณ์ (Identity) ของจังหวัดชัยภูมิ เช่นเดียวกับพันธุ์ทองดี อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พันธุ์ขาวใหญ่ อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น พันธุ์ขาวแตงกวา จังหวัดชัยนาท และ พันธุ์ทับทิมสยาม อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา

องค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตส้มโอคุณภาพดีพันธุ์ทองดี ที่สังเคราะห์จาก โครงการ การศึกษา สถานภาพการผลิต และการพัฒนาการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของเกษตรกรในเขตอำเภอบ้านแท่น จังหวัด ชัยภูมิ (เดือนกุมภาพันธ์ 2550 ถึงเดือน กันยายน 2551) และ จาก โครงการการพัฒนาต้นแบบการผลิตส้ม โอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่นเป็นกรณีศึกษาและการพัฒนาศักยภาพ ส้มโอเนื้อสีแดงเพื่อเป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ (เดือนกันยายน 2552 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2554) ซึ่ง คณะนักวิจัยได้กลับไปเยี่ยมเยียนเกษตรกรที่อยู่ในโครงการวิจัยเป็นระยะ ๆ และพบว่าเกษตรกรมีการประยุกต์ เอาเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักวิจัย และจากการสังเกตการปฏิบัติการ วิจัย ไปประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมตามสภาพของเกษตรกร อาทิ รูปแบบการตัดแต่งกิ่ง แบบควบคุมความ สูง การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างเหมาะสม เป็นต้น

จากความสำเร็จในการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีของอำเภอบ้านแท่นและการยอมรับเทคโนโลยีการผลิต ของเกษตรกร ทำให้เกิดแนวความคิดในการศึกษาอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ โดย โครงการ ระบบการผลิตส้ม โอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิมีแนวคิดในการดำเนินโครงการ 2 ประเด็นหลักคือ การพัฒนา ส้มโอพันธุ์อัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ (ส้มโอพันธุ์ทองดีและส้มโอเนื้อสีแดง) และ ระบบการผลิตส้มโอเนื้อสี แดงคุณภาพดี โดยมีแผนงานหลัก ประกอบด้วย

โครงการการสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น

โครงการพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอกเกษตรสมบูรณ์เพื่อ สร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ

โครงการการพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาส้มโอพันธุ์ทองดีของอำเภอบ้านแท่น และส้มโอเนื้อสีแดง ของอำเภอกเกษตรสมบูรณ์ เป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและการให้บริการวิชาการการผลิตส้มโอคุณภาพดี สู่เกษตรกร
3. เพื่อพัฒนาบุคลากรด้านการวิจัย

ตรวจเอกสาร

ส้มโอเป็นไม้ผลเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีรสชาติดีและเป็นที่นิยมบริโภคของคนทั่วไป มีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ นำเงินตราเข้าประเทศได้ปีละหลายสิบล้านบาท ระหว่างปี 2550 - 2557 มีปริมาณการส่งออกปีละมากกว่า 10,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าปีละประมาณ 100 - 230 ล้านบาท ปริมาณการส่งออกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม กรกฎาคม มิถุนายน และกันยายน ตามลำดับ (ตารางที่ 1, 2) ประเทศผู้นำเข้ามีประมาณ 20 ประเทศ ที่สำคัญ ได้แก่ ฮองกง จีน สิงคโปร์ แคนาดา ลาว และเนเธอร์แลนด์ (www.customs.go.th HS Code 08054000001)

ตารางที่ 1 สถิติการส่งออกส้มโอ ระหว่างปี 2550 - 2557

Export Year	No. of Import Countries	Quantity (KGM)	FOB Value (Baht)
2007	27	10,050,906	119,208,816
2008	25	11,217,789	109,218,666
2009	19	11,149,644	115,380,074
2010	20	12,149,126	129,464,307
2011	14	13,303,092	136,927,849
2012	20	13,367,730	137,014,642
2013	22	14,338,004	226,534,497
2014	22	12,522,694	227,877,667

ที่มา : <http://www.customs.go.th/wps/wcm/jsp/home/index.jsp> HS CODE : 0805.4000.001

ตารางที่ 2 สถิติการส่งออกส้มโอ รายเดือน ระหว่างปี 2555 - 2557

2014				2013			2012		
Export Month	No. of Import Countries	Quantity (KGM)	FOB Value(Baht)	No. of Import Countries	Quantity (KGM)	FOB Value(Baht)	No. of Import Countries	Quantity (KGM)	FOB Value(Baht)
Jan	9	668,241	10,930,375	9	496,704	6,749,263	6	359,169	4,104,535
Feb	6	462,475	8,803,163	7	754,870	8,426,960	6	358,887	4,414,317
Mar	8	676,187	11,833,561	8	1,468,942	16,400,871	5	552,852	6,788,039
Apr	7	919,250	15,229,690	6	973,215	10,875,083	7	358,332	4,840,563
May	11	729,024	11,972,273	6	711,400	8,375,949	5	459,029	7,641,030
Jun	8	832,361	12,447,703	8	1,202,181	16,210,682	8	1,345,509	16,881,662
Jul	10	1,511,713	27,430,189	10	1,287,225	23,372,212	12	2,412,066	23,879,112
Aug	10	3,448,254	70,215,768	9	2,897,969	53,604,229	11	2,443,085	22,910,569
Sep	8	996,720	22,075,190	9	2,010,579	34,494,412	9	2,903,523	26,913,005
Oct	7	1,313,462	16,249,103	8	1,078,180	18,148,022	6	674,150	5,564,913
Nov	9	512,088	10,051,917	10	973,971	17,438,812	6	959,047	7,651,754
Dec	6	452,919	10,638,735	6	482,768	12,438,002	7	542,081	5,425,143

ที่มา : <http://www.customs.go.th/wps/wcm/jsp/home/index.jsp> HS CODE : 0805.4000.001

ส้มโอเป็นผลไม้ที่มีอายุทางการตลาดค่อนข้างยาว สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าและทนทานต่อการขนส่งได้ดีกว่าผลไม้ชนิดอื่น นอกจากนี้ ส้มโอยังจัดว่าเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Functional

fruits) โดยเฉพาะส้มโอพันธุ์ทองดี ที่มีเนื้อสีชมพูอ่อน ถึง สีแดง เนื่องจากมีรงควัตถุสีแดงกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ (Carotenoids) พวกรูบิโน (Anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของไขมันแอลดีแอล (LDL) และยังทำให้เซลล์บุผนังหลอดเลือดมีความอ่อนนุ่ม ช่วยชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตัน ในหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัวได้

ส้มโอสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย พื้นที่ปลูกส้มโอเดิมอยู่ในเขตจังหวัดทางภาคตะวันตก เช่น นนทบุรี นครปฐม เป็นต้น แต่มีชื่อเสียงมากอยู่ที่จังหวัดนครปฐม โดยเฉพาะอำเภอสามพราน ปัจจุบันพื้นที่ปลูกส้มโอได้กระจายอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศโดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ นครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี ชัยนาท พิจิตร ปราจีนบุรี นครนายก ตราด ชุมพร สงขลา เป็นต้น

จังหวัดชัยภูมิ เป็นพื้นที่ผลิตส้มโอที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ในเขตอำเภอเกษตรสมบูรณ์ และอำเภอบ้านแท่น โดยเฉพาะที่บ้านหนองผักหลอด ตำบลบ้านแท่น ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง ทางทิศใต้ (ระดับความสูง 210 เมตร) ลาดต่ำลงสู่ทางทิศเหนือของตำบล (ระดับความสูง 200 เมตร) ให้สภาพทางทิศใต้และทิศเหนือแตกต่างกันไม่มากนัก ลักษณะภูมิอากาศแบ่งออกได้ 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือน เมษายน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 40 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม โดยมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในเดือนกันยายน และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ๆ ละ 264 มิลลิเมตร ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 14 องศาเซลเซียส ในเดือนธันวาคม

สภาพดินของบ้านหนองผักหลอด ตำบลบ้านแท่น มีลักษณะดินเป็น ชุดดิน หน่วยที่ 18 (<http://giswebldd.ddd.go.th/viewer.cfm>) ซึ่งเป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายส่วนดินล่างเป็นดินร่วนปนทราย มีสีเทา พบจุดประสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดงปะปน มีการระบายน้ำที่เร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ถึงปานกลาง เนื้อดินบนค่อนข้างเป็นทราย พืชมีโอกาสเสี่ยงต่อการขาดน้ำ (<http://giswebldd.ddd.go.th/modified/tableFrame.htm>) ในขณะที่เขตตำบลอื่นของอำเภอบ้านแท่น มีลักษณะดินเป็น ชุดดิน หน่วยแผนที่ 55/55b (<http://giswebldd.ddd.go.th/viewer.cfm>) เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว บางแห่งในชั้นดินมีก้อนปูนและเศษหินปะปนอยู่ด้วย สีดินเป็นสีน้ำตาล หรือสีแดง มีหินตะกอนเนื้อละเอียดที่มีปูนปน ดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำที่ดีถึงดีปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ดีตามธรรมชาติปานกลาง ดินมีโครงสร้างแน่นที่บยากต่อการซึมน้ำของรากพืช มักเกิดดินดาน หากไถพรวนในระยะที่ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ในพื้นที่ตำบลบ้านแท่น มีปัญหาแหล่งน้ำมีไม่เพียงพอในช่วงฤดูแล้ง และฝนทิ้งช่วง มิถุนายน – กรกฎาคม

เดิมเกษตรกรบ้านหนองผักหลอดส่วนมากยึดอาชีพทำนาเป็นหลัก จนกระทั่งคุณ บุญมี นามวงศ์ ได้นำพันธุ์ส้มโอมาลปลูกเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2530 บนเนื้อที่ทั้งหมด 30 กว่าไร่ ในช่วง 4 – 5 ปีแรก ผลผลิตก็ยังไม่ดีเท่าที่ควร ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จนกระทั่ง เข้าปีที่ 7 – 8 จึงเริ่มได้ผลผลิตมากขึ้น สร้างรายได้ให้กับครอบครัวจนเป็นที่น่าพอใจ และปีต่อ ๆ มา ได้ผลผลิตมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงทุกวันนี้

คุณบุญมี เล่าว่าช่วงแรกที่น่าส้มโอมาลปลูกก็เจอกับปัญหามากมาย ทั้งโรค และเชื้อรา ต่าง ๆ จนท้อใจต้องใช้ความอดทนเป็นอย่างมาก เพราะส้มโอเป็นพืชที่ให้ผลผลิตช้า ต้องใช้เวลาอย่างต่ำ 4 – 5 ปี จึงจะได้เก็บเกี่ยวผลผลิต แต่ถึงยังงี้ก็ต้องทำต่อ เพราะว่าได้ลงทุนกับสวนส้มโอไปเป็นเงินมากพอสมควร จนเข้าปีที่ 6 – 7 จึงเริ่มได้ผลผลิตมากขึ้น จนทางครอบครัวคุณบุญมี ได้แบ่งสวนส้มให้กับพี่น้องทุกคนดูแลกันเอง คุณบุญมีก็เริ่มพัฒนาสวนอย่างเต็มที่ มีการพัฒนาเพาะชำกิ่งพันธุ์ไว้จำหน่ายและจัดตั้งโรงเรียนเกษตรกรกลุ่มผู้ปลูกส้มโอ

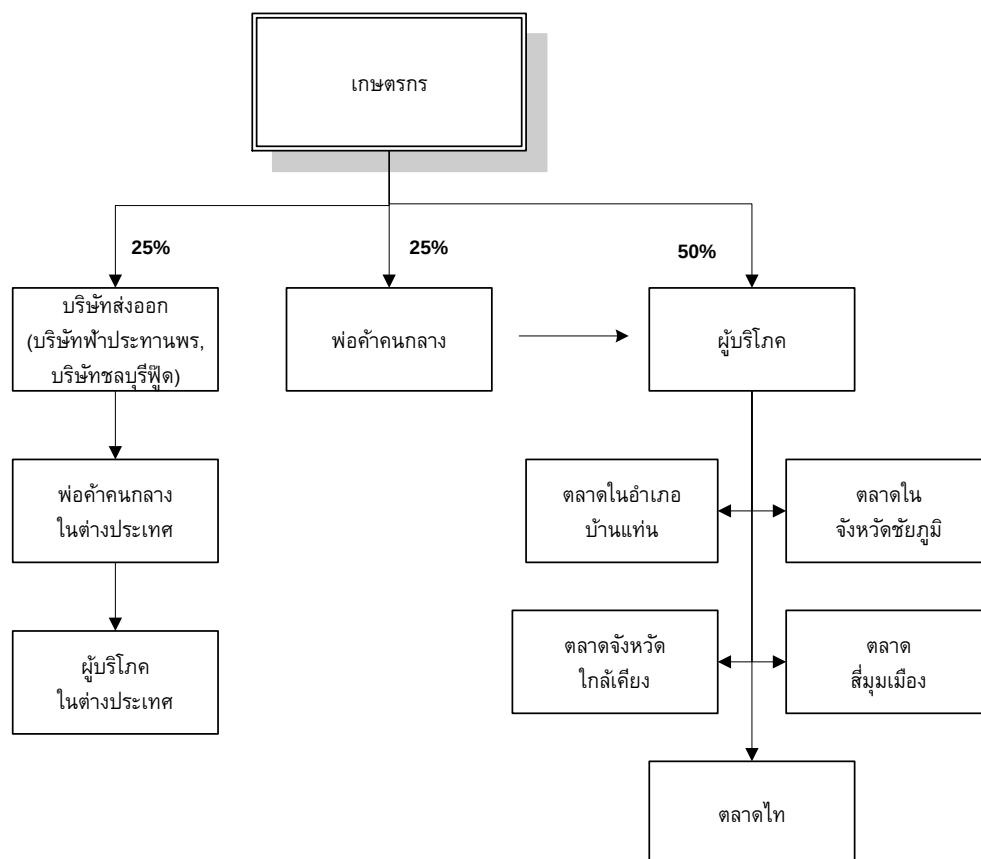
หลังจากที่สวนส้มโอของคุณบุญมี และญาติเริ่มประสบความสำเร็จ ทำให้เกษตรกรในหมู่บ้านเริ่มหันมาปลูกส้มโอกันมากขึ้น โดยนำกิ่งพันธุ์จากสวนของคุณบุญมีที่เพาะชำไว้ไปจำหน่าย ไปปลูก มีพันธุ์ทองดี ขาวพวง ขาวแป้น ขาวน้ำผึ้ง และได้ศึกษาเรียนรู้ขั้นตอนการบำรุงรักษา จากโรงเรียนเกษตรกรกลุ่มผู้ปลูกส้มโอที่สวนของคุณบุญมี โดยมีเจ้าหน้าที่จากสำนักงานเกษตร อ. บ้านแท่น มาให้คำปรึกษา แนะนำขั้นตอนในการปลูกและบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี

กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแท่นส่วนใหญ่ (กว่าร้อยละ 84) นิยมปลูกพันธุ์ทองดี ส้มโอพันธุ์ทองดีของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแท่น มีลักษณะโดดเด่น คือ มีคุณภาพดี เปลือกไม่หนา เนื้อฉ่ำ รสหวานไม่ซ่า ตรงตามที่ต้องการ จนมีพ่อค้ารับซื้อบางรายนำส้มโอทองดีของบ้านแท่นไปจำหน่ายในนามของส้มโอทองดีนครปฐม

ในปี 2548 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแท่น มีพื้นที่ปลูกเฉลี่ยรายละ 7 ไร่ (สังคม และคณะ 2552) สร้างผลผลิตส้มโอได้ เฉลี่ยสวนละ 13,892.50 ผล รายได้เฉลี่ยครัวเรือนละ 179,865.63 บาท สวนที่มีพื้นที่ปลูกมาก (23 ไร่) ให้ผลผลิตสูงสุดถึง 27,200 ผล สร้างรายได้ถึง 475,000 บาท ส่วนในปี 2549 มีการจำหน่ายส้มโอพันธุ์ทองดีให้แก่บริษัทผู้ส่งออกถึง 500,000-600,000 ผล ในราคาผลละ 22 บาท หรือคิดเป็นเงินประมาณ 11 – 13 ล้านบาท (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ นายบุญมี นามวงศ์, 11 ธันวาคม 2549) โดยบริษัทผู้ส่งออก (บริษัท ฟ้าประทานพร และ บริษัท ชลบุรีฟู้ดส์) จะรับซื้อผลส้มโอที่มีขนาดเส้นรอบวง 17 ½ นิ้ว และผิวไม่มีรอยตำหนิ หรือร่องรอยจากการทำลายของโรคแมลง ส่วนผลส้มโอทองดีที่ไม่ได้คุณภาพตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ อาทิ ผลเล็กหรือผลใหญ่เกินไป ผลที่ผิวมีตำหนิ และผลส้มโอพันธุ์อื่น ๆ เกษตรกรจะจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลางหรือจำหน่ายเองในตลาดท้องถิ่น และในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาจประเมินได้ว่า เฉพาะปี 2549 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านหนองผึกหลอด มีการผลิตส้มโอถึงมากกว่า 2 ล้านผล (80%เป็นพันธุ์ทองดี ส่งออก 25% เป็นจำนวน 500,000 ผล) สร้างรายได้ให้เกษตรกรไม่น้อยกว่า 20 ล้านบาท ช่องทางการจำหน่ายผลส้มโอของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอบ้านแท่น มี 3 ช่องทาง ดังภาพที่ 1

ธนาภรณ์ อธิปัญญากุล และสุรัชย์ จันทร์จรัส (2557) ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนทุนวิจัย จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้รายงานผลการวิจัย โครงการวิจัยเรื่อง ระบบการผลิตและการตลาดส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของไทย ไว้ว่า ในปี 2556 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนมีพื้นที่เพาะปลูกส้มโอ 10 จังหวัด เป็นพื้นที่ 3,372.5 ไร่ ให้ผลแล้วร้อยละ 82.56 โดยจังหวัดชัยภูมิ มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด คือ ร้อยละ 42.96 ของพื้นที่ปลูกส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยให้ผลผลิตฤดูหลัก (ส้มปี) สู่ตลาดในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน และผลผลิตฤดูรอง (ส้มทวาย) ในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน เดือนมกราคม และเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม เกษตรกรมีการดูแล ตัดแต่งกิ่ง กำจัดศัตรูพืชและวัชพืช การใช้ปุ๋ย และการให้ฮอร์โมนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี พันธุ์ที่ปลูกมากที่สุดคือพันธุ์ทองดี มีการปลูกแบบยกร่องและไม่ยกร่อง โดยในพื้นที่อำเภอบ้านแท่น มีเกษตรกรที่เพาะปลูกส้มโอ จำนวน 63 ครัวเรือน มีพื้นที่เฉลี่ย 5 – 6.5 ไร่ มีราคาขายเฉลี่ย 24.60 บาทต่อผล และ 20.50 บาทต่อกิโลกรัม และในพื้นที่อำเภอเกษตรสมบูรณ์ มีเกษตรกรที่เพาะปลูกส้มโอ จำนวน 77 ครัวเรือน มีพื้นที่เฉลี่ย 3 – 4 ไร่ มีราคาขายเฉลี่ย 14.89 บาทต่อผล และ 12.41 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรพื้นที่อำเภอบ้านแท่น ได้ผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีเฉลี่ยในปีที่ 4 เท่ากับ 977.78 ผล มีรายได้เท่ากับ 24,053.39 บาทต่อไร่ เป็นรายได้สุทธิเท่ากับ 12,427.55 บาทต่อไร่ ส่วนเกษตรกรพื้นที่อำเภอเกษตรสมบูรณ์ ได้ผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีเฉลี่ยในปีที่ 4 เท่ากับ 916.67 ผล มีรายได้เท่ากับ 13,649.22 บาทต่อไร่ เป็นรายได้สุทธิเท่ากับ 3,964.96 บาทต่อไร่ ซึ่งเกษตรกรมีความพึงพอใจในอาชีพ เพราะมีความง่ายและความราบรื่นในการผลิต สามารถทำได้โดยอาศัยแรงงานในครัวเรือน ดูแลง่าย ไม่

มีขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยาก ในด้านการจำหน่ายส่วนใหญ่มีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อที่สวน อย่างไรก็ตาม แต่เกษตรกรยังคงมีปัญหาด้านโรคและแมลงศัตรูพืช ปัญหาความแปรปรวนจากดินฟ้าอากาศทำให้ผลผลิตเสียหาย ปัญหาต้นทุนการผลิตสูง ปัญหาด้านราคาผลผลิตตกต่ำ เพราะถูกพ่อค้าคนกลางเอารัดเอาเปรียบจากสาเหตุผลผลิตยังไม่ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการหรืออาจมีผลผลิตออกมาพร้อมๆกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอบ้านแท่น ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทางการเกษตรกลุ่มที่มีการห้ามใช้ ซึ่งทำให้ผลผลิตที่ได้ ยังไม่ตรงตามการจัดการการผลิตที่ดีและเหมาะสม (GAP) (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) และควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่ช่วยประหยัดต้นทุนการผลิต



ภาพที่ 1 รูปแบบการจำหน่ายผลส้มโอของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ อ. บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ
ที่มา : สังคม และคณะ. 2552.

อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่น ได้รับการรับรองการผลิตตามมาตรฐาน GAP มาตั้งแต่ก่อนปี 2551 โดย กรมส่งเสริมการเกษตรได้มีการส่งเสริมเทคโนโลยีการจัดการการผลิตที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practices: GAP) ให้แก่กลุ่มเกษตรกร (อ้างโดย มัลลิกา จินดาจำนงและสุภาภรณ์ พวงชมพู. 2552.) ทั้งนี้ ข้อมูลด้าน GAP ส้มโอ ของอำเภอบ้านแท่น สืบค้นเมื่อวันที่ 26 มกราคม 2559 ได้ข้อมูล ดังตารางที่ 3

ปัจจุบันมีการปลูกส้มโอในเขตอำเภอบ้านแท่นเพิ่มขึ้นทุกปี ส่วนมากจะปลูกกันในพื้นที่ ต. บ้านแท่น และ ต.สามสวน เกษตรกรได้มีการพัฒนา การบำรุง ดูแลรักษา เพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับสวนส้มของตนเอง โดยมี

โรงเรียนเกษตรกรของกลุ่มผู้ปลูกส้มโอ ที่สวนส้มโอของคุณบุญมี เป็นที่ให้เกษตรกรได้เรียนรู้ ขั้นตอนและปัญหาในการปลูก การบำรุงรักษา สวนส้มอย่างถูกวิธี เพื่อที่จะได้เพิ่มผลผลิตให้กับสวนส้มของตนเอง

ส้มโอบ้านหนองผักหลอดได้รับการส่งเสริมให้เป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ระดับ 4 ดาว ของจังหวัดชัยภูมิ และมีการผลักดันให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอีกด้วย เพราะส้มโอที่นี่ มีรสชาติดีจนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพราะมีลักษณะโดดเด่น คือ มีคุณภาพดี เปลือกไม่หนา เนื้อฉ่ำ รสหวานไม่ซ่า ตรงตามที่ต้องการ จนมีพ่อค้ารับซื้อบางรายนำส้มโอของบ้านแห่งนี้ไปจำหน่ายในนามของส้มโอทองดีนครปฐม

แม้ว่าเกษตรกรผู้ปลูกส้มโออำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ จะมีความสามารถในการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี จนมีคุณภาพที่สามารถส่งออกได้ หรือตรงตามข้อกำหนดของบริษัทผู้รับซื้อเพื่อส่งออกก็ตาม แต่เกษตรกรก็ยังคงมีปัญหาในด้านการใช้ปุ๋ย ปัญหาด้านคุณภาพของส้มโอ และปัญหาด้านการตลาด โดยเฉพาะสารเคมี ซึ่งมีราคาแพง ผลิตผลมีตำหนิ ทำให้ด้อยคุณภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรได้รับการฝึกอบรมทางด้านวิชาการน้อย และเกษตรกรใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เรียนรู้จากเพื่อนบ้าน เทคโนโลยีที่เคยทำมาในอดีต และจากการแนะนำของผู้ค้าสารเคมีเกษตร โดยไม่มีการตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ก่อน ปัญหาด้านการตลาด ซึ่งเกษตรกรไม่สามารถกำหนดราคาของผลิตผลได้ อาจเป็นผลจากการที่เกษตรกรมีปฏิทินการกักน้ำให้น้ำและเปิดตาดอกพร้อม ๆ กัน (พฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม) จึงส่งผลให้มีผลผลิตประดังกันออกสู่ตลาดในเวลาเดียวกัน (สิงหาคม) จึงเป็นเงื่อนไขให้บริษัทผู้รับซื้อ หรือพ่อค้าคนกลาง ใช้เป็นข้ออ้างในการกดราคาหรือกำหนดปริมาณการรับซื้อ เบญจมาศ และคณะ (2551) พบว่าสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อกรดที่ไตเตรทได้ (total soluble solid/titratable acidity; TSS/TA) ของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ผลิตได้จากพื้นที่นี้มีค่าสูงถึง 12 โดยทั่วไปแล้ว ส้มโอที่รสชาติดีควรมีอัตราส่วน TSS/TA ประมาณ 10 ขึ้นไป

จากข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีของพื้นที่ ร่วมกับเทคโนโลยีการจัดการสวนอาจสรุปได้ว่าปัจจัยเกื้อหนุนที่ทำให้ส้มโอของกลุ่มเกษตรกรบ้านหนองผักหลอด หมู่ 9 ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ มีคุณภาพดีได้แก่ เทคโนโลยีการผลิต จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำตามอย่างกัน โดยเฉพาะการใช้สารเคมีเกษตรและปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ การที่สวนส้มโอในพื้นที่นี้มีแหล่งน้ำของตนเอง และมีความสะดวกในเรื่องชลประทาน เพราะมีแหล่งน้ำและคลองชลประทานอยู่บริเวณใกล้เคียง ทำให้เกษตรกรสามารถจัดการในเรื่องน้ำได้ เกษตรกรมีวิธีการตัดแต่งที่ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี แต่อาจประสบปัญหาในอนาคตเนื่องจากต้นส้มโอมีความสูงมากขึ้น ซึ่งจะทำให้จัดการยากขึ้น เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องการใช้สารเคมีเกษตร จึงทำให้มีต้นทุนการผลิตที่เกินจำเป็น นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยเคมีตามวิธีการปฏิบัติเดิม ส่งผลให้เกิดภาวะความไม่สมดุลของธาตุอาหารของต้นส้มโอ และส่งผลถึงผลผลิต

จากการสำรวจส้มโอพื้นเมืองของจังหวัดชัยภูมิ พบว่า พื้นที่บ้านบึงสับสี อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ มีส้มโอพื้นเมือง ที่มีเนื้อผลสีแดงเข้มสะดุดตา ผลยิ่งสุก (เปลือกผลเป็นสีเหลืองทอง) เนื้อผลยิ่งมีสีแดงสะดุดตามากขึ้น มีรสชาติดี แม้จะไม่ได้ใช้ปุ๋ยเคมี มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ คล้ายกลิ่นผลท้อ (peach) มีเมล็ดมาก ตัวกิ่งร่วนมีอายุการเก็บเกี่ยวผลต่ำกว่าพันธุ์ทองดี ประมาณ 15 วัน โดยมีช่วงเวลาออกดอกใกล้เคียงกัน (ในช่วงเดือนมกราคม) และเทคโนโลยีการผลิตที่มีการใช้สารเคมีน้อย มีการจัดการน้อย ประกอบกับแหล่งผลิต อยู่บริเวณต้นน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ (เขื่อนน้ำพรม) จัดเป็นจุดเด่นในด้านการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม(environmental friendly) เหมาะต่อการส่งเสริมและสนับสนุนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (ecological tourism) แต่อย่างไรก็ตาม กระบวนการผลิตส้มโอของเกษตรกรในพื้นที่นี้ ยังต้องการ การพัฒนากระบวนการผลิต (production improvement) ไปในทิศทางที่เหมาะสมกับแนวทางของเกษตรเชิงนิเวศ เพื่อให้ เป็นอัตลักษณ์ของพื้นที่ และพัฒนาพันธุ์พื้นเมืองในด้านสายพันธุ์ (cultivar improvement) เพื่อให้เป็นสายพันธุ์อัตลักษณ์

(Identity) ของจังหวัดชัยภูมิ เช่นเดียวกับพันธุ์ทองดี อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พันธุ์ขาวใหญ่ อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น พันธุ์ขาวแตงกวา จังหวัดชัยนาท และพันธุ์ทับทิมสยาม อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

จากการเก็บสำรวจข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ส้มโอสายพันธุ์เนื้อสีแดงมีการปลูกอย่างกระจัดกระจายในสวนส้มโอของเกษตรกร แปลงละ 1-2 ต้น โดยแปลงปลูกมักมีลักษณะการปลูกแบบมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตน้อย ต้นมีอายุมากและทรงต้นสูง เช่น ในแปลงของ นายว้าย อาจสามารถ, นายสมพงษ์ อาจสามารถ (บุตรนายว้าย) และนายบัณฑิต นพบำรุง พบส้มโอสายพันธุ์เนื้อสีแดง ที่มีลักษณะทรงผล ลักษณะใบ แตกต่างกัน แต่ไม่ทราบประวัติที่มาของพันธุ์ แปลงละอย่างน้อย 1 ต้น ส่วนแปลงของนายเสมียน นราพล มีการเก็บรวบรวมสายพันธุ์เนื้อสีแดงไว้อย่างน้อย 3 สายพันธุ์ ซึ่งนายเสมียนฯ ให้รายละเอียดดังนี้

สายพันธุ์ที่ 1 เป็นสายพันธุ์ที่ได้มาจากการเพาะเมล็ด ปลูกมาตั้งแต่ปี 2528 สายพันธุ์นี้ให้ผลที่มีคุณภาพดีที่สุด มีจำนวน 1 ต้น ตั้งชื่อลำลองว่า แดงผลเล็ก

สายพันธุ์ที่ 2 เป็นสายพันธุ์ที่ได้มาจากการเพาะเมล็ดของนายวัง โสภกุลเถาะ ซึ่งเป็นเพื่อนบ้าน ต้นเดิมปลูกมาตั้งแต่ประมาณปี 2517-18 ปัจจุบันต้นเดิมตายไปแล้ว แต่นายเสมียนได้นำสายพันธุ์นี้มาเปลี่ยนยอดให้กับต้นส้มโอในแปลงของตน มาตั้งแต่ประมาณปี 2540 ถึง 2543 ปัจจุบันนายเสมียนมีส้มโอสายพันธุ์นี้จำนวน 3 ต้นที่ให้ผลผลิตแล้ว และมีต้นที่ยังไม่ให้ผลผลิตอีกประมาณ 30 ต้น คาดว่าจะสามารถให้ผลผลิตได้ในอีก 2-3 ปีข้างหน้าแต่เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลักษณะผลจากสายพันธุ์ที่ 1 ทั้ง ๆ ที่มีลักษณะของใบ แตกต่างกัน จึงตั้งชื่อลำลองว่า แดงผลเล็กเช่นเดียวกับจากสายพันธุ์ที่ 1

สายพันธุ์ที่ 3 เป็นสายพันธุ์ที่เกษตรกรได้รับแจกพันธุ์จากสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร (ส.ส. วัฒนา แก้วศิริ) ตามโครงการแจกพันธุ์ไม้ของ ส.ส. เมื่อประมาณปี 2539-40 โดยพันธุ์ส้มโอที่ได้รับบางต้นมีการกลายพันธุ์หรือเป็นพันธุ์อื่นปะปนมา ซึ่งนายเสมียน มีอยู่ 3-4 ต้น ตั้งชื่อลำลองว่า แดงผลใหญ่

เกษตรกรในพื้นที่บ้านบึงสิบสี่นี้ มีการผลิตผลไม้แบบใช้เทคโนโลยีน้อย หลายสวนมีลักษณะเป็นแบบสวนผสม มีการปลูกไม้ผลหลายชนิด ซึ่งอาจอยู่ปะปนกันหรือแยกเป็นแปลงจากกัน ส้มโอที่ปลูกอาจมีหลายพันธุ์ ทั้งพันธุ์ทองดี พันธุ์ขาวแตงกวา ตลอดจนต้นที่ได้มาจากการเพาะเมล็ดในสวนเดียวกัน ต้นส้มโอที่มีอายุมากหรือเป็นสวนเก่า มักไม่มีการควบคุมทรงต้นและระยะปลูก ปล่อยให้ต้นสูงตามธรรมชาติ ระยะปลูกแคบสวนรุ่มครึ้ม เกิดการบังแสงกัน ต้นส้มโอมีการติดผลน้อย กิ่งที่ติดผลมักอยู่สูง ไม่สะดวกต่อการจัดการ ผลส้มโอมีขนาดไม่สม่ำเสมอและทรงผลผิดปกติ บิดเบี้ยวเนื่องจากการผสมเกสรไม่ดี ผลร่วงก่อนเก็บเกี่ยว ทั้งเนื่องจากการผสมเกสรไม่ดี (ตาแดง) และเนื่องจากการทำลายของแมลง (หนอนเจาะผล, แมลงวันผลไม้) เกษตรกรไม่เก็บทำลายผลที่ร่วง ปล่อยให้เน่าอยู่บริเวณโคนต้น เป็นแหล่งเพาะหรือที่อยู่ของแมลงศัตรูที่เข้าทำลาย

อย่างไรก็ตาม เกษตรกรบางรายเริ่มมีการนำเทคโนโลยีการผลิตส้มโอไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพทางเศรษฐกิจของตน เช่น เกษตรกรรายนายเสมียน นราพล มีการสร้างสวนใหม่ ซึ่งมีอายุสวนประมาณ 3-5 ปี (ทยอยปลูก) มีการปลูกส้มโอหลายพันธุ์ ทั้งพันธุ์การค้า (ทองดี ขาวแตงกวา) และพันธุ์พื้นเมืองที่มีเนื้อสีแดง จัดระยะปลูกเป็น 6x7 เมตร ปลูกโดยใช้ต้นต่อส้มโอที่ได้จากการเพาะเมล็ด และเปลี่ยนยอดพันธุ์แบบ patch ที่ระดับความสูงมากกว่า 50 ซม เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาโรครากเน่าโคนเน่า มีการตัดแต่งกิ่ง แต่ไม่ได้ควบคุมความสูงของต้นหรือตัดแต่งเพื่อจัดทรงพุ่ม มีการให้น้ำสม่ำเสมอ โดยสูบน้ำจากเขื่อนจุฬาภรณ์ (น้ำพรหม) รดต้นส้มโองาน้ำนอง และควบคุมการออกดอกด้วยการกักน้ำ โดยหลังให้น้ำเต็มที่ในเดือนพฤศจิกายน จะมีการกักน้ำในเดือนธันวาคม ประมาณ 2-3 สัปดาห์ และให้น้ำเมื่อยอดแสดงอาการเหี่ยว ส้มโอจะแตกตาดอกในเดือน

มกราคม เกษตรกรมีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช แต่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง และโรค หรือมีการใช้น้อย จึงปรากฏการร่วงของผลเป็นจำนวนมาก และผลมีร่องรอยการทำลายของแมลง

โครงการการพัฒนาต้นแบบการผลิตส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแพ้น เป็นกรณีศึกษา และการพัฒนาศักยภาพส้มโอเนื้อสีแดงเพื่อเป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ ระหว่างเดือนกันยายน 2552 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2554 ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพส้มโอเนื้อสีแดงที่พบในสวนเกษตรกร อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิและศึกษาเพื่อพัฒนาต้นแบบของการผลิตส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการเกษตรเชิงนิเวศ ประกอบด้วยการพัฒนาเทคโนโลยี 4 ด้าน คือ 1) การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการแร่ธาตุอาหารและน้ำ 2) การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตส้มโอที่มีคุณภาพมาตรฐานเพื่อการส่งออกโดยการปลิดผลและห่อผล 3) การจัดการทรงพุ่มส้มโอ และ 4) การศึกษาการแพร่ระบาดและการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มโอและการพัฒนาระบบการผลิตส้มโอพื้นที่อำเภอบ้านแพ้นผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

การศึกษาลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ ด้วยวิธี SSR เพื่อระบุความแตกต่างทางพันธุกรรมในส้มโอ และการศึกษาข้อมูลทางลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพของส้มโอพันธุ์เนื้อสีแดงที่พบในสวนเกษตรกร อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ (สังคม และคณะ 2554) สามารถยืนยันได้ว่า สายพันธุ์ที่ศึกษานั้นมีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม โดยสายพันธุ์ที่มีความเป็นไปได้ที่จะแนะนำพันธุ์เป็นส้มโอประจำจังหวัดชัยภูมิได้ คือ CY10-003 และ CY10-105 เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับส้มโอพันธุ์การค้าคือ พันธุ์ทองดี และ ทับทิมสยามตามลำดับ แต่พันธุ์ที่แนะนำนี้มีความเด่นกว่าเนื่องจากเนื้อสีสีแดงเข้ม เป็นที่สะดุดตามากกว่า อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเรื่องการจัดการที่เหมาะสม เช่น การจัดการธาตุอาหาร การตัดแต่งกิ่ง และการไว้ผล เป็นต้น เพื่อให้ได้คุณภาพของผลผลิตเต็มศักยภาพพันธุ์ต่อไป

การศึกษาคุณภาพของผลส้มโอกับสภาวะความสมบูรณ์ทางธาตุอาหารของต้นส้มโอ พบว่าน้ำหนักผลสด และ ปริมาตรของผล มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับธาตุโปแตสเซียมในต้นส้ม พบว่า ระดับความเข้มข้นของธาตุโปแตสเซียมในใบส้มที่เหมาะสมอยู่ที่ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลทำให้ผลส้มโอมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1050 กรัมและมีปริมาตรประมาณ 1200 ลูกบาศก์เซนติเมตรความผันแปรของน้ำหนักและปริมาตรของผลส้ม ตามสภาวะความสมบูรณ์ของธาตุโปแตสเซียมในต้นส้ม เป็นการสะท้อนให้เห็นการตอบสนองต่อชนิดของธาตุอาหารพืชและแสดงให้เห็นภาวะความไม่พอเพียงของธาตุโปแตสเซียมที่พืชได้รับ

การศึกษากาใช้น้ำของส้มโอพันธุ์ทองดี ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลผลิต เพราะการให้น้ำมากเกินไป ทำให้ได้ผลผลิตไม่ดี ผลมีขนาดเล็ก และการให้น้ำมากเกินไปเกินความต้องการทำให้เกิดการชะล้างของธาตุอาหารบางชนิดในดิน ซึ่งทำให้ต้นส้มโอได้รับธาตุอาหารน้อยลง พบว่า ในช่วงที่ดินมีความชื้นสูงที่สุดส้มโอมีการคายน้ำเท่ากับ 29-35 ลิตร/ต้น/วัน

การศึกษากาไร้จำนวนผลที่เหมาะสมและการป้องกันการทำลายของแมลงศัตรูส้มโอโดยการห่อผล ได้ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตจากขนาดของลำต้น พบว่าขนาดของเส้นรอบวงลำต้นมีความสัมพันธ์กับในทิศทางเดียวกับจำนวนผลต่อต้นและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ เมื่อขนาดของเส้นรอบวงลำต้นส้มโอสูงเพิ่มขึ้นมากกว่า 90 เซนติเมตร ควรมีการจัดการต้นเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิต เช่น การตัดแต่งผล หรือการให้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นด้วยวิธีการตัดแต่งผลออก ช่วยทำให้เปอร์เซ็นต์การร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยวลดลง สามารถเพิ่มจำนวนผลผลิตเกรด A และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากขึ้น ส่วนการห่อผลพบว่าวิธีการห่อผลโดยมีการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันและกำจัดเพลี้ยไฟ ไร และรา สามารถป้องกันการเข้าทำลายได้เป็น

อย่างดี ทำให้ร่องรอยตำหนิและการทำลายของแมลงศัตรูลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ห่อผล การห่อผลทำให้สีของผลมีความสม่ำเสมอเป็นที่ต้องการของตลาด โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายในของผล นอกจากนี้ยังพบว่าการแกะถุงห่อในช่วง 1 – 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของสีผิวส้มโอดังนั้นหากเกษตรกรใช้กระดาษเคลือบไขในการห่อผลส้มโอ เพื่อให้สีผิวสม่ำเสมอ การแกะถุงห่อออกก่อนจึงไม่จำเป็นเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและแรงงาน

การศึกษาการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ทำการตัดแต่งกิ่งแบบต่างๆ โดยทำการศึกษากำหนดผลต่อต้น พบว่าต้นส้มโอที่ทำการตัดแต่งแบบเกษตรกรรมมีแนวโน้มมีจำนวนผลต่อต้นสูงกว่าการตัดแต่งกิ่งแบบอื่นๆ แต่มีแนวโน้มมีเปอร์เซ็นต์ผลร่วงมากที่สุด การตัดแต่งกิ่งแบบควบคุมความสูง ทำให้ส้มโอพันธุ์ทองดีมีผลขนาดใหญ่กว่าการตัดแต่งกิ่งแบบอื่นและได้ขนาดเหมาะสมตามความต้องการของตลาด ส่วนคุณภาพภายในผลพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกแบบของการตัดแต่งทรงพุ่ม

ตารางที่ 3 ข้อมูลการได้รับการตรวจรับรองตามมาตรฐาน GAP ของแปลงปลูกส้มโอ อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ

	รอดตรวจ			ระหว่างตรวจ (แปลงใหม่)			ระหว่างตรวจ (แปลงตรวจติดตาม)			ระหว่างตรวจ (แปลงต่ออายุ)		
	ราย	แปลง	ไร่	ราย	แปลง	ไร่	ราย	แปลง	ไร่	ราย	แปลง	ไร่
จังหวัด ชัยภูมิ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อำเภอบ้านแท่น	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ตำบลบ้านแท่น	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ตำบลสามสวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	ได้รับการรับรอง (ไม่รวมตรวจติดตาม กับต่ออายุ)			รวม			ได้รับการรับรองที่ยัง ไม่หมดอายุ			ได้รับการรับรองที่ หมดอายุ			ได้รับการรับรอง ทั้งหมด		
	ราย	แปลง	ไร่	ราย	แปลง	ไร่	ราย	แปลง	ไร่	ราย	แปลง	ไร่	ราย	แปลง	ไร่
จังหวัด ชัยภูมิ	79	79	417	79	79	417	79	79	417	0	0	0	79	79	417
อำเภอบ้านแท่น	47	47	270	47	47	270	47	47	270	0	0	0	47	47	270
ตำบลบ้านแท่น	44	44	254	44	44	254	44	44	254	0	0	0	44	44	254
ตำบลสามสวน	3	3	16	3	3	16	3	3	16	0	0	0	3	3	16

ที่มา : <http://gap.doa.go.th/?t=6&r=213&p=336> สืบค้นเมื่อวันที่ 26 มกราคม 2559

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ระบบการจัดการคุณภาพ :GAP พืช ส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. สถิติการผลิตส้มโอส้มโอ. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th>. ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. สถิติการเกษตร สถิติการปลูกส้มโอ รายจังหวัด ปีการเพาะปลูก 2557.

แหล่งข้อมูล: <http://www.doae.go.th>. ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2558.

เบญจมาศ พันธุ์ดี สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา สังคม เตชะวงศ์เสถียร พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และ เกษสุดาเดชภูมิ.

2551. การเจริญเติบโตและคุณภาพบางประการของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ปลูกในอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ. ว.วิทย.ภษ. : 39 (3)(พิเศษ) : 78-81.

ธนาภรณ์ อธิปัญญากุล และสุรัชย์ จันทน์จรัส. 2557. โครงการวิจัยเรื่อง ระบบการผลิตและการตลาดส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของไทย รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

มัลลิกา จินดาจำนง และสุภาภรณ์ พวงชมพู. 2552. การวิเคราะห์ทางการเงินของการลงทุนทำสวนส้มโอเพื่อส่งออกของเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 12. ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2552. หน้า 1390 – 1396.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา ฝากจิต ปาลินทร ลากจิตร์ พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และ เกษสุดา เดชภูมิ. 2552. โครงการ การศึกษาสถานภาพการผลิต และการพัฒนาการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีของเกษตรกรในเขตอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร, สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน, พชริน สงศรี, และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2554. โครงการ การศึกษาต้นแบบการผลิตส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่นเป็นกรณีศึกษาและการพัฒนาศักยภาพส้มโอเนื้อสีแดงเพื่อเป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.).

สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การผลิตพืชตามแผนควบคุมคุณภาพ

<http://www.nedoe.doae.go.th/data/km/km3.pdf>.

สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ข้อมูลการนำเข้าและส่งออกส้มโอ HS CODE : 0805.4000.001

<http://www.customs.go.th/wps/wcm/jsp/home/index.jsp>.

สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชุดดิน

<http://gisweb1dd.1dd.go.th/modified/tableFrame.htm>.

สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ผลการดำเนินงาน GAP ส้มโอ <http://gap.doa.go.th/>

?t=6&r=213&p=336.

สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ลักษณะและสมบัติของชุดดิน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือชุดดิน

เรณู http://oss101.1dd.go.th/web_thaisoils/pf_desc/northeast/Rn.htm.

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 โครงการการสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น

โครงการวิจัยย่อยที่ 1.1 การเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นในแต่ละช่วงเวลาการผลิต

วิธีการวิจัย

ทำการสุ่มเก็บผลส้มโอทองดีบ้านแท่นในแต่ละรุ่นการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยการคัดเลือกต้นที่เป็นตัวแทนในแต่ละสวน จำนวน 5 สวน ที่มีอายุต้น และระบบการปลูกที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) สวนละ 5 ต้น และในแต่ละต้นสุ่มเก็บผลที่เป็นตัวแทนของต้นๆละ 5 ผล โดยเก็บเกี่ยวผลส้มโอที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 17 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดที่ไม่ถึงมาตรฐานการส่งออก หรือ ผลมีตำหนิ ฯลฯ แต่ได้รับการดูแลบำรุงรักษาเช่นเดียวกับผลส้มโอที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการส่งออก เนื่องจากเกษตรกรได้จำหน่ายผลที่ได้มาตรฐานการส่งออกหมดแล้ว วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Completely Block Design (RCBD) มี สวนเกษตรกร 5 สวน x ฤดูกาลผลิต 2 ฤดูกาล จำนวน 5 ซ้ำ

สถานที่ทำการวิจัย

สวนส้มโอ ตำบลบ้านแท่น อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ และอาคารปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาช่วงเวลาการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอบ้านแท่น จ. ชัยภูมิ เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนเมษายน 2558 พบว่า เกษตรกรมีการผลิตส้มโอ 2 รุ่น

ผลผลิตรุ่นแรก (ส้มโอฤดูกาลหลัก หรือ ส้มปี) ออกดอกในเดือนมกราคม และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนกันยายน 2557 คุณภาพของผลส้มโอทองดีบ้านแท่นรุ่นแรก จากสวนที่ทำการศึกษา 5 สวน ที่มีอายุต้น และระบบการปลูกที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) พบว่า ด้านลักษณะทางกายภาพ ผลส้มโอมีขนาดอยู่ระหว่าง 1.21 – 1.35 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ประมาณ 1.3 กิโลกรัม และมีเส้นรอบวงผล 47.3 – 50.7 ซม. เฉลี่ย 48.9 ซม. ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.55°Brix และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ เฉลี่ย 0.48% ซึ่งค่าองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี จากสวนต่าง ๆ 5 สวน พบว่า เฉพาะน้ำหนักผล และปริมาณกรดแอสคอร์บิก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนลักษณะอื่นที่ทำการศึกษา มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกลักษณะ (ตารางที่ 5)

ผลผลิตรุ่นที่สอง (ส้มโอฤดูกาลรอง หรือ ส้มนอกฤดู) หทยออกดอกในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม จะมีการทยอยเก็บเกี่ยว ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน 2558 คุณภาพของผลส้มโอทองดีบ้านแท่นรุ่นสอง จากสวนที่ทำการศึกษา 5 สวน ที่มีอายุต้น และระบบการปลูกที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) พบว่า ด้านลักษณะทางกายภาพ ผลส้มโอมีขนาดอยู่ระหว่าง 1.05 – 1.33 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ประมาณ 1.23 กิโลกรัม (ตารางที่ 6) และมีเส้นรอบวงผล 44.4 – 49.7 ซม. เฉลี่ย 47.7 ซม. ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.53°Brix และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ เฉลี่ย 0.63% ซึ่งค่าองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี จากสวนต่าง ๆ 5 สวน พบว่า เฉพาะความหนาเปลือก และปริมาณ

กรดที่โตตรงได้ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนลักษณะอื่นที่ทำการศึกษา มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกลักษณะ (ตารางที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะองค์ประกอบของผลส้มโอระหว่างฤดูการผลิตที่ต่างกัน ลักษณะทางกายภาพโดยส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 7) แต่มีความแตกต่างในด้านลักษณะคุณภาพทางเคมี โดยเฉพาะปริมาณกรด ซึ่งผลส้มโอนอกฤดูกาล จะมีค่าปริมาณกรดสูงกว่า แต่กลับมีปริมาณวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) ต่ำกว่า

ในด้านคุณภาพของผลส้มโอจากสวนที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า องค์ประกอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลส้มโอต่างฤดูการผลิต โดยส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน เว้นแต่ ความสูงของผล ความหนาของเปลือก ความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซี ที่มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูการผลิต (ตารางที่ 8)

ผลผลิตรุ่นแรก มีน้ำหนักผล อยู่ในพิสัยบนสุดของกลุ่ม รหัสขนาด 4 (1101 – 1300 กรัม) ตามรหัสขนาดมาตรฐาน CODEX STAN 214-1999 หรือ รหัสขนาด 4 (1300 – 1500 กรัม) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล (ความกว้าง) 149 – 162 มม.เฉลี่ย 154 มม.อยู่ในพิสัยบนสุดของกลุ่ม รหัสขนาด 3 (140 – 154 มม.) ตามรหัสขนาดมาตรฐาน CODEX STAN 214-1999 หรือ เส้นผ่าศูนย์กลางผล รหัสขนาด 3 (151 – 159 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 และมีเส้นรอบวงผล 473 – 507 มม. เฉลี่ย 489 มม. รหัสขนาด 3 (470 – 493 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 (ตารางที่ 9) ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.55°Brix และปริมาณกรดที่โตตรงได้ เฉลี่ย 0.48%

ผลผลิตรุ่นที่สอง น้ำหนักผลอยู่ในพิสัยบนสุดของกลุ่ม รหัสขนาด 4 (1101 – 1300 กรัม) ตามรหัสขนาดมาตรฐาน CODEX STAN 214-1999 หรือ น้ำหนักผล รหัสขนาด 5 (1100 – 1300 กรัม) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล (ความกว้าง) 143 – 157 มม.เฉลี่ย 151 มม.อยู่ในพิสัยบนสุดของกลุ่มรหัสขนาด 3 (140 – 154 มม.) ตามรหัสขนาดมาตรฐาน CODEX STAN 214-1999 หรือ เส้นผ่าศูนย์กลางผล รหัสขนาด 3 (151 – 159 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 และมีเส้นรอบวงผล 444 – 497 มม. เฉลี่ย 477 มม. รหัสขนาด 3 (470 – 493 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 (ตารางที่ 9) ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.53°Brix และปริมาณกรดที่โตตรงได้ เฉลี่ย 0.63%

ผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีรุ่นแรก เป็นผลผลิตรุ่นที่เกษตรกรมีการควบคุมการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ตรงตามความต้องการของตลาดส่งออก ในปี 2557 เกษตรกรสามารถจำหน่ายส้มโอพันธุ์ทองดีเกรดส่งออกได้ในราคาผลละ 45 บาท ส่วนผลผลิตรุ่นฤดูกาลรอง (ส้มนอกฤดู) ในปี 2558 เกษตรกรสามารถจำหน่ายส้มโอพันธุ์ทองดีเกรดส่งออกได้ในราคาผลละ 35 บาท

ผลผลิตส้มโอรุ่นหลัก เกษตรกรมีการควบคุมน้ำ บังคับให้ส้มโอออกดอกพร้อมกัน เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้พร้อมกันทั้งสวน ในระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง ตุลาคม ซึ่งช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวจะต่างกันไปในแต่ละสวน ทั้งนี้ บริษัทส่งออกที่มารับซื้อ เป็นผู้กำหนดช่วงเวลาเก็บเกี่ยว โดยส้มโอทองดีบ้านแท่น สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ผลมีอายุประมาณ 7 เดือนขึ้นไป ซึ่งการปฏิบัติงานของเกษตรกร (ตารางที่ 4 และ 10) ร่วมกับฤดูกาล จะมีผลต่อคุณภาพของผลผลิต

โดยหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในฤดูกาลหลักออกแล้ว เกษตรกรมีการตัดแต่งกิ่ง ในระหว่างเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนต่อฤดูแล้ง ในช่วงนี้ ส้มโอจะมีการทยอยออกดอก ซึ่งเกษตรกรไม่ได้ปลิดดอกทิ้ง เนื่องจากต้องการผลผลิตในฤดูกาลรองในเดือนเมษายน และในช่วงเวลานี้ เกษตรกรไม่มีการให้น้ำชลประทานกับผลผลิตฤดูรองที่เริ่มติด (อายุผลประมาณ 1 – 2 เดือน) เนื่องจากแปลงต้นส้มโอยังได้รับน้ำฝนช่วงปลายฤดู ในเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรมีการกักน้ำ นานประมาณ 10 - 25 วัน ซึ่งต้นส้มโอจะแสดงอาการใบสลดลง แต่ใบยังไม่ร่วง ในช่วงเวลานี้ ผลส้มโอที่ทยอยติดมาตั้งแต่เดือนตุลาคม (อายุ 3 – 4 เดือน) จะได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำ ต้นส้มโอมีการสลัดผลทิ้งบางส่วน ตั้งแต่ประมาณ กลางเดือน – ปลายเดือนธันวาคม เกษตรกรเริ่มมีการให้น้ำ ซึ่งต้นส้มโอจะออกดอกพร้อมๆ กัน ตั้งแต่ ปลายเดือนธันวาคม ถึง กลางเดือนมกราคม หลังจากออกดอกแล้ว เกษตรกรจะมีการเช็ดกรรมต่าง ๆ อาทิ การใช้ฮอร์โมน การใส่ปุ๋ย ฯลฯ ตามวิธีการของตน (ตารางที่ 4 และ 10)

การจัดการสวนของเกษตรกรอำเภอบ้านแท่น ทำให้ส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างฤดูการผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเฉพาะปริมาณกรด ทำให้ส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่นฤดูการผลิตรอง มีรสเปรี้ยวกว่าฤดูการผลิตหลัก (0.63/0.49) มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนความหวานต่อความเปรี้ยว (16.50) ต่ำกว่าสัดส่วนของฤดูการผลิตหลัก (21.69) ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจาก การที่ผลส้มโอฤดูการผลิตหลัก เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงคุณภาพ (13-13-21) ก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 1 -2 เดือน (ตารางที่ 9) และมีการบำรุงต้นและผลมาอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ผลผลิตฤดูการผลิตรอง ขณะที่ผลมีอายุประมาณ 4 – 5 เดือน จะได้รับปุ๋ยช่วงการออกดอกของฤดูการผลิตหลัก ซึ่งอาจมีการใช้ปุ๋ยยูเรียในบางส่วน (46-0-0) และได้รับปุ๋ยสูตรเสมอ (15-15-15) อีกครั้งในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งอาจมีผลต่อผลส้มโอผลผลิตฤดูการรอง มีผลเตี้ยกว่า เปลือกบางกว่า ตัวกุ้งมีความฉ่ำน้อยกว่า ปริมาณกรดสูงกว่า และปริมาณวิตามินซี ต่ำกว่าผลผลิตฤดูการผลิตหลัก นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยบางชนิด เช่น ปุ๋ย 16-16-16 ของเกษตรกรสวนที่ 3 อาจมีผลทำให้ผลส้มโอ มีขนาดใหญ่ (เส้นรอบวง ปริมาตร ความสูง) เปลือกหนา แต่มีปริมาณความหวานต่ำ (ตารางที่ 5 และ 6)

ตารางที่ 4 การจัดการสวนของเกษตรกรเจ้าของสวนส้มโอ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ

เจ้าของสวน	อายุต้น	ระบบปลูก	การติดตั้ง/ให้น้ำ	การจัดการปุ๋ย	การจัดการผลผลิต
สวน 1 นายไพฑูรย์ นิตย์พรหมณ์	16	8x8 ยกร่องสวน	1. ตัดแต่งแบบเปิดกลางทรง พุ่มประมาณเดือนกันยายน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต 2. ใช้เรื่อรดน้ำ สัปดาห์ละ ครั้ง	1. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสม 46-0-0 อัตรา 3:1 อัตราใส่ 2 กก./ต้น แบ่งใส่ 2 ครั้ง คือช่วง ออกดอก และช่วงอายุผล 3 เดือน	1. ส้มโอในฤดู 100-200 ผล/ต้นเก็บผลผลิตเดือน สิงหาคม 2. ส้มโอนอกฤดู 60-70 ผล/ ต้น เก็บผลผลิตระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม
สวน 2 นายจักรินทร์ รัตนประทุม	8	6x7 ยกร่องสวน	1. ตัดแต่งแบบตัดแปลงยอด กลาง 2. ระบบน้ำมินิสปริงเกลอร์	1. ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 0.5 กก./ต้น เพื่อเปิดตาดอก หลัง ให้น้ำครั้งแรก 2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสม 46-0-0 อัตรา 1:1 อัตราใส่ 0.5 กก./ต้น ทุก ๆ 2 เดือน ระยะตั้งแต่ติดผลถึงก่อนเก็บ เกี่ยว 2 เดือน 3. ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น ก่อนเก็บเกี่ยว แบ่งใส่ 2 ครั้ง	1. ส้มโอในฤดู 100-150 ผล/ต้นเก็บผลผลิตเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม 2. ส้มโอนอกฤดู 40-50 ผล/ ต้น เก็บผลผลิตระหว่างเดือน มีนาคม-เมษายน
สวน 3 นางนริศรา จำรัสกุล	14	8x8 ยกร่องสวน	1. ตัดแต่งแบบเปิดยอดกลาง 2. ระบบน้ำมินิสปริงเกลอร์	1. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตราใส่ 0.8-0.9 กก./ต้น ทุก ๆ 2 เดือน	1. ส้มโอในฤดู 100-200 ผล/ต้นเก็บผลผลิตเดือน กันยายน-ตุลาคม 2. ส้มโอนอกฤดู 5-20 ผล/ ต้น เก็บผลผลิตระหว่างเดือน มีนาคม-เมษายน
สวน 4 นายวิจิต ภิญโญศรี	17	6x6 ยกร่องสวน	1. ตัดแต่งแบบเปิดยอดกลาง 2. ระบบน้ำมินิสปริงเกลอร์	1. ปุ๋ยเคมีสูตร 9-25-25 0.5 กก./ต้น เพื่อเปิดตาดอก หลัง ให้น้ำครั้งแรก 2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตราใส่ 2 กก./ต้น แบ่งใส่ 2 ครั้ง 3. ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 1 กก./ต้น ก่อนเก็บเกี่ยว 2 เดือน	1. ส้มโอในฤดู 200 ผล/ต้น เก็บผลผลิตเดือนกรกฎาคม- สิงหาคม 2. ส้มโอนอกฤดู 10-30 ผล/ ต้น เก็บผลผลิตระหว่างเดือน มีนาคม-เมษายน
สวน 5 นายทองทัศน์ ประสมเพชร	12	6x6 ยกร่องลูกฟูก	1. ตัดแต่งแบบโปร่งภายใน ทรงพุ่ม 2. ระบบน้ำมินิสปริงเกลอร์	1. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตราใส่ 1.5 กก./ต้น แบ่งใส่ 3 ครั้ง คือช่วงออกดอก ผลอายุ 1 เดือนและช่วงอายุผล 4 เดือน 2. ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 1 กก./ต้น ก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน	1. ส้มโอในฤดู 70-100 ผล/ ต้นเก็บผลผลิตเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม 2. ส้มโอนอกฤดู 10-20 ผล/ ต้น เก็บผลผลิตระหว่างเดือน มีนาคม-เมษายน

ที่มา : ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกร

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ รุ่นที่ 1 ส้มโอฤดูการปกติ
ผลผลิตเดือนกันยายน

สวน	น้ำหนักผล	เส้นรอบวงผล	ปริมาตรผล	ความสูงผล	ความกว้างผล	ความกว้าง แกนกลางผล
	(g)	(cm)	(ml)	(cm)	(cm)	(cm)
สวนที่ 1	1,351.5 a	49.5 ab	1,815 ab	14.41 abc	15.17 b	2.65 a
สวนที่ 2	1,296.5 a	48.8 ab	1,800 ab	14.49 ab	15.32 b	2.44 b
สวนที่ 3	1,345.6 a	50.7 a	1,940 a	15.15 a	16.21 a	2.47 ab
สวนที่ 4	1,276.3 a	48.1 ab	1,641 ab	13.47 c	15.31 b	2.13 c
สวนที่ 5	1,213.2 a	47.3 b	1,566 b	13.97 bc	14.96 b	2.45 ab
เฉลี่ย	1,296.62	48.88	1,752	14.30	15.39	2.43
Lsd .05	190.2	2.97	348.6	0.96	0.81	0.21
CV(%)	10.94	4.55	14.84	5.01	3.92	6.46

สวน	ความหนา เปลือก	ความหนาเนื้อ	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ ละลายได้	ปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้	ปริมาณกรด แอสคอร์บิก
	(cm)	(cm)	(Newton)	(°Brix)	(%)	(mg/100g)
สวนที่ 1	1.74 b	4.53 b	16.72 ab	10.87 ab	0.46 b	1.41 a
สวนที่ 2	1.62 bc	4.79 ab	15.61 b	10.69 bc	0.55 a	1.37 a
สวนที่ 3	2.06 a	4.88 a	16.23 ab	9.70 d	0.47 b	1.38 a
สวนที่ 4	1.37 c	5.07 a	20.10 a	10.32 c	0.48 b	1.35 a
สวนที่ 5	1.59 bc	4.54 b	18.87 ab	11.17 a	0.48 b	1.40 a
เฉลี่ย	1.68	4.76	17.50	10.55	0.48	1.38
Lsd .05	0.27	0.32	3.99	0.45	0.05	0.12
CV(%)	12.15	5.14	17.01	3.19	8.49	6.49

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ รุ่นที่ 2 ส้มโอฤดูการรอง
ผลผลิตเดือนเมษายน

สวน	น้ำหนักผล	เส้นรอบวงผล	ปริมาตรผล	ความสูงผล	ความกว้างผล	ความกว้าง แกนกลางผล
	(g)	(cm)	(ml)	(cm)	(cm)	(cm)
สวนที่ 1	1,050.3 c	44.44 d	1040.1 c	120.69 b	143.16 c	26.54 a
สวนที่ 2	1,226.9 b	47.48 c	1474.3 b	130.67 a	150.67 b	21.94 b
สวนที่ 3	1,302.5 ab	48.84 ab	1635.6 a	132.83 a	154.24 ab	21.90 b
สวนที่ 4	1,258.0 ab	48.36 bc	1597.0 ab	131.22 a	154.03 ab	23.81 ab
สวนที่ 5	1,337.4 a	49.69 a	1663.6 a	128.06 a	157.5 6a	26.72 a
เฉลี่ย	1,235.0	47.76	1482.1	128.70	151.93	24.18
Lsd .05	101.16	1.32	138.91	6.79	6.05	4.07
CV(%)	6.11	2.06	6.99	3.93	2.97	12.56

สวน	ความหนา เปลือก	ความหนาเนื้อ	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ ละลายได้	ปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้	ปริมาณกรด แอสคอร์บิก
	(cm)	(cm)	(Newton)	(°Brix)	(%)	(mg/100g)
สวนที่ 1	13.22 a	45.57 c	13.41 ab	10.95 a	0.69 a	1.00 c
สวนที่ 2	13.73 a	46.75 bc	10.70 c	10.68 ab	0.58 a	1.06 ab
สวนที่ 3	14.35 a	46.52 bc	10.80 c	10.39 b	0.64 a	1.02 bc
สวนที่ 4	15.11 a	48.13 ab	12.20 bc	10.48 ab	0.65 a	1.09 a
สวนที่ 5	13.21 a	49.72 a	14.51 a	10.16 b	0.64 a	1.09 a
เฉลี่ย	13.92	47.25	12.33	10.53	0.63	1.06
Lsd .05	2.59	2.06	2.09	0.53	0.16	0.048
CV(%)	13.86	3.26	12.67	3.79	18.25	3.36

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ ระหว่างรุ่น
การผลิต

สวน	น้ำหนักผล	เส้นรอบวงผล	ปริมาตรผล	ความสูงผล	ความกว้างผล	ความกว้าง แกนกลางผล
	(g)	(cm)	(ml)	(cm)	(cm)	(cm)
ฤดูหลัก	1,296.6	48.875	1,752.2	14.30	15.39	2.43
ฤดูรอง	1,235.0	47.760	1,482.1	12.87	15.19	2.42
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	8.57	4.06	14.59	3.92	3.13	7.33

สวน	ความหนา เปลือก	ความหนาเนื้อ	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ ละลายได้	ปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้	ปริมาณกรด แอสคอร์บิก
	(cm)	(cm)	(Newton)	(°Brix)	(%)	(mg/100g)
ฤดูหลัก	1.67	4.76	17.51	10.55	0.49	1.39
ฤดูรอง	1.39	4.72	12.32	10.53	0.63	1.06
F-test	*	ns	**	ns	*	**
CV (%)	12.48	3.91	5.79	4.15	9.06	3.27

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ของ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ ระหว่างรุ่นการผลิตแยกตามเกษตรกร

สวน	น้ำหนักผล (g)			เส้นรอบวงผล (cm)			ปริมาตรผล (ml)			ความสูงผล (cm)		
	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test
สวนที่ 1	1,351.5	1,050.3	*	49.5	44.435	*	1,814.8	1,040.1	**	14.41	12.07	*
สวนที่ 2	1,296.5	1,226.9	ns	48.8	47.5	ns	1,799.7	1,474.3	ns	14.49	13.07	*
สวนที่ 3	1,345.6	1,302.5	ns	50.7	48.8	**	1,939.4	1,635.6	**	15.15	13.28	*
สวนที่ 4	1,276.3	1,258.0	ns	48.1	48.1	ns	1,641.3	1,597.0	ns	13.47	13.12	ns
สวนที่ 5	1,213.2	1,337.4	ns	47.3	47.3	ns	1,565.9	1,565.9	ns	13.97	12.81	**
F-test	ns	**		ns	**		ns	**		*	**	
CV (%)	10.94	6.11		4.55	2.06		14.84	6.99		5.01	3.93	

สวน	ความกว้างผล (cm)			ความหนาเปลือก (cm)			ความหนาเนื้อ (cm)			ความแน่นเนื้อ (N)		
	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test
สวนที่ 1	15.17	14.32	ns	1.74	1.32	*	4.53	4.56	ns	16.72	13.40	*
สวนที่ 2	15.32	15.07	ns	1.62	1.37	**	4.79	4.67	ns	15.61	10.69	**
สวนที่ 3	16.21	15.42	**	2.06	1.43	**	4.88	4.65	ns	16.23	10.80	*
สวนที่ 4	15.31	15.40	ns	1.37	1.51	*	5.07	4.81	ns	20.10	14.51	ns
สวนที่ 5	14.96	15.76	ns	1.59	1.32	ns	4.54	4.92	ns	18.87	12.20	**
F-test	*	**		**	ns		*	*		ns	**	
CV (%)	3.92	2.97		12.15	13.26		5.14	3.26		17.01	12.67	

สวน	ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)			ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)			วิตามินซี (mg/100 g)		
	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test	ฤดูหลัก	ฤดูรอง	F-test
สวนที่ 1	10.87	10.95	ns	0.46	0.69	**	1.41	1.00	**
สวนที่ 2	10.69	10.68	ns	0.55	0.58	ns	1.37	1.06	**
สวนที่ 3	9.70	10.39	*	0.47	0.64	ns	1.38	1.02	**
สวนที่ 4	10.32	10.48	ns	0.48	0.65	ns	1.35	1.09	*
สวนที่ 5	11.17	10.15	**	0.48	0.60	*	1.40	1.09	**
F-test	**	ns		*	ns		ns	**	
CV (%)	3.19	3.79		8.49	18.24		6.49	3.36	

ตารางที่ 9 เกณฑ์มาตรฐานขนาดส้มโอโดยน้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล และเส้นรอบวงผล ตามมาตรฐาน CODEX STAN 214 – 1999 และ มกอช. 0013-2550

มาตรฐาน CODEX STAN 214 - 1999			มาตรฐาน มกอช. 0013-2550				
รหัส ขนาด	พิสัย น้ำหนัก (กรัม)	เส้นผ่า ศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก ต่อผล (กรัม)	เส้นผ่า ศูนย์กลาง (นิ้ว)	เส้นผ่า ศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	เส้นรอบ วง (นิ้ว)	เส้นรอบวง (มิลลิเมตร)
0	>1900	>170					
1	1701 – 1900	156 – 170	> 1900	>7	>170	>21.1	>536
2	1501 – 1700	148 – 162	> 1700 ถึง 1900	>6.20 ถึง 7.00	159 ถึง 170	>19.4 ถึง 21.1	>493 ถึง 536
3	1301 – 1500	140 – 154	>1500 ถึง 1700	>5.90 ถึง 6.20	151 ถึง 159	>18.5 ถึง 19.4	>470 ถึง 493
4	1101 – 1300	132 – 146	>1300 ถึง 1500	>5.60 ถึง 5.90	143 ถึง 151	>17.5 ถึง 18.5	>445 ถึง 470
5	901 – 1100	123 – 138	>1100 ถึง 1300	>5.30 ถึง 5.60	135 ถึง 143	>16.6 ถึง 17.5	>422 ถึง 445
6	701 – 900	116 – 129	>900 ถึง 1100	>4.90 ถึง 5.30	126 ถึง 135	>15.0 ถึง 16.6	>396 ถึง 422
7	400 – 700	100 - 118	>700 ถึง 900	>4.60 ถึง 4.90	117 ถึง 126	>14.5 ถึง 15.0	>368 ถึง 396
8			400 ถึง 700	>3.90 ถึง 4.60	100 ถึง 118	>12.3 ถึง 14.5	313 ถึง 368

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2550.

ตารางที่ 10 ปฏิทินการปฏิบัติงานของเกษตรกร

กิจกรรม	เดือน											
	ฤดูฝน				ฤดูแล้ง							
	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย
เก็บเกี่ยวผลผลิต รุ่นแรก	✓	✓	✓	✓								
ออกดอก รุ่นที่ 2			✓	✓								
ตัดแต่งกิ่ง				✓	✓							
กักน้ำ						✓						
ให้น้ำ							✓	✓	✓	✓		
ออกดอก รุ่นที่ 1							✓					
ฮอร์โมน เปิดตาดอก-กระตุ้นตาดอก							✓					
ธาตุอาหารเสริม							✓		✓			
ปุ๋ย 8-24-24/หรือ 9-25-25							✓					
ปุ๋ย 46-0-0							✓		✓		✓	
ปุ๋ย 15-15-15/หรือ 16-16-16							✓		✓		✓	
ปุ๋ย 13-13-21												✓
ปุ๋ยชีวภาพ-ปุ๋ยคอก										✓		
สารเคมีป้องกันกำจัดโรค-แมลง	✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
กำจัดวัชพืช (สารเคมี, วิธีกล)				✓			✓	✓	✓	✓	✓	
เก็บเกี่ยวผลผลิต รุ่นที่ 2									✓	✓	✓	

ที่มา : สังคมและคณะ. 2552.

โครงการย่อยที่ 1.2 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นกับส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์อื่น ๆ จากแหล่งปลูกอื่นๆ

วิธีการวิจัย

จัดหาผลส้มโอพันธุ์ทองดี ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 17 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดที่ต่ำกว่ามาตรฐานการส่งออก หรือ ผลมีตำหนิ ฯลฯ แต่ได้รับการดูแลบำรุงรักษาเช่นเดียวกับผลส้มโอที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการส่งออก ในระยะเก็บเกี่ยวทางการค้าและส้มโอพันธุ์อื่น ๆ ในระยะเก็บเกี่ยวทางการค้า ในฤดูการผลิตฤดูกาลหลักเดือนกันยายน จากสวนส้มโอ 5 พื้นที่ โดยเก็บเกี่ยวผลส้มโอพันธุ์ทองดี พันธุ์ขาวใหญ่ และพันธุ์ขาวพวง จากสวนส้มโอในอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ และ ส้มโอพันธุ์ทองดี พันธุ์ขาวใหญ่ พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พันธุ์ขาวแป้น และพันธุ์มณีอีสาน จากสวนส้มโอในอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เก็บเกี่ยวผลส้มโอพันธุ์ทองดี พันธุ์ท่าฮ้อย และพันธุ์ขาวแตงกวา จากสวนส้มโอในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร เก็บเกี่ยวผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม จากสวนส้มโอในอำเภอเมือง นครศรีธรรมราช และเก็บเกี่ยวผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ จากสวนส้มโอในอำเภอมัฒนา จังหวัดสมุทรสาคร (ภาพที่ 2 และ 3) นำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมี หลังจากเก็บเกี่ยวประมาณ 7 วัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) เปรียบเทียบคุณภาพของพันธุ์ส้มโอจำนวน 9 พันธุ์ จากพื้นที่การผลิต 5 พื้นที่ใน 4 จังหวัด พันธุ์ละ 5 ซ้ำ

สถานที่ทำการวิจัย

สวนส้มโอ อำเภอบ้านแท่นและอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอมัฒนา จังหวัดสมุทรสาคร และอาคารปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การบันทึกข้อมูล

1. น้ำหนักผลสด, น้ำหนักเนื้อ, น้ำหนักเมล็ด (กรัม) โดยเครื่องชั่งน้ำหนัก
2. ปริมาตรของผล (มิลลิลิตร) โดยการแทนที่น้ำ
3. เส้นรอบวงผล, ความสูงผล, ความกว้างผล, ความหนาเปลือก (เซนติเมตร) โดยใช้ vernier calipers
4. ความหนาเนื้อ (เซนติเมตร) วัดความยาวของเนื้อจากบริเวณขอบของช่องกลางผลถึงส่วนเนื้อผลที่ติดกับเปลือกผลด้านในโดยใช้ vernier calipers
5. ช่องว่างกลางผล (เซนติเมตร) วัดความกว้างของส่วนช่องว่างภายในผล 2 ด้าน โดยใช้ vernier calipers แล้วหาค่าเฉลี่ย
6. ความแน่นเนื้อ (Newton) วัดส่วนที่เป็นเนื้อผลด้วย penetrometer
7. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$ Brix) Total soluble solids; TSS โดยการนำน้ำคั้นจากส่วนของเนื้อผลจากชุดเดียวกันกับที่ใช้หาปริมาณกรด มาวัดหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer) Digital Hand-held Packet Refractometer PAL-1

8. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์) Titratable acidity; TA สุ่มเอาส่วนของเนื้อผลตามกรรมวิธีต่างๆ กรรมวิธีละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ผล (ผลละ 1 กลีบ) นำมาคั้นน้ำ จากนั้นนำไปหาปริมาณกรด โดยการนำน้ำคั้น 5 มิลลิลิตร มาไทเทรตกับสารละลายต่างมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล และใช้ฟีนอล์ฟทาเลอินความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ 1-2 หยดเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก

9. สัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) ซึ่งคำนวณจากค่าที่ตรวจวัดได้จากข้อ 7 และ 8

10. ปริมาณวิตามิน ซี (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม) หั่นส่วนที่เป็นกึ่งส้มให้ได้ขนาดประมาณ 0.5×0.5 มิลลิเมตร จากนั้นชั่งส้มโอที่หั่นแล้วน้ำหนัก 3.33 กรัมใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 1 คืน นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วดูดสารละลายที่ได้ 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร (ปริมาตรสุดท้าย 3 มิลลิลิตร) เขย่าให้สารละลายเข้ากัน และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร

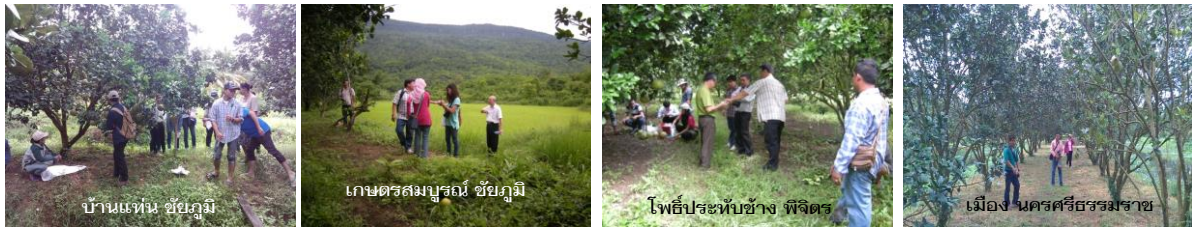
การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ตามแผนการทดลอง เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และหาค่าความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา โดยใช้โปรแกรม Statistix 10.0

ผลการวิจัย

องค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 9 พันธุ์ จาก 5 พื้นที่ผลิต พบว่า ผลส้มโอจากตัวอย่างที่ทำการศึกษา มีค่าความแตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะ โดยส้มโอพันธุ์มณีอีสาน จากอำเภอเกษตรสมบูรณ์ มีลักษณะทางกายภาพภายนอกของผล (น้ำหนักผล เส้นรอบวงผล ปริมาตรผล ความสูงผล ความกว้างผล) น้อยที่สุดในทุกลักษณะ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 4) โดยลักษณะทางกายภาพภายนอกของผล ของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ขาวน้ำผึ้ง ขาวพวง ขาวแตงกวา ทำช่อย และทับทิมสยาม มีขนาดใหญ่กว่าส้มโอกลุ่มพันธุ์ทองดี และขาวแป้น ในส่วนของลักษณะทางเคมี พบว่า ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม และพันธุ์ขาวแตงกวา มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid; TSS) สูงที่สุด และมีปริมาณกรดต่ำ (Total Titratable Acidity; TA) ที่สุด ต่างจาก ส้มโอพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้มีสัดส่วนของ TSS/TA มีค่ามากที่สุด (ภาพที่ 4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของส้มโอพันธุ์ทองดีจาก 3 พื้นที่ (บ้านแท่น เกษตรสมบูรณ์ และโพธิ์ประทับช้าง) พบว่า ส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น มีลักษณะทางกายภาพภายนอกผล สูงกว่าส้มโอพันธุ์ทองดีจากอีก 2 พื้นที่ และมีลักษณะกายภาพภายในผล ได้แก่ แกนกลางผล ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเมล็ด สูงกว่า มีความหนาเนื้อ และ น้ำหนักเนื้อใกล้เคียง กับส้มโอพันธุ์ทองดีจากอีก 2 พื้นที่ ส่วนลักษณะคุณภาพการบริโภคทางเคมีนั้น พบว่า ส้มโอพันธุ์ทองดีของอำเภอบ้านแท่น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) ต่ำที่สุด (10.4° Brix) ต่างจากส้มโอพันธุ์ทองดีจากพื้นที่อื่น (12.2 และ 11.6° Brix) ในขณะที่ปริมาณกรด (Titratable acidity; TA) ไม่ต่างกัน (0.49, 0.54, 0.57%) ทั้งนี้ สัดส่วนของ TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ทองดีจาก อำเภอบ้านแท่น อำเภอเกษตรสมบูรณ์ และอำเภอโพธิ์ประทับช้าง ไม่ต่างกัน และจัดอยู่ในกลุ่มสูงกว่า 20 (21.17, 22.28 และ 21.51 ตามลำดับ) (ตารางที่ 11 และภาพที่ 4)



ภาพที่ 2 พื้นที่เก็บตัวอย่างส้มโอ



ภาพที่ 3 ลักษณะของผลส้มโอจากแหล่งต่าง ๆ

ผลส้มโอทองดีบ้านแพน แสดงออกลักษณะสีแดงบนตัวกิ่ง ส้มำเสมอและเด่นชัดกว่า ส้มโอทองดีจากแหล่งอื่น (ภาพที่ 3) และมีคุณภาพทางเคมี ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับรายงานการศึกษาคุณภาพของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ผ่านมา เยาวรัตน์ (2545) อ้างถึงใน เสาวภาและคณะ (2553) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์ทองดี มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids; TSS) เท่ากับ 10° Brix มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA) เท่ากับ 0.83% และอัตราส่วน TSS/TA เท่ากับ 12.06 เสาวภา และคณะ (2553) รายงานว่า ปริมาณของ TSS, TA และ TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ทองดี ที่อายุความแก่ 7 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ $10.1 \pm 0.17^{\circ}$ Brix , $0.85 \pm 0.03\%$ และ 11.85 ± 0.42 ตามลำดับ และเสาวภา และคณะ (2553) ยังได้รายงานค่าสัดส่วน TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ทองดีจากแหล่งผลิตอื่น ที่ระดับความแก่ 80% (อายุเก็บเกี่ยวสำหรับตลาดภายในประเทศ ในปี 2551) จากจังหวัดเชียงราย นครปฐม นครนายก ปราจีนบุรี และนครศรีธรรมราช เป็น 13.62 ± 1.86 , 26.12 ± 1.38 , 19.44 ± 0.59 , 21.29 ± 1.15 และ 20.56 ± 1.01 ตามลำดับ ส่วน อาทิตย์ และคณะ (2551) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์ทองดี ระยะเก็บเกี่ยว ที่อายุความแก่ 7 – 7½ เดือนหลังดอกบาน มีค่า TSS เท่ากับ 10.25 ± 0.47 – $10.75 \pm 0.74^{\circ}$ Brix มี TA เท่ากับ 0.57 ± 0.05 – $0.52 \pm 0.06\%$ และอัตราส่วน TSS/TA เท่ากับ 18.22 ± 1.49 – 20.77 ± 2.64 ลพ และคณะ (ไม่มีปี) รายงานว่า ผลส้มโอพันธุ์ทองดีที่อยู่ในเกณฑ์ส้มโอคุณภาพดีทั่วไป มีสัดส่วนของ TSS/TA ระหว่าง 12.1 – 18.0 โดยได้รายงานคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ผลิตในกลุ่มน่านนครชัยศรี ในอำเภอสามพราน (4 สวน) และอำเภอนครชัยศรี (5 สวน) จังหวัดนครปฐม ว่า มีปริมาณ TSS อยู่ระหว่าง 9.6 – 10.8° Brix และ 9.6 – 10.4° Brix ปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.6 – 0.7% และ 0.60 – 0.68% สัดส่วน TSS/TA 13.8 – 17.8 และ 14.3 – 16.6 ส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ผลิตในจังหวัดนครนายก (4 สวน จาก 3 อำเภอ) มีปริมาณ TSS อยู่ระหว่าง 8.5 – 10.4° Brix ปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.5 – 0.72% TSS/TA 13.0 – 23.1 และส้มโอพันธุ์ทองดี จากอำเภอศรีมโหสถ ปราจีนบุรี (5 สวน) มีปริมาณ TSS อยู่ระหว่าง 7.9 – 9.6° Brix ปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.61 – 0.79% TSS/TA 12.5 – 15.3 และส้มโอพันธุ์ทองดี จากอำเภอไทรโยค กาญจนบุรี (2 สวน) มีปริมาณ TSS อยู่ระหว่าง 8.7 – 10.5° Brix ปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.58 – 0.77% TSS/TA 14.0 – 15.1 ชูชาติ และคณะ (2551) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์ทองดี จากแปลงเกษตรกร 8 ราย มีปริมาณ TSS อยู่ระหว่าง 8.03 – 11.0° Brix ปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.52 – 0.86% TSS/TA 11.0 – 16.0

ตารางที่ 11 องค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ต่างๆ แยกตามพื้นที่เก็บรวบรวม 5 พื้นที่

พันธุ์	พื้นที่	น้ำหนัก ผล (g)	รอบวง ผล (cm)	ปริมาตร ผล (ml)	สูงผล (cm)	กว้าง ผล (cm)	กว้าง แกน (cm)	หนา เปลือก (cm)	น้ำหนัก เปลือก (g)
ทองดี	อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	1,331.2 abcd	49.67 bc	1,851 bcd	14.68 bcde	15.56 bc	2.52 a	1.79 bcd	641.1 b
ทองดี	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	1,227.6 bcd	48.04 bcd	1,632 cde	13.63 cdef	14.94 bc	2.32 ab	1.49 def	534.2 bcd
ทองดี	อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร	1,047.2 de	44.68 de	1,264 de	12.67 ef	13.80 cd	1.76 bcd	1.51 cdef	453.1 cde
ขาวใหญ่	อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	1,523.3 ab	52.30 ab	2,330 ab	15.46 abcd	15.57 bc	1.65 bcd	2.03 ab	647.9 b
ขาวใหญ่	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	1,602.1 a	54.12 a	2,514 a	17.62 a	18.74 a	1.96 abcd	2.38 a	857.6 a
ขาวใหญ่	อ.อัมพวา จ. สมุทรสาคร	1,375.4 abc	49.32 bc	1,655 cde	14.89 bcde	15.72 b	2.02 abc	2.02 abc	678.7 ab
ขาวน้ำผึ้ง	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	1,407.9 abc	51.68 abc	2,041 abc	13.33 def	16.05 b	1.88 abcd	1.71 bcde	614.3 bc
ขาวพวง	อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	1,443.2 abc	48.36 bcd	1,933 abc	16.15 ab	13.73 cd	2.11 ab	1.20 efg	536.5 bcd
ขาวแป้น	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	1,175.7 cd	47.60 cd	1,540 cde	13.00 ef	14.49 bcd	1.72 bcd	1.71 bcd	544.0 bcd
ท่าข่อย	อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร	1,296.7 bcd	50.45 abc	2,112 abc	14.15 bcde	15.49 bc	1.42 cd	2.40 a	710.1 ab
ขาว แดงกว่า	อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร	1,461.3 abc	49.30 bc	1,972 abc	14.69 bcde	15.05 bc	1.32 d	1.50 def	638.5 b
ทับทิม สยาม	อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช	1,480.0 ab	48.00 bcd	1,820 bcde	15.95 abc	14.85 bc	1.83 bcd	0.71 g	376.5 de
มณีอีสาน	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	807.3 e	41.48 e	1,783 e	11.64 f	12.62 d	1.98 abc	1.14 fg	323.4 e
Lsd .05		297.8	4.36	664.7	2.32	1.91	6.67	5.12	179.2
CV (%)		13.37	5.30	20.86	9.56	7.49	21.0	18.30	18.29

ตารางที่ 11 (ต่อ) องค์ประกอบผลผลิตส้มโอพันธุ์ต่างๆ แยกตามพื้นที่เก็บรวบรวม 5 พื้นที่

พันธุ์	พื้นที่	หนา เนื้อ (cm)	น้ำหนัก เนื้อ (g)	น้ำหนัก เมล็ด (g)	แน่น เนื้อ (N)	ของแข็ง* (Brix)	กรดที่ ไทเทรต (%)	กรด แอสคอร์บิก (mg/100g)	TSS /TA
ทองดี	อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	4.74 b	859.7 cde	39.9 b	16.2 b	10.4 f	0.49 def	1.38 cde	21.17
ทองดี	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	4.66 b	865.1 cde	34.4 bc	29.3 a	12.2 b	0.57 bcdef	1.57 a	22.28
ทองดี	อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร	4.67 b	782.6 ef	24.0 cde	19.0 b	11.6 bcd	0.54 cdef	1.36 e	21.51
ขาวใหญ่	อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	5.31 ab	1,059.8 b	31.9 bcd	20.0 b	11.3 cde	0.45 efg	1.39 cde	25.88
ขาวใหญ่	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	5.07 ab	918.5 bcde	34.1 bcd	16.3 b	10.9 cdef	0.65 abcd	1.45 bc	16.87
ขาวใหญ่	อ.อัมพวา จ. สมุทรสาคร	4.86 b	906.0 bcde	(ไม่มี เมล็ด)	19.2 b	11.0 cdef	0.63 abcde	1.44 bcd	17.56
ขาว น้ำผึ้ง	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	4.97 b	968.2 bcd	32.9 bcd	17.8 b	11.5 bcd	0.67 abc	1.41 cde	17.31
ขาวพวง	อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ	5.06 ab	1,063.4 b	64.4 a	13.7 b	11.1 cdef	0.81 a	1.32 e	14.13
ขาวแป้น	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	3.71 c	813.0 def	24.5 cde	18.7 b	11.7 bc	0.75 a	1.52 ab	15.64
ท่าข่อย	อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร	4.66 b	790.2 ef	12.6 ef	20.7 b	10.7 def	0.57 bcdef	1.35 de	18.97
ขาว แดงกวา	อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร	5.36 ab	1,006.3 bc	26.2 bcde	19.2 b	12.4 ab	0.44 fg	1.45 bc	30.05
ทับทิม สยาม	อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช	5.79 a	1,285.0 a	18.9 de	17.1 b	13.2 a	0.30 g	1.48 bc	48.12
มณี อีสาน	อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	3.84 c	652.9 f	19.9 cde	18.8 b	10.7 ef	0.74 ab	1.44 bc	14.78
Lsd .05		7.91	176.7	15.39	7.98	0.90	0.17	0.09	
CV (%)		9.73	11.39	32.63	25.05	4.68	18.05	3.90	

ตารางที่ 12 คุณสมบัติของดินทั้งดินบนและล่างที่ตรวจพบในเขตพื้นที่ปลูกส้มโอ อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ

	ดินบน			ดินล่าง		
	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด
pH (1:1)	5.46	4.73	3.99	5.73	4.79	4.24
EC (1:5) dS/m	0.35	0.18	0.04	0.30	0.16	0.04
%OM	3.43	1.74	0.48	3.42	1.61	0.43
Avail. P (ppm)	998.88	286.88	7.97	808.60	222.60	8.17
Exch. K (ppm)	807.60	386.60	141.00	767.20	303.72	66.33
Exch. Ca (ppm)	2,319.20	1,216.53	403.40	2,889.00	1,218.48	400.00
Exch. Mg (ppm)	305.00	196.89	106.20	274.00	172.25	99.60
Avai. Fe (ppm)	177.00	60.73	6.65	136.80	51.96	8.05
Exch. Mn (ppm)	36.30	19.24	6.00	34.62	20.66	11.11
Avai. B (ppm)	3.17	1.02	0.04	1.46	0.55	0.19

ที่มา : สังคม และคณะ. 2552.



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ย ขององค์ประกอบผลผลิตส้มโอต่างพันธุ์จากพื้นที่ต่าง ๆ

1 = พันธุ์ทองดี อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ, 2 = พันธุ์ทองดี อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ, 3 = พันธุ์ทองดี อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร, 4 = พันธุ์ขาวใหญ่ อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ, 5 = พันธุ์ขาวใหญ่ อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ, 6 = พันธุ์ขาวใหญ่ อ.อัมพวา จ. สมุทรสาคร, 7 = พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ, 8 = พันธุ์ขาวพวง อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ, 9 = พันธุ์ขาวแป้น อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ, 10 = พันธุ์ท่าข่อย อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร, 11 = พันธุ์ขาวแตงกวา อ.โพธิ์ประทับช้าง จ. พิจิตร, 12 = พันธุ์ทับทิมสยาม อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช, 13 = พันธุ์มณีอีสาน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ

ตารางที่ 13 ค่าปริมาณธาตุอาหารบางชนิดของส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ปลูกในเขต อ. บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ

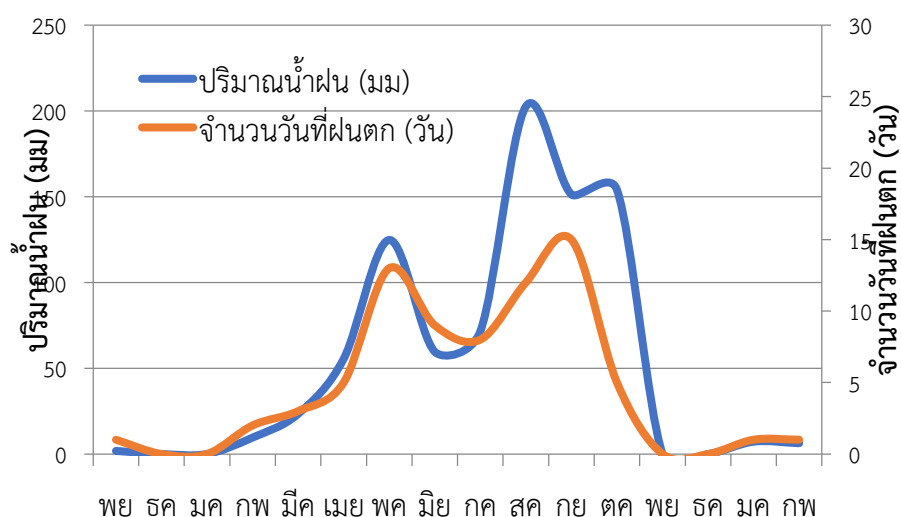
ธาตุอาหาร	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด
N (%)	2.77	2.56	2.41
P (%)	0.23	0.18	0.13
K (%)	3.64	2.51	1.43
Ca (%)	3.31	2.17	1.43
Mg (%)	0.46	0.28	0.22
Fe (ppm)	99.80	75.50	40.17
Zn (ppm)	42.03	27.50	19.27
B (ppm)	22.76	13.50	5.79

ที่มา : สังคม และคณะ. 2552.

ตารางที่ 14 ข้อมูลน้ำฝน ณ ลำห้วยหมากตาบ อ่างเก็บน้ำบ้านเพชร อำเภอกุฉีชุม จังหวัดชัยภูมิระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551

เดือน	รวมปริมาณน้ำฝน (มม)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	ค่าเฉลี่ยน้ำฝน (มม/วัน)
พฤศจิกายน	1.8	1	1.8
ธันวาคม	0	0	0
มกราคม	0	0	0
กุมภาพันธ์	9.6	2	4.8
มีนาคม	23.4	3	7.8
เมษายน	55.5	5	11.1
พฤษภาคม	124.8	13	9.6
มิถุนายน	59.6	9	6.62
กรกฎาคม	71.5	8	8.94
สิงหาคม	202.6	12	16.88
กันยายน	151.3	15	10.09
ตุลาคม	154	5	30.8
พฤศจิกายน	0	0	0
ธันวาคม	0	0	0
มกราคม	7.2	1	7.2
กุมภาพันธ์	6.3	1	6.3
รวม	867.6	75	

ที่มา : สังคม และคณะ. 2552.



ภาพที่ 5 การกระจายของน้ำฝน (ปริมาณ และ จำนวนวันฝนตก) ณ ลำห้วยหมากตาบ อ่างเก็บน้ำบ้านเพชร อำเภอกุฉีชุม จังหวัดชัยภูมิระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551

ที่มา : สังคม และคณะ. 2552.



ภาพที่ 6 ภาชนะบรรจุเพื่อการจำหน่ายของส้มโออำเภอบ้านแท่น

ลักษณะทางคุณภาพทางเคมี ซึ่งมีความสำคัญในการบริโภคของส้มโอพันธุ์ทองดี จากตัวอย่างที่ทำการศึกษา ชี้ให้เห็นว่า ค่าสัดส่วนของ TSS/TA สูงขึ้นกว่าค่าที่เคยรายงานในงานวิจัยที่ผ่านมา อาจเป็นผลมาจาก แปลงส้มโอที่เข้าร่วมโครงการฯ ซึ่งเก็บตัวอย่างโดยตรงจากแปลงปลูก มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตในเรื่องการใช้ปุ๋ยช่วยปรับปรุงคุณภาพ จึงทำให้ส้มโอพันธุ์ทองดีมีรสชาติที่ดีขึ้น

การที่ผลส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น มีคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีที่ดี อาจเป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ ร่วมกับการจัดการสวนของเกษตรกร

บ้านหนองผักหลอดที่เป็นแหล่งผลิตส้มโอที่สำคัญของอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ มีสภาพดิน จัดอยู่กลุ่มชุดดินจัดตั้ง ชุดดินที่ 17 เรณู (http://oss101.idd.go.th/web_thaisoils/pf_desc/northeast/Rn.htm) ดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีน้ำตาลปนเหลือง ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายและเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียวในดินล่างลึกลงไป สีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทาปนชมพู และมีสีเทาอ่อนในดินล่างลึกลงไป มีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีน้ำตาลปนเหลืองและมีสีแดงปนเหลืองหรือสีแดงในดินชั้นล่าง จุดประสีแดงปนเหลืองหรือสีแดงเป็นสีคลาแลงอ่อน มีปริมาณ 5-50 % โดยปริมาตร ภายในความลึก 150 ซม. จากผิวดิน ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) ในดินบนและเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) ในดินล่าง คล้ายคลึงกับชุดดินร้อยเอ็ด หรือมีรหัสกลุ่มชุดดินที่ 18 ซึ่งเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ pH ของดินชั้นบน 6.0 – 7.0 ดินชั้นล่าง 5.5 – 6.5 ช่วงฤดูฝนมีน้ำขังนาน 3 – 4 เดือน เหมาะต่อการทำนามากกว่า แต่ปลูกผัก ไม้ผลได้ถ้ามีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาน้ำขังและการระบายน้ำ และช่วงฤดูแล้งมีน้ำชลประทานและแหล่งน้ำธรรมชาติเสริม (<http://giswebidd.idd.go.th/modified/tableFrame.htm>) สังคมและคณะ (2552) ว่า รายงานว่า สภาพพื้นที่ในเขตอำเภอบ้านแท่น ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนค่อนข้างเหนียว ความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density) ของแปลงเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ อยู่ระหว่าง 1.27 ก/ลบ.ซม. (เนื้อดินโปร่ง) จนถึง 1.57 ก/ลบ.ซม. (เนื้อดินแน่น) ซึ่งแปลงที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดิน มากกว่า 1.4 จัดเป็นดินที่มีโครงสร้างแน่น รากพืชชอบไชลำบาก ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนพื้นที่ดั้งเดิม (ที่นา) หรือมีการไถพรวนมาก มาทำเป็นสวนส้มโอที่มีการไถพรวนหรือใช้เครื่องจักรหนักน้อย และหลังจากเกษตรกรปลูกส้มโอแล้ว มีการบำรุงดินโดยการใส่อินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ทำให้ความหนาแน่นของดินลดลง ดินโปร่งขึ้น อุ่นน้ำและระบายน้ำได้ดีขึ้น ต้นส้มโอมีการเจริญเติบโตที่ดี และตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยเคมีได้ดี สอดคล้องกับลักษณะทางเคมีของดิน ที่พบว่า ดินของ

แปลงปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอบ้านแท่นมีค่าความเป็นกรด-ด่าง และ EC ของดินบน และดินล่าง มีลักษณะเป็นกรด ค่าความเป็นกรดต่างของดินเฉลี่ย 4.76 ค่าการนำไฟฟ้า เฉลี่ย 0.17 dS/m (ตารางที่ 12, 13) แต่ไม่มีปัญหาเรื่องดินเค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง เฉลี่ย 1.7% โดยเฉพาะในดินบน พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกส้ม ซึ่งน่าจะเกิดจากการใช้วัสดุอินทรีย์ในการปรับปรุงคุณภาพของดินมาก มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เฉลี่ย 255 ppm ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เฉลี่ย 345 ppm ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับพืชโดยทั่วไป โดยเฉพาะในช่วงเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม เนื่องจากเกษตรกรมีการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 แก่ส้มโอ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของส้มโอให้ดีขึ้น มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มากกว่าค่าที่เหมาะสมของดินสำหรับการปลูกส้ม และมีปริมาณเหล็ก แมงกานีส และโบรอน ในระดับเพียงพอ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรควรมีการฉีดพ่นโบรอนเสริมทางใบให้แก่ต้นส้มโอโดยเฉพาะในระยะที่ส้มโอมีการออกดอกและติดผลในระยะแรก และควรฉีดพ่นแคลเซียมและ สังกะสี ในระยะเดือนที่ 5 หลังการผลิใบชุดใหม่ เพื่อให้ผลส้มโอมีการสะสมน้ำหนักรากที่ดีขึ้น พื้นที่อำเภอบ้านแท่น มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 900 มม. โดยมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยประมาณ 75 วัน โดยเดือน สิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย มากกว่า 500 มม.จำนวนวันที่ฝนตก 32 วัน โดยเดือน ตุลาคม มีปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ยสูงสุด วันละ 30 มม. (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 5) นอกจากนี้ ปลูกส้มโอโดยการยกร่อง จึงมีแหล่งน้ำภายในสวน และได้รับน้ำสนับสนุนจากลำห้วยหมากตาบ อ่างเก็บน้ำบ้านเพชร อำเภอกุฉิวยาง จังหวัดชัยภูมิ ทำให้สามารถควบคุมการให้น้ำและการบังคับดอกได้สะดวก

ส้มโอทองดีบ้านแท่น มีสีแดงสวยงาม มีคุณภาพในการบริโภค มีรสชาติเข้มข้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดสูง (TA) สัดส่วนของ TSS/TA ใกล้เคียงกับส้มโอพันธุ์ทองดีจากอำเภอเกษตรสมบูรณ์ ชัยภูมิ และอำเภอโพธิ์ประทับช้าง พิจิตร ที่ทำการศึกษาร่วมกัน และใกล้เคียงกับส้มโอพันธุ์ทองดีจากจังหวัดเชียงราย นครนายก ปราจีนบุรี และนครศรีธรรมราช ที่รายงาน โดย เยาวรัตน์ (2545) อ้างถึงใน เสาวภาและคณะ (2553) แต่ต่ำกว่าส้มโอจากจังหวัดนครปฐม ในรายงานเดียวกัน อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของ TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่น ในการศึกษาครั้งนี้ สูงกว่า ค่า TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ทองดี ในรายงานของ อาทิตย์ และคณะ (2551) ซึ่งไม่ได้ระบุแหล่งผลิตของส้มโอที่ทำการศึกษาอย่างชัดเจน จาก จังหวัดเชียงราย ที่รายงานไว้โดย ชูชาติ และคณะ (2551) และ จาก อำเภอสามพราน อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม อำเภอศรีมหาสมุทร จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดนครนายก ที่รายงานไว้โดย ลพ และคณะ (ไม่มีปี)

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดีของอำเภอบ้านแท่นเหนือกว่าส้มโอพันธุ์ทองดีของแหล่งผลิตอื่น อาทิ ปราจีนบุรี นครนายก และกาญจนบุรี ซึ่งเกษตรกรได้มีการพัฒนาระบบการผลิต ตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี (GAP) และมีการพัฒนาภาพลักษณ์ของผลิตผลส้มโอพันธุ์ทองดี (ภาพที่ 6) ให้เป็นส้มโออัตลักษณ์ของอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ โดยอัตลักษณ์ของส้มโอทองดีบ้านแท่น คือ มีฤดูผลผลิตหลักในเดือนกันยายน น้ำหนักผลประมาณ 1.3 กิโลกรัม เนื้อผลมีสีแดงสวยงาม มีคุณภาพในการบริโภค มีรสชาติเข้มข้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ประมาณ 10.55 °Brix ปริมาณกรดสูง (TA) ประมาณ 0.84% สัดส่วนของ TSS/TA สูงกว่า 20 มีรสชาติเข้มข้น รสหวานอมเปรี้ยว ตัวกึ่งมีสีแดงเด่นชัด

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ระบบการจัดการคุณภาพ :GAP พีช ส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. สถิติการผลิตส้มโอส้มโอ. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th>. ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. สถิติการเกษตร สถิติการปลูกส้มโอ รายจังหวัด ปีการเพาะปลูก 2557. แหล่งข้อมูล: <http://www.doae.go.th>. ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2558.
- ลพ ภาณุตานนท์ กฤษณา กฤษณพุกต์ และยงยุทธ โอสดสภา. ไม่มีปี. โครงการความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินในแหล่งปลูกกับปริมาณและคุณภาพผลผลิตส้มโอ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2550. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 2550. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา ผาภิจิต ปาณินทร ลาภจิตร พงษ์ศักดิ์ ยั่งยืน และเกษสุดา เดชภิมล. 2552. โครงการ การศึกษาสถานภาพการผลิต และการพัฒนาการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีของเกษตรกรในเขตอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- เสาวภา ไชยวงศ์ อีรพงษ์ เทพภรณ์ สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์ โรมรัน ชูศรี และ อุไรวรรณ ขุนจันทร์. 2553. โครงการการประเมินสารออกฤทธิ์สำคัญในกลุ่ม Flavonoids และ Anthocyanins ของส้มโอพันธุ์ทองดี พันธุ์ขาวน้ำผึ้งพันธุ์ขาวแตงกวา พันธุ์ขาวใหญ่ และพันธุ์ทับทิมสยาม ที่ปลูกในประเทศไทย รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว. 2545. การเจริญเติบโตพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและลักษณะสำคัญของผลพันธุ์อื่น ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 54 หน้า.
- อาทิตย์ พวงสมบัติ ศิวรัตน์ ปฐวีรัตน์ และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. 2551. การคัดแยกความอ่อน – แก่ของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดีด้วยคุณสมบัติการกระแทกเชิงกล. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 (พิเศษ). 2551. หน้า 27-30.
- สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การผลิตพืชตามแผนควบคุมคุณภาพ <http://www.nedoe.doae.go.th/data/km/km3.pdf>.
- สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ข้อมูลการนำเข้าและส่งออกส้มโอ HS CODE : 0805.4000.001 <http://www.customs.go.th/wps/wcm/jsp/home/index.jsp>.
- สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชุดดิน <http://giswebldd.ddd.go.th/modified/tableFrame.htm>.
- สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ผลการดำเนินงาน GAP ส้มโอ <http://gap.doa.go.th/?t=6&r=213&p=336>.
- สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ลักษณะและสมบัติของชุดดิน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือชุดดินเรณู http://oss101.ddd.go.th/web_thaisoils/pf_desc/northeast/Rn.htm.

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 โครงการการพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอเกษตรสมบูรณ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ

โครงการวิจัยย่อยที่ 2.1 ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการ และคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

วิธีการวิจัย

ทำการคัดเลือกต้นส้มโอเนื้อสีแดง (CY10-005) อายุ 5 ปี จำนวน 10 ต้น ทำการติดเครื่องหมายวันที่ออกดอก ของดอกส้มโอที่ออกดอกในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน 2557 ทำการสุ่มเก็บผลส้มโอรายเดือนต้นละอย่างน้อย 3 ผลต่อเนื่องเป็นเวลา 8 เดือน ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผล ได้แก่ น้ำหนักผล ปริมาตรผล ความกว้างผล ความสูงผล ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ความแน่นเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกและเนื้อของส้มโอ ปริมาณสาร lycopene และวิตามินซี ในแต่ละช่วงอายุ และเมื่อส้มโอเข้าสู่ระยะพัฒนาเนื้อ-สุกแก่ทางสรีรวิทยา ทำการแบ่งเนื้อผลออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 ทำการศึกษาการเปลี่ยนทางเคมีของผลต่อเนื่องสำหรับส่วนที่ 2 นำไปอบแห้ง เพื่อทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในเนื้อผล ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และโบรอน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพผลกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในผล

สถานที่ทำการวิจัย

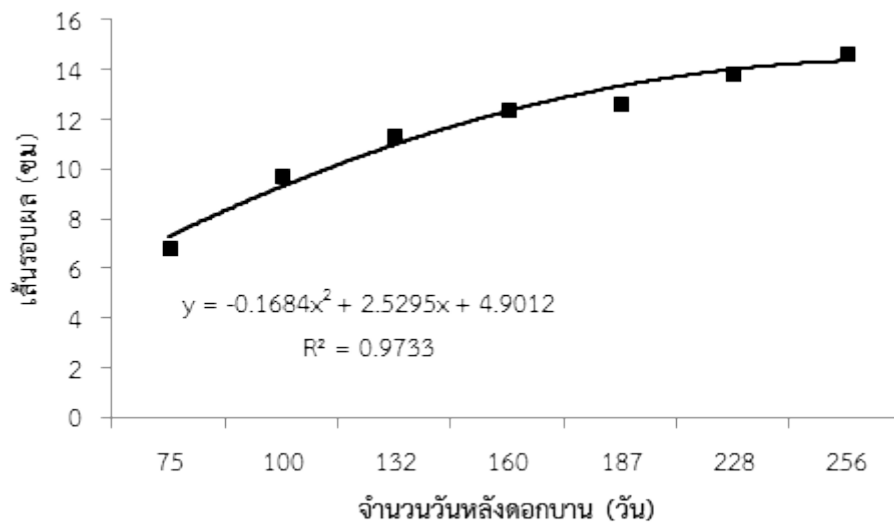
สวนส้มโอ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ และอาคารปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

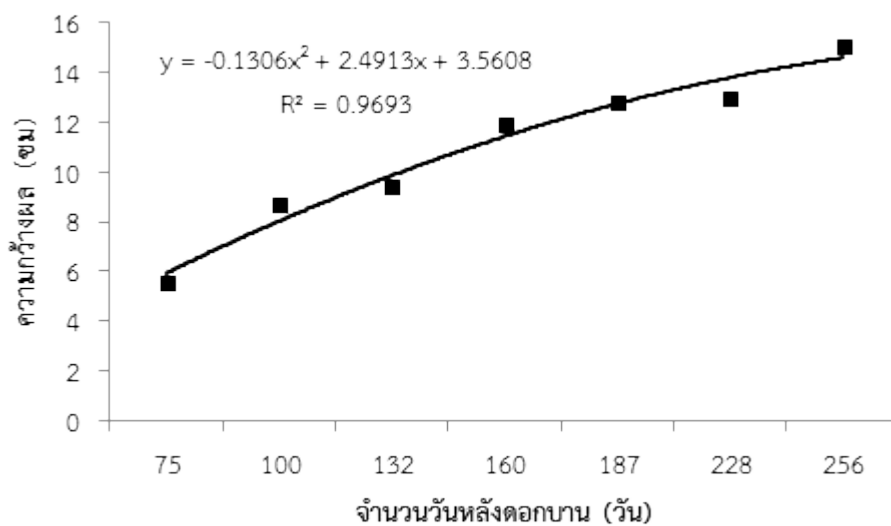
การศึกษากการเจริญเติบโตของผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ปีการผลิต 2557 จากต้นส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อายุประมาณ 4 ปี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนตุลาคม 2557 โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผล ที่อายุ 75, 100, 132, 160, 187, 228 และ 256 วัน พบว่า ต้นส้มเริ่มติดผลในเดือนกุมภาพันธ์ และสามารถบันทึกขนาดผลได้ตั้งแต่เดือนเมษายน โดยการเปลี่ยนแปลงของผลส้ม ทางด้านน้ำหนักและปริมาตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่ในช่วง 75 วันหลังจากออกดอก มีน้ำหนักผลและปริมาตรอยู่ที่ 60.34 กรัม และ 93.33 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากนั้นน้ำหนักและปริมาตรจะมีการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุผล 256 วัน มีน้ำหนักและปริมาตรที่ 1,255.8 กรัม 1,885 มิลลิลิตร

การเจริญเติบโตของผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน เป็นแบบ simple sigmoid curve สอดคล้องกับ การเจริญเติบโตและคุณภาพบางประการของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ซึ่งดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม ถึง กันยายน 2551 และเดือนมีนาคม ถึง กันยายน 2552 ซึ่งรายงานไว้ว่า ผลส้มโอพันธุ์ทองดีมีการเจริญของผลเป็นแบบ simple sigmoid curve (สังคม และคณะ 2552) โดยการขยายขนาดเส้นรอบผล (ภาพที่ 7) และความกว้างของผล (ภาพที่ 8) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 75 - 160 วัน และชะลอการเจริญเติบโตที่อายุผล 160 - 256 วัน ประมาณเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ส่วนลักษณะการเปลี่ยนแปลง

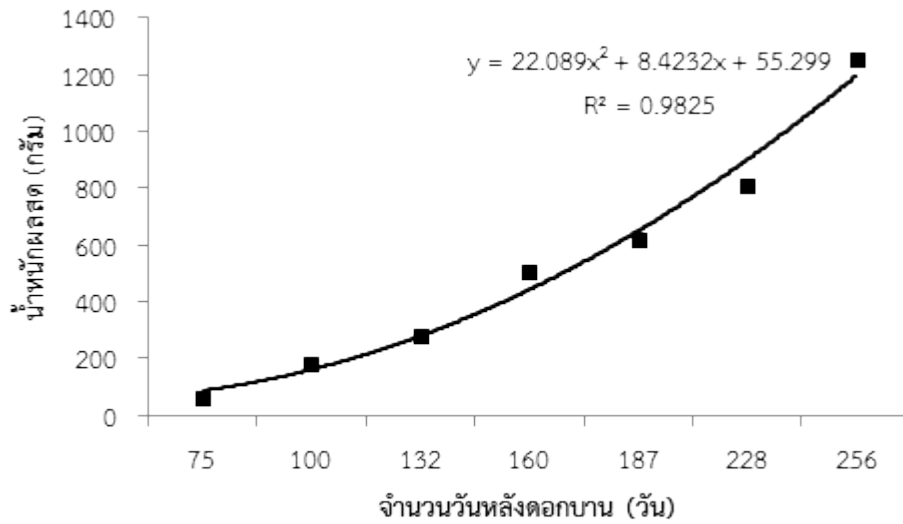
ของน้ำหนักผลมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางปริมาตรของผลส้มโอ (ภาพที่ 9, 10) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุผล ทั้งนี้ เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตสุดท้ายที่อายุผล 256 วันผลความกว้างประมาณ 15 เซนติเมตร



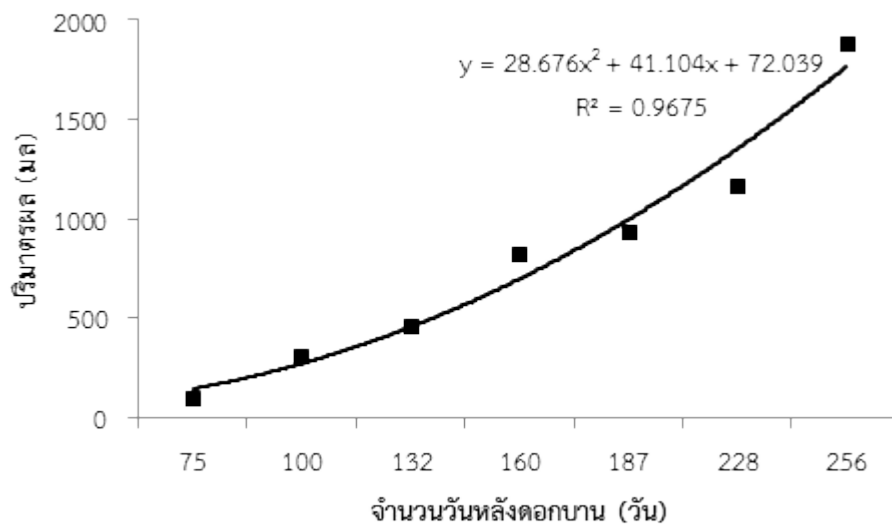
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นรอบผลของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



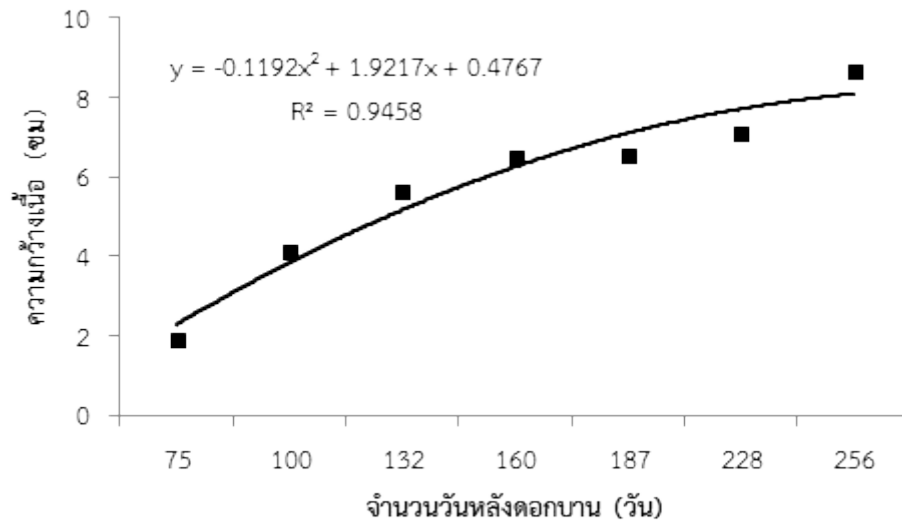
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความกว้างของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



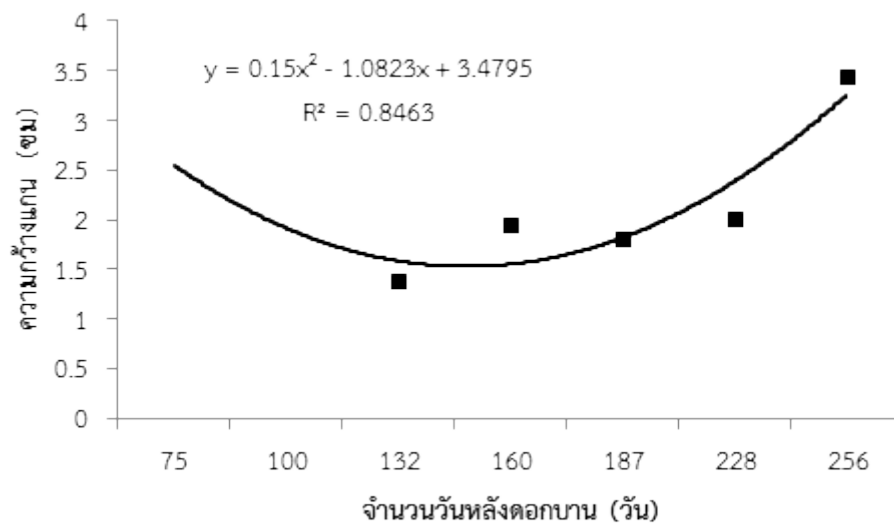
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผลของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุรินทร์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



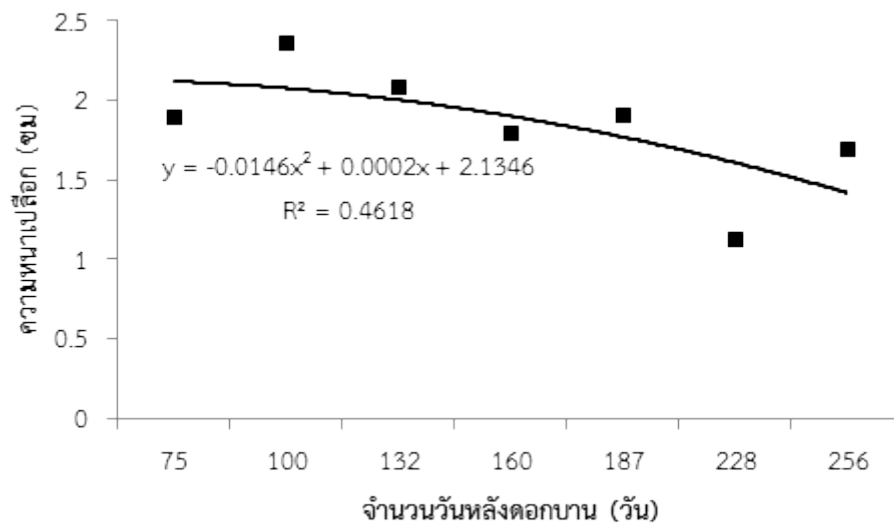
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรผลของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุรินทร์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



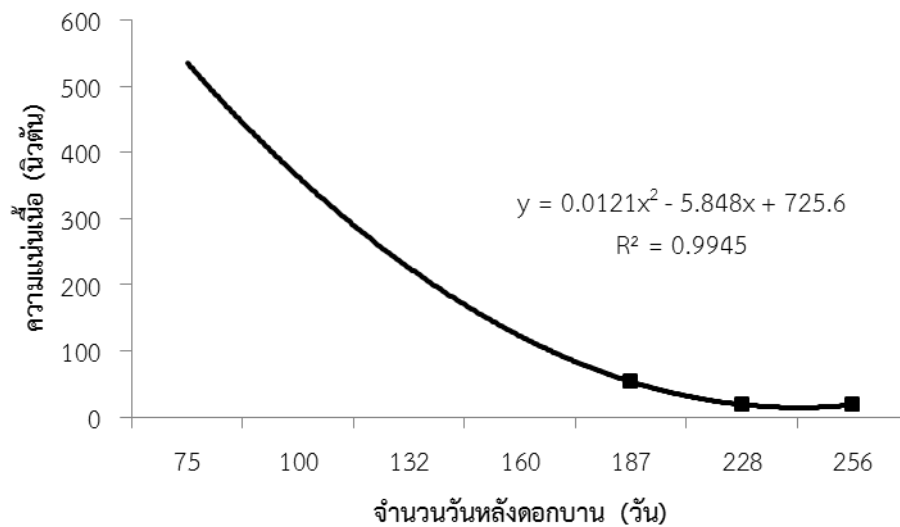
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความกว้างของเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



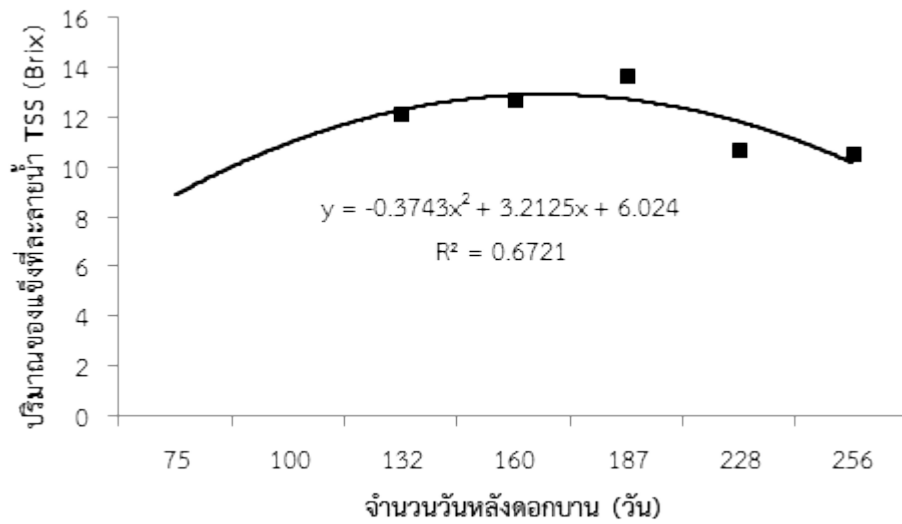
ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงความกว้างแกนกลางผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



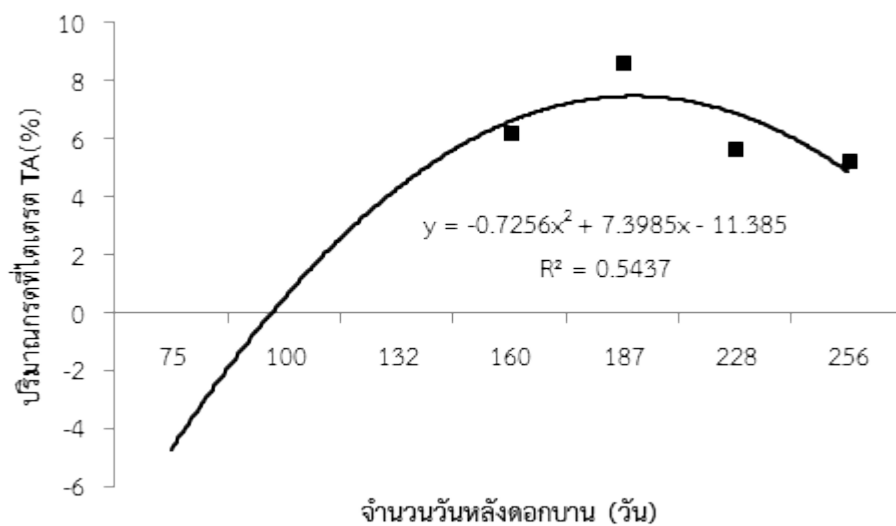
ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือกของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



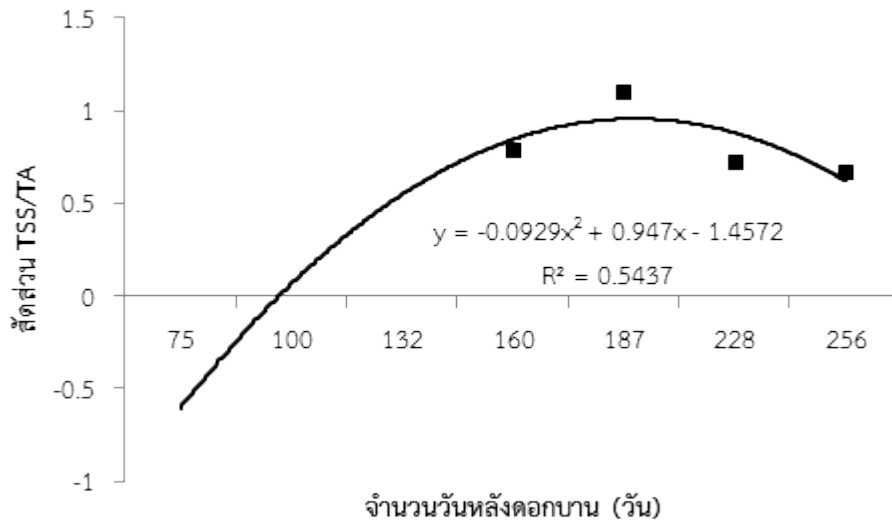
ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



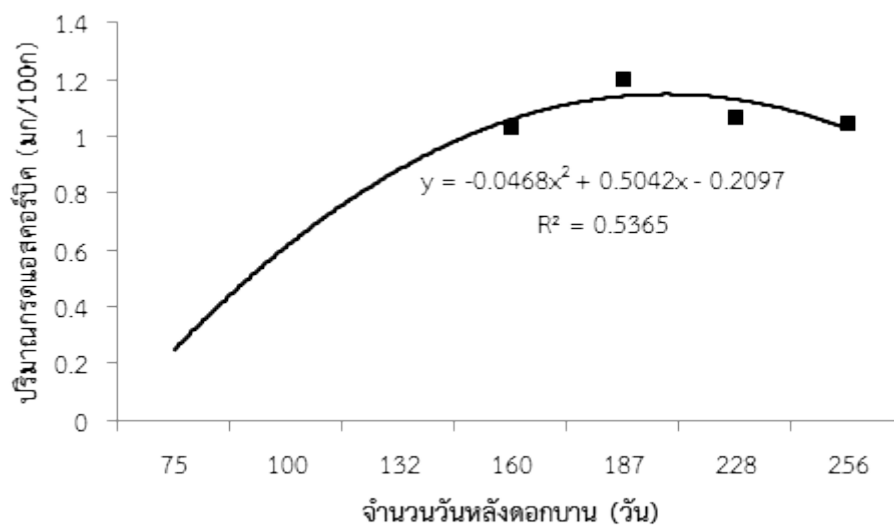
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



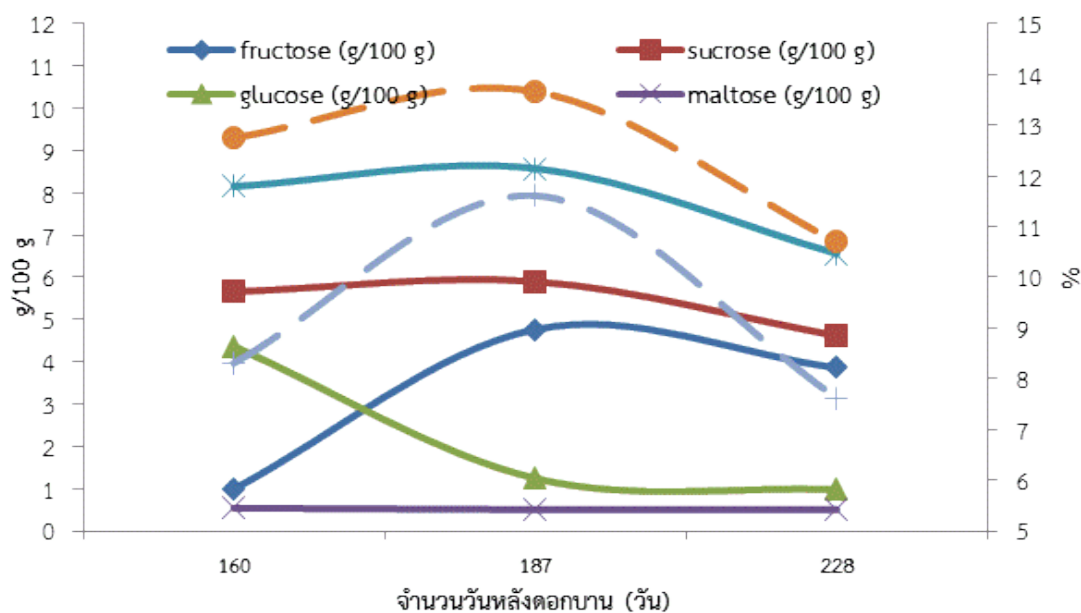
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรต (TA) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



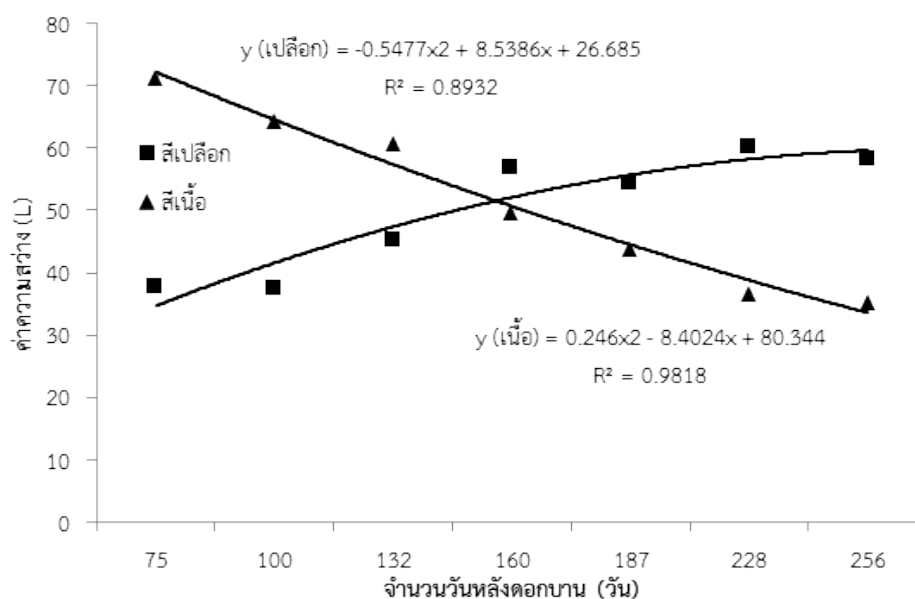
ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ต่อปริมาณกรดที่ไ้เตรต (TA) ของผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



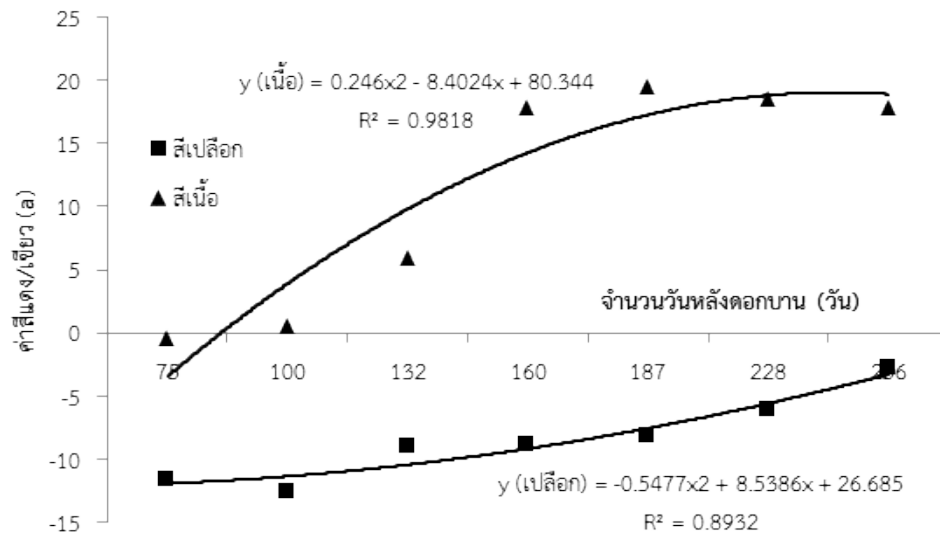
ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



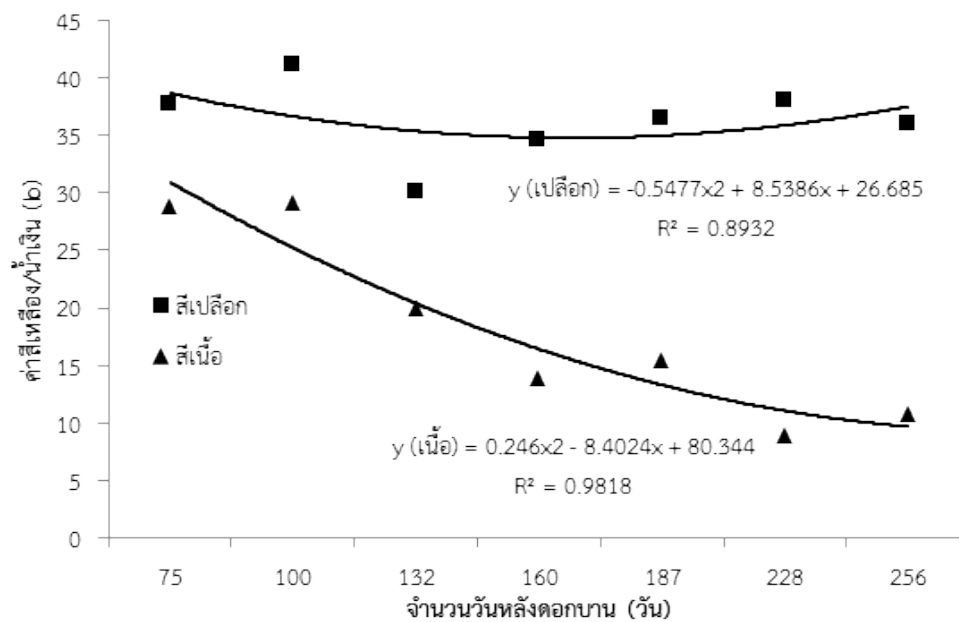
ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ระหว่างอายุ 160 – 228 วัน



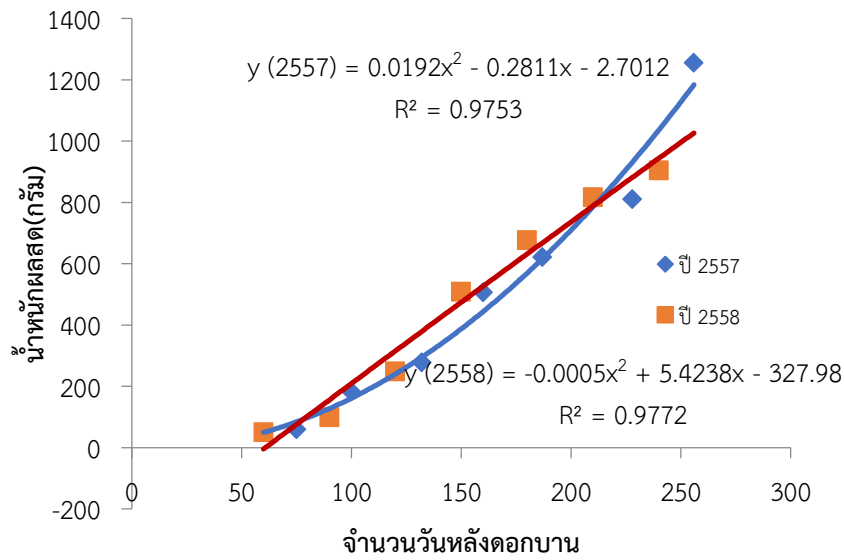
ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของสีเปลือกและเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



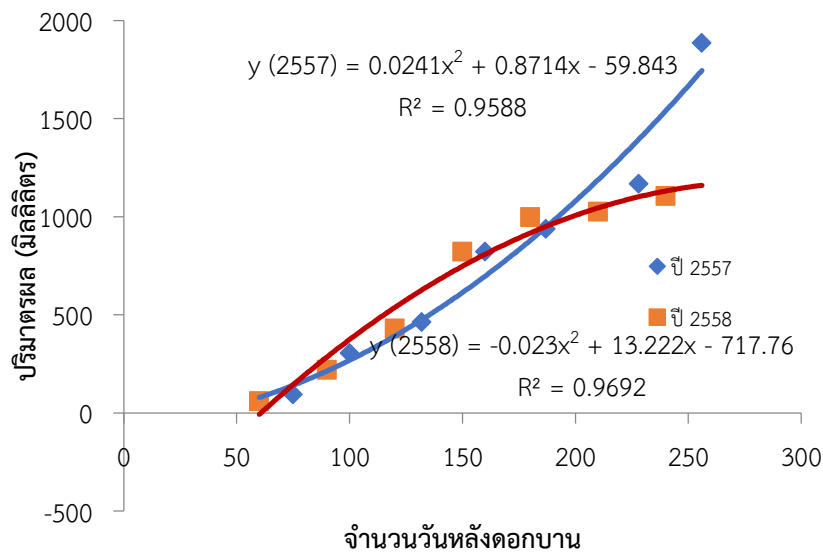
ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีแดง/เขียวของเปลือกและเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



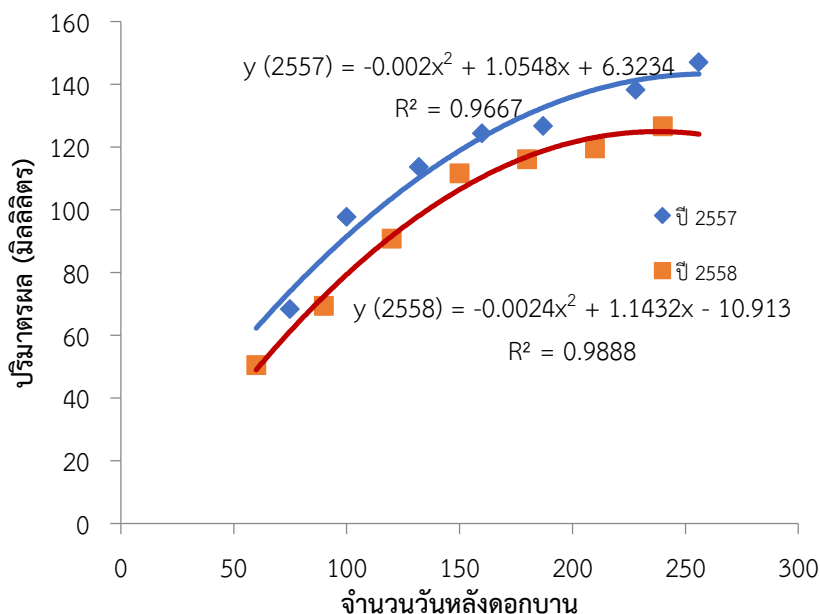
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลือง/น้ำเงินของเปลือกและเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ระหว่างอายุ 75 – 256 วัน



ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักผลส้มโอในแต่ละช่วงอายุในรอบการผลิต ปี 2557 - 2558



ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของผลส้มโอในแต่ละช่วงอายุในรอบการผลิต ปี 2557 - 2558



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงความกว้างของผลส้มโอในแต่ละช่วงอายุในรอบการผลิต ปี 2557 - 2558

ตารางที่ 15 ลักษณะทางกายภาพและเคมีบางประการของผลส้มโอพันธุ์นิฮิฮิซานที่อายุผลต่างกัน

อายุผล (วันหลัง ออกดอก)	ความแน่นเนื้อ (newton/cm ²)	Total soluble solid (°Brix)	Titrateable acidity (TA%)	TSS/TA	Hue angle	Lycopene (mg/100 gFw)	β- carotene (mg/100 gFw)
150	54.13 a	9.89 c	1.32 a	7.49	42.67 a	2.75 d	0.90 d
180	53.65 a	9.99 bc	1.10 b	9.08	30.25 b	5.45 c	1.35 c
210	18.93 b	10.10 abc	0.84 c	12.02	22.91 c	5.97 bc	1.98 b
240	17.71 c	10.34 a	0.69 d	14.98	21.95 c	6.87 b	2.24 ab
270	17.77 c	10.26 ab	0.66 d	15.54	20.64 c	8.65 a	2.55 a
300	18.00 c	10.17 abc	0.69 d	14.73	21.95 c	7.13 b	2.31 a
F-test	**	*	**		**	**	**
CV(%)	3.35	3.66	17.73		10.61	24.17	20.86

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(*) หรือ 99%(**)

การเปลี่ยนแปลงของความกว้างเนื้อ (ภาพที่ 11) และความกว้างแกนกลางผล (ภาพที่ 12) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอายุผลช่วงแรกจะมีความกว้างเนื้อและความกว้างแกนที่น้อยมาก และเมื่อผลมีอายุมากขึ้นจะทำให้ผลมีความกว้างเนื้อและความกว้างแกนเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความหนาเปลือก (ภาพที่ 13) ในส้มโอระยะแรกจะมีความหนามาก แต่เมื่อมีอายุเพิ่มขึ้นความหนาเปลือกของส้มโอจะมีความหนาลดลง โดยอายุผลประมาณ 256 วัน มีขนาดของความกว้างเนื้อและความกว้างแกนอยู่ที่ประมาณ 86 มิลลิเมตรและ 34 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนความหนาของเปลือกจะมีแนวโน้มลดลง ในระยะเก็บผลผลิตจะมีความหนาเปลือกประมาณ 16 มิลลิเมตร

ในระยะแรกของการติดผลและการพัฒนาการของผล ยังไม่มีการพัฒนาการของส่วนเนื้อและยังไม่สามารถวัดค่าความแน่นเนื้อได้ จนกระทั่งผลส้มโอพันธุ์ฉิมสุก ที่อายุ 185 วันหลังดอกบาน ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อค่อนข้างสูง และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออายุผล 228 และ 256 วัน ซึ่งการลดลงของค่าความแน่นเนื้อมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับอายุผลที่มากขึ้น (ค่า $R^2 = 1$) (ภาพที่ 14)

การเปลี่ยนแปลงของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ในช่วงอายุผล 132 วัน จนกระทั่งถึงอายุผล 187 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (ภาพที่ 15) เช่นเดียวกับปริมาณของกรดที่ไตรเตรทได้ที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (ภาพที่ 16) แต่หลังจากนั้น พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ จะลดลงตามอายุผล สัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้หลังจากอายุผลประมาณ 187 วัน จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอายุของผล อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายต่อปริมาณกรดที่ไตรเตรท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุผล (ภาพที่ 17)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ในช่วงอายุผล 160 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงอายุผล 187 วัน หลังจากนั้น ปริมาณกรดแอสคอร์บิก ในเนื้อของผลส้มโอ จะลดลงตามอายุผล และหลัง 228 วัน หลังออกดอกจะมีปริมาณกรดแอสคอร์บิก ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 18)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลในผล ได้แก่ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) น้ำตาลซูโครส (sucrose) น้ำตาลมอลโตส (maltose) น้ำตาลฟรุคโตส (fructose) และ น้ำตาลกลูโคส (glucose) โดยใช้เครื่อง HPLC ในระหว่างการพัฒนาของผลช่วงอายุระหว่าง 160 – 228 วัน เปรียบเทียบกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ (TA) หรือกรดซิตริก พบว่า ผลส้มโอมีปริมาณ TSS และปริมาณ TA สูงสุด ที่อายุผล 187 วัน หลังจากนั้นปริมาณ TSS จะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเป็นผลจากการลดลงของปริมาณน้ำตาลกลูโคส, น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส ตามลำดับ ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง และเป็นที่น่าสังเกตว่า ปริมาณน้ำตาลมอลโตส มีค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 19)

การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก (ภาพที่ 20, 21 และ 22) พบว่าค่าความสว่างของสีเปลือก (L^*) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจะเริ่มคงที่เมื่ออายุผล ประมาณ 160 วันหลังดอกบานจนกระทั่งเข้าสู่ระยะเก็บผลผลิต โดยที่ค่าความเขียว ($-a^*$) ของเปลือกจะมีค่าลดลง เกือบเท่ากับศูนย์ในระยะเก็บผลผลิต ส่วนค่าสีน้ำเงิน (b^*) ค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่าเปลือกผลส้มโอจะเริ่มจากสีเขียวในระยะผลอ่อน จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกโดยมีความสว่างของสีผลมากขึ้นและเริ่มเปลี่ยนไปในโทนสีเหลือง

การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ (ภาพที่ 20, 21 และ 22) พบว่าค่าความสว่างของสีเปลือก (L^*) มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนค่าสีแดง (a^*) มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ และจะเริ่มคงที่เมื่ออายุผล ประมาณ 160 วันหลังดอกบานจนกระทั่งเข้าสู่ระยะเก็บผลผลิต ส่วนค่าสีน้ำเงิน (b^*) ของเนื้อจะมีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่าเนื้อผลส้มโอจะเริ่มจากสีเขียวอมเหลืองในระยะผลอ่อน จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อโดยเปลี่ยนไปเป็นสีส้มและสี

แดงตามลำดับ โดยจะเริ่มมีสีเนื้อโตนสีแดงในช่วงอายุ 160 วัน หลังดอกบาน หรือประมาณ 5 เดือนหลังดอกบาน

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการเจริญเติบโตทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของผลส้มโอพันธุ์ฉัสน อางสรุปได้ว่า ส้มโอพันธุ์ฉัสน สามารถเก็บเกี่ยวผลได้ ตั้งแต่ผลมีอายุ 187 วัน ขึ้นไป เนื่องจากมีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงสุด อย่างไรก็ตาม เมื่อปล่อยให้ผลมีอายุมากขึ้น ผลส้มโอพันธุ์ฉัสนจะมีรสชาติที่ดีขึ้น แม้ว่าจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้และน้ำตาล ลดลง ในขณะเดียวกันปริมาณกรดก็จะลดลงตามอายุผล ทำให้สัดส่วนของ TSS/TA สูงขึ้น

ในปีการผลิต 2558 ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของผลส้มโอพันธุ์ฉัสน โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผล ที่อายุ 2 เดือน ถึง 10 เดือน (60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, และ 300 วัน) พบว่าในช่วงผลอายุ 60 วัน หลังดอกบาน มีน้ำหนักผลและปริมาตรอยู่ที่ 50 กรัม และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้น น้ำหนัก (ภาพที่ 23) และปริมาตร (ภาพที่ 24) จะมีการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เช่นเดียวกับปีที่ผ่าน มา จนกระทั่งถึงอายุเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 240 วัน มีน้ำหนักและปริมาตรที่ 904.11 กรัมและ 1,105.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงความกว้างผล พบว่าการขยายขนาดของผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ อายุ 60-150 วัน เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปี 2557 และจะมีการชะลอการเจริญเติบโตของผลที่อายุผล 150 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงอายุ 240 วันหลังดอกบาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของผล ส้มโอพันธุ์ฉัสนเป็นแบบ simple sigmoid curve (ภาพที่ 25)

ในส่วนของคุณภาพสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์ฉัสน (Lycopene และ B-carotene) พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ผลมีอายุ 150 วัน โดยมีปริมาณสูงสุดที่ผลมีอายุ 270 วัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผล ส้มโอมีสัดส่วนของ TSS/TA สูงที่สุด ทั้งนี้หากเก็บเกี่ยวผลที่มีอายุมากกว่านี้ (300 วัน) แม้ว่าจะมีปริมาณสาร B-carotene สูงขึ้น (ตารางที่ 15) แต่คุณภาพผลโดยรวมจะลดลง จะมีรสชาติด้อยลง (TSS/TA ลดลง) และ เนื้อกึ่งแข็งมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลการเจริญเติบโตของผลและคุณภาพของผลเมื่อเก็บเกี่ยว อางสรุปได้ว่า ผลส้มโอพันธุ์ฉัสน มีรูปแบบการเจริญเติบโตของผลแบบ simple sigmoid โดยน้ำหนักผล ขนาดและปริมาตรผลมี แนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 150 วันหลังดอกบาน จากนั้น การเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพมีแนวโน้ม คงที่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลพบว่า ผลส้มโอมีพัฒนาทางด้านคุณภาพทางเคมีในช่วงผลมีอายุ ตั้งแต่ 150 วันเป็นต้นไป โดยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความหวาน (TSS) เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส พร้อม ๆ กับการลดลงของปริมาณกรด (TA) ทำให้ สัดส่วนของ TSS/TA สูงขึ้น จนมีสัดส่วนสูงสุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน นอกจากนี้ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมี การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามอายุผล และมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลส้ม โอพันธุ์ฉัสนสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ผลมีอายุประมาณ 180 วัน แต่ควรเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุตั้งแต่ 210 – 270 วัน เนื่องจากผลที่มีอายุมากขึ้น จะมีปริมาณกรด (TA) ลดลง ปริมาณความหวาน (TSS) สัดส่วน ของความหวานต่อปริมาณกรด (TSS/TA) และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Lycopene และ B-carotene) สูงขึ้น ตัวกึ่งของเนื้อผลนิ่มลง และยังไม่เกิดอาการข้าวสาร แต่หากปล่อยให้ผลมีอายุมากขึ้นถึง 300 วัน

คุณภาพของผลกลับลดลง ซึ่งส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ที่ติดผลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีอายุการเก็บเกี่ยวผลอยู่ในช่วงเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน

เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ พันธุ์ดี สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา สังคม เตชะวงศ์เสถียร พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และเกษสุดา เดชกิมล.

2551. การเจริญเติบโตและคุณภาพบางประการของผลส้มโอพันธุ์ทองดีที่ปลูกในอำเภอบ้านแท่น

จังหวัดชัยภูมิ. ว.วิทย์.เกษตร. 39(3)(พิเศษ) : 78-81

สังคม เตชะวงศ์เสถียร สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา ฝากจิต ปาลินทร์ ลาภจิตร พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และเกษ

สุดา เดชกิมล. 2552. โครงการ การศึกษาสถานภาพการผลิต และการพัฒนาการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี

ของเกษตรกรในเขตอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุน

สนับสนุนการวิจัย.

โครงการวิจัยย่อยที่ 2.2 การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

วิธีการวิจัย

คัดเลือกต้นส้มโอพันธุ์มณีอีสานอายุ 5 ปี ซึ่งมีเส้นรอบวงลำต้นประมาณ 50.5 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มกว้างประมาณ 4 เมตร จำนวน 4 ต้น จากสวนของคุณเสมียน นราพล ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ทำการติดตั้งหัววัดการเคลื่อนที่ของน้ำที่โคนต้นของส้มโอสูงจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร ต้นละ 2 หัวตรวจวัดในทิศเหนือ-ใต้ โดยใช้หัวตรวจวัดแบบ Granier (1985, 1987) ทำการให้กระแสไฟฟ้าคงที่และเก็บข้อมูลทุก 30 นาที ตามวิธี transient thermal dissipation method (Do and Rocheteau, 2002; Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2010) การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในเดือนมิถุนายน 2558 ถึงเมษายน 2559 ส่วนการเก็บข้อมูลสภาพอากาศใช้เครื่องตรวจอากาศขนาดเล็ก (U23 Pro v2 Temperature/Relative Humidity Data Logger-U23-001, Bourne, MA) บันทึกข้อมูลทุก 30 นาที ทำการคำนวณค่าการขาดความดันไอน้ำของอากาศ (vapor pressure deficit; VPD) ตามวิธีของ Allen et al. (1998) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและอัตราการคายน้ำด้วยโปรแกรม SPSS 17.0 (SPSS Inc., New York, NY, USA) และโปรแกรม Sigmaplot 10.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)

ทำการสร้างแบบจำลองการคายน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสานโดยใช้ค่าสมการความสัมพันธ์ของสภาพอากาศกับอัตราการคายน้ำของส้มโอในช่วงที่ดินมีความชื้นสูง (ฤดูฝน) ซึ่งพบว่าพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์สูงกับอัตราการคายน้ำของส้มโอ คือ VPD จึงใช้ค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวในการสร้างแบบจำลองการคายน้ำของส้มโอ ดังสมการที่ 1

$$E_{\text{Tree}} = 12.217 \ln(\text{VPD}) + 29.669 \quad \text{สมการที่ 1}$$

สำหรับการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองนี้ทำการคำนวณค่า VPD โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดรายวันมาทำการคำนวณ VPD ตามสมการหา VPD ของ Allen et al. (1998) แล้วทำการคำนวณการคายน้ำของส้มโอด้วยสมการที่ 1 แล้วนำข้อมูลอัตราการคายน้ำที่ประมาณจากแบบจำลอง (estimated E_{Tree}) ไปเปรียบเทียบกับค่าอัตราการคายน้ำของส้มโอจริง (actual E_{Tree}) ในแต่ละวัน ทำการทดสอบความสัมพันธ์และค่า root mean square error (RMSE) ของค่า estimated E_{Tree} และ actual E_{Tree} เพื่อยืนยันความแม่นยำของแบบจำลอง

สถานที่ทำการวิจัย

สวนส้มโอ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ และอาคารปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

ลักษณะของสภาพอากาศ

การเก็บข้อมูลสภาพอากาศในช่วงดำเนินงานวิจัย พบว่าในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน – ตุลาคม 2558) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.4 °C (ภาพที่ 26A) และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 84.6 % (ภาพที่ 26B) ส่วนในฤดู

แล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.3°C (ภาพที่ 26A) และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 77.8 % (ภาพที่ 26B) ส่วนค่า VPD ในฤดูแล้งมีค่า VPD สูงกว่าในช่วงฤดูฝน และค่า VPD มีค่าสูงมากในเดือนมีนาคม-เมษายน 2559 ($> 7 \text{ kPa}$) เนื่องจากในช่วงดังกล่าวเป็นฤดูร้อนและมีไฟฟ้าใกล้เคียงกันสวนส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่ทำการทดลอง

อัตราการคายน้ำของส้มโอ

การคายน้ำของต้นส้มโอพันธุ์ฉิมพลีในฤดูฝนมีอัตราการคายน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน ส่วนในช่วงฤดูแล้งส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีอัตราการคายน้ำเฉลี่ย 24.7 ลิตรต่อต้นต่อวัน อย่างไรก็ตามอัตราการคายน้ำของต้นส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีความผันแปรตามค่า VPD ในช่วงฤดูฝน (ภาพที่ 1C) ส่วนในฤดูแล้งอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีลักษณะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามค่า VPD อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉิมพลีในฤดูแล้งลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับในฤดูฝน ซึ่งการลดลงของอัตราการคายน้ำนี้มีผลมาจากความชื้นดินที่ลดลงในช่วงฤดูแล้งซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ส้มโอลดอัตราการคายน้ำลง สอดคล้องกับหลายรายงานที่พบว่าเมื่อมีภาวะแล้งของดินทำให้อัตราการคายน้ำของพืชลดลง (O'Grady et al., 2008; Huang et al., 2009; Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011)

ลักษณะการคายน้ำของต้นส้มโอในรอบวัน

ลักษณะการคายน้ำในรอบวันของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี พบว่าการคายน้ำ (sap flux density, J_s) ของต้นส้มโอเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า และมีค่าสูงสุดในช่วงเที่ยงวัน หลังจากนั้นอัตราการคายน้ำของต้นส้มโอลดลงในช่วงบ่าย และมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ในตอนกลางคืน ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของการเปลี่ยนแปลงค่า VPD (ภาพที่ 27) โดยลักษณะการคายน้ำแบบนี้เป็นลักษณะของการคายน้ำของพืชโดยทั่วไปที่มีการเปิดปากใบในตอนกลางวันและปิดปากใบในตอนกลางคืน เช่น กล้วย (Lu et al., 2002) ยูคาลิปตัส (O'Grady et al., 2008) ยางพารา (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) และส้มโอพันธุ์ทองดี (สุภัทร์ และคณะ, 2554)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับอัตราการไหลของน้ำในท่อน้ำ

อุณหภูมิ

จากภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ของอัตราการคายน้ำกับอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉิมพลีเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการคายน้ำของส้มโอไม่ชัดเจน เนื่องจากอัตราการคายน้ำในช่วงฤดูแล้งถูกควบคุมโดยความชื้นของดิน สอดคล้องกับรายงานของ Huang et al. (2009) พบว่าอัตราการคายน้ำของพืชเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ความชื้นสัมพัทธ์

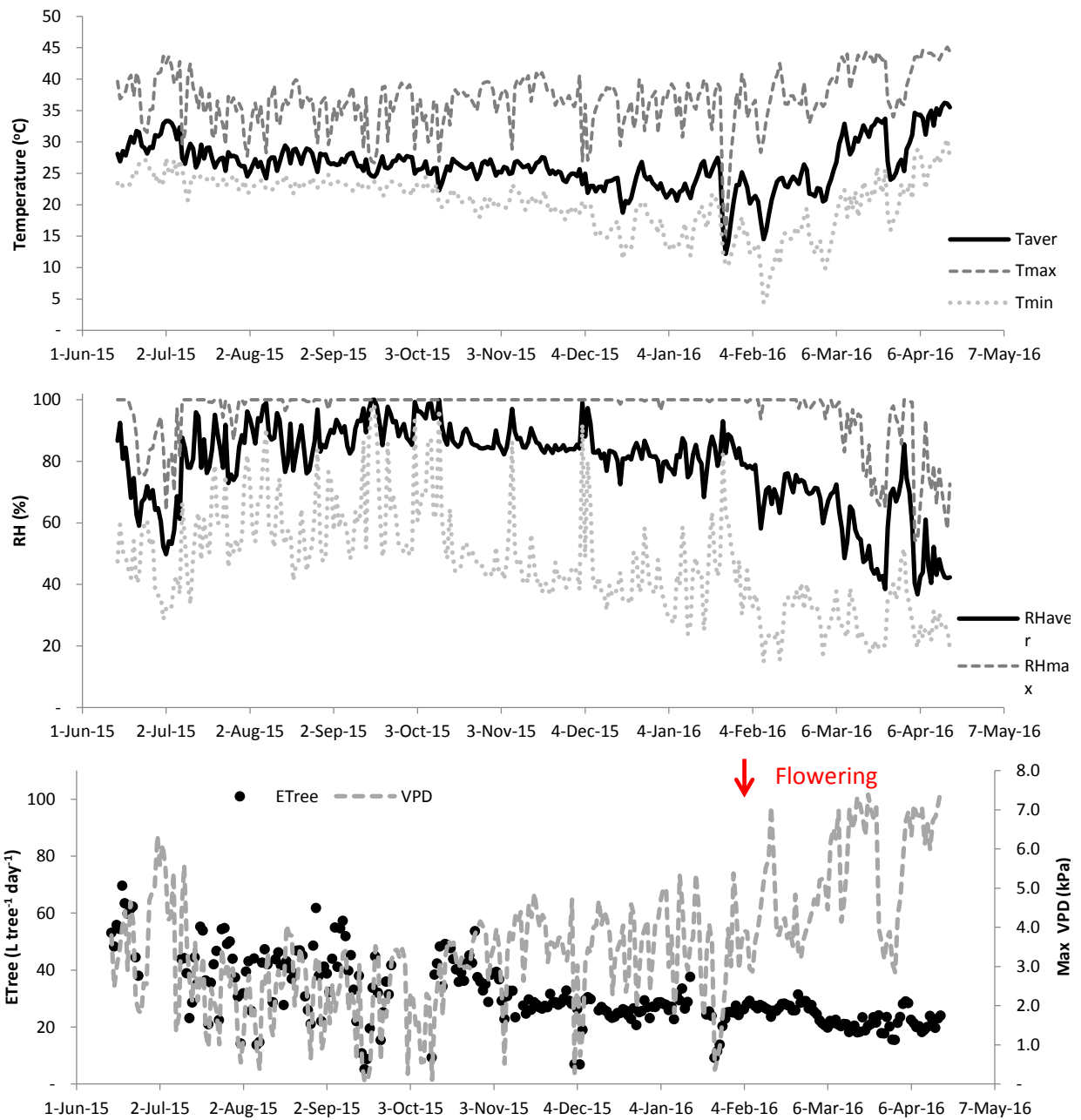
การหาความสัมพันธ์ของอัตราการคายน้ำกับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดในแต่ละวัน (ภาพที่ 29) พบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉิมพลีในฤดูฝนมีอัตราลดลง แต่ความสัมพันธ์ของอัตราการคายน้ำกับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดในแต่ละวันไม่ชัดเจนในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าในสภาพดินมีความชื้นสูงในวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือวันที่อากาศครึ้มฟ้าครึ้มฝน อัตราการคายน้ำของพืชลดลงเนื่องจากอากาศที่มีความชื้นสูง

ค่าการขาดความดันไอน้ำในอากาศ

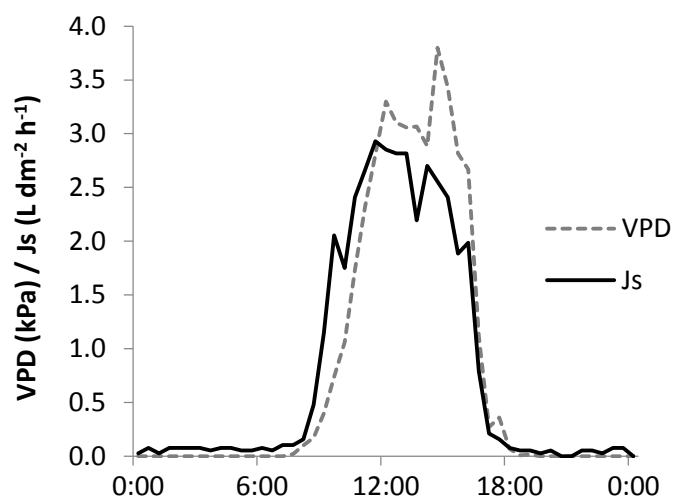
การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการคายน้ำต่อวันกับ VPD ในช่วงที่ดินมีความชื้นสูงในฤดูฝน พบว่า VPD มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการคายน้ำต่อวันของต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสาร (ภาพที่ 30) สอดคล้องกับรายงานใน *Quercus glauca* (Huang et al., 2009) ยูคาลิปตัส (O'Grady et al., 2008) และยางพารา (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) ซึ่ง VPD มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ ดังนั้นเมื่อสภาพอากาศร้อนแห้ง (VPD สูง) ทำให้ส้มโอพันธุ์ฉวีสารมีอัตราการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น และการหาความสัมพันธ์ของอัตราการคายน้ำต่อวันกับ VPD ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าอัตราการคายน้ำต่อวันกับค่า VPD มีความสัมพันธ์ที่ลดลงเมื่อเทียบกับความสัมพันธ์ของอัตราการคายน้ำต่อวันกับค่า VPD ในฤดูฝน ซึ่งจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้แสดงให้เห็นว่าในช่วงภาวะแล้งอัตราการคายน้ำถูกจำกัดด้วยความชื้นในดิน แต่ในช่วงที่ดินมีความชื้นสูง อัตราการคายน้ำของส้มโอถูกควบคุมโดยสภาพอากาศ (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011)

ปริมาณการคายน้ำต่อวันของต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสาร

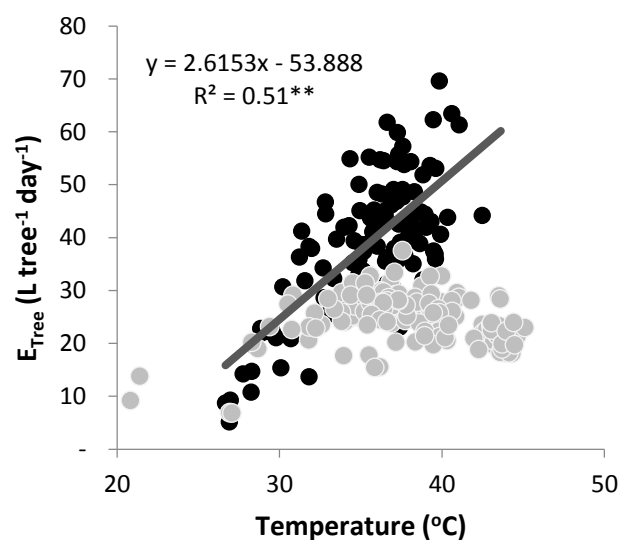
การศึกษาปริมาณการคายน้ำของต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสารอายุ 5 ปี ซึ่งมีขนาดเส้นรอบวงลำต้น 41.5-60.5 เซนติเมตร (เส้นรอบวงเฉลี่ย 50.5 เซนติเมตร) พบว่าอัตราการคายน้ำต่อวันในช่วงที่ดินมีความชื้นสูงมีอัตราการคายน้ำเท่ากับ 42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน (ภาพที่ 26C) ซึ่งพบว่าส้มโอพันธุ์ฉวีสารมีอัตราการคายน้ำสูงกว่าส้มโอพันธุ์ทองดีอายุ 6 ปี (เส้นรอบวงประมาณ 48.5 เซนติเมตร) ซึ่งมีอัตราการคายน้ำประมาณ 25 ลิตรต่อวัน และเมื่อเทียบกับส้ม mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) ซึ่งมีปริมาณการคายน้ำ 2.1 มิลลิเมตรต่อวันหรือ 63 ลิตร/วัน (Villalobos et al., 2009) พบว่าส้มโอพันธุ์ฉวีสารมีอัตราการคายน้ำน้อยกว่าส้ม mandarin อย่างไรก็ตามส้มโอพันธุ์ฉวีสารมีอัตราการคายน้ำใกล้เคียงอัตราการคายน้ำของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 ปี (ขนาดเส้นรอบวงลำต้น 52.5 เซนติเมตร) ซึ่งมีอัตราการคายน้ำประมาณ 40-45 ลิตร/วัน (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) ทั้งนี้อัตราการคายน้ำของพืชมีความผันแปรตามลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชหลายประการ เช่น ลักษณะการเปิดปิดปากใบ ค่าการชักนำน้ำในลำต้น จำนวนใบ และขนาดใบ รวมทั้งชนิด (specie) และพันธุ์พืชด้วย (Oren and Pataki, 2001; Motzer et al., 2005; สุภัทร์, 2555) จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการศึกษ้อัตราการคายน้ำของพืชอาจมีความจำเป็นต้องทำการวิจัยเฉพาะในแต่ละพืชและสายพันธุ์ และอายุของพืช เพื่อให้ทราบความต้องการการใช้น้ำของพืชที่แม่นยำ ทำให้การจัดการน้ำของแต่ละพืชมีความเหมาะสมตามความต้องการของพืชในแต่ละชนิด



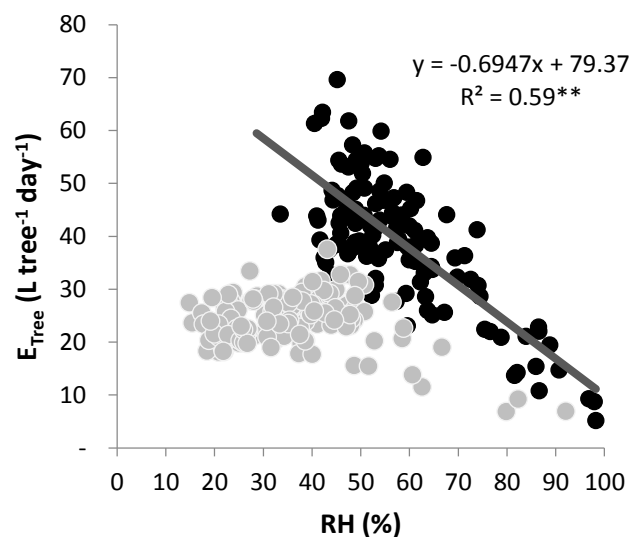
ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (A) ความชื้นสัมพัทธ์ (B) และการคายน้ำ (E_{Tree}) และค่าการขาดความดันไอน้ำของอากาศสูงสุด (Max-VPD) (C) ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน – เมษายน 2559



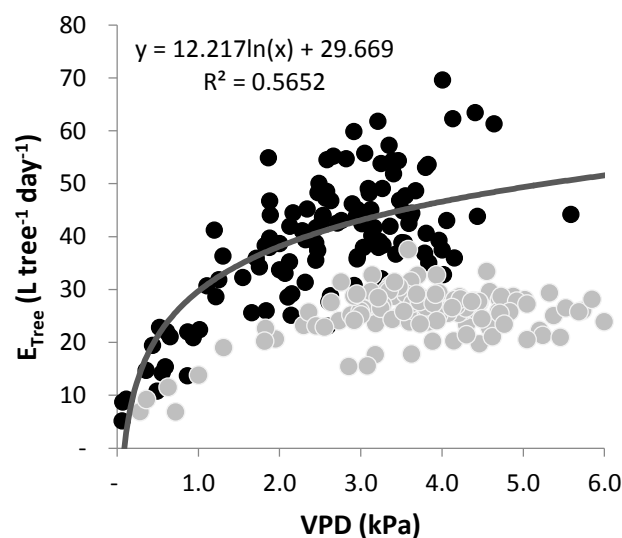
ภาพที่ 27 ลักษณะของอัตราการไหลของน้ำในท่อน้ำ (xylem sap flux density; Js) และค่าการขาดความดันไอน้ำในอากาศ (VPD) ในรอบวันของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน



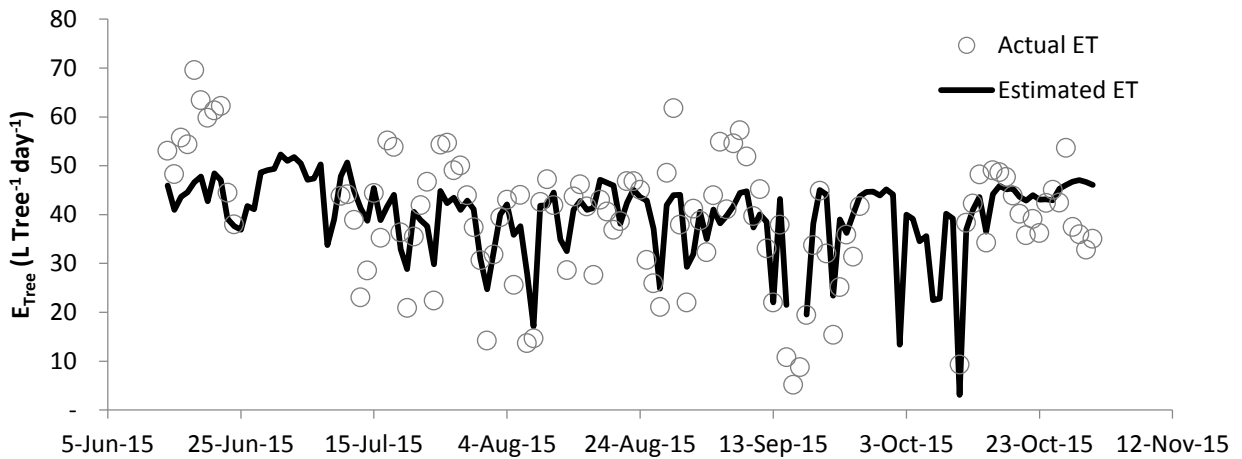
ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ของการคายน้ำ (E_{Tree}) และอุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูฝน (ดินมีความชื้นสูงในเดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2558, วงกลมดำ) ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559, วงกลมสีเทา)



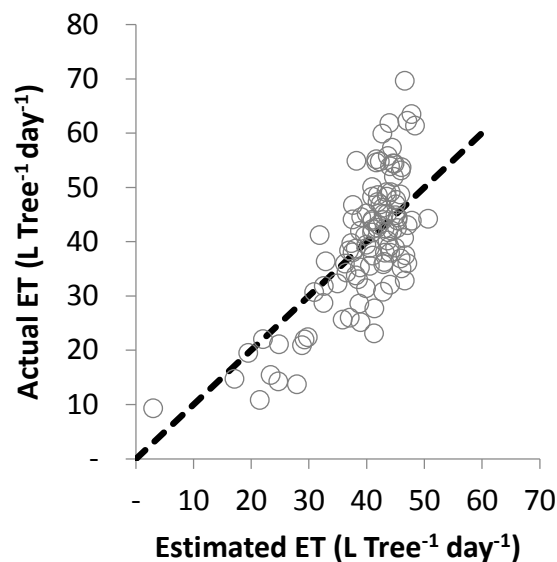
ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ของการคายน้ำ (E_{Tree}) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (RH) ในช่วงฤดูฝน (ดินมีความชื้นสูงในเดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2558, วงกลมดำ) ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559, วงกลมสีเทา)



ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ของการคายน้ำ (E_{Tree}) และค่าการขาดความดันไอน้ำในอากาศ (VPD) ในช่วงฤดูฝน (ดินมีความชื้นสูงในเดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2558, วงกลมดำ) ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559, วงกลมสีเทา)



ภาพที่ 31 อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (Estimated ET) และค่าที่ได้จากการวัดจริง (Actual ET) ระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม 2558



ภาพที่ 32 ความสัมพันธ์ของอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (Estimated ET) และค่าที่ได้จากการวัดจริง (Actual ET) ระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม 2558 โดย $r^2 = 0.74$ ($P < 0.01$) และ RMSE = 8.17

แบบจำลองการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ

จากการใช้แบบจำลองอัตราการคายน้ำของส้มโอพบว่าอัตราการคายน้ำของส้มโอที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (estimated E_{Tree}) อย่างง่าย มีค่าใกล้เคียงกับอัตราการคายน้ำที่ได้วัดจริง (actual E_{Tree}) ดังภาพที่ 31 และจากการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการคายน้ำจากแบบจำลองกับค่าอัตราการคายน้ำของส้มโอจริงในแต่ละวัน โดยทำการทดสอบความสัมพันธ์และค่า root mean square error (RMSE) ระหว่างค่า

actual E_{Tree} และ estimated E_{Tree} เพื่อยืนยันความแม่นยำของแบบจำลอง พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่าง actual E_{Tree} และ estimated E_{Tree} มีค่า $r^2 = 0.74$ ($P < 0.01$) และมีค่า RMSE = 8.17 (ภาพที่ 32) ซึ่งถือได้ว่าแบบจำลองการคายน้ำของพืชที่พัฒนาขึ้นนี้มีความน่าเชื่อถือสำหรับการประมาณค่าอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีนิล โดยการนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตต่อไป ถ้าเกษตรกรมีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เกษตรกรสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการประมาณค่าการใช้น้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีนิล และทำให้การให้น้ำแก่ต้นส้มโอตามปริมาณที่คำนวณได้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นการให้น้ำตรงตามความต้องการของส้มโอ อย่างไรก็ตามเพื่อความแม่นยำของแบบจำลองควรมีการทดสอบเปรียบเทียบสำหรับการให้น้ำตามปริมาณน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลอง เพื่อยืนยันความแม่นยำของแบบจำลองต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ต้นส้มโอพันธุ์ฉวีนิลอายุ 5 ปี เส้นรอบวงลำต้นประมาณ 50.5 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มกว้างประมาณ 4 เมตร มีอัตราการคายน้ำเฉลี่ยในช่วงที่ดินมีความชื้นสูง (มิถุนายน-ตุลาคม 2558) เท่ากับ 42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน ส่วนในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – มีนาคม 2559) ส้มโอพันธุ์ฉวีนิลมีอัตราการคายน้ำเฉลี่ย 24.7 ลิตรต่อต้นต่อวัน ซึ่งอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีนิลในฤดูแล้งลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับฤดูฝน ส่วนความสัมพันธ์ของสภาพอากาศต่ออัตราการคายน้ำต่อวัน แสดงให้เห็นว่าช่วงภาวะแล้งอัตราการคายน้ำถูกจำกัดด้วยความชื้นในดิน แต่ในช่วงที่ดินมีความชื้นสูงอัตราการคายน้ำของส้มโอมีความผันแปรตามสภาพอากาศ แสดงว่าต้นพืชมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ทำให้การวัดอัตราการคายน้ำในฤดูแล้งมีอัตราการคายน้ำต่ำกว่าในฤดูฝน ส่วนการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมควรใช้ข้อมูลของอัตราการคายน้ำในฤดูฝนในการประมาณความต้องการน้ำของส้มโอฤดูแล้ง ซึ่งการให้น้ำในปริมาณดังกล่าวส่งผลให้ต้นส้มโอมีการอัตราการคายน้ำในฤดูแล้งเพิ่มขึ้น นำไปสู่การส่งเสริมให้ต้นส้มโอมีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้นด้วย และจากการสร้างแบบจำลองการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีนิลโดยประมาณอัตราการคายน้ำจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ พบว่าแบบจำลองดังกล่าวสามารถประมาณอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีนิลได้โดยมีค่า $r^2 = 0.74$ และ RMSE = 8.17

เอกสารอ้างอิง

- สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, สมยศ มีทา, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน, พชริน สงศรี และสังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2554. อัตราการคายน้ำในรอบวันและต่อวันของต้นส้มโอพันธุ์ทองดี. ว. วิทย. กษ. 42 (พิเศษ): 495-498.
- สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2555. การประมาณความต้องการน้ำของไม้ยืนต้นเศรษฐกิจเพื่อการให้น้ำที่เหมาะสม. แก่นเกษตร. 40: 279-290.
- Do, F. and A. Rocheteau. 2002. Influence of natural temperature gradients on measurements of xylem sap flow with thermal dissipation probes. 2. Advantages and calibration of a non-continuous heating system. Tree Physiol. 22: 649-654.
- Huang, Y., P. Zhao, Z. Zhang, X. Li, C. He, and R. Zhang. 2009. Transpiration of Cyclobalanopsis glauca (syn. Quercus glauca) stand measured by sap-flow method in a karst rocky terrain during dry season. Ecol. Res. 24: 791-801.
- Isarangkool Na Ayutthaya, S., F.C. Do, K. Pannengpetch, J. Junjittakarn, J.-L. Maeght, A. Rocheteau, and H. Cochard. 2010. Transient thermal dissipation method of xylem sap flow measurement: multi-species calibration and field evaluation. Tree Physiol. 30: 139-148.

- Isarangkool Na Ayuuthaya S., F.C. Do, K. Pannengetch, J. Junjittakarn, J.-L. Maeght, A. Rocheteau, and H. Cochard. 2011. Water loss regulation in mature *Hevea brasiliensis*: effects of intermittent drought in the rainy season and hydraulic regulation. *Tree Physiol.* 31: 751-762.
- Lu, P., K. Woo and Z. Liu. 2002. Estimation of whole-plant transpiration of bananas using sap flow measurement. *J. Exp. Bot.* 53: 1771-1779.
- Motzer, T., N. Munz, M. Kuppers, D. Schmitt and D. Anhuf. 2005. Stomatal conductance, transpiration and sap flow of tropical montane rain forest trees in the southern Ecuadorian Andes. *Tree Physiol.* 25: 1283-1293.
- O'Grady, A.P., D. Worledge and M. Battaglia. 2008. Constrains on transpiration of *Eucalyptus globulus* in southern Tasmania, Australia. *Agric. For. Meteorol.* 148: 453-465.
- Oren, R. and D.E. Pataki. 2001. Transpiration in response to variation in microclimate and soil moisture in southeastern deciduous forests. *Oecologia.* 127: 549-559.
- Villalobos, F.J, L. Testi and M.F. Moreno-Perez. 2009. Evaporation and canopy conductance of citrus orchards. *Agri. Water Manag.* 96: 565-573.

โครงการวิจัยย่อยที่ 2.3 การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสถาน

วิธีการวิจัย

โดยเลือกสวนส้มโอพันธุ์ฉวีสถานของเกษตรกร ในพื้นที่ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ทำการคัดเลือกต้นส้มโอที่มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกัน ได้รับแสงเท่ากัน และได้รับการปฏิบัติดูแลเหมือนกัน ทำเครื่องหมายก่อนเริ่มทำการเก็บตัวอย่างใบและดิน ทุกๆ 1 เดือน และเก็บตัวอย่างผลที่มีอายุตั้งแต่ติดผลจนถึงระยะเก็บเกี่ยว นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารรวมทั้งคุณสมบัติและองค์ประกอบของผล

สถานที่ทำการวิจัย

สวนส้มโอ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ และอาคารปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

การติดตามเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในดิน

ติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินได้เริ่มเก็บตัวอย่างระหว่าง เดือนมีนาคม 2557 ซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตส้มโอมีอายุ 1 เดือนหลังดอกบาน จากนั้นเก็บตัวอย่างต่อเนื่องทุกๆ 1 เดือนจนถึงระยะเก็บเกี่ยว คือ เดือนตุลาคม 2557 จากนั้นติดตามผลการเปลี่ยนแปลงในรอบการผลิตของปี 2558 โดยเริ่มเก็บตัวอย่างในช่วง เดือนมีนาคม และสิ้นสุดในเดือนตุลาคม เช่นเดียวกันกับ ปี 2557

การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ EC ในดิน

การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินของปี 2557-2558 พบว่าดินมีลักษณะเป็นกรดปานกลาง โดยพบว่าใน ปี 2557 - 2558 มีค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน อยู่ระหว่าง 5.5-5.7 ส่วนค่า EC ในดิน พบว่าในปี 2557 และ ปี 2558 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.4 และ 0.3-0.5 mS/cm ตามลำดับ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่า EC ของสวนส้มโอพันธุ์ฉวีสถานมีค่าต่ำมาก จึงไม่เป็นอันตรายต่อพืช

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matters) และไนโตรเจนในดิน (Total Nitrogen)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนในดินมีปริมาณสูงในช่วงเดือนเมษายน และค่อยลดลงมาเรื่อยๆ โดยมีปริมาณต่ำสุดในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม จากนั้นจึงค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งถึงเดือนตุลาคม (ภาพที่ 33 - 34) สอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนในใบ (ภาพที่ 41) พบว่าในช่วงเดือนมีนาคม และช่วงเดือนตุลาคม มีปริมาณธาตุอาหารสูงเมื่อเทียบกับช่วงเดือนกรกฎาคม ที่มีปริมาณธาตุอาหารลดลง เนื่องจากในช่วงนี้ผลมีพัฒนาการผลสูงจึงทำให้มีการดูดใช้ธาตุอาหารจากส่วนต่างๆไปใช้ในส่วนของผลมากขึ้น ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในใบลดลง พบว่าค่าอินทรีย์วัตถุในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตร ในช่วงปี 2557 อยู่ระหว่าง 2.4-2.8 % และ ปี 2558 อยู่ระหว่าง 2.4-3.1 % ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตร

ในช่วงปี 2557 พบว่าค่าอินทรีย์วัตถุอยู่ระหว่าง 1.51-2.05% และ ปี 2558 อยู่ระหว่าง 1.43-2.24% ตามลำดับ ตามลำดับ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลงการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของอินทรีย์วัตถุในดินควรอยู่ระหว่าง 1.5-2.5 % ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าอินทรีย์วัตถุในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่าอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในเกณฑ์สูงมาก ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตส้มโอไม่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของอินทรีย์วัตถุในดิน แต่อย่างไรก็ตามดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงอาจส่งผลต่อการดูดใช้ในโตรเจนในดินที่อาจเสียสมดุลและมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (สมศักดิ์, 2551) ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตร อยู่ในระดับที่เหมาะสม

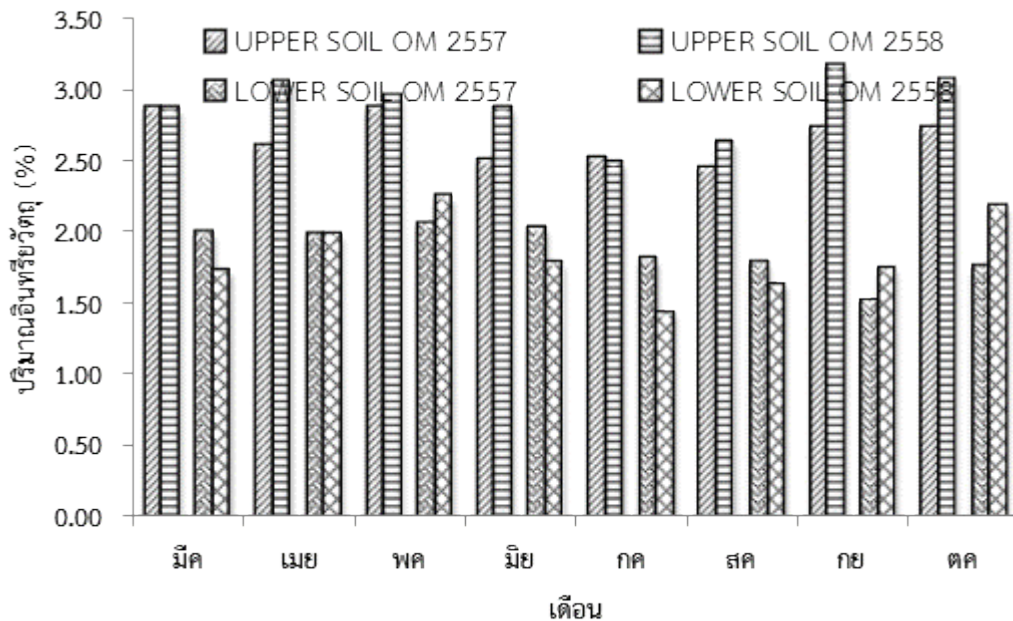
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (Available Phosphorus)

ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินมีปริมาณสูงในช่วงเดือนเมษายนและค่อยลดลงมาเรื่อยๆ โดยมีปริมาณต่ำสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม จากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงเดือนตุลาคม (ภาพที่ 35) สอดคล้องกับปริมาณฟอสฟอรัสในใบพบว่าในช่วงเดือนมีนาคม และช่วงเดือนตุลาคม มีปริมาณธาตุอาหารสูงเมื่อเทียบกับช่วงเดือนกรกฎาคม ที่มีปริมาณธาตุอาหารลดลง พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรระหว่างปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณอยู่ระหว่าง 7.7-15.1 และ 13.7-18.9 mg/kg P ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตรในปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณอยู่ระหว่าง 1.2-3.1 และ 1.2-2.7 mg/kg P ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลงการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณฟอสฟอรัสในดินอยู่ระหว่าง 15-25 mg/kg P ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าฟอสฟอรัสในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557 มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนในปี 2558 พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตร ในปี 2557 ถึงปี 2558 พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งในกรณีที่ส้มได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพออาจส่งผลต่อคุณภาพของส้มโอได้ เช่นส่งผลให้ผลกลวง กรดในน้ำคั้นมาก และเปลือกหนา รวมถึงอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นส้มโอเนื่องจากฟอสฟอรัส มีผลต่อการสังเคราะห์แสง การสร้างและเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น (อิสริยาภรณ์, 2550) อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสจัดเป็นธาตุที่พืชมีความต้องการไม่มาก เมื่อเทียบกับธาตุอาหารอื่นๆ ในกลุ่มของไนโตรเจน โพแทสเซียมและแคลเซียม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินในแปลงปลูกส้มโอโดยทั่วไปมักไม่ขาดฟอสฟอรัส เนื่องจากปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ มักจะมีส่วนประกอบของฟอสฟอรัสติดมาด้วยอยู่แล้ว (สมศักดิ์, 2551)

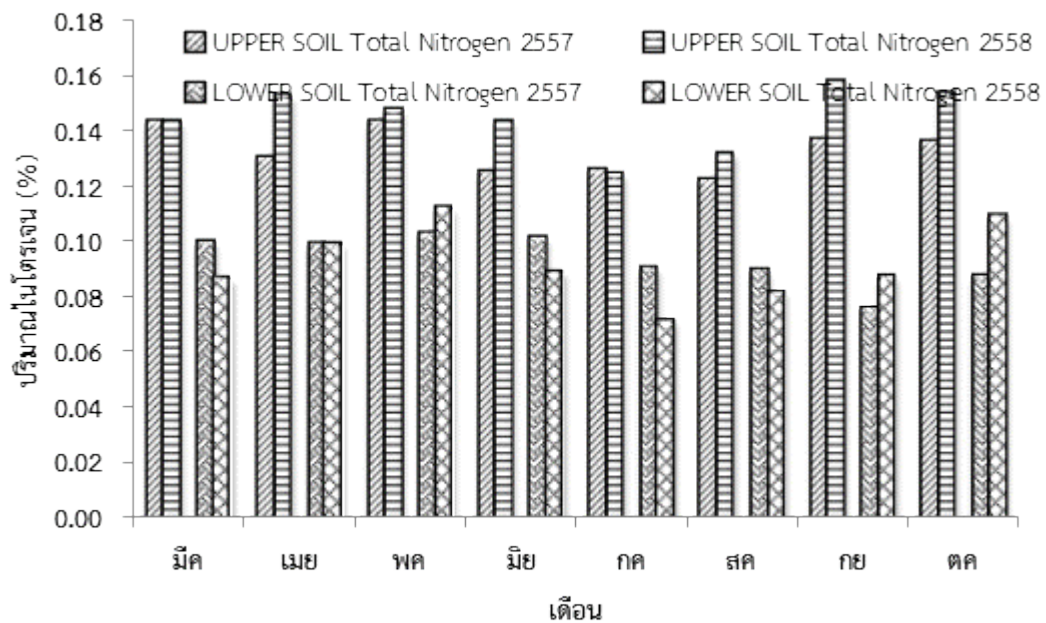
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในดิน (Exchangeable Potassium)

ปริมาณของโพแทสเซียมในดินมีปริมาณสูงในช่วงเดือนเมษายนและค่อยลดลงมาเรื่อยๆ และต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายน จากนั้นสูงขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม ก่อนจะค่อยๆ ลดลงมา (ภาพที่ 36) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเดือนกรกฎาคมเกษตรกรได้ทำการใส่ปุ๋ยที่เน้นธาตุโพแทสเซียมเพื่อใช้ในการปรับปรุงรสชาติในผลผลิตให้มีรสชาติที่ดีขึ้น พบว่าในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ระหว่าง 129-247 และ 192-314 mg- K /kg ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ระหว่าง 133-168 และ 154-177 mg- K /kg ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลงการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ระหว่าง 100-150 mg-K /kg ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่า

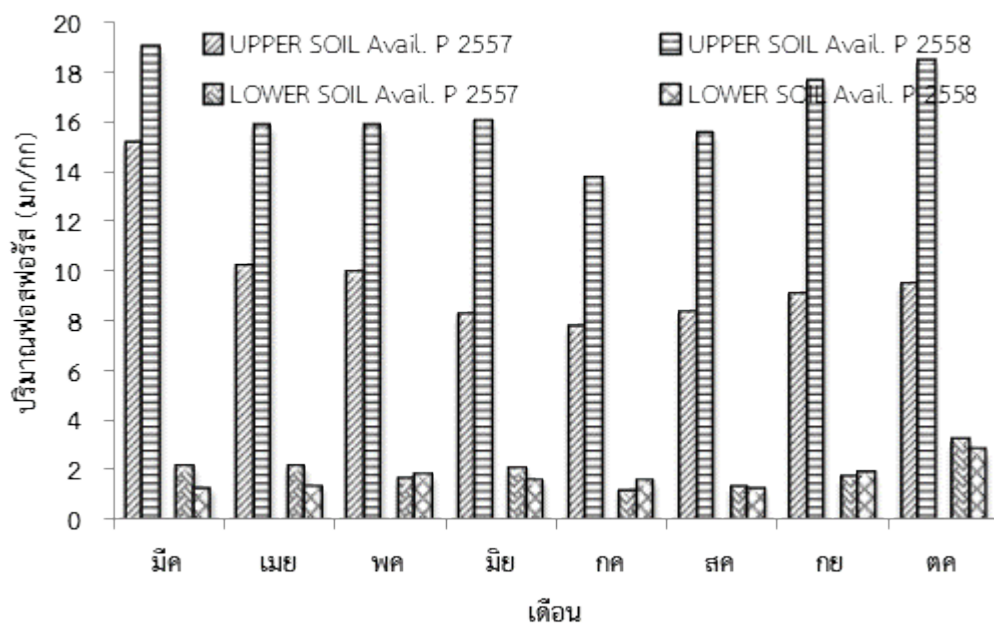
โพแทสเซียมในดินของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่าที่ระดับดินบนมีค่าโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดลดลง ส่งผลให้เปลือกผลไม้ลักษณะขรุขระ และมีปริมาณกรดที่สูงได้ (อิสริยาภรณ์, 2550) ในขณะที่ดินล่างมีค่าโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง



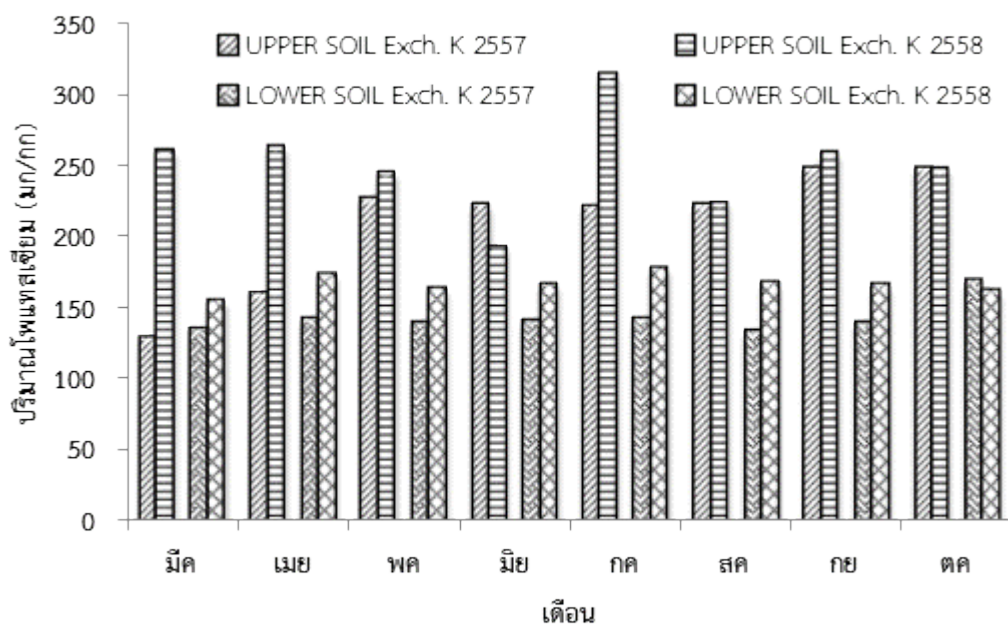
ภาพที่ 33 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 34 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 35 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



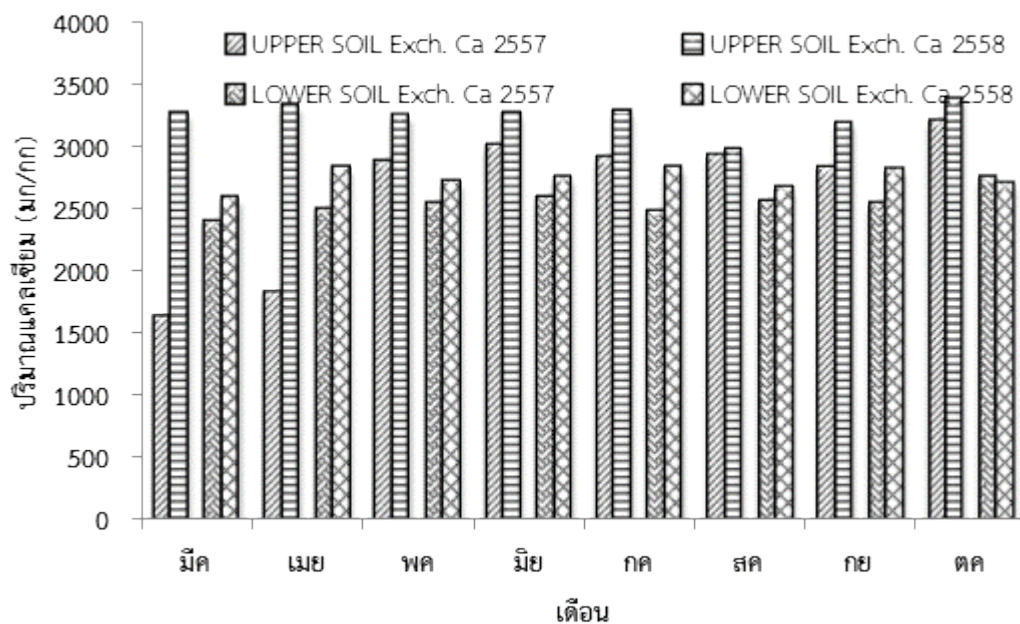
ภาพที่ 36 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในดิน (Exchangeable Calcium)

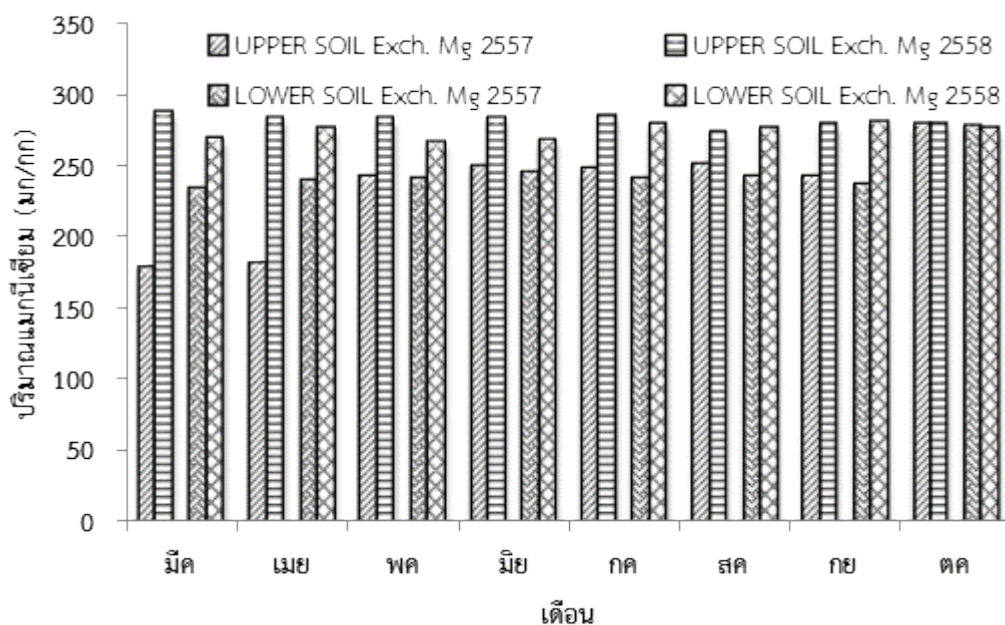
ปริมาณแคลเซียมในดินในแต่ละช่วงเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงสิงหาคม และเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม (ภาพที่ 37) พบว่าในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ระหว่าง 1645-3200 และ 2900-3383 mg-Ca/kg ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ระหว่าง 2400-2750 และ 2583-2800 mg-Ca/kg ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลงผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าคำแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ระหว่าง 1000-2000 mg-Ca/kg ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าแคลเซียมในดินของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่าที่ระดับดินบนและดินล่างมีค่าแคลเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่สูง โดยแคลเซียมจัดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โดยส้มโอต้องการแคลเซียมในการเจริญเติบโตมากกว่าธาตุอาหารชนิดอื่นที่ได้รับจากดิน และต้องการใช้ในการสร้างผลผลิตใกล้เคียงกับไนโตรเจนแต่น้อยกว่าโพแทสเซียม (สมศักดิ์, 2551) นอกจากนี้แคลเซียมยังมีส่วนช่วยในการทำให้มีความแน่นเนื้อมากขึ้น และสามารถลดการแตกของผลได้ สำหรับความสามารถในการดูดใช้แคลเซียมของส้มโอขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโพแทสเซียมและแมกนีเซียม กรณีที่ใส่แคลเซียมมากเกินไปทำให้ส้มดูดใช้โพแทสเซียมและแมกนีเซียมน้อยลง (อิสริยาภรณ์, 2550)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Exchangeable Magnesium)

ปริมาณแมกนีเซียมในดินในแต่ละช่วงเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงสิงหาคม (ภาพที่ 38) พบว่าในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณแมกนีเซียมในดินอยู่ระหว่าง 178.69-278.62 และ 272.73-287.01 mg-Mg/kg ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณแมกนีเซียมในดินอยู่ระหว่าง 234.27-277.68 และ 266.24-280.13 mg-Mg/kg ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลงผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าคำแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณแมกนีเซียมในดินอยู่ระหว่าง 120-240 mg-Mg/kg ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าแมกนีเซียมในดินของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่าที่ระดับดินบนและดินล่างในปี 2557 และ 2558 มีค่าแมกนีเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่สูง



ภาพที่ 37 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ชัยภูมิ อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



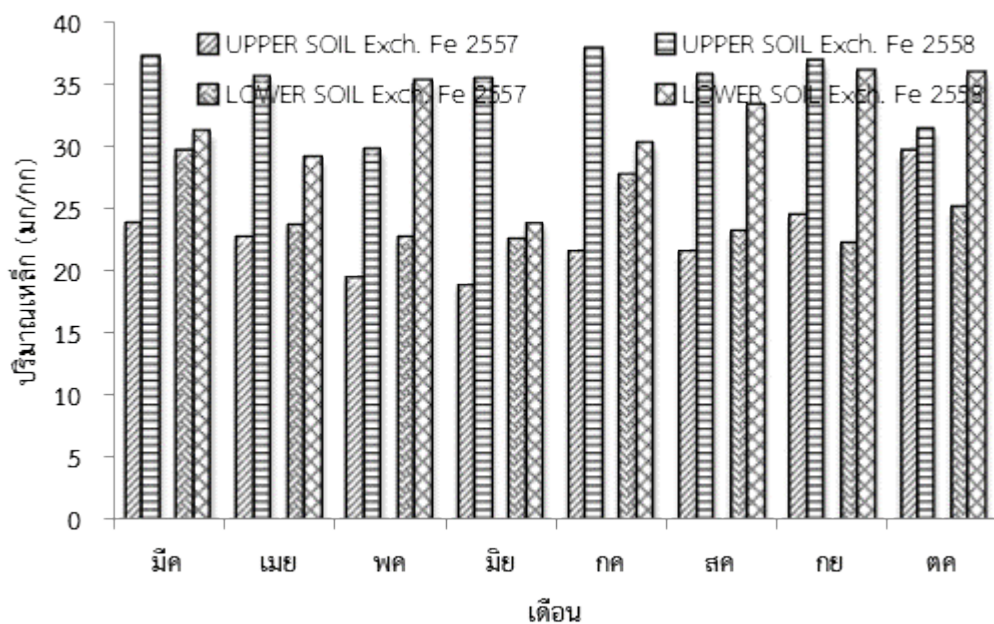
ภาพที่ 38 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ชัยภูมิ อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในดิน (Exchangeable Iron)

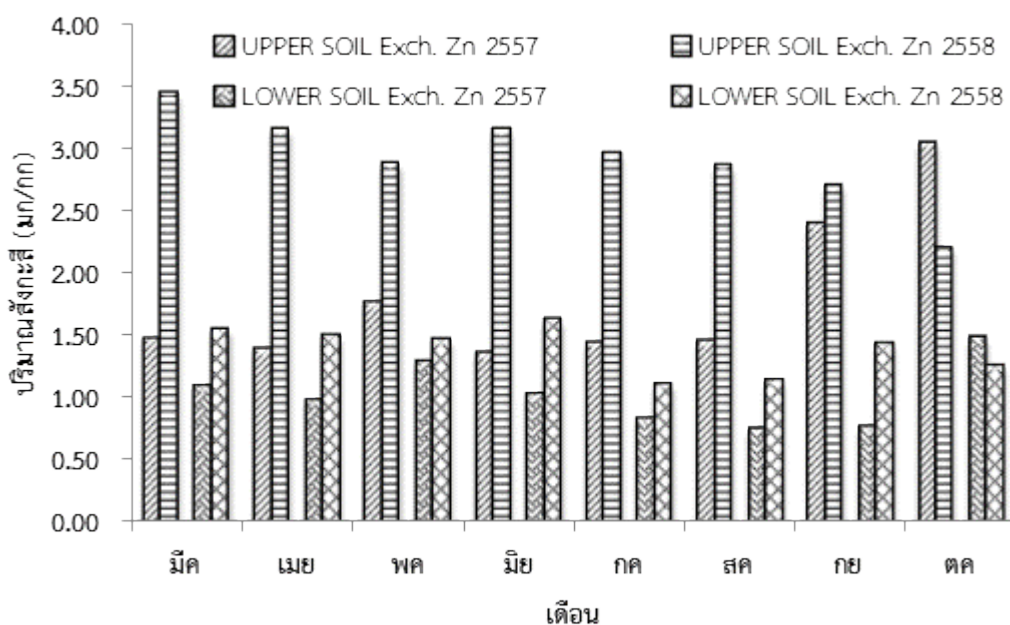
ปริมาณเหล็กในดินในแต่ละช่วงเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงสิงหาคม และเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม (ภาพที่ 39) พบว่าในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณเหล็กในดินอยู่ระหว่าง 18.85-29.55 และ 29.74-37.76 mg-Fe/kg ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ระหว่าง 22.19-29.59 และ 23.76-36.12 mg-Fe/kg ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณเหล็กในดินอยู่ระหว่าง 11-16 mg-Fe/kg ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าเหล็กในดินของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่าที่ระดับดินบนและดินล่างมีค่าเหล็กอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก อย่างไรก็ตามธาตุเหล็กจัดเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเพียงเล็กน้อย ซึ่งดินปลูกส้มโอในประเทศไทยมักมีเหล็กที่สูงเกินความต้องการของส้มโอ ซึ่งพืชโดยทั่วไปรวมทั้งส้มโอสามารถทนต่อความเป็นพิษของเหล็กได้ดี ความเข้มข้นที่สูงกว่าคำแนะนำจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในดิน (Exchangeable zinc)

ปริมาณสังกะสีในดินในแต่ละช่วงเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเดือน มิถุนายน ถึงกรกฎาคม และลดลงในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม (ภาพที่ 40) พบว่าในดินบนที่ 0-20 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2559 มีปริมาณสังกะสีในดินอยู่ระหว่าง 1.38-3.04, 2.20-3.44 และ 1.93-3.53 mg-Zn/kg ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่างที่ 20-40 เซนติเมตรของปี 2557 ถึงปี 2559 มีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ระหว่าง 0.74-1.47, 1.10-1.54 และ 1.14-1.74 mg-Zn/kg ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณสังกะสีในดินอยู่ระหว่าง 1.1-3.0 mg-Zn/kg ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าสังกะสีในดินของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่าที่ระดับดินบนและดินล่างมีค่าสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยสังกะสีจัดเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อย แต่มีความจำเป็นต่อพืช เนื่องจากเกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของคาร์บอน เป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์หลายชนิด เป็นส่วนหนึ่งของระบบเอ็นไซม์ที่ควบคุมสมดุล ระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และกรดคาร์บอนิก เป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์ ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีน จำเป็นสำหรับการสร้างคลอโรฟิลล์ ช่วยให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นไปอย่างปกติ และส่งเสริมการดูดน้ำของพืช (อิสริยาภรณ์, 2550)



ภาพที่ 39 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 40 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

การติดตามเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารไนโบและกิง

ติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบได้เริ่มเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2557 ซึ่งเป็นใบชุดแรกที่แตกใบอ่อน จากนั้นเก็บตัวอย่างต่อเนื่องทุกๆ 1 เดือนจนถึงระยะเก็บเกี่ยว คือ เดือนตุลาคม 2557 จากนั้นติดตามผลการเปลี่ยนแปลงในรอบการผลิตของปี 2558 โดยเริ่มเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมีนาคม และสิ้นสุดในเดือนตุลาคม 2558 เช่นเดียวกันกับ ปี 2557

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนไนโบและกิง

ไนโบชุดแรกที่ทำการเก็บในช่วงเดือนมีนาคมพบว่า ปริมาณไนโตรเจนจะลดลงตามอายุใบ และจะลดต่ำเมื่อถึงเดือนกรกฎาคม ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากสภาวะฝนทิ้งช่วงทำให้ส้มโอดูดใช้นิโตรเจนได้น้อย โดยไนโบชุดที่ 2 พบว่าไนโตรเจนมีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นชุดใบที่แตกใหม่ในช่วงเดือนสิงหาคม และเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2558 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนไนโบมีทิศทางเดียวกันกับปี 2557 พบว่า ปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณไนโตรเจนไนโบอยู่ระหว่าง 0.79-1.51 % และ 0.85-1.10 % ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณไนโตรเจนไนโบส้มโออยู่ระหว่าง 2.5-3.0 % ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าไนโตรเจนไนโบของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557-2558 มีปริมาณไนโตรเจนสะสมไนโบต่ำกว่าค่ามาตรฐานปริมาณไนโตรเจนไนโบที่ยอดมีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงช่วงเดือนสิงหาคม ก่อนจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม โดยในปี 2557 มีปริมาณไนโตรเจนไนโบที่ยอดอยู่ระหว่าง 0.55-0.82 % ในขณะที่ปี 2558 มีปริมาณไนโตรเจนไนโบอยู่ระหว่าง 0.44-0.72 % (ภาพที่ 41 และตารางที่ 17)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟอสฟอรัสไนโบและกิง

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไนโบชุดแรกที่ทำการเก็บในช่วงเดือนมีนาคมพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสจะลดลงตามอายุใบ (ภาพที่ 42) และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นไนโบชุดที่ 2 เนื่องจากเป็นชุดใบที่แตกในช่วงฤดูฝน โดยในช่วงปี 2557 และ ปี 2558 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ช่วงเดือนที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดคือเดือนกรกฎาคม พบว่า ปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณฟอสฟอรัสไนโบอยู่ระหว่าง 0.10-0.16 % และ 0.14-0.19% ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณฟอสฟอรัสไนโบส้มโออยู่ระหว่าง 0.15-0.20 % ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าฟอสฟอรัสไนโบของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557-2558 มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมไนโบอยู่ในระดับที่เหมาะสม ปริมาณฟอสฟอรัสไนโบที่ยอดมีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม จากนั้นจึงค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น โดยในปี 2557 มีปริมาณฟอสฟอรัสไนโบที่ยอดอยู่ระหว่าง 0.16-0.21 % ในขณะที่ปี 2558 มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.19-0.24 % มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณธาตุอาหารไนโบ ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม % (ภาพที่ 42 และตารางที่ 17)

โครงการระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้ม
โอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอกษัตริย์บุรณ จังหวัดชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558

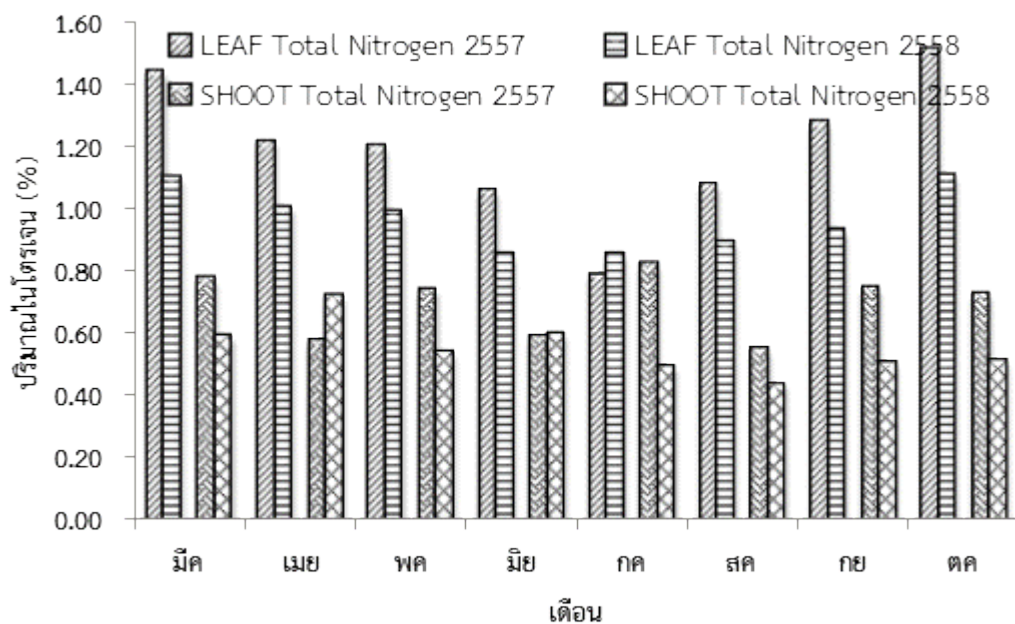
ปี-เดือน	OM(%)	Available Phosphorus (mg/kg)	Exchangeable Potassium (mg/kg)	Exchangeable Calcium (mg/kg)	Exchangeable Magnesium (mg/kg)	Exchangeable Iron (mg/kg)	Exchangeable Zinc (mg/kg)
2557							
ดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม.							
มีนาคม	2.87	15.14	129.80	1645.28	178.69	23.72	1.48
เมษายน	2.60	10.22	160.24	1824.03	181.61	22.63	1.39
พฤษภาคม	2.87	9.99	226.49	2881.93	241.57	19.46	1.76
มิถุนายน	2.50	8.26	221.90	3010.45	249.39	18.85	1.36
กรกฎาคม	2.52	7.78	221.50	2904.90	247.51	21.50	1.44
สิงหาคม	2.44	8.31	221.91	2920.08	251.11	21.54	1.45
กันยายน	2.74	9.09	247.92	2824.28	242.71	24.36	2.39
ตุลาคม	2.73	9.51	247.92	3207.13	278.62	29.55	3.05
ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม.							
มีนาคม	2.00	2.16	135.13	2400.80	234.27	29.59	1.09
เมษายน	1.98	2.15	141.40	2495.65	239.91	23.66	0.98
พฤษภาคม	2.05	1.67	139.01	2539.60	240.59	22.71	1.28
มิถุนายน	2.03	2.08	140.74	2583.63	245.16	22.53	1.03
กรกฎาคม	1.81	1.21	141.38	2474.35	240.44	27.68	0.83
สิงหาคม	1.79	1.35	133.02	2554.15	241.59	23.22	0.74
กันยายน	1.51	1.72	139.44	2532.90	236.35	22.19	0.76
ตุลาคม	1.75	3.16	168.07	2750.50	277.68	25.09	1.47
2558							
ดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม.							
มีนาคม	2.87	18.97	260.63	3268.00	287.01	37.11	3.44
เมษายน	3.06	15.83	263.10	3325.40	282.57	35.53	3.15
พฤษภาคม	2.96	15.82	244.78	3247.00	282.42	29.74	2.88
มิถุนายน	2.87	16.03	192.50	3273.80	283.62	35.33	3.15
กรกฎาคม	2.49	13.78	314.35	3277.90	284.14	37.76	2.96
สิงหาคม	2.64	15.51	224.40	2973.80	272.73	35.68	2.86
กันยายน	3.16	17.60	259.15	3193.00	278.79	36.78	2.71
ตุลาคม	3.07	18.39	247.70	3383.80	278.81	31.39	2.21
ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม.							
มีนาคม	1.73	1.29	154.23	2583.00	268.27	31.13	1.54
เมษายน	1.99	1.35	173.28	2828.90	275.47	29.06	1.49
พฤษภาคม	2.24	1.85	163.55	2718.10	266.24	35.28	1.47
มิถุนายน	1.78	1.59	166.45	2749.30	268.09	23.76	1.62
กรกฎาคม	1.44	1.58	177.43	2826.60	279.34	30.20	1.10
สิงหาคม	1.64	1.24	167.90	2663.20	275.89	33.35	1.13
กันยายน	1.75	1.91	165.25	2808.50	280.13	36.12	1.43
ตุลาคม	2.18	2.77	161.70	2703.70	275.37	35.84	1.24

ตารางที่ 16 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558

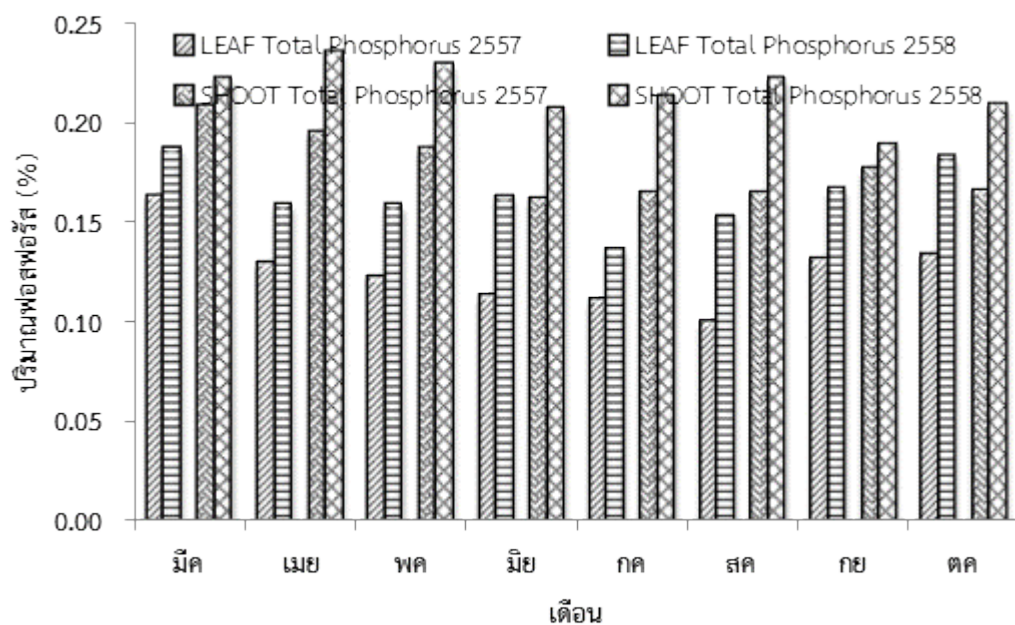
เดือน	OM(%)	Available Phosphorus (mg/kg)	Exchangeable Potassium (mg/kg)	Exchangeable Calcium (mg/kg)	Exchangeable Magnesium (mg/kg)	Exchangeable Iron (mg/kg)	Exchangeable Zinc (mg/kg)
ดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม.							
มกราคม	2.87	17.06	195.21	2456.64	232.85	30.41	2.46
เมษายน	2.83	13.02	211.67	2574.71	232.09	29.08	2.27
พฤษภาคม	2.92	12.91	235.63	3064.46	262.00	24.60	2.32
มิถุนายน	2.69	12.14	207.20	3142.13	266.51	27.09	2.25
กรกฎาคม	2.50	10.78	267.93	3091.40	265.83	29.63	2.20
สิงหาคม	2.54	11.91	223.16	2946.94	261.92	28.61	2.16
กันยายน	2.95	13.34	253.53	3008.64	260.75	30.57	2.55
ตุลาคม	2.90	13.95	247.81	3295.46	278.71	30.47	2.63
ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม.							
มกราคม	1.87	1.73	144.68	2491.90	251.27	30.36	1.32
เมษายน	1.98	1.75	157.34	2662.28	257.69	26.36	1.24
พฤษภาคม	2.15	1.76	151.28	2628.85	253.41	29.00	1.37
มิถุนายน	1.90	1.83	153.60	2666.46	256.63	23.14	1.32
กรกฎาคม	1.62	1.39	159.40	2650.48	259.89	28.94	0.97
สิงหาคม	1.71	1.30	150.46	2608.68	258.74	28.29	0.94
กันยายน	1.63	1.81	152.34	2670.70	258.24	29.15	1.10
ตุลาคม	1.97	2.97	164.88	2727.10	276.53	30.46	1.36

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในใบและในกิ่ง

ปริมาณโพแทสเซียมในใบส้มโอมีปริมาณสูงในช่วงเดือนเมษายนและค่อยๆลดลงมาเรื่อยๆ และต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายน จากนั้นสูงขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม ก่อนจะค่อยๆลดลงมา (ภาพที่ 43) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเดือนกรกฎาคมเกษตรกรได้ทำการใส่ปุ๋ยที่เน้นธาตุโพแทสเซียมเพื่อใช้ในการปรับปรุงรสชาติในผลผลิตให้มีรสชาติที่ดีขึ้น พบว่า ปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณโพแทสเซียมในใบอยู่ระหว่าง 3.54-4.78 % และ 3.97-4.65% ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าคำแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณโพแทสเซียมในใบส้มโออยู่ระหว่าง 1.5-20% ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าโพแทสเซียมในใบของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557-2558 มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในใบสูงกว่าค่ามาตรฐาน ปริมาณโพแทสเซียมในกิ่งยอดส้มโอมีปริมาณสูงในช่วงเดือนพฤษภาคมและค่อยๆลดลงมาเรื่อยๆ และต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายน จากนั้นสูงขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงช่วงเดือนสิงหาคม ก่อนจะค่อยๆลดลงมา ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเดือนกรกฎาคมเกษตรกรได้ทำการใส่ปุ๋ยที่เน้นธาตุโพแทสเซียมเพื่อใช้ในการปรับปรุงรสชาติในผลผลิตให้มีรสชาติที่ดีขึ้น พบว่า ปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณโพแทสเซียมในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 2.41-4.08 % และ 2.57-3.61% ตามลำดับ (ภาพที่ 43 และตารางที่ 17)



ภาพที่ 41 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



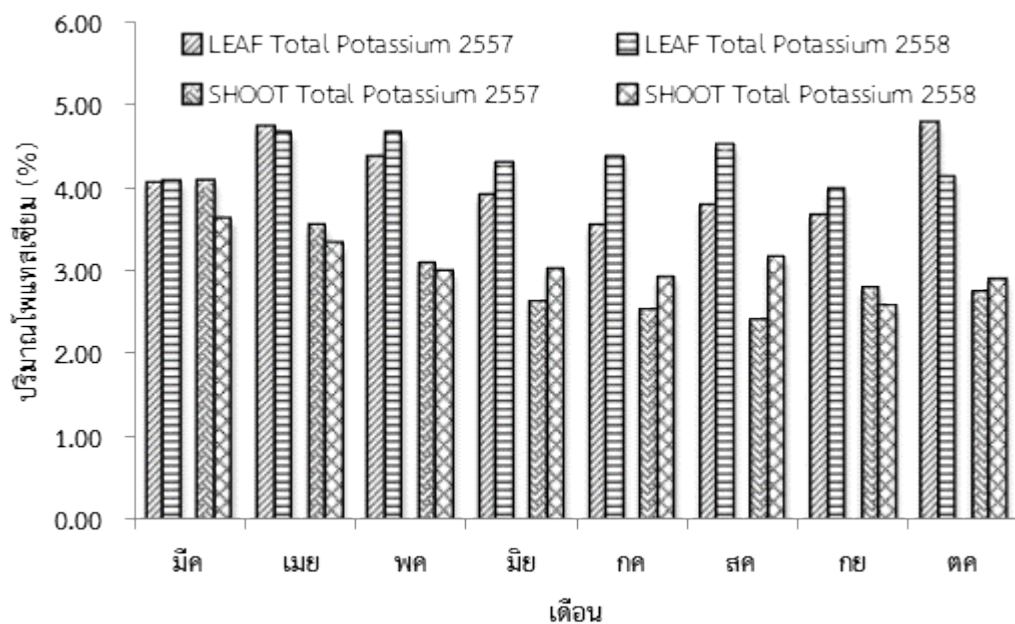
ภาพที่ 42 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในใบและในกิ่ง

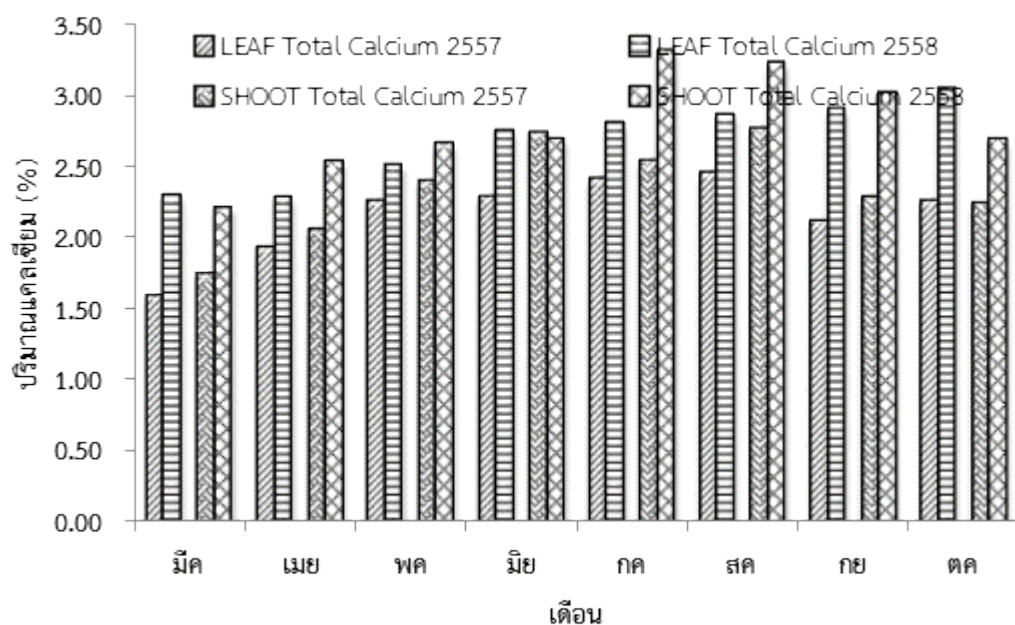
ปริมาณแคลเซียมในใบส้มโอมีปริมาณสูงขึ้น โดยมีปริมาณต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคม และมีแนวโน้มสูงสุดในช่วงตุลาคม (ภาพที่ 44) เนื่องจากแคลเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โดยในช่วงแรกของการติดผล ส้มโอมีความจำเป็นในการใช้แคลเซียมสำหรับการสร้างเปลือก จึงส่งผลให้ปริมาณแคลเซียมในใบของช่วงแรกของการติดผลมีปริมาณต่ำ พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2559 มีปริมาณแคลเซียมในใบอยู่ระหว่าง 1.59-2.45%, 2.29-3.04 % และ 2.28-2.53 % ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณแคลเซียมในใบส้มโออยู่ระหว่าง 3.0-4.0% ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าแคลเซียมในใบของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557-2559 มีปริมาณแคลเซียมสะสมในใบต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ปริมาณแคลเซียมในกิ่งยอดส้มโอมีปริมาณสูงขึ้น โดยมีปริมาณต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคม และมีแนวโน้มสูงสุดในช่วงตุลาคม (รูปที่ 4) เนื่องในช่วงแรกของการติดผล ส้มโอมีความจำเป็นในการใช้แคลเซียมสำหรับการสร้างเปลือก จึงส่งผลให้ปริมาณแคลเซียมในกิ่งยอดของช่วงแรกของการติดผลมีปริมาณต่ำ และเนื่องจากในช่วงแรกของการติดผลจำเป็นต้องใช้แคลเซียมสูง เนื่องจากแคลเซียมมีลักษณะเป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ได้ยาก (Immobile) ทำให้ต้นพืชดูดใช้ไม่ทัน ส่งผลให้ช่วงแรกมีปริมาณแคลเซียมต่ำ พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณแคลเซียมในกิ่งยอด อยู่ระหว่าง 1.74-2.76% และ 2.21-3.31 % ตามลำดับ (ภาพที่ 44 และตารางที่ 17)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของปริมาณแมกนีเซียมในใบและในกิ่ง

ปริมาณแมกนีเซียมในใบส้มโอในแต่ละช่วงเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกรกฎาคม (ภาพที่ 45) พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2559 มีปริมาณแมกนีเซียมในใบ อยู่ระหว่าง 0.22-0.29%, 0.22-0.26% และ 0.20-0.27% ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณแมกนีเซียมในใบส้มโออยู่ระหว่าง 0.3-0.5% ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าแมกนีเซียมในใบของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557-2559 มีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในใบต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ปริมาณแมกนีเซียมในกิ่งยอดแต่มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึงกรกฎาคม พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณแมกนีเซียมในใบ อยู่ระหว่าง 0.20-0.28% และ 0.22-0.35% ตามลำดับ โดยมีปริมาณใกล้เคียงกับแมกนีเซียมในใบ (ภาพที่ 45 และตารางที่ 17)



ภาพที่ 43 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวี
อีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



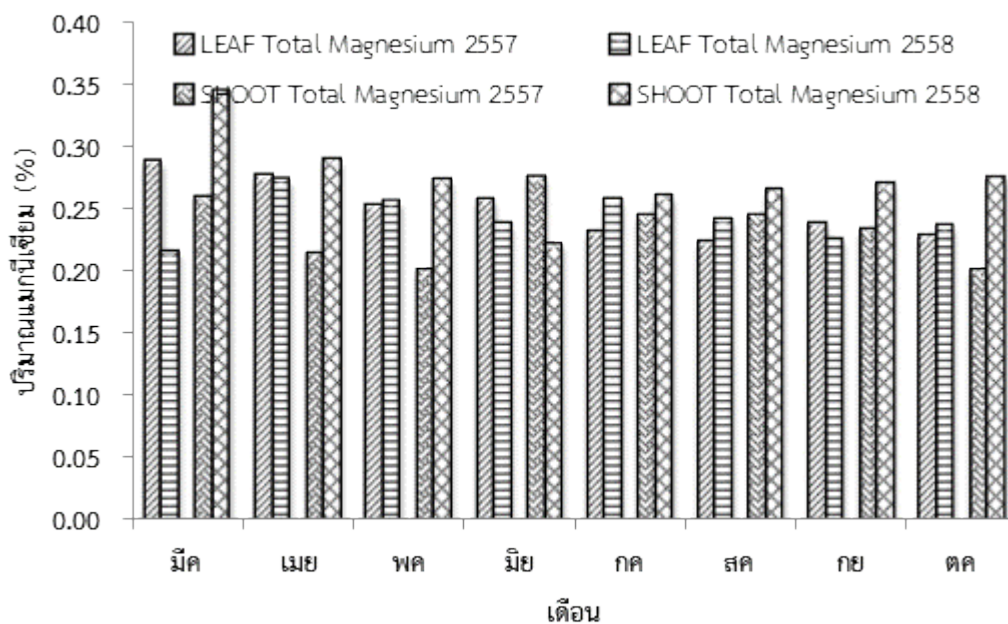
ภาพที่ 44 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวี
อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในใบและในกิ่ง

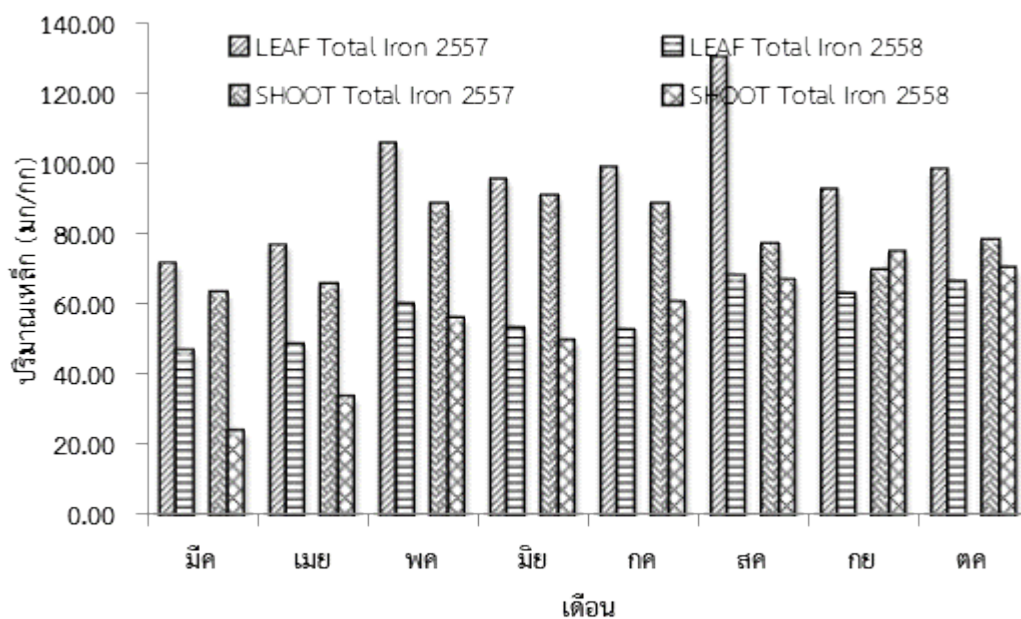
ปริมาณสังกะสีในใบ มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่เดือนเมษายน จนถึงเดือนตุลาคม (ภาพที่ 47) พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2559 มีปริมาณสังกะสีในใบ อยู่ระหว่าง 12.39-27.83, 1.18-8.21 และ 5.33-13.31 mg/kg ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณสังกะสีในใบส้มโออยู่ที่ >20 mg/kg ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าสังกะสีในใบของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557-2559 ปริมาณสังกะสีในใบส้มโอมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยสามารถสังเกตได้จากลักษณะของใบที่มีการแสดงลักษณะอาการขาดอย่างชัดเจน (ภาพที่ 48) แสดงให้เห็นลักษณะใบต่างเหลืองระหว่างเส้นใบ ใบแคบเรียว มีขนาดเล็ก และปลายชี้ตั้ง ส่วนปริมาณสังกะสีในกิ่งยอด ปี 2557 มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่เดือนมิถุนายน จนถึงเดือนตุลาคม ขณะที่ปี 2558 มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน ก่อนจะลดลงมา พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณสังกะสีในกิ่งยอด อยู่ระหว่าง 5.20-17.44 และ 23.72-74.90 mg/kg ตามลำดับ (ภาพที่ 47 และ ตารางที่ 17)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในใบและในกิ่ง

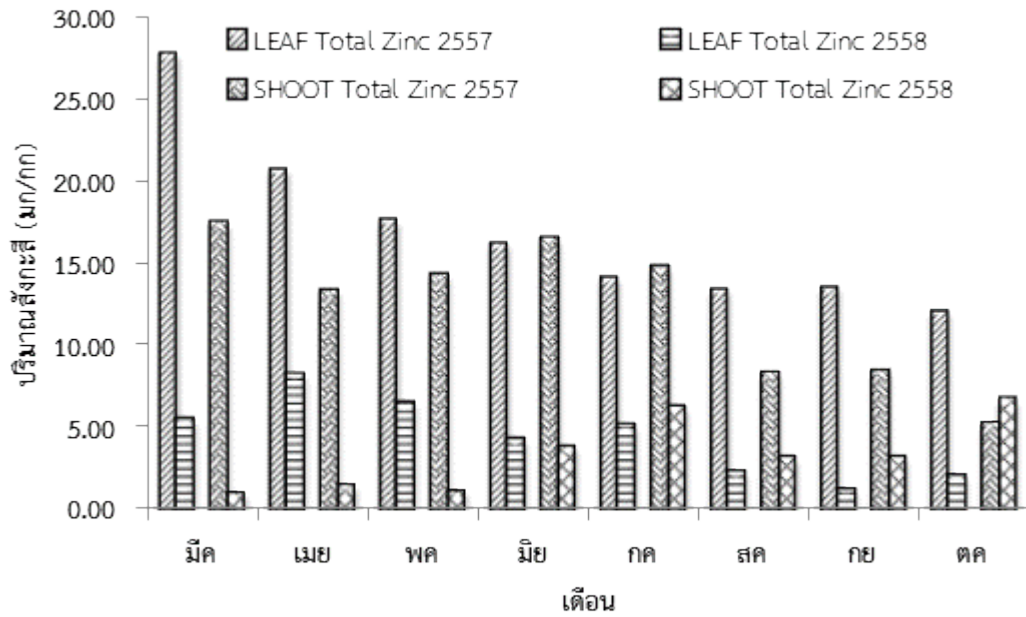
ปริมาณธาตุเหล็กในใบ มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึงกรกฎาคม เพิ่มขึ้นในช่วงเดือน สิงหาคม ก่อนจะค่อยๆลดลงมา (ภาพที่ 46) พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2559 มีปริมาณเหล็กในใบ อยู่ระหว่าง 71.61-130.44, 46.62-67.78 และ 72.86-132.59 mg/kg ตามลำดับ จากรายงานคำแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของปริมาณเหล็กในใบส้มโออยู่ระหว่าง 40-80 mg/kg ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าเหล็กในใบของสวนส้มโอใน อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ พบว่า ในปี 2557-2559 มีปริมาณเหล็กในใบปี 2557 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ในขณะที่ปี 2558-2559 มีค่าใกล้เคียงค่ามาตรฐาน อย่างไรก็ตามธาตุเหล็กจัดเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยแต่มีความจำเป็น โดยเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ซึ่งอยู่ในกระบวนการของการสร้างคลอโรฟิลล์และเป็นส่วนประกอบของโปรตีน ดินที่ปลูกส้มโอในประเทศไทยส่วนใหญ่มีเหล็กความเข้มข้นสูงกว่าที่ส้มโอต้องการ แต่ส้มโอสามารถทนต่อความเป็นพิษส้มโอได้ดี จึงไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆ (สมศักดิ์, 2551) ปริมาณธาตุเหล็กในกิ่งยอด ในปี 2557 มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน เพิ่มขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกรกฎาคม ก่อนจะค่อยๆลดลงมา ขณะที่ปี 2558 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน ก่อนจะลดลงในช่วงเดือนตุลาคม พบว่าในปี 2557 ถึงปี 2558 มีปริมาณเหล็กในกิ่งยอด อยู่ระหว่าง 63.34-90.89 และ 23.72-74.90 mg/kg ตามลำดับ (ภาพที่ 46 และ ตารางที่ 17)



ภาพที่ 45 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวี อีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 46 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวี อีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 47 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 48 ลักษณะใบของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อําเภอกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่แสดงอาการขาดธาตุสังกะสี

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบ และ กิ่ง ของส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558

ปี-เดือน	Total Nitrogen (%)	Total Phosphorus (%)	Total Potassium (%)	Total Calcium (%)	Total Magnesium (%)	Total Iron (mg/kg)	Total Zinc (mg/kg)
2557	ใบ						
มีนาคม	1.44	0.16	4.06	1.59	0.29	71.61	27.83
เมษายน	1.22	0.13	4.74	1.93	0.28	77.10	20.79
พฤษภาคม	1.20	0.12	4.37	2.26	0.25	105.90	17.65
มิถุนายน	1.06	0.11	3.90	2.27	0.26	95.77	16.25
กรกฎาคม	0.79	0.11	3.54	2.40	0.23	99.02	14.14
สิงหาคม	1.08	0.10	3.80	2.45	0.22	130.44	13.43
กันยายน	1.28	0.13	3.66	2.12	0.24	92.80	13.56
ตุลาคม	1.51	0.13	4.78	2.25	0.23	98.57	12.09
2557	กิ่ง						
มีนาคม	0.77	0.21	4.08	1.74	0.26	63.34	17.44
เมษายน	0.57	0.20	3.54	2.06	0.21	65.71	13.36
พฤษภาคม	0.74	0.19	3.08	2.40	0.20	88.41	14.29
มิถุนายน	0.59	0.16	2.63	2.73	0.28	90.89	16.49
กรกฎาคม	0.82	0.16	2.52	2.54	0.24	88.49	14.77
สิงหาคม	0.55	0.17	2.41	2.76	0.24	77.09	8.28
กันยายน	0.74	0.18	2.78	2.28	0.23	69.54	8.46
ตุลาคม	0.73	0.17	2.74	2.24	0.20	78.36	5.20
2558	ใบ						
มีนาคม	1.10	0.19	4.08	2.29	0.22	46.62	5.43
เมษายน	1.01	0.16	4.65	2.29	0.27	48.47	8.21
พฤษภาคม	0.99	0.16	4.65	2.51	0.26	59.87	6.51
มิถุนายน	0.85	0.16	4.28	2.75	0.24	52.71	4.21
กรกฎาคม	0.85	0.14	4.38	2.80	0.26	52.44	5.07
สิงหาคม	0.89	0.15	4.51	2.86	0.24	67.78	2.30
กันยายน	0.93	0.17	3.97	2.90	0.23	62.85	1.18
ตุลาคม	1.11	0.18	4.12	3.04	0.24	66.25	2.01
2558	กิ่ง						
มีนาคม	0.59	0.22	3.61	2.21	0.35	23.72	0.95
เมษายน	0.72	0.24	3.32	2.53	0.29	33.69	1.45
พฤษภาคม	0.54	0.23	2.98	2.65	0.27	55.81	1.13
มิถุนายน	0.60	0.21	3.01	2.70	0.22	49.78	3.80
กรกฎาคม	0.49	0.21	2.92	3.31	0.26	60.53	6.21
สิงหาคม	0.44	0.22	3.15	3.23	0.27	66.85	3.12
กันยายน	0.51	0.19	2.57	3.01	0.27	74.90	3.16
ตุลาคม	0.51	0.21	2.89	2.69	0.27	70.30	6.66

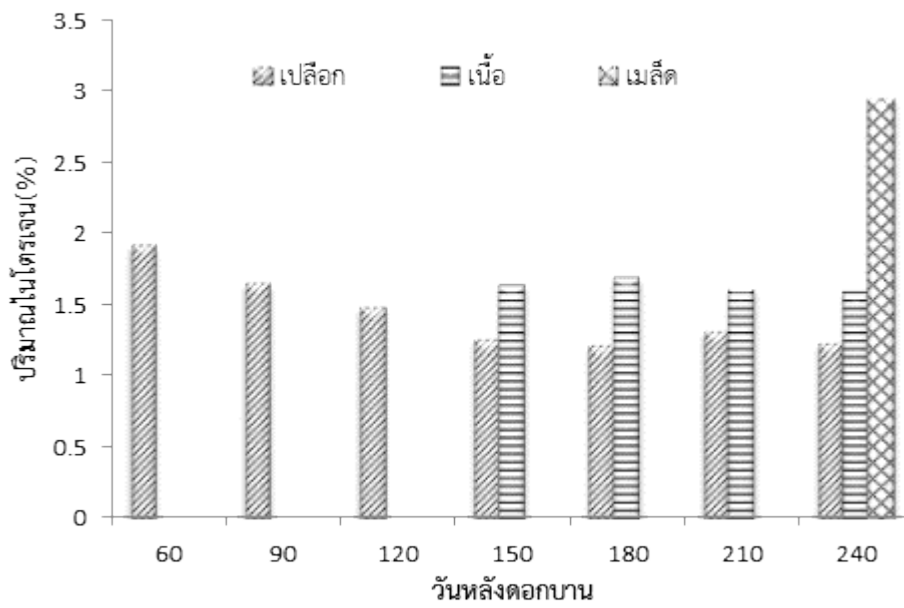
ตารางที่ 17 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบ และ กิ่ง ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ปีการผลิต 2557 และ 2558

	Total Nitrogen (%)	Total Phosphorus (%)	Total Potassium (%)	Total Calcium (%)	Total Magnesium (%)	Total Iron (mg/kg)	Total Zinc (mg/kg)
เดือน	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
เฉลี่ย	ใบ						
มีนาคม	1.27	0.18	4.07	1.94	0.25	59.11	16.63
เมษายน	1.11	0.14	4.70	2.11	0.27	62.78	14.50
พฤษภาคม	1.10	0.14	4.51	2.38	0.25	82.88	12.08
มิถุนายน	0.96	0.14	4.09	2.51	0.25	74.24	10.23
กรกฎาคม	0.82	0.12	3.96	2.60	0.24	75.73	9.60
สิงหาคม	0.99	0.13	4.15	2.65	0.23	99.11	7.86
กันยายน	1.10	0.15	3.82	2.51	0.23	77.83	7.37
ตุลาคม	1.31	0.16	4.45	2.64	0.23	82.41	7.05
เฉลี่ย	กิ่ง						
มีนาคม	0.68	0.22	3.84	1.98	0.30	43.53	9.19
เมษายน	0.65	0.22	3.43	2.30	0.25	49.70	7.41
พฤษภาคม	0.64	0.21	3.03	2.52	0.24	72.11	7.71
มิถุนายน	0.59	0.18	2.82	2.71	0.25	70.33	10.14
กรกฎาคม	0.66	0.19	2.72	2.93	0.25	74.51	10.49
สิงหาคม	0.49	0.19	2.78	3.00	0.25	71.97	5.70
กันยายน	0.63	0.18	2.68	2.64	0.25	72.22	5.81
ตุลาคม	0.62	0.19	2.81	2.46	0.24	74.33	5.93

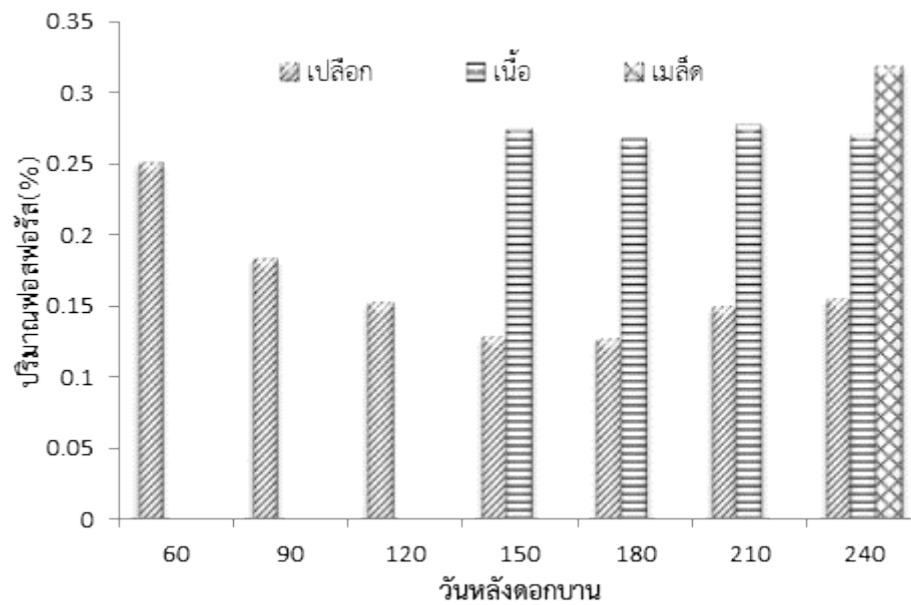
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารในผล

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผล

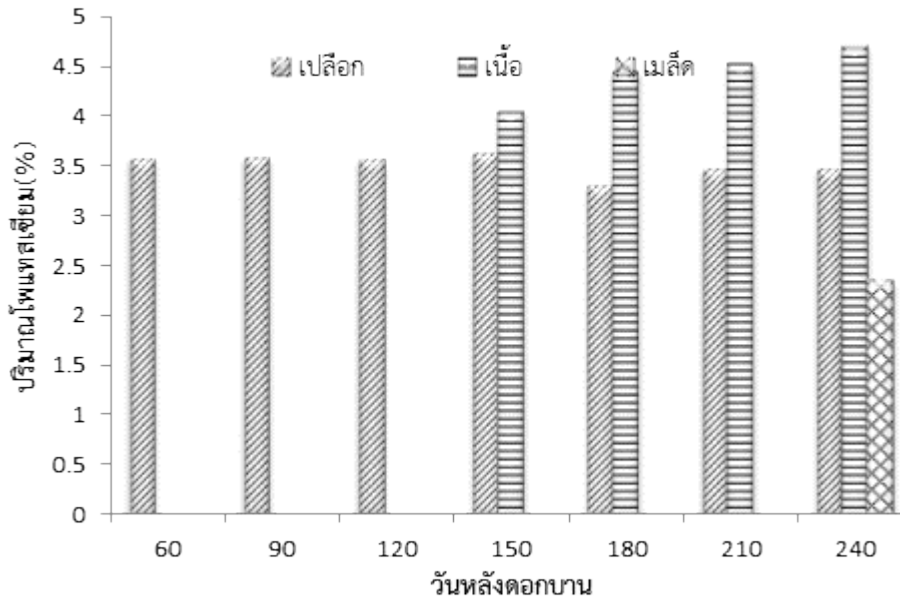
ปริมาณธาตุอาหาร (Total N, Total P, Total K) ในผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณของเกษตรกร ในพื้นที่อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างการพัฒนาของผล พบว่าธาตุอาหารในเปลือกมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆตามอายุผล (ภาพที่ 49, 50, 51 และตารางที่ 18) ในช่วงแรกผลผลิตยังมีการสร้างในส่วนของเนื้อน้อย ส่งผลให้มีการสะสมธาตุอาหารในเปลือกมาก เมื่ออายุผลเพิ่มมากขึ้น เริ่มมีการสร้างในส่วนของเนื้อมากยิ่งขึ้น ปริมาณธาตุอาหารจึงลดลง โดยในช่วง 60 วันหลังดอกบาน ผลผลิตมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดอันเนื่องมาจากผลผลิตยังมีการสร้างในส่วนของเนื้อน้อยส่งผลให้มีการสะสมไนโตรเจนในเปลือกมาก เมื่ออายุผลเพิ่มมากขึ้น เริ่มมีการสร้างในส่วนของเนื้อมากยิ่งขึ้น ปริมาณไนโตรเจนจึงลดลง จากกราฟแสดงให้เห็นว่า ปริมาณไนโตรเจนในส่วนของเนื้อ ช่วงอายุผล 150 วันหลังดอกบาน มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าในเปลือก เนื่องจากการดึงไนโตรเจนจากเปลือกมาใช้ในการสร้างส่วนเนื้อ ในส่วนของการพัฒนาผล พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางด้านน้ำหนัก ปริมาตรและความกว้างของส้มโอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการผลของปี 2557 และ ปี 2558 พบว่าทั้งสองปีมีแนวโน้มในการพัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 23 - 25) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผลผลิต พบว่าปริมาณในเปลือกมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆตามอายุผล เมื่ออายุผลเพิ่มมากขึ้น เริ่มมีการสร้างในส่วนของเนื้อมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้มีการดึงโพแทสเซียมจากเปลือกไปใช้ในการสร้างเนื้อมากขึ้น เช่นเดียวกันกับปริมาณของไนโตรเจน



ภาพที่ 49 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในผลของส้มโอพันธุ์ฉี่สาน อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 50 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟอสฟอรัสในผลของส้มโอพันธุ์ฉี่สาน อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 51 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในผลของส้มโอพันธุ์ชัยภูมิ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในผล (Total calcium)

ปริมาณแคลเซียมในเปลือกมีแนวโน้มลดลงในช่วง 90-210 วันหลังดอกบาน เนื่องจากแคลเซียมเป็นองค์ประกอบของสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน และช่วยในการแบ่งเซลล์ โดยเฉพาะในช่วงแรกของการพัฒนาผลที่มีการแบ่งเซลล์สูง (อิสริยาภรณ์, 2550) ในขณะที่ปริมาณแคลเซียมในเนื้อมีความใกล้เคียงกัน แต่มีปริมาณน้อยกว่าในเปลือก (ภาพที่ 52 และตารางที่ 18) เนื่องจากส้มโอมีความจำเป็นในการใช้แคลเซียมสำหรับการสร้างความแข็งแรงให้กับผล โดยเฉพาะในส่วนของบริษัทเปลือกที่ส้มโอมีความต้องการมากกว่าในส่วนของเนื้อที่มีลักษณะอ่อนนุ่มมากกว่า พบว่า ส้มโอมีการสะสมแคลเซียมในเปลือกอยู่ที่ 0.57-1.1 % ในเนื้ออยู่ที่ 0.27-0.28 %

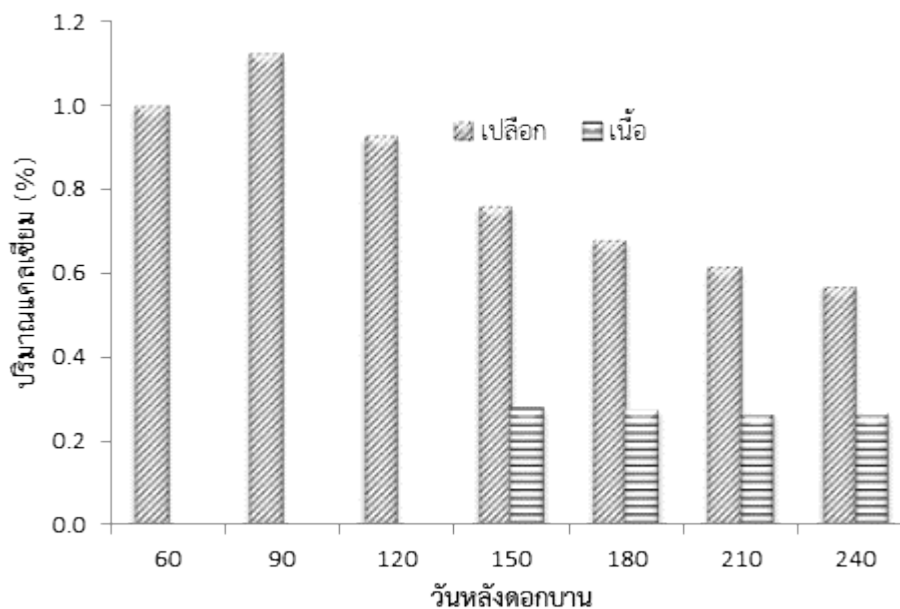
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในผล (Total magnesium)

ปริมาณแมกนีเซียมในเปลือกมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ส่วนของเนื้อมีแนวโน้มสูงขึ้น (ภาพที่ 53 และตารางที่ 18) โดยพบว่า ส้มโอมีการสะสมแมกนีเซียมในเปลือกอยู่ที่ 0.06-1.22 % ในเนื้ออยู่ที่ 0.08-0.1 % แมกนีเซียมจัดเป็นธาตุอาหารที่มีผลกระทบต่อคุณภาพผลผลิตส้มโดยตรง ในกรณีที่ขาดแคลน อาจมีผลทำให้ผลส้มมีขนาดเล็ก มีปริมาณน้ำตาลและความเป็นกรดต่ำ เมื่อเพิ่มแมกนีเซียมขนาดผลจะใหญ่ขึ้น เปลือกบางลงของแข็งที่ละลาย และสัดส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายและปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (อิสริยาภรณ์, 2550)

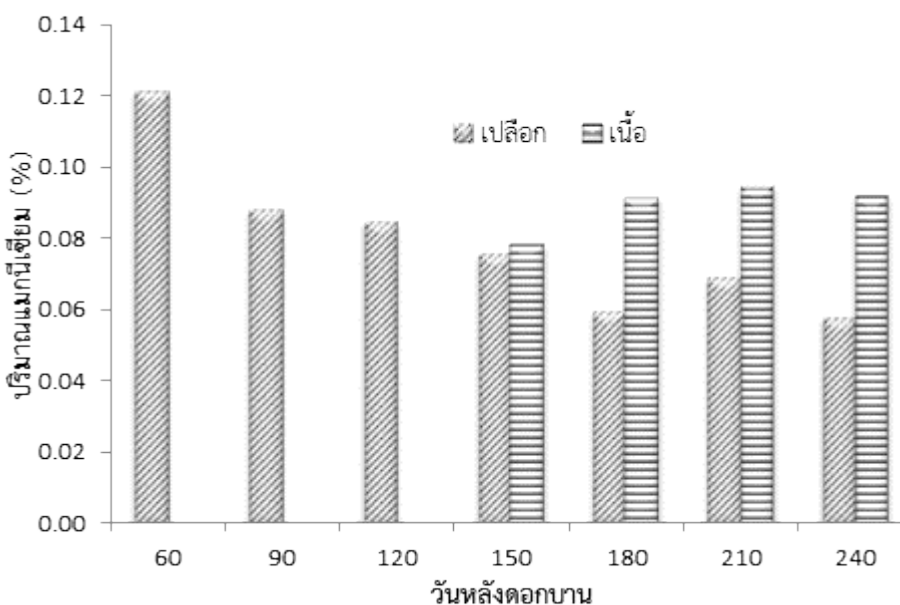
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กและสังกะสีในผล (Total Iron, Total zinc)

ปริมาณเหล็กและสังกะสีมีแนวโน้มลดลง ในช่วง 90-210 วันหลังดอกบาน (ภาพที่ 54, 55) ในขณะที่ปริมาณสังกะสีในเนื้อมีความเพิ่มขึ้น โดยธาตุเหล็ก เกี่ยวข้องกับระบบเอนไซม์ของกระบวนการหายใจและสังเคราะห์แสง ในขณะที่ สังกะสี เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของคาร์บอน เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด เป็นส่วนหนึ่งของระบบเอนไซม์ที่ควบคุมสมดุล ระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ กรดคาร์บอนิก เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีน จำเป็นสำหรับการ

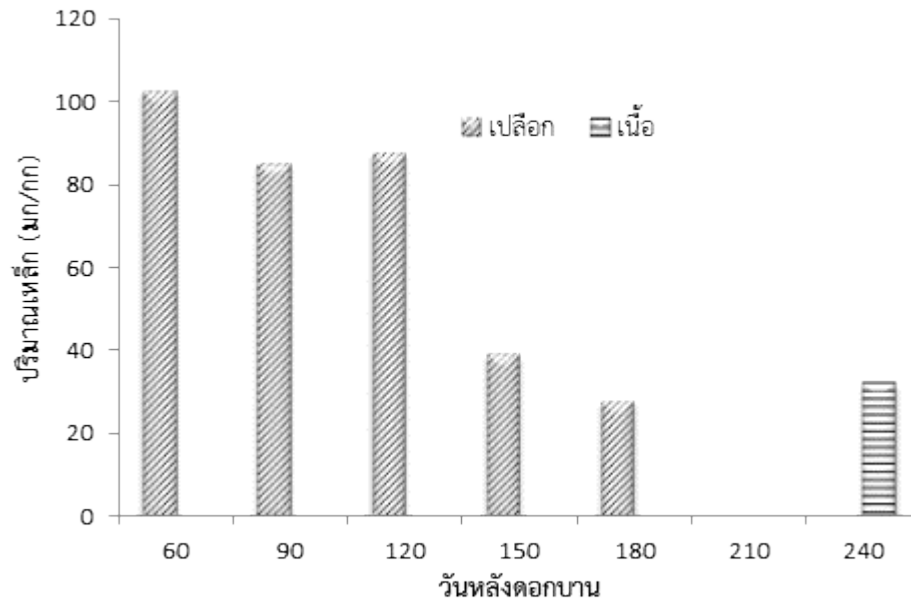
สร้างคลอโรฟิลล์ ช่วยให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นไปอย่างปกติ(อิสริยาภรณ์,2550) พบว่า ส้มโอมีการสะสมเหล็กและสังกะสีในเปลือกอยู่ที่ 0-102.8 และ 2.9-8.1 mg/kg ตามลำดับ ในเนื้ออยู่ที่ 0-32.1 และ5.6-7.4 mg/kg ตามลำดับ



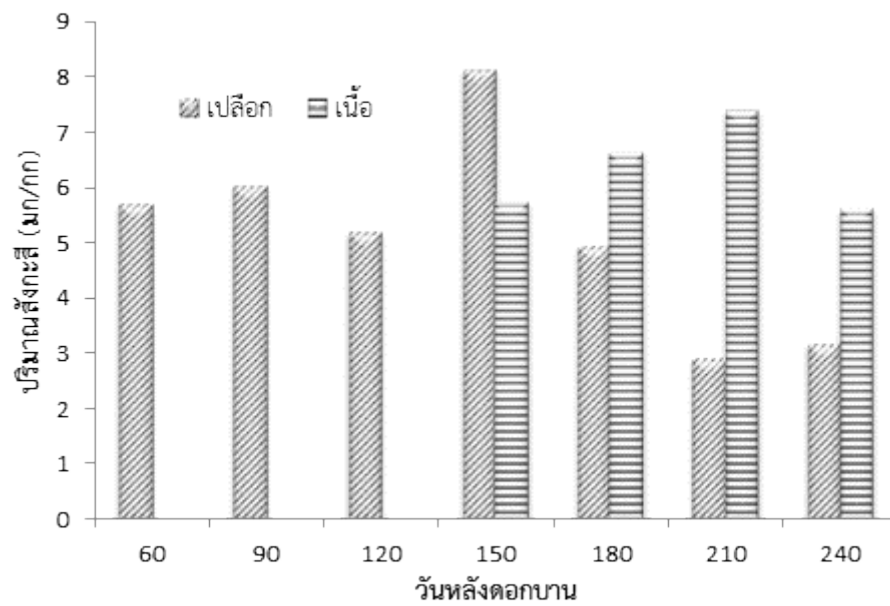
ภาพที่ 52 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในผลของส้มโอพันธุ์นิอีสาน อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 53 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในผลของส้มโอพันธุ์นิอีสาน อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 54 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณหลักในผลของส้มโอพันธุ์นิฮีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 55 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในผลของส้มโอพันธุ์นิฮีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

ตารางที่ 18 ปริมาณแร่ธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างการเจริญของผล

อายุผล	Total Nitrogen (%)	Total Phosphorus (%)	Total Potassium (%)	Total Calcium (%)	Total Magnesium (%)	Total Iron (mg/kg)	Total Zinc (mg/kg)
เปลือกผล							
60	0.77	0.25	3.58	1.00	0.12	102.78	5.70
90	0.65	0.15	3.58	1.13	0.09	85.07	6.04
120	0.56	0.14	3.56	0.93	0.08	87.72	5.20
150	0.37	0.10	3.63	0.76	0.08	39.09	8.13
180	0.26	0.09	3.31	0.68	0.06	27.89	4.93
210	0.41	0.11	3.47	0.62	0.07	0.00	2.90
240	0.23	0.12	3.48	0.57	0.06	0.00	3.18
เนื้อผล							
60							
90							
120							
150	0.48	0.16	4.05	0.28	0.08	0.00	5.75
180	0.53	0.17	4.46	0.28	0.09	0.00	6.66
210	0.43	0.18	4.54	0.27	0.09	0.00	7.41
240	0.38	0.14	4.71	0.27	0.09	32.10	5.63

การจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์แร่ธาตุอาหาร

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตที่เก็บเกี่ยว

การทดลองนี้เป็นการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตที่เก็บเกี่ยวตามสภาพที่เกษตรกรเป็นผู้จัดการ โดยเลือกสวนส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ของเกษตรกร ในพื้นที่ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ทำการคัดเลือกต้นส้มโอที่มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกัน ได้รับแสงเท่ากัน และได้รับการปฏิบัติดูแลเหมือนกัน จำนวน 4 ต้น ทำการเก็บข้อมูลในส่วนของ ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตในเดือนสุดท้ายของการเก็บเกี่ยว

จากข้อมูลการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต (ภาพที่ 49, 50, 51 และตารางที่ 18) พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์มีความต้องการ ธาตุอาหาร N, P, และ K ในการสร้างผลผลิตเท่ากับ 2,531.64, 353.44 และ 6,539.97 มิลลิกรัมต่อผล ตามลำดับ (ตารางที่ 19) และในรอบการผลิตของส้มโอปี 2558 พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 110 ผลต่อต้น และเมื่อทำการคำนวณปริมาณธาตุอาหาร N, P, และ K ที่ส้มโอสูญเสียไปกับผลผลิต สามารถสรุปได้ว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์มีการสูญเสียธาตุอาหาร N, P, และ K ไปกับผลผลิตที่ 278.48, 38.88 และ 719.40 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งลักษณะการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต

เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานทดลองของสมศักดิ์ (2556) ที่ได้มีการศึกษาข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตของส้มโอพันธุ์ขาวทองดี โดยพบว่า K มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ N และ P (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสานและพันธุ์ทองดี

ส่วนวิเคราะห์	การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต		
	N (mg/fruit)	P (mg/fruit)	K (mg/fruit)
เปลือก	1,245.6	157.75	3,569.91
เนื้อ	918.13	155.39	2,668.55
เมล็ด	367.91	40.29	301.50
รวม (มณีอีสาน)	2,531.64	353.44	6,539.97
ทองดี*	1,903.00	275.00	3,209.00

	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)
ผลผลิตเฉลี่ย ต่อต้น		110	
ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต	278.48	38.88	719.40

* อ้างจาก สมศักดิ์ (2556)

การจัดการธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ต่อคุณภาพผลผลิตและปริมาณแอนโทไซยานิน

ศึกษาผลของการจัดการธาตุอาหารในส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ที่ได้จากค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตจากงานทดลองข้างต้น โดยทำการศึกษา 2 ปีการผลิต คือ 2559 และ 2560 โดยทำการเลือกสวนส้มโอพันธุ์มณีอีสานของเกษตรกร ในพื้นที่ อำเภอกะเปอร์ จังหวัดชัยภูมิ วางแผนการทดลองแบบ Independent group t-test 2 วิธีการ คือ วิธีการที่ 1 ให้ใส่ปุ๋ยที่มีปริมาณ N, P และ K ตามค่าวิเคราะห์ที่ได้จากผลผลิตในปีที่ผ่านมา ส่วน วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกับวิธีการที่ 1 แต่เพิ่มปริมาณปุ๋ยสูตร 46-0-0 อีก 420 กรัมต่อต้น โดย วิธีการที่ 1 ดำเนินการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 600 กรัม ในช่วงเดือน มกราคม ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 420 กรัม ในเดือนเมษายน จากนั้นใส่ปุ๋ย 0-0-60 จำนวน 1300 กรัม ในเดือนสิงหาคม ส่วนวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 600 กรัม ในช่วงเดือน มกราคม ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 420 กรัม ในเดือนเมษายน และ เพิ่มปริมาณไนโตรเจนอีก 80% โดยการใส่ปุ๋ย 46-0-0 อีก 420 กรัม ในเดือนพฤษภาคม เพื่อดูผลของการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนต่อการเพิ่มขนาดของผลผลิตในระหว่างการเจริญเติบโตของผล จากนั้นใส่ปุ๋ย 0-0-60 จำนวน 1300 กรัม ในเดือนสิงหาคม ในเดือนสิงหาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนตุลาคม ตามลำดับ

ตารางที่ 20 การจัดการปุ๋ยในการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ในปี 2559 และ 2560

ปี	Treatment	ปริมาณปุ๋ย (g/plant)				
		15-15-15	46-0-0	0-0-60	(18-46-0)+(0-0-60)	13-13-21
2559	N-P-K	600	420	1,300	-	-
	N-P-K+N	600	420+420	1,300	-	-
2560	N-P-K	600	420	1,300	-	-
	N-P-K+N	600	420+420	1,300	-	-

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ EC ในดิน

การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินของปี 2559-2560 พบว่าดินมีลักษณะเป็นกรดปานกลาง โดยพบว่าใน ปี 2559 และ ปี 2560 มีค่าความเป็นกรด-ด่างในดินบน อยู่ระหว่าง 5.5-5.8 และ 4.9-5.6 ตามลำดับ ในดินล่างอยู่ระหว่าง 5.6-5.8 และ 5.5-5.8 ตามลำดับ โดยพบว่าช่วงพฤษภาคมในปี 2560 เป็นช่วงที่มีค่า pH ต่ำ อันเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ยในช่วงเดือนเมษายน รวมไปถึงผลจากปริมาณฝนในช่วงเวลาดังกล่าวที่ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขังบริเวณแปลงปลูก จึงส่งผลให้ดินมีค่า pH ต่ำกว่าปกติ ส่วนค่า EC ในดิน พบว่าในปี 2559 และ ปี 2560 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.7 และ 0.2-0.7 mS/cm ตามลำดับ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่า EC ของสวนส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์มีค่าต่ำมาก จึงไม่เป็นอันตรายต่อพืช

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TNC ในใบส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ในรอบการผลิตปี 2559 และ 2560

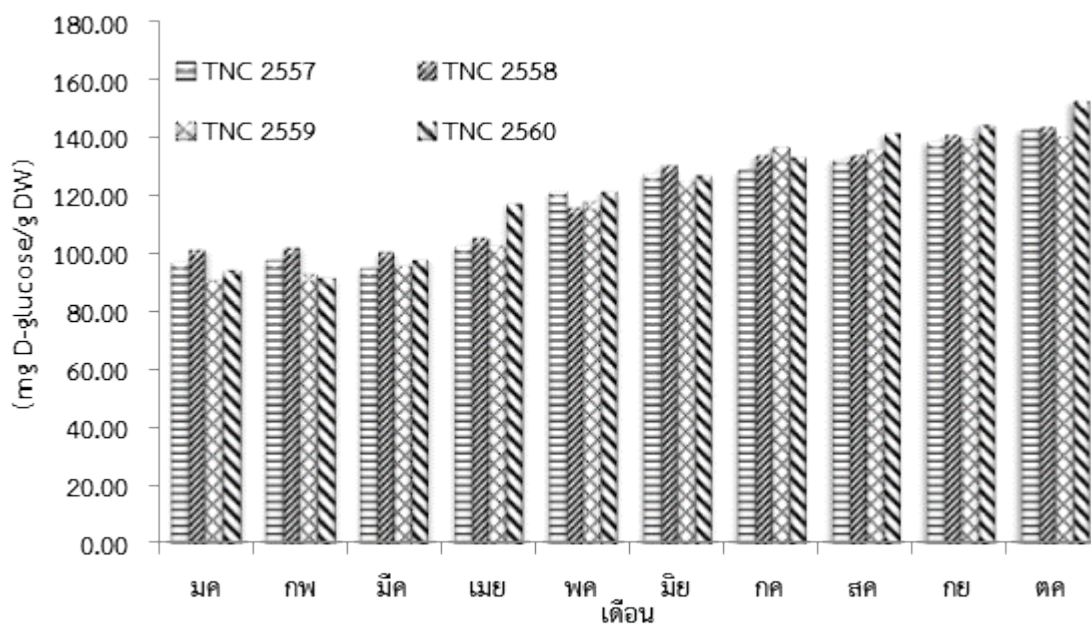
ติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) โดยเริ่มเก็บตัวอย่างใบในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่ส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์เริ่มออกดอก จากนั้นเก็บตัวอย่างต่อเนื่องทุกๆ 1 เดือน จนถึงระยะเก็บเกี่ยว คือ เดือนตุลาคม โดยติดตามจากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TNC ในใบ ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม 2557, 2558, 2559 และ 2560 พบว่า ในเดือนเดียวกันของทุกปี ใบส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์มีปริมาณ TNC ใกล้เคียงกัน โดยมีแนวโน้มต่ำในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (ภาพที่ 56) เนื่องจากในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่ส้มโอมีการออกดอก ซึ่งเป็นช่วงที่จำเป็นต้องใช้พลังงานสูง ต้นส้มโอจึงดึงคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้มาใช้ในช่วงเวลาดังกล่าวส่งผลให้ปริมาณ TNC ในช่วงดังกล่าวมีค่าน้อย นอกจากนี้ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน จัดเป็นช่วงที่ส้มโอติดผล และพัฒนาผล จำเป็นต้องใช้อาหารสะสมในการพัฒนาจึงส่งผลให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณ TNC ค่อนข้างต่ำ เมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนพฤษภาคมส้มโอจึงเริ่มสะสม TNC ส่งผลให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณ TNC เพิ่มมากขึ้น เพื่อสะสมไว้ใช้ในการออกดอกติดผลในฤดูกาลถัดไป ซึ่งในปี 2559 และ ปี 2560 มีปริมาณ TNC อยู่ระหว่าง 91.46-140.31 และ 92.2-152.95 mg D - glucose/g DW อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TNC พบว่า ในปี 2559 มีปริมาณ TNC ต่ำกว่าปี 2560 ซึ่งอาจเป็นผลจากความแห้งแล้งในช่วงปี 2559 จากรายงานสภาพภูมิอากาศพบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงต้นเดือนพฤษภาคมมีฝนตกน้อยมาก โดยเฉพาะช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พบว่าไม่มีฝนตกในช่วงเวลาดังกล่าว

การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในดินในระหว่างการพัฒนาผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

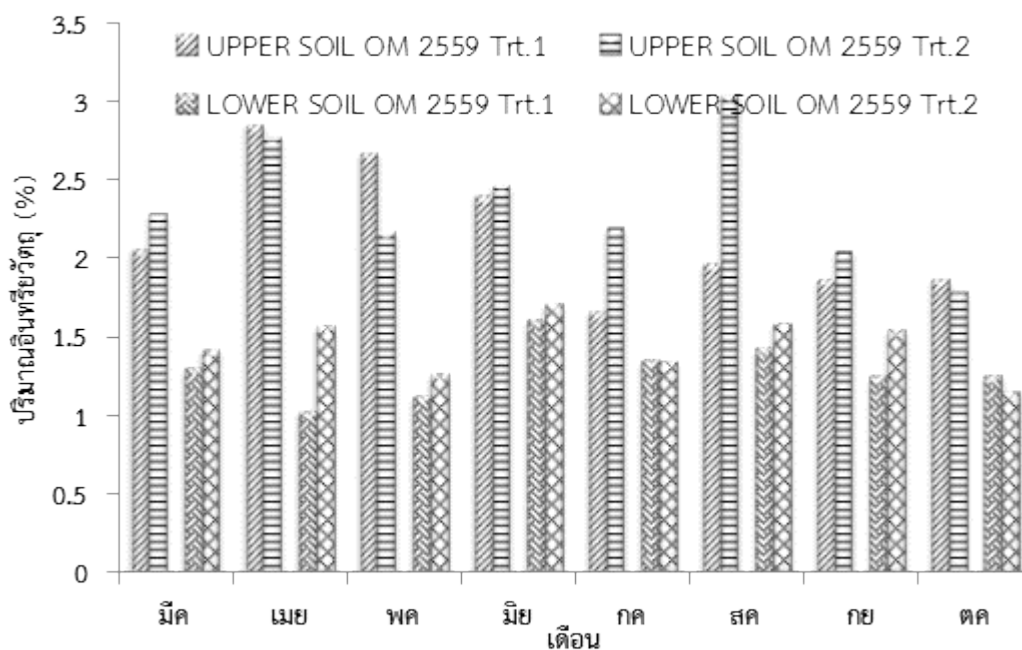
ติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินได้เริ่มเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2559 ซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตส้มโอมีอายุ 1 เดือนหลังดอกบาน จากนั้นเก็บตัวอย่างต่อเนื่องทุกๆ 1 เดือนจนถึงระยะเก็บเกี่ยว คือเดือนตุลาคม 2559 จากนั้นติดตามผลการเปลี่ยนแปลงในรอบการผลิตของปี 2560 โดยเริ่มเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมีนาคม และสิ้นสุดในเดือนตุลาคม เช่นเดียวกันกับ ปี 2559

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน พบว่า ในปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 1.67-2.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 1.79-3.04 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ในดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร วิธีการที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 1.12-1.61 เปอร์เซ็นต์ และวิธีการที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 1.15-1.71 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21) (ภาพที่ 57) ในขณะที่ปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 2.79-3.53 และ 2.41-3.38 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 1.29-2.29 และ 1.34-2.57 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22) (ภาพที่ 58) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของอินทรีย์วัตถุในดินควรอยู่ระหว่าง 1.5-2.5 % เมื่อเทียบกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร ของปี 2559 และดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร ของปี 2560 พบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ขณะที่ในดินล่างในปี 2559 มีปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์ และในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร ของปี 2560 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับที่สูง หากดูแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบน (ภาพที่ 57) พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมาก ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีน้ำท่วมขัง และน้ำที่ไหลบ่าลงมาจากเขา ส่งผลให้มีการพัดพาตะกอนต่างๆ เข้าสู่พื้นที่สวน ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงขึ้น



ภาพที่ 56 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) ในใบของส้มโอพันธุ์ฉี่สาน อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ



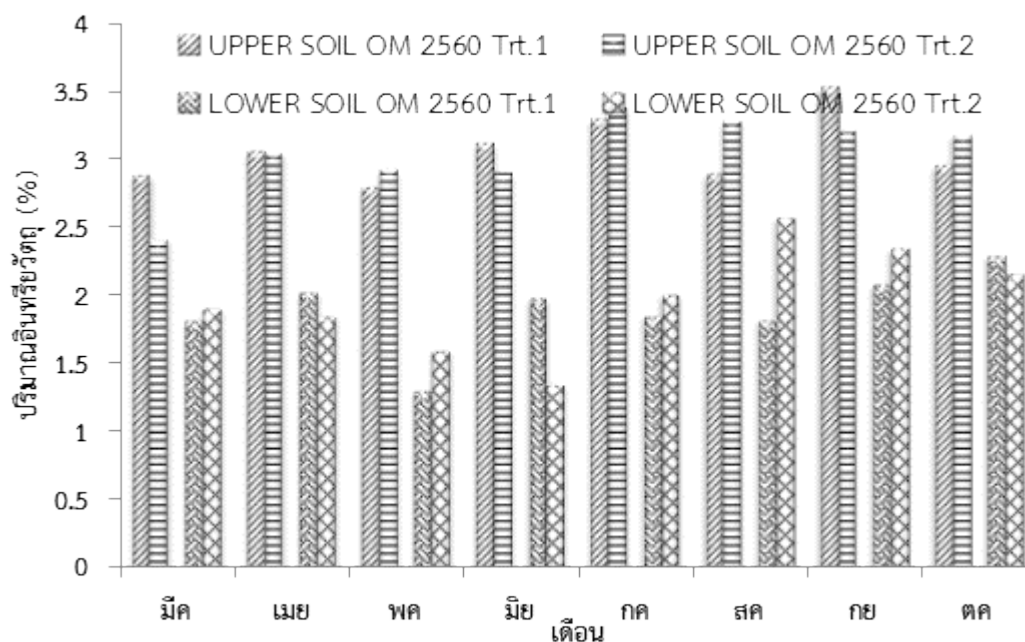
ภาพที่ 57 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉี่สาน อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

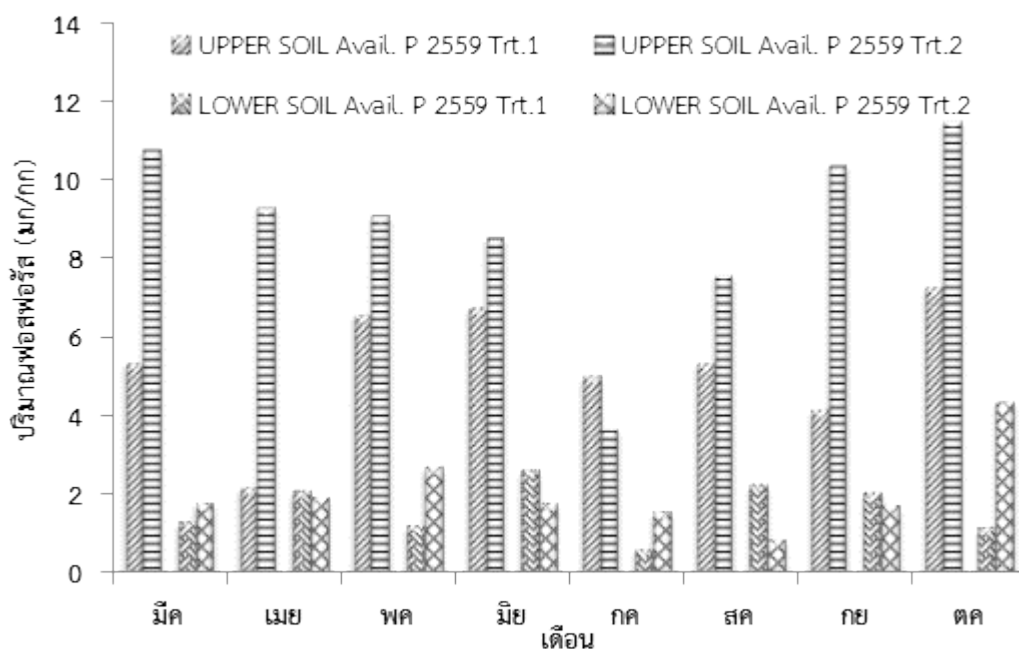
ปริมาณฟอสฟอรัสในดินพบว่า ในปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 2.18-7.27 และ 3.65-11.51 mg/kg ขณะที่ดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.61-2.23 และ 0.84-4.3 mg/kg (ตารางที่ 21) (ภาพที่ 43) ส่วนในปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 8.36-16.83 และ 7.49-16.49 mg/kg ขณะที่ดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.61-1.36 และ 0.70-1.06 mg/kg (ตารางที่ 22) (ภาพที่ 59) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดิน เพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่า ค่าแนะนำที่เหมาะสมของฟอสฟอรัสในดินควรอยู่ระหว่าง 15-25 mg/kg ดังนั้น ในปี 2559 ปริมาณฟอสฟอรัสของทั้งสองวิธีการจึงมีอยู่ในระดับที่ ต่ำถึงต่ำมาก ในขณะที่ปี 2560 (ภาพที่ 60) พบว่าที่ระดับดินบนของทั้ง 2 วิธีการ มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับที่เหมาะสม แต่ในดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งหากสังเกตจากแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสในดิน พบว่า ในช่วงเดือนมีนาคมจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด อันเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ยสูตรเสมอในช่วงเดือนมกราคมของวิธีการที่ 1 และ 2 แล้วจึงค่อยๆ ลดลงจนถึงช่วงเดือนกรกฎาคม โดยวิธีการที่ 1 และ 2 ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ใกล้เคียงกัน

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในดิน

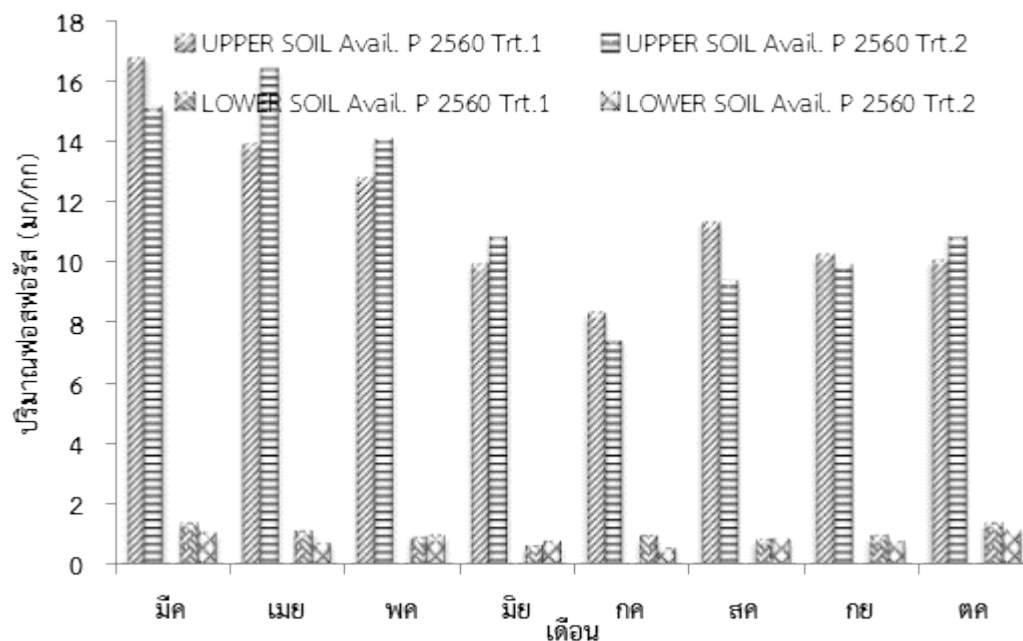
ปริมาณโพแทสเซียมในดินพบว่า ในปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณโพแทสเซียมในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 167.07-268.73 และ 180.00-285.10 mg/kg ตามลำดับ ขณะที่ดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 133.00-204.91 และ 134.93-192.90 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 21) (ภาพที่ 61) ส่วนในปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 135.20-157.12 และ 133.33-153.57 mg/kg ขณะที่ดินล่างมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 120.10-149.57 และ 129.97-146.80 mg/kg (ตารางที่ 22) (ภาพที่ 62) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของโพแทสเซียมในดินควรอยู่ระหว่าง 100-150 mg/kg ดังนั้นในปี 2559 ทั้งดินบนและดินล่างของทั้งสองวิธีการจึงมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ขณะที่ปี 2560 พบว่าวิธีการที่ 1 และ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่เหมาะสมทั้งในระดับดินบนและดินล่าง



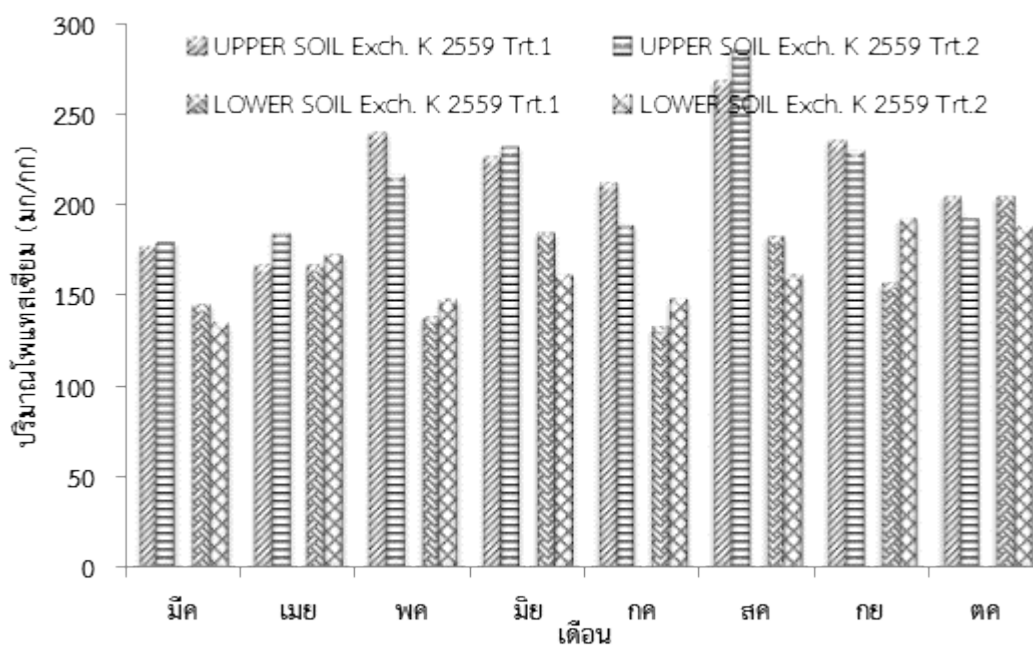
ภาพที่ 58 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



ภาพที่ 59 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉิมพลี อําเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559



ภาพที่ 60 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



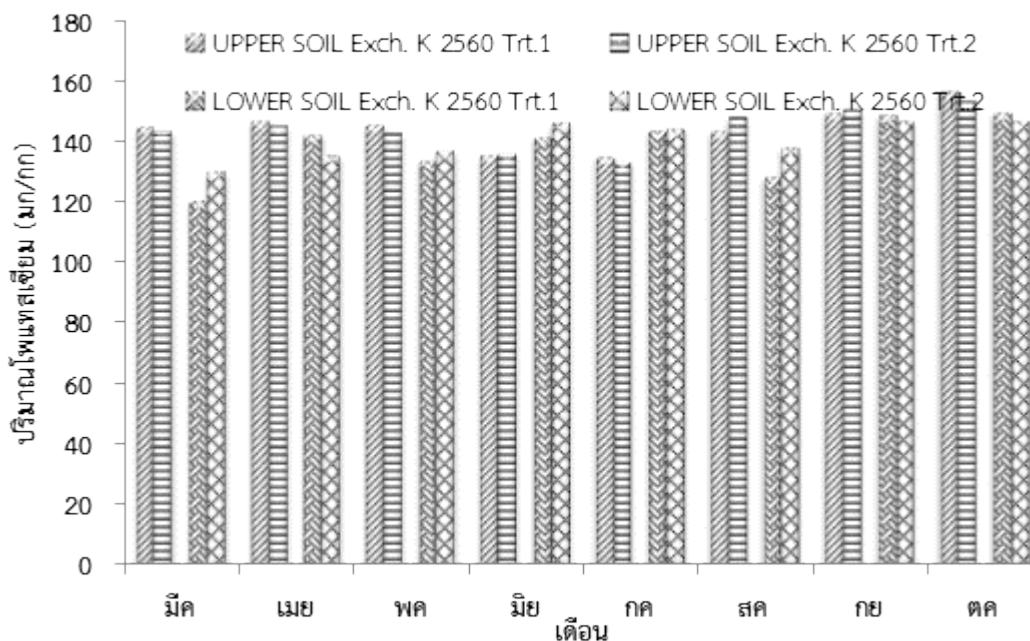
ภาพที่ 61 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในดิน

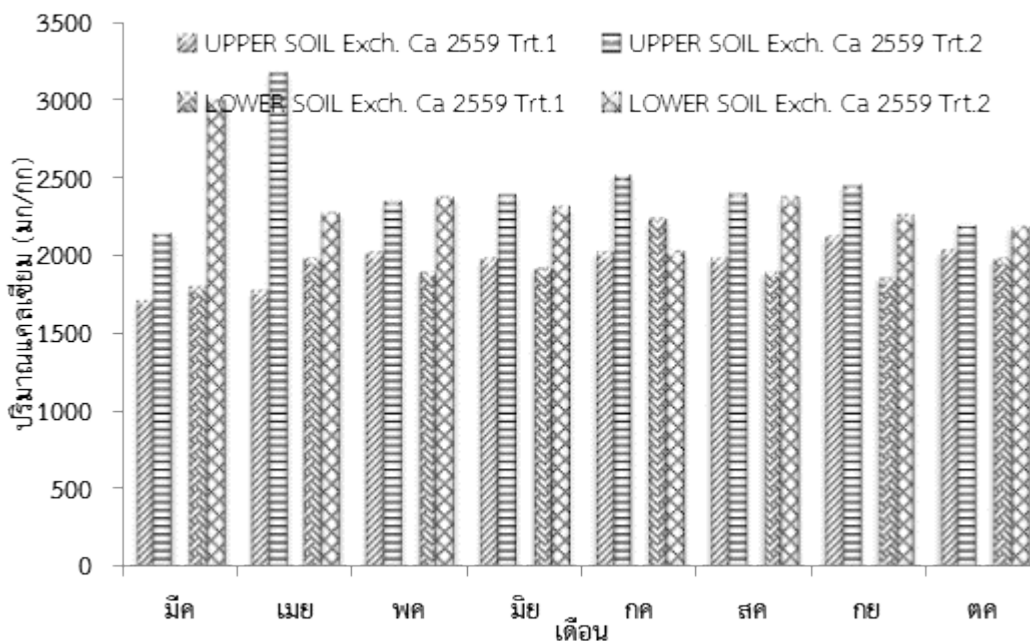
ปริมาณแคลเซียมในดินพบว่า ในปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแคลเซียมในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 1711.73-2026.93 และ 2143.73-3181.60 mg/kg ตามลำดับ ขณะที่ดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีแคลเซียมอยู่ระหว่าง 1803.60-2230.930 และ 2024.00-3000.40 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 21) (ภาพที่ 63) ส่วนในปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณแคลเซียมระหว่าง 1421.80-2579.00 และ 1777.80-2611.40 mg/kg ขณะที่ดินล่างมีปริมาณแคลเซียมอยู่ระหว่าง 1879.40-2239.20 และ 1650.00-2456.80 mg/kg (ตารางที่ 22) (ภาพที่ 64) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของแคลเซียมในดินควรอยู่ระหว่าง 1000-2000 mg/kg ดังนั้นในวิธีการที่ 1 และ 2 ของปี 2559 และ ปี 2560 ทั้งดินบนและดินล่าง มีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ระดับที่ค่อนข้างสูง

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในดิน

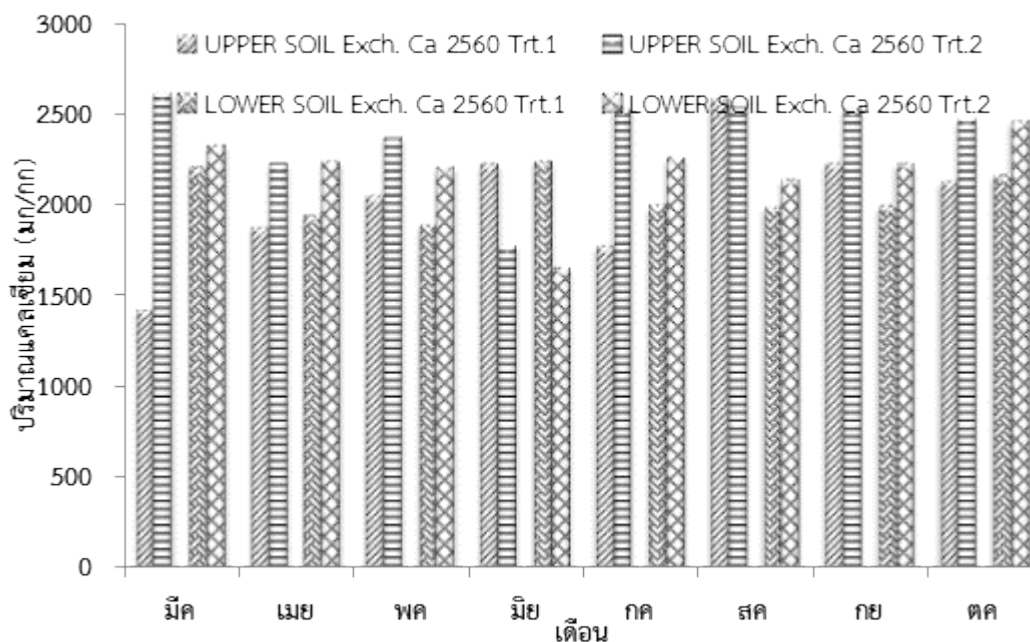
ปริมาณแมกนีเซียมในดินพบว่า ในปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแมกนีเซียมในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 168.27-227.52 และ 191.68-235.81 mg/kg ตามลำดับ ขณะที่ดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีแมกนีเซียมอยู่ระหว่าง 175.55-222.96 และ 214.88-263.01 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 21) (ภาพที่ 65) ส่วนในปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณแมกนีเซียมระหว่าง 273.63-335.09 และ 284.52-432.04 mg/kg ขณะที่ดินล่างมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ระหว่าง 311.85-389.48 และ 277.03-453.12 mg/kg (ตารางที่ 22) (ภาพที่ 66) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของแมกนีเซียมในดินควรอยู่ระหว่าง 120-240 mg/kg ดังนั้นในปี 2559 ของวิธีการที่ 1 และ 2 ทั้งดินบนและดินล่าง มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในระดับที่เหมาะสม ขณะที่ในปี 2560 พบว่า ทั้งดินบนและดินล่าง มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามหากสังเกตแนวโน้มของปริมาณแมกนีเซียมในดินพบว่า ในวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ของปี 2559 และ 2560 มีแนวโน้มของปริมาณแมกนีเซียมในดิน สูงกว่าวิธีการที่ 1 อาจเป็นผลมาจากลักษณะที่เป็นภาวะส่งเสริมกันของธาตุอาหารพืช หรือ synergism โดยธาตุไนโตรเจน ที่ส่งเสริมให้แมกนีเซียมอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น



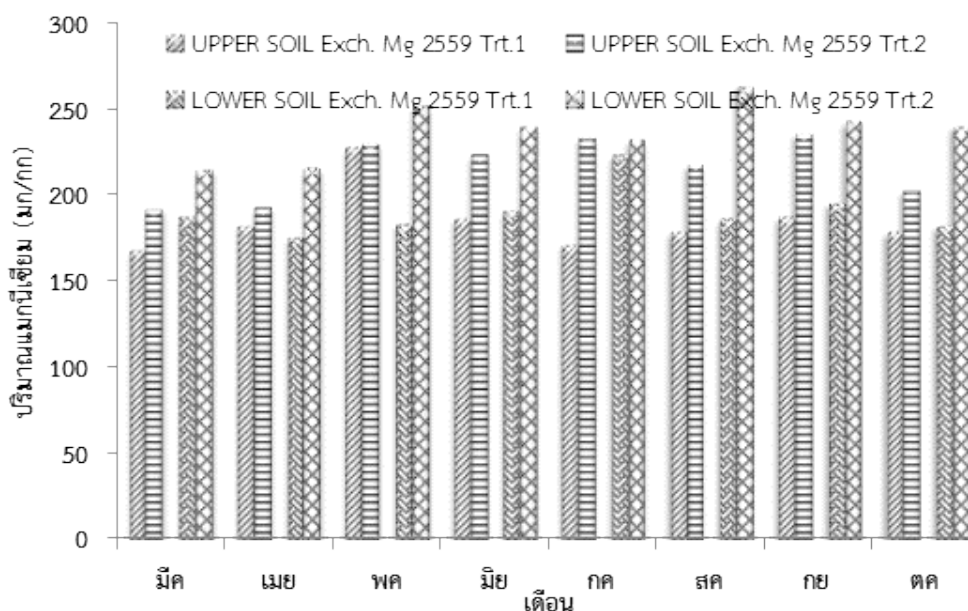
ภาพที่ 62 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



ภาพที่ 63 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559



ภาพที่ 64 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



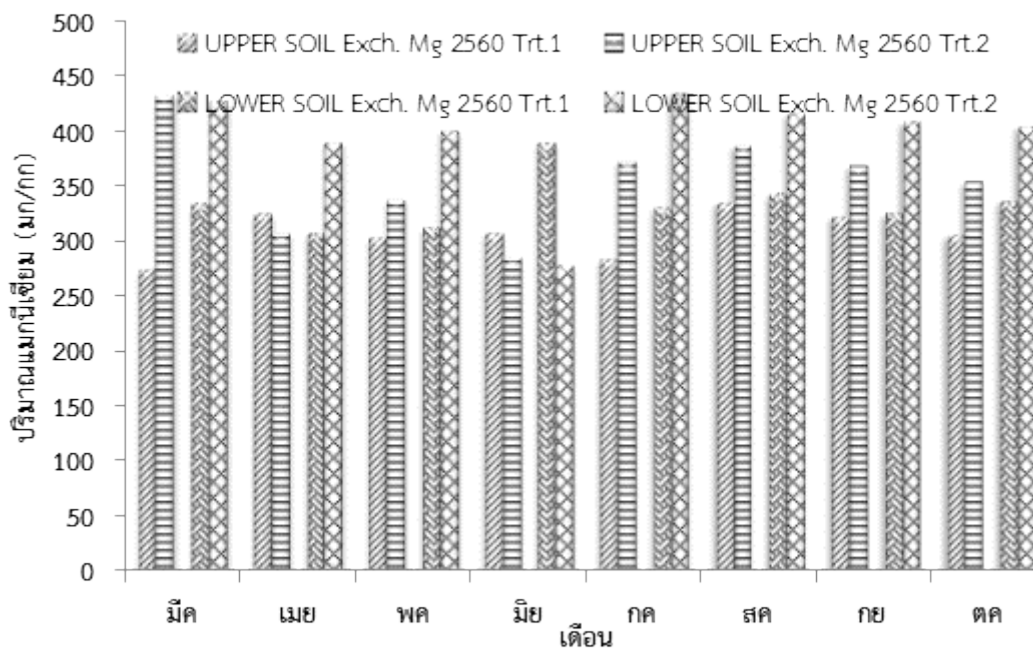
ภาพที่ 65 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉะลิม อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในดิน

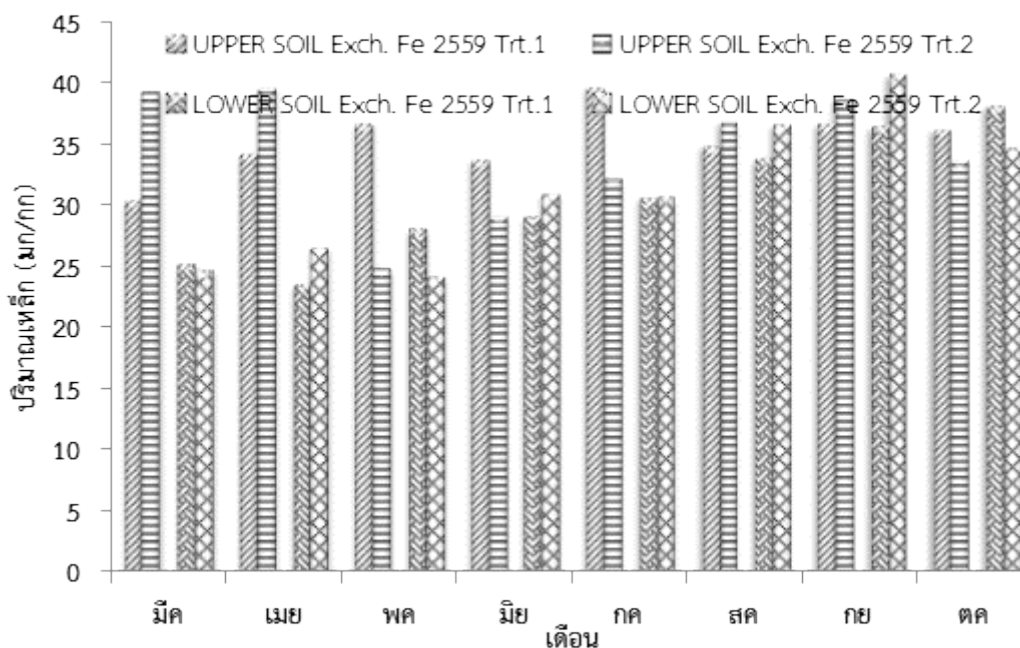
ปริมาณเหล็กในดินพบว่า ในปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณเหล็กในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 30.34-39.65 และ 24.76-39.64 mg/kg ตามลำดับ ขณะที่ดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีเหล็กอยู่ระหว่าง 23.44-38.08 และ 24.16-40.71 mg/kg (ตารางที่ 21) (ภาพที่ 67) ส่วนในปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 56.07-65.37 และ 59.05-76.64 mg/kg ขณะที่ดินล่างมีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 40.08-79.38 และ 40.32-72.95 mg/kg (ตารางที่ 22) (ภาพที่ 68) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของเหล็กในดินควรอยู่ระหว่าง 11-16 mg/kg ดังนั้นในปี 2559 และ 2560 ของทุกวิธีการ ทั้งดินบนและดินล่าง มีปริมาณเหล็กสะสมในดินอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม จะมีแนวโน้มของปริมาณเหล็กที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนค่อนข้างมากจึงก่อให้เกิดสถานะน้ำขังในแปลง ส่งผลให้ธาตุเหล็กมีการเปลี่ยนรูปมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในดิน

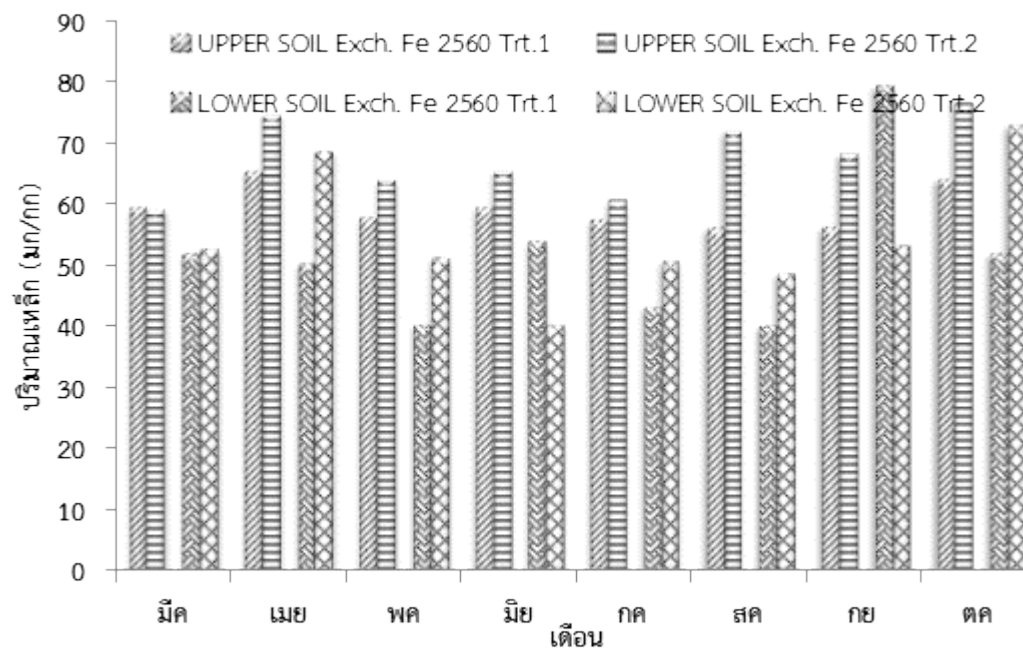
ปริมาณสังกะสีในดินพบว่า ในปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณสังกะสีในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 2.15-4.26 และ 1.52-2.35 mg/kg ขณะที่ดินล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีสังกะสีอยู่ระหว่าง 1.21-2.24 และ 0.85-1.86 mg/kg (ตารางที่ 21) (ภาพที่ 69) ส่วนในปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในดินบนที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณสังกะสีอยู่ระหว่าง 0.95-2.14 และ 2.13-3.13 mg/kg ขณะที่ดินล่างมีปริมาณสังกะสีอยู่ระหว่าง 0.61-1.72 และ 0.74-2.22 mg/kg (ตารางที่ 22) (ภาพที่ 70) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของสังกะสีในดินควรอยู่ระหว่าง 0.9-1.2 mg/kg ดังนั้นในปี 2559 ทั้งดินบนและดินล่าง และปี 2560 ในดินบนของทุกวิธีการมีปริมาณสังกะสีในดินอยู่ในระดับที่สูงกว่าค่ามาตรฐาน ขณะที่ดินล่างของปี 2560 อยู่ในระดับที่เหมาะสม



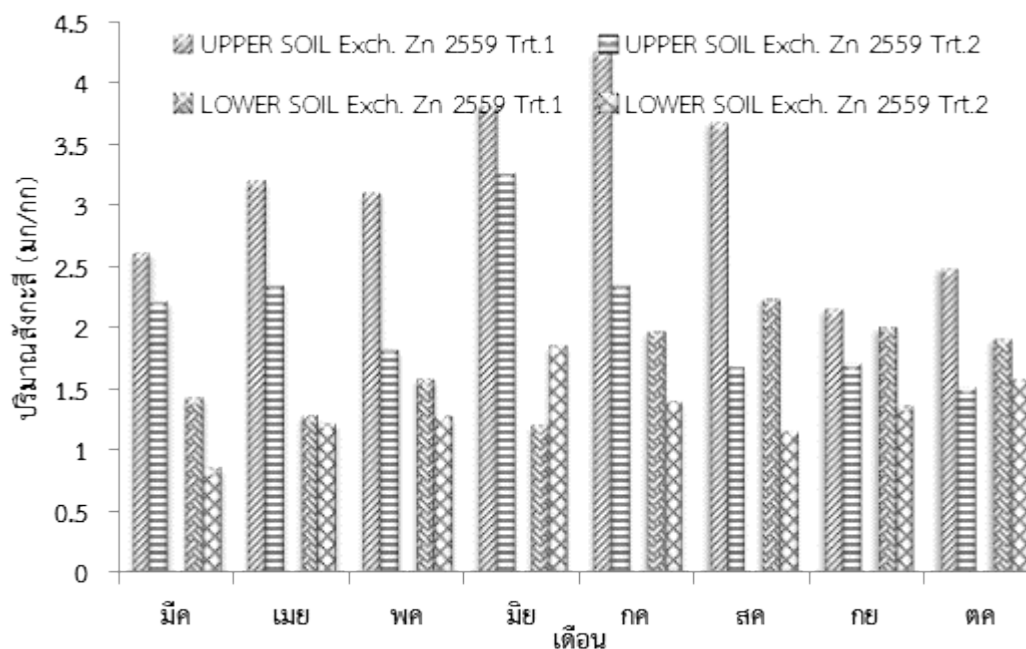
ภาพที่ 66 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



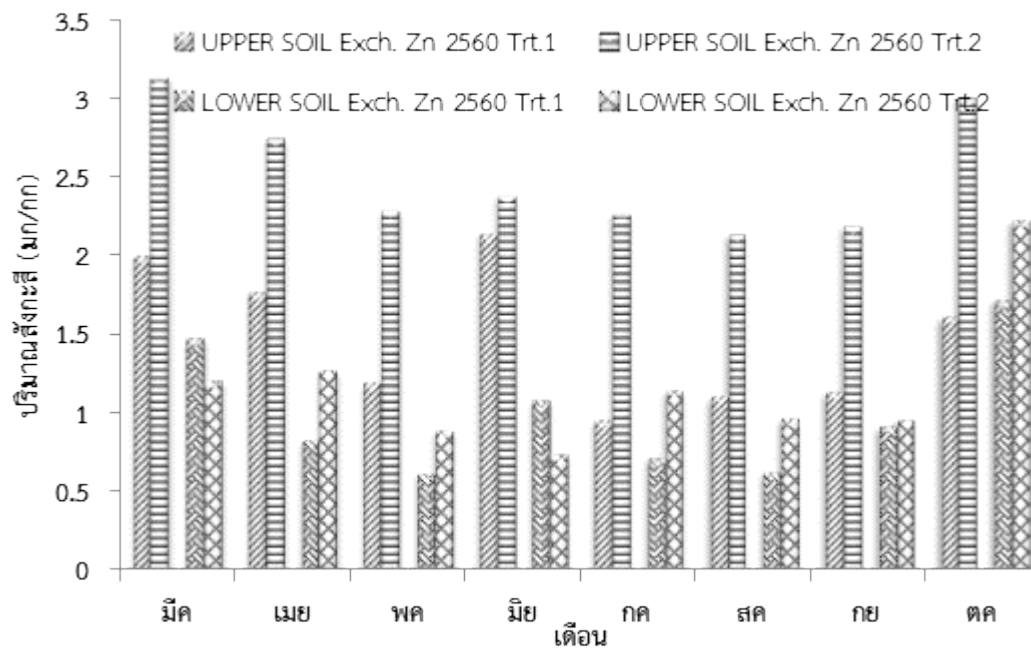
ภาพที่ 67 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



ภาพที่ 68 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



ภาพที่ 69 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560



ภาพที่ 70 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในดินที่ 0-20 ซม. (UPPER SOIL) และ ที่ 20-40 ซม. (LOWER SOIL) ของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2560

ตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้ม
โอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอกษัตริย์บุรณ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559

วิธีการใส่ ปุ๋ย - ปี- เดือน	OM(%)	Available Phosphorus (mg/kg)	Exchangeable Potassium (mg/kg)	Exchangeable Calcium (mg/kg)	Exchangeable Magnesium (mg/kg)	Exchangeable Iron (mg/kg)	Exchangeable Zinc (mg/kg)
1-2559							
ดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม.							
มีนาคม	2.06	5.35	177.30	1711.73	168.27	30.34	2.61
เมษายน	2.85	2.18	167.07	1765.73	182.36	34.21	3.20
พฤษภาคม	2.68	6.57	240.73	2019.87	227.52	36.71	3.11
มิถุนายน	2.41	6.75	227.53	1978.67	186.16	33.73	3.81
กรกฎาคม	1.67	5.00	212.27	2016.93	171.51	39.65	4.26
สิงหาคม	1.97	5.33	268.73	1982.80	178.48	34.87	3.68
กันยายน	1.87	4.14	236.30	2116.13	187.33	36.69	2.15
ตุลาคม	1.87	7.27	205.50	2026.93	178.32	36.22	2.49
ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม.							
มีนาคม	1.30	1.28	145.77	1803.60	186.89	25.19	1.43
เมษายน	1.03	2.06	166.90	1980.93	175.55	23.44	1.28
พฤษภาคม	1.12	1.20	138.13	1889.20	183.56	28.03	1.58
มิถุนายน	1.61	2.59	185.57	1915.07	191.00	29.06	1.21
กรกฎาคม	1.35	0.61	133.00	2230.93	222.96	30.64	1.97
สิงหาคม	1.43	2.24	183.30	1891.33	185.99	33.77	2.24
กันยายน	1.26	2.02	157.10	1855.47	195.40	36.43	2.01
ตุลาคม	1.26	1.14	204.90	1979.07	182.12	38.08	1.91
2-2559							
ดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม.							
มีนาคม	2.29	10.78	180.00	2143.73	191.68	39.30	2.22
เมษายน	2.78	9.32	185.33	3181.60	193.29	39.64	2.35
พฤษภาคม	2.17	9.09	217.23	2346.93	229.60	24.76	1.82
มิถุนายน	2.46	8.54	232.67	2394.00	223.37	29.13	3.26
กรกฎาคม	2.20	3.66	189.73	2525.87	233.41	32.17	2.35
สิงหาคม	3.04	7.57	285.10	2398.93	217.75	36.86	1.68
กันยายน	2.05	10.39	230.63	2456.40	235.81	38.65	1.71
ตุลาคม	1.79	11.51	192.47	2195.73	202.77	33.61	1.52
ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม.							
มีนาคม	1.42	1.78	134.93	3000.40	214.88	24.74	0.85
เมษายน	1.57	1.91	173.07	2272.67	215.35	26.52	1.21
พฤษภาคม	1.27	2.67	148.13	2372.93	251.36	24.16	1.28
มิถุนายน	1.71	1.78	162.10	2308.93	240.12	30.96	1.86
กรกฎาคม	1.35	1.55	148.90	2024.00	232.00	30.70	1.40
สิงหาคม	1.59	0.84	162.23	2374.53	263.01	36.57	1.16
กันยายน	1.55	1.71	192.90	2256.67	242.81	40.71	1.36
ตุลาคม	1.16	4.33	187.97	2178.53	240.04	34.69	1.58

ตารางที่ 22 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม. และ ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม. ของสวนส้ม
โอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอกษัตริย์บวร จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2560

วิธีการใส่ ปุ๋ย - ปี- เดือน	OM(%)	Available Phosphorus (mg/kg)	Exchangeable Potassium (mg/kg)	Exchangeable Calcium (mg/kg)	Exchangeable Magnesium (mg/kg)	Exchangeable Iron (mg/kg)	Exchangeable Zinc (mg/kg)
1-2560							
ดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม.							
มีนาคม	2.88	16.83	144.71	1421.80	273.63	59.52	1.99
เมษายน	3.05	13.97	146.80	1876.20	325.08	65.37	1.77
พฤษภาคม	2.79	12.81	145.67	2047.20	302.96	57.89	1.19
มิถุนายน	3.12	9.95	135.30	2226.00	307.16	59.55	2.14
กรกฎาคม	3.29	8.36	135.20	1771.60	283.26	57.47	0.95
สิงหาคม	2.89	11.40	143.40	2579.40	335.09	56.07	1.10
กันยายน	3.53	10.28	149.77	2231.40	322.32	56.26	1.13
ตุลาคม	2.96	10.10	157.12	2127.00	305.03	64.19	1.61
ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม.							
มีนาคม	1.82	1.32	120.10	2202.20	333.94	51.87	1.47
เมษายน	2.02	1.10	142.40	1936.40	307.02	50.31	0.82
พฤษภาคม	1.29	0.92	133.63	1879.40	311.85	40.32	0.61
มิถุนายน	1.97	0.61	141.30	2239.20	389.48	53.93	1.08
กรกฎาคม	1.85	0.93	143.73	1991.00	330.72	43.19	0.71
สิงหาคม	1.82	0.81	128.33	1983.60	342.48	40.08	0.62
กันยายน	2.08	0.94	148.77	1990.60	325.12	79.38	0.91
ตุลาคม	2.29	1.36	149.57	2160.60	336.46	51.90	1.72
2-2560							
ดินชั้นบน ที่ 0-20 ซม.							
มีนาคม	2.41	15.22	143.40	2611.40	432.04	59.05	3.13
เมษายน	3.05	16.49	145.27	2226.00	307.16	74.70	2.75
พฤษภาคม	2.92	14.16	142.73	2371.00	338.14	63.95	2.29
มิถุนายน	2.90	10.88	136.26	1777.80	284.52	65.37	2.38
กรกฎาคม	3.38	7.49	133.33	2529.40	372.72	60.66	2.27
สิงหาคม	3.28	9.42	148.20	2536.20	387.07	71.93	2.13
กันยายน	3.20	9.95	151.02	2528.80	368.90	68.23	2.19
ตุลาคม	3.18	10.92	153.57	2468.60	353.64	76.64	3.00
ดินชั้นล่าง ที่ 20-40 ซม.							
มีนาคม	1.91	1.05	129.97	2328.60	426.27	52.58	1.20
เมษายน	1.85	0.70	135.40	2239.20	389.48	68.58	1.26
พฤษภาคม	1.60	0.95	137.00	2203.80	400.19	51.35	0.89
มิถุนายน	1.34	0.74	146.27	1650.00	277.03	40.32	0.74
กรกฎาคม	2.01	0.57	144.23	2257.00	435.12	50.73	1.14
สิงหาคม	2.57	0.84	137.93	2138.60	415.63	48.61	0.96
กันยายน	2.35	0.74	146.80	2222.80	408.10	53.40	0.95
ตุลาคม	2.16	1.06	146.60	2456.80	404.15	72.95	2.22

การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบระหว่างการพัฒนาผลผลิตของส้มโอพันธุ์ฉวีสวน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบและในกิ่ง

ปริมาณไนโตรเจนในใบพบว่า ปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณไนโตรเจนในใบอยู่ระหว่าง 0.77-1.72 และ 0.92-1.55 % ขณะที่ปี 2560 พบว่า การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณไนโตรเจนในใบอยู่ระหว่าง 1.10-1.85 และ 1.07-1.99% (ตารางที่ 23) (ภาพที่ 71) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของไนโตรเจนในใบควรอยู่ระหว่าง 2.5-30% โดยจากผลวิเคราะห์พบว่าในปี 2559-2560 มีปริมาณไนโตรเจนในใบต่ำกว่าค่ามาตรฐาน อย่างไรก็ตามจากแนวโน้มในปี 2559 พบว่าช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม เป็นช่วงที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก เนื่องจากในช่วงเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนตกค่อนข้างน้อย ประกอบกับอุณหภูมิที่สูง ส่งผลให้การดูดใช้น้ำไนโตรเจนเป็นไปได้น้อย ในขณะที่ปี 2560 พบว่าในช่วงเดือนพฤษภาคมปริมาณไนโตรเจนในใบมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากในวิธีการที่ 1 และ 2 ส้มโอได้รับปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในช่วงเดือนเมษายน ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตกชุก พืชจึงสามารถดูดใช้น้ำไนโตรเจนได้ดีขึ้น

ปริมาณไนโตรเจนในกิ่งยอดพบว่า ปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณไนโตรเจนในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 0.61-0.72 และ 0.62-0.75% ตามลำดับ พบว่าไนโตรเจนในแต่ละช่วงเดือนมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ช่วงเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ (ภาพที่ 71) ช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนตกค่อนข้างน้อย ส่งผลให้การดูดใช้น้ำไนโตรเจนเป็นไปได้น้อยกว่าเดือนอื่นๆ ในเดือนพฤษภาคมของวิธีการที่ 1 และ 2 ไนโตรเจนมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากในช่วงเดือนเมษายนมีการใส่ปุ๋ยยูเรีย ในขณะที่ช่วงเดือนมิถุนายน ถึงตุลาคม ในวิธีการที่ 2 ไนโตรเจนมีแนวโน้มสูงกว่าวิธีการที่ 1 เนื่องจากในช่วงเดือนพฤษภาคม มีการเพิ่มปุ๋ยยูเรียในวิธีการที่ 2 จึงทำให้ต้นส้มโอมีการสะสมไนโตรเจนในกิ่งยอดมากกว่า

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในใบและในกิ่ง

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบพบว่า ปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบอยู่ระหว่าง 0.12-0.16 และ 0.11-0.18 % ตามลำดับ ขณะที่ปี 2560 พบว่า การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบอยู่ระหว่าง 0.15-0.19 และ 0.14-0.18 % (ตารางที่ 23) (ภาพที่ 72) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของฟอสฟอรัสในใบควรอยู่ระหว่าง 0.15-0.20 % โดยจากผลวิเคราะห์พบว่าวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 -2560 มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบอยู่ในระดับที่เหมาะสม

ปริมาณฟอสฟอรัสในกิ่งยอดพบว่า ปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณฟอสฟอรัสในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 0.13-0.20 และ 0.11-0.16 % การใส่ปุ๋ยในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ทำให้ช่วงแรกของการติดผลมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด แล้วจึงค่อยๆลดลงจนถึงช่วงเดือนเมษายน นอกจากนี้ในช่วงเดือนสิงหาคม การใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21

เพื่อเพิ่มความหวานให้แก่ส้มโอ แต่มีส่วนผสมของฟอสฟอรัส ทำให้ช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม มีปริมาณฟอสฟอรัสในกิ่งยอดสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมในใบและในกิ่ง

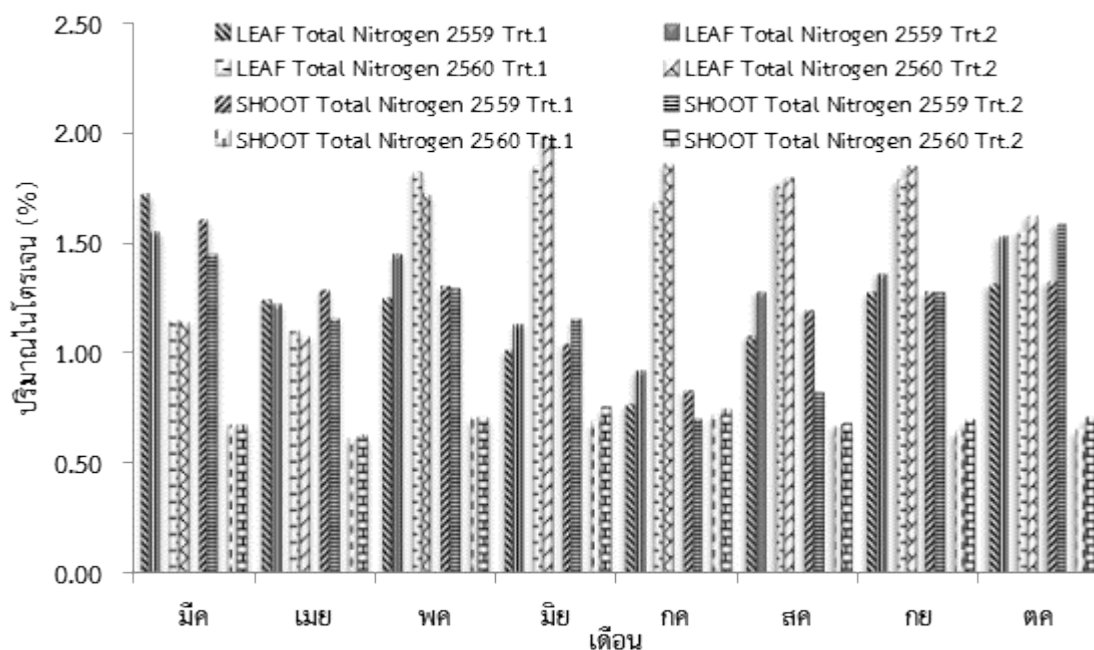
ปริมาณโพแทสเซียมในใบพบว่า ปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณโพแทสเซียมในใบอยู่ระหว่าง 1.86-2.38 และ 1.96-2.60 % ขณะที่ปี 2560 พบว่า การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณโพแทสเซียมในใบอยู่ระหว่าง 3.10-4.04 และ 3.35-4.09% (ตารางที่ 23) (ภาพที่ 73) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของโพแทสเซียมในใบควรอยู่ระหว่าง 1.5-2.0 % โดยจากผลวิเคราะห์พบว่าในปี 2559-2560 มีปริมาณโพแทสเซียมในใบอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง

ปริมาณโพแทสเซียมในกิ่งยอดพบว่า ปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณโพแทสเซียมในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 1.67-2.06 และ 1.76-2.15 % โดยวิธีการที่ 1 และ 2 โพแทสเซียมมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ก่อนจะค่อยๆ ลดลงมาในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม และเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนกันยายน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60 ในช่วงเดือนสิงหาคม ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงเดือนกันยายน สูง

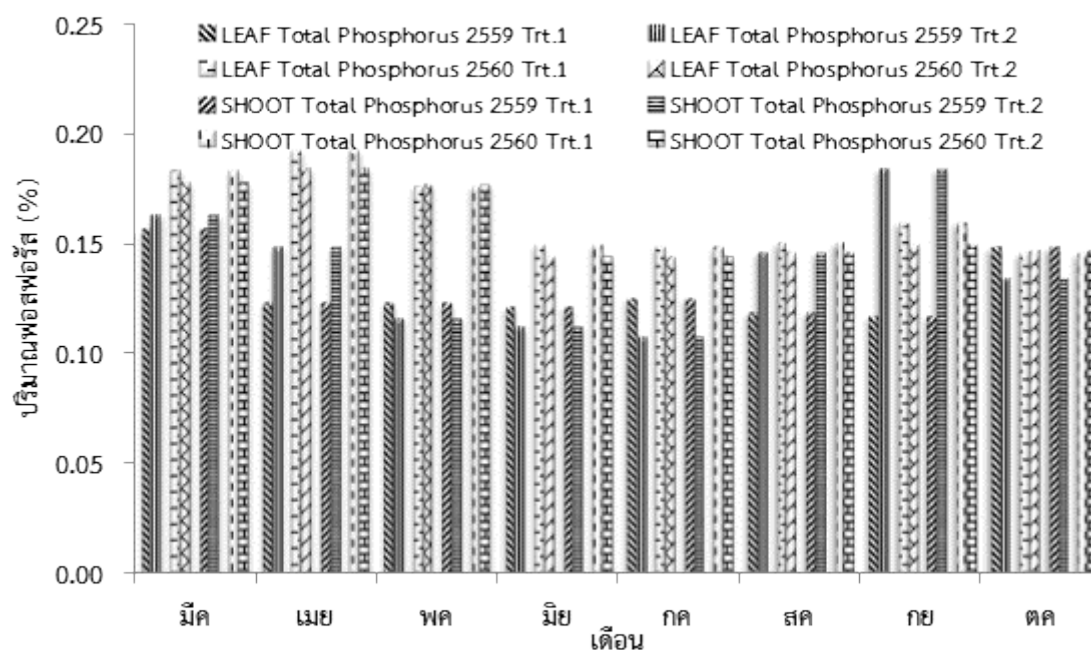
การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมในใบและในกิ่ง

ปริมาณแคลเซียมในใบพบว่า ปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแคลเซียมในใบอยู่ระหว่าง 2.25-2.54 และ 2.18-2.68 % ขณะที่ปี 2560 พบว่า การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแคลเซียมในใบอยู่ระหว่าง 2.20-3.33 และ 2.02-2.80% (ตารางที่ 23) (ภาพที่ 74) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของแคลเซียมในใบควรอยู่ระหว่าง 3.0-4.0% โดยจากผลวิเคราะห์พบว่า ปริมาณแคลเซียมในใบของปี 2559 และ 2560 ของทั้ง 2 วิธีการ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ถึงแม้ว่าปริมาณแคลเซียมในดินจะอยู่ในระดับสูง แต่มีการดูดใช้น้อย เนื่องจากแคลเซียมจัดอยู่ในกลุ่มธาตุอาหารแบบ immobile ที่มีการเคลื่อนย้ายจากรากสู่ใบได้ยาก โดยเฉพาะในช่วงแรกของการติดผล ที่ต้องใช้แคลเซียมในการออกดอกและติดผลในปริมาณสูง อาจส่งผลให้พืชดูดใช้แคลเซียมไม่ทันจึงทำให้ช่วงแรกมีปริมาณแคลเซียมในใบค่อนข้างต่ำมาก นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม อาจส่งผลให้พืชดูดใช้แคลเซียมได้น้อย เนื่องจาก พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ง่ายกว่าแคลเซียม

ปริมาณแคลเซียมในกิ่งยอดพบว่า ปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแคลเซียมในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 2.25-3.17และ 2.28-3.17% มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม และเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมในใบ พบว่า ปริมาณแคลเซียมในกิ่งยอดมีแนวโน้มสูงกว่าในใบ อันเนื่องมาจากแคลเซียมจัดอยู่ในกลุ่มธาตุอาหารแบบ immobile ที่มีการเคลื่อนย้ายจากรากสู่ใบได้ยาก จึงทำให้มีการสะสมในกิ่งมากกว่าใบ



ภาพที่ 71 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสวนอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



ภาพที่ 72 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวีสวนอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแมกนีเซียมในใบและในกิ่ง

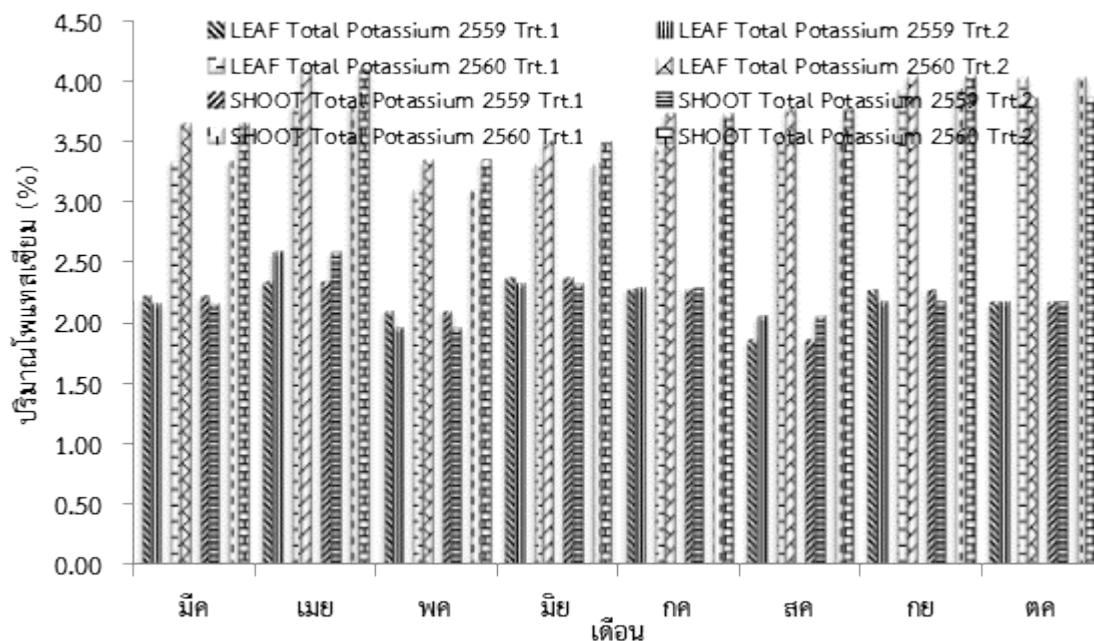
ปริมาณแมกนีเซียมในใบพบว่า ปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแมกนีเซียมในใบอยู่ระหว่าง 0.24-0.31 และ 0.23-0.34 % ขณะที่ปี 2560 พบว่า การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแมกนีเซียมในใบอยู่ระหว่าง 0.23-0.32 และ 0.22-0.32% (ตารางที่ 23) (ภาพที่ 75) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของแมกนีเซียมในใบควรอยู่ระหว่าง 0.3-0.50 % โดยจากผลวิเคราะห์พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมในใบของปี 2559-2560 ของทุกวิธีการอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559-2560 มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจส่งผลให้เกิดภาวะ Antagonism ซึ่งพืชจะสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้ง่ายกว่าแมกนีเซียม จึงส่งผลให้พืชดูดใช้แมกนีเซียมได้น้อย

ปริมาณแมกนีเซียมในกิ่งยอดพบว่า ปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณแมกนีเซียมในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 0.25-0.34 และ 0.23-0.28% ทั้ง 2 วิธีการมีปริมาณแมกนีเซียมใกล้เคียงกันในทุกเดือน

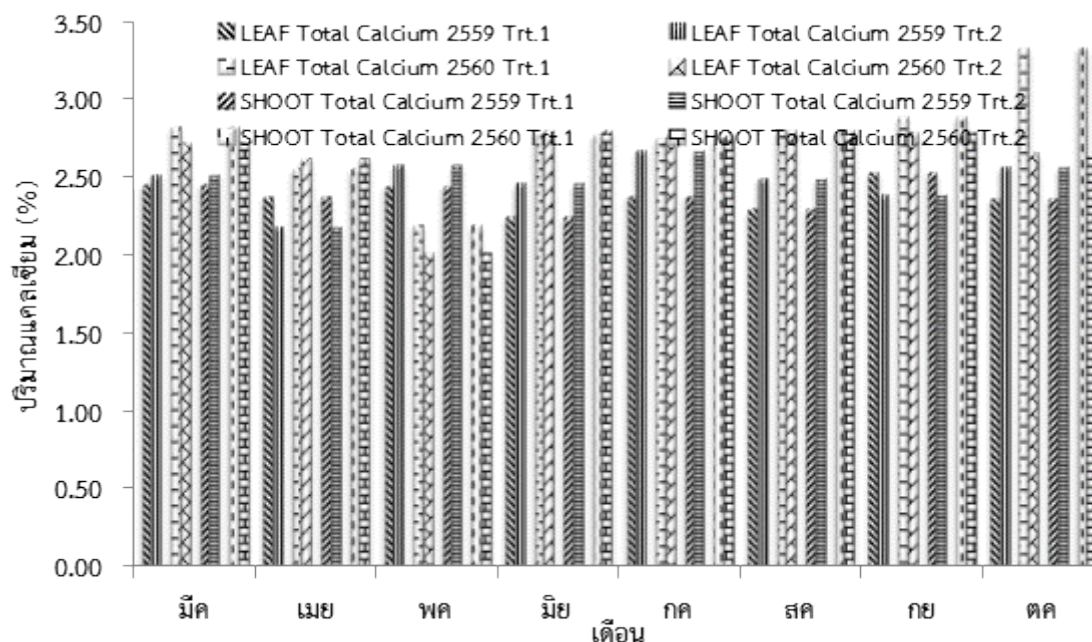
การเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กและสังกะสีในใบและในกิ่ง

ปริมาณเหล็กและสังกะสีในใบพบว่า ปี 2559 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณเหล็กในใบอยู่ระหว่าง 62.12-140.36 และ 78.71-124.83 mg/kg (ตารางที่ 23) (ภาพที่ 76) และมีปริมาณสังกะสีในใบอยู่ระหว่าง 5.70-13.13 และ 5.26-13.49 mg/kg (ตารางที่ 23) (ภาพที่ 77) ขณะที่ปี 2560 พบว่า การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต, วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณเหล็กในใบอยู่ระหว่าง 81.10-95.35 และ 80.89-90.50 mg/kg และมีปริมาณสังกะสีในใบอยู่ระหว่าง 25.34-32.71 และ 25.74-32.70 mg/kg (ภาพที่ 76, 77) หากเปรียบเทียบกับค่าแนะนำสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเพื่อการปลูกส้มโอในประเทศไทย (สมศักดิ์, 2551) พบว่าค่าแนะนำที่เหมาะสมของเหล็กในใบควรอยู่ระหว่าง 40-80 mg/kg และสังกะสีควรมีค่ามากกว่า 20 mg/kg โดยจากผลวิเคราะห์พบว่าในปี 2559 มีปริมาณเหล็กในใบอยู่ในระดับสูง ในขณะที่สังกะสีอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ส่วนในปี 2560 พบว่ามีปริมาณเหล็กในใบสูงกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย ในขณะที่สังกะสีอยู่ในระดับที่เหมาะสม

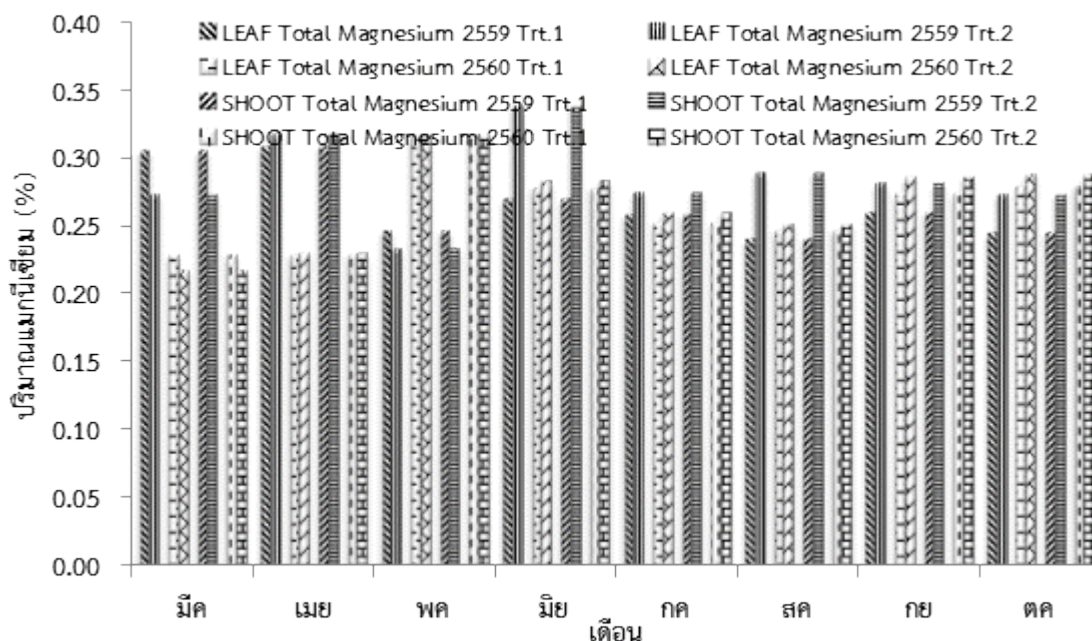
ปริมาณเหล็กและสังกะสีในกิ่งยอดพบว่า ปี 2560 การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการที่ 1 ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต วิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีปริมาณเหล็กในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 56.98-76.3 และ 58.46-71.66 mg/kg โดยทั้ง 2 วิธีการมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและมีปริมาณใกล้เคียงกัน ซึ่งเหล็กมีปริมาณเพิ่มสูงในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม ก่อนจะค่อยๆ ลดลง ขณะที่ปริมาณสังกะสีในกิ่งยอดอยู่ระหว่าง 14.77-20.91 และ 15.34-19.34 mg/kg ตามลำดับ โดยทั้ง 2 วิธีการมีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม และเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนกันยายน ถึงตุลาคม



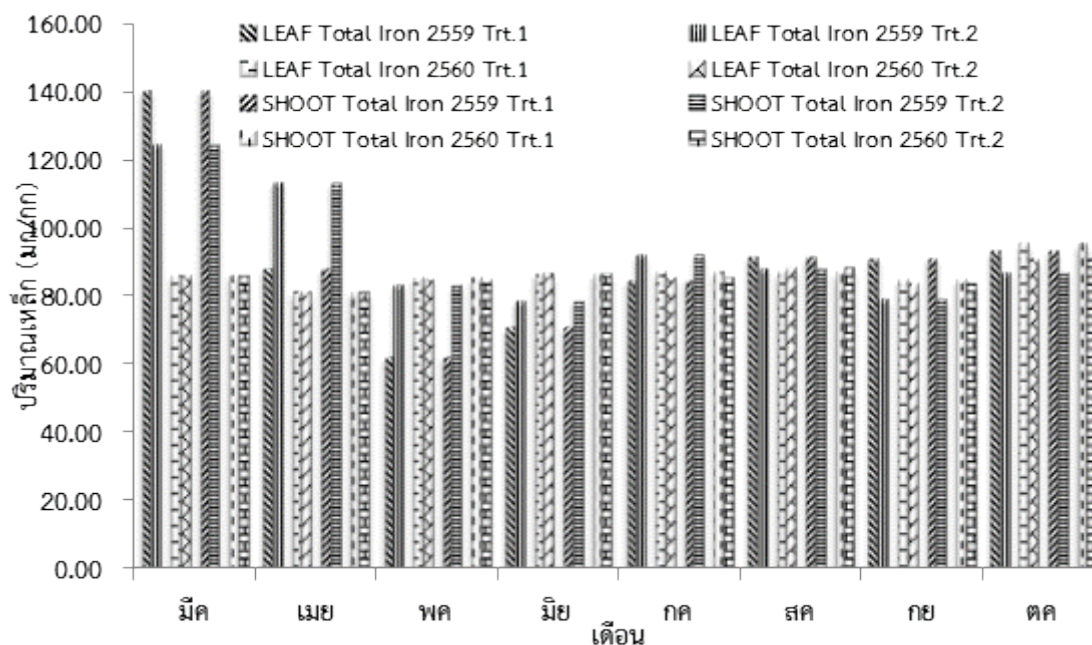
ภาพที่ 73 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวี
อิสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



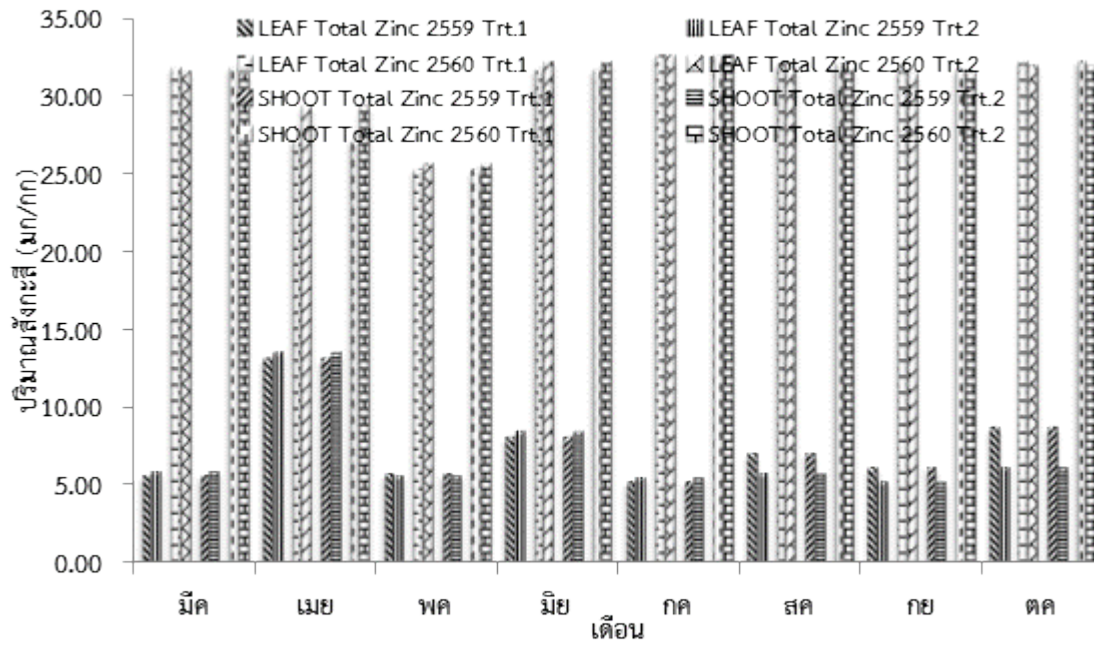
ภาพที่ 74 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคลเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉวี
อิสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



ภาพที่ 75 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉัสน อีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



ภาพที่ 76 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์ฉัสน อีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



ภาพที่ 77 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสังกะสีในใบ (LEAF) และในกิ่ง (SHOOT) ของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน
อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการใช้ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560

ตารางที่ 23 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโตรเจนและในกิ่งของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559 และ 2560

วิธีการใส่ปุ๋ย – ปี - เดือน	Total Nitrogen (%)	Total Phosphorus (%)	Total Potassium (%)	Total Calcium (%)	Total Magnesium (%)	Total Iron (mg/kg)	Total Zinc (mg/kg)
1-2559							
ใบ							
มีนาคม	1.72	0.16	2.22	2.45	0.31	140.36	5.61
เมษายน	1.25	0.12	2.34	2.38	0.31	88.33	13.13
พฤษภาคม	1.25	0.12	2.11	2.45	0.25	62.12	5.70
มิถุนายน	1.02	0.12	2.38	2.25	0.27	70.79	8.09
กรกฎาคม	0.77	0.13	2.28	2.38	0.26	84.66	5.22
สิงหาคม	1.08	0.12	1.86	2.30	0.24	91.59	7.07
กันยายน	1.28	0.12	2.27	2.54	0.26	91.34	6.19
ตุลาคม	1.31	0.15	2.17	2.37	0.24	93.52	8.70
2-2559							
มีนาคม	1.55	0.16	2.17	2.52	0.27	124.83	5.85
เมษายน	1.22	0.15	2.60	2.18	0.32	113.43	13.49
พฤษภาคม	1.45	0.12	1.96	2.58	0.23	83.61	5.59
มิถุนายน	1.13	0.11	2.34	2.46	0.34	78.71	8.44
กรกฎาคม	0.92	0.11	2.29	2.68	0.28	92.25	5.44
สิงหาคม	1.28	0.15	2.06	2.50	0.29	88.30	5.80
กันยายน	1.36	0.18	2.19	2.39	0.28	78.99	5.26
ตุลาคม	1.53	0.13	2.17	2.57	0.27	87.22	6.16
1-2560							
มีนาคม	1.15	0.18	3.35	2.82	0.23	85.93	31.90
เมษายน	1.10	0.19	3.79	2.56	0.23	81.10	27.19
พฤษภาคม	1.82	0.18	3.10	2.20	0.32	85.32	25.34
มิถุนายน	1.85	0.15	3.32	2.78	0.28	86.31	31.80
กรกฎาคม	1.69	0.15	3.47	2.75	0.25	86.67	32.71
สิงหาคม	1.78	0.15	3.53	2.81	0.25	86.69	32.12
กันยายน	1.79	0.16	3.93	2.89	0.27	84.86	31.75
ตุลาคม	1.56	0.15	4.04	3.33	0.28	95.35	32.27
2-2560							
มีนาคม	1.14	0.18	3.66	2.72	0.22	85.97	31.66
เมษายน	1.07	0.18	4.09	2.63	0.23	80.89	29.41
พฤษภาคม	1.72	0.18	3.35	2.02	0.32	84.86	25.74
มิถุนายน	1.99	0.14	3.50	2.80	0.28	86.15	32.24
กรกฎาคม	1.86	0.14	3.74	2.77	0.26	85.41	32.70
สิงหาคม	1.80	0.15	3.78	2.81	0.25	87.98	31.81
กันยายน	1.85	0.15	4.06	2.80	0.29	83.34	31.49
ตุลาคม	1.63	0.15	3.87	2.66	0.29	90.50	32.09

ตารางที่ 23(ต่อ) การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโตรเจนในใบและในกิ่งของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559 และ 2560

วิธีการใส่ปุ๋ย – ปี - เดือน	Total Nitrogen (%)	Total Phosphorus (%)	Total Potassium (%)	Total Calcium (%)	Total Magnesium (%)	Total Iron (mg/kg)	Total Zinc (mg/kg)
1-2559							
				กิ่ง			
มีนาคม	1.61	0.17	1.82	3.44	0.31	125.40	6.01
เมษายน	1.29	0.11	2.15	2.40	0.31	75.87	6.97
พฤษภาคม	1.30	0.12	1.74	2.71	0.25	82.19	4.49
มิถุนายน	1.04	0.12	2.34	2.03	0.32	112.31	8.74
กรกฎาคม	0.83	0.13	2.60	2.30	0.25	174.88	6.45
สิงหาคม	1.19	0.09	1.92	2.35	0.24	117.23	3.08
กันยายน	1.28	0.11	2.27	2.80	0.27	121.72	7.88
ตุลาคม	1.33	0.14	2.16	2.16	0.28	93.96	7.49
2-2559							
มีนาคม	1.46	0.17	2.11	2.89	0.27	88.05	5.41
เมษายน	1.16	0.13	2.13	2.84	0.32	105.54	7.92
พฤษภาคม	1.29	0.11	2.05	3.54	0.23	93.72	7.90
มิถุนายน	1.16	0.10	2.34	2.62	0.29	113.43	3.27
กรกฎาคม	0.70	0.08	2.11	3.17	0.26	137.04	5.16
สิงหาคม	0.83	0.12	2.40	2.41	0.29	107.77	4.13
กันยายน	1.28	0.18	2.82	2.62	0.27	115.73	6.58
ตุลาคม	1.59	0.13	1.81	2.41	0.24	95.13	6.69
1-2560							
มีนาคม	0.67	0.13	1.71	3.17	0.34	56.98	20.10
เมษายน	0.61	0.17	1.95	2.95	0.30	70.15	20.91
พฤษภาคม	0.70	0.14	2.01	2.83	0.26	57.73	14.77
มิถุนายน	0.68	0.17	2.06	2.52	0.26	65.57	17.24
กรกฎาคม	0.72	0.20	2.03	2.34	0.25	76.35	16.18
สิงหาคม	0.67	0.13	1.67	2.52	0.25	67.72	15.05
กันยายน	0.64	0.13	1.96	2.74	0.26	68.16	18.75
ตุลาคม	0.65	0.13	1.80	2.25	0.28	68.92	16.74
2-2560							
มีนาคม	0.67	0.14	1.76	3.17	0.28	71.66	17.62
เมษายน	0.62	0.15	1.93	2.78	0.26	63.34	19.23
พฤษภาคม	0.71	0.15	2.05	2.28	0.26	64.98	16.64
มิถุนายน	0.75	0.16	2.12	2.60	0.24	68.92	15.34
กรกฎาคม	0.74	0.14	2.09	2.47	0.25	64.39	17.91
สิงหาคม	0.67	0.11	2.08	2.31	0.23	58.46	16.18
กันยายน	0.69	0.13	2.15	2.86	0.24	69.60	16.65
ตุลาคม	0.70	0.13	2.05	2.80	0.28	67.42	19.34

ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว

ปริมาณไนโตรเจนในผล

ความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจนในผลผลิตของวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 มีปริมาณไนโตรเจนในเปลือกอยู่ที่ 0.32 และ 0.29 ในเนื้อเท่ากับ 0.39 และ 0.40 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.20 และ 0.16 % ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2560 ปริมาณไนโตรเจนในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 และ 0.42 ในเนื้อเท่ากับ 0.32 และ 0.34 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.18 และ 0.19 % ตามลำดับ โดยพบว่าในวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าวิธีการที่ 1 ที่จัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิต (ภาพที่ 78 และตารางที่ 24)

ปริมาณฟอสฟอรัสในผล

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผลผลิตของวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 มีปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกอยู่ที่ 0.09 และ 0.11 ในเนื้อเท่ากับ 0.16 และ 0.16 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.10 และ 0.10 % ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2560 ปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 0.11 และ 0.10 ในเนื้อเท่ากับ 0.16 และ 0.16 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.16 และ 0.15 % ตามลำดับ โดยทั้ง 2 วิธีการมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 79 และตารางที่ 24)

ปริมาณโพแทสเซียมในผล

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในผลผลิตของวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 มีปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 และ 2.41 ในเนื้อเท่ากับ 3.68 และ 3.40 และในเมล็ดอยู่ที่ 1.51 และ 1.45 % ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2560 ปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 1.88 และ 1.54 ในเนื้อเท่ากับ 2.93 และ 2.13 และในเมล็ดอยู่ที่ 1.33 และ 1.24 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโพแทสเซียมในเนื้อ มีปริมาณสูงกว่าในเปลือก และเมล็ด เนื่องจากส้มโอมีการใช้โพแทสเซียมในการสร้างเนื้อสูง (ภาพที่ 80 และตารางที่ 24)

ปริมาณแคลเซียมในผล

ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลผลิตของวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 มีปริมาณแคลเซียมในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 และ 0.85 ในเนื้อเท่ากับ 0.20 และ 0.29 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.33 และ 0.33 % ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2560 ปริมาณแคลเซียมในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 และ 0.78 ในเนื้อเท่ากับ 0.61 และ 0.75 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.47 และ 0.52% ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณแคลเซียมในเปลือกมีแนวโน้มสูงกว่าในเนื้อ เนื่องจากแคลเซียมเป็นองค์ประกอบของสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน ส้มโอมีความจำเป็นในการใช้แคลเซียมสำหรับการสร้างความแข็งแรงให้กับผล โดยเฉพาะในส่วนขอบบริเวณเปลือกที่ส้มโอมีความต้องการมากกว่าในส่วนเนื้อที่มีลักษณะอ่อนนุ่มมากกว่า (ภาพที่ 81 และตารางที่ 24)

ปริมาณแมกนีเซียมในผล

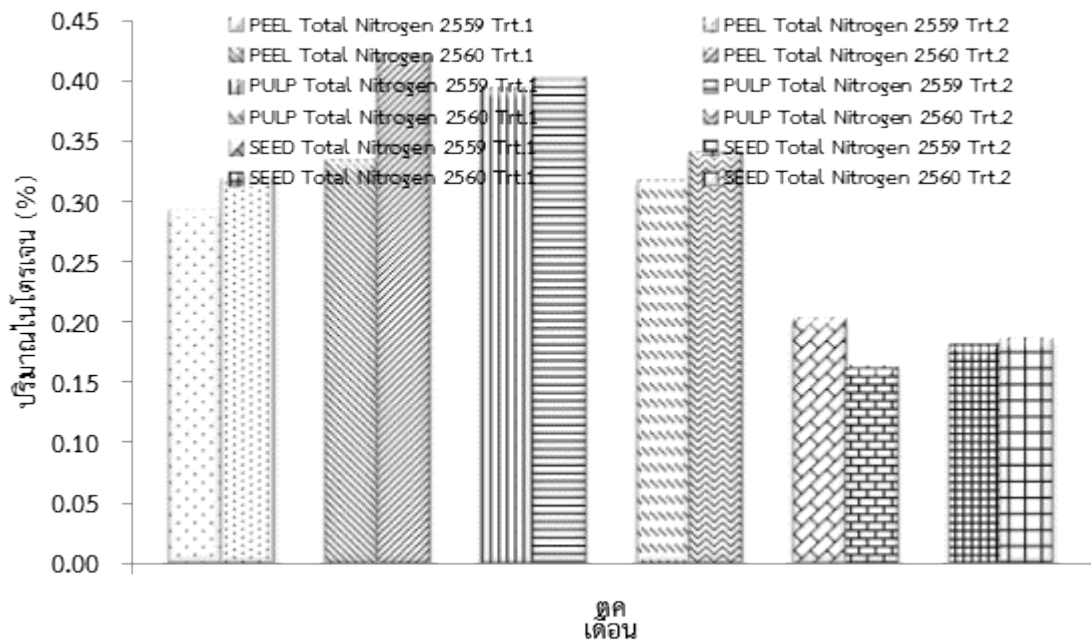
ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในผลผลิตของวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 มีปริมาณแมกนีเซียมในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 0.10 และ 0.11 ในเนื้อเท่ากับ 0.07 และ 0.08 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.17 และ 0.18 % ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2560 ปริมาณแมกนีเซียมในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 0.10 และ 0.11 ในเนื้อเท่ากับ 0.06 และ 0.07 และในเมล็ดอยู่ที่ 0.12 และ 0.12 % ตามลำดับ (ภาพที่ 82 และตารางที่ 24)

ปริมาณเหล็กในผล

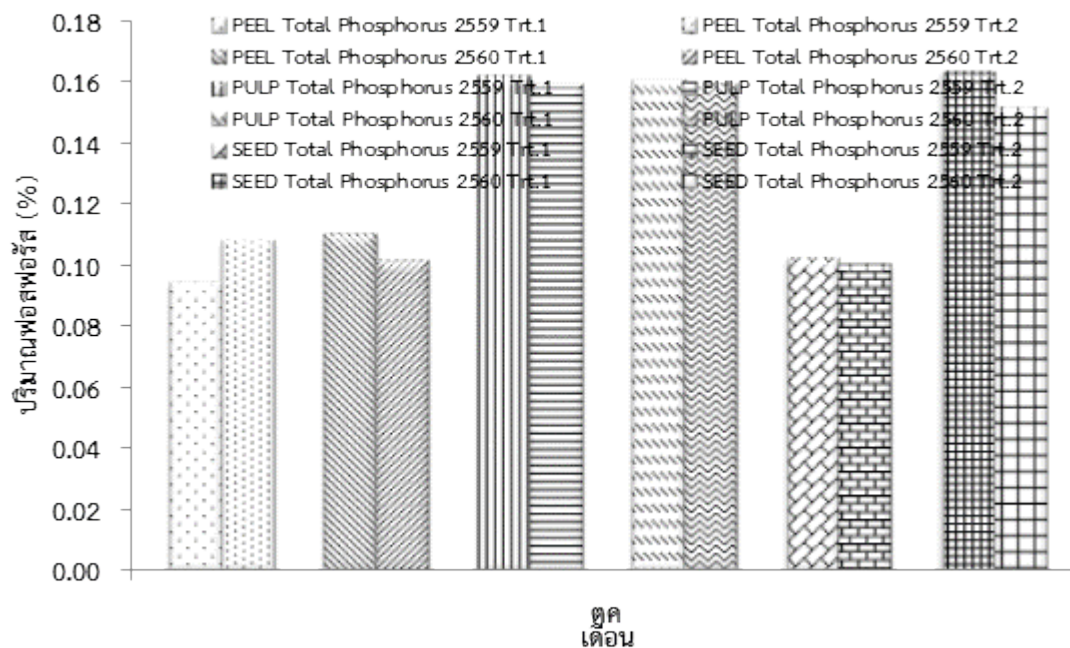
ความเข้มข้นของเหล็กในผลผลิตของวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 มีปริมาณเหล็กในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 30.68 และ 34.53 ในเนื้อเท่ากับ 32.26 และ 45.82 และในเมล็ดอยู่ที่ 40.77 และ 33.95 mg/kg ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2560 ปริมาณเหล็กในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 37.93 และ 43.75 ในเนื้อเท่ากับ 31.46 และ 35.88 และในเมล็ดอยู่ที่ 67.91 และ 68.00 mg/kg ตามลำดับ (ภาพที่ 83 และตารางที่ 24)

ปริมาณสังกะสีในผล

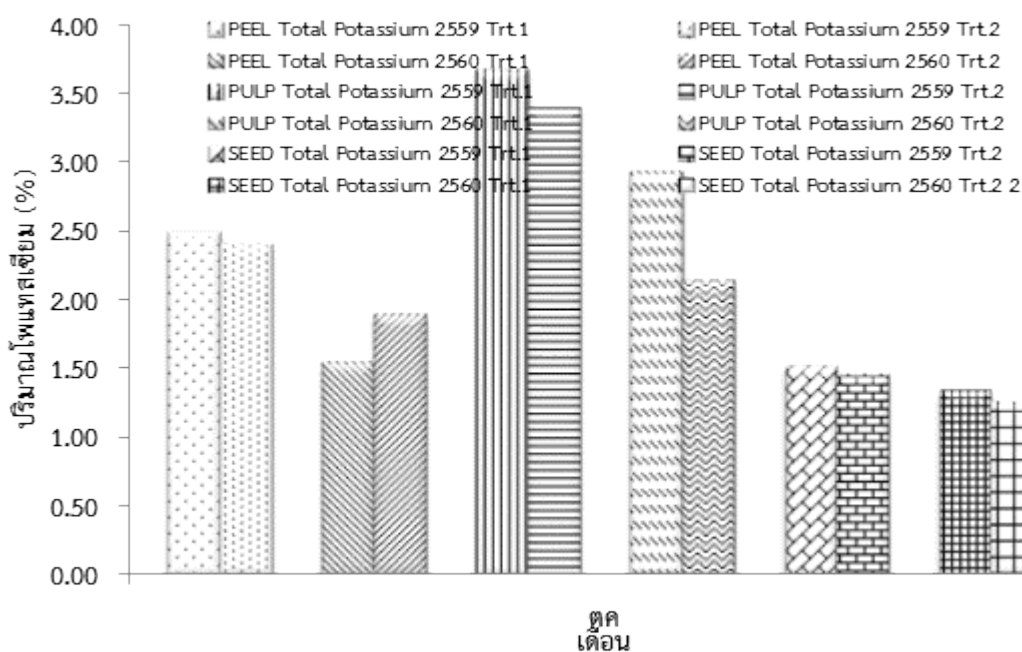
ความเข้มข้นของสังกะสีในผลผลิตของวิธีการที่ 1 และ 2 ในปี 2559 มีปริมาณสังกะสีในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 10.14 และ 12.28 ในเนื้อเท่ากับ 11.95 และ 12.30 และในเมล็ดอยู่ที่ 16.07 และ 15.34 mg/kg ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2560 ปริมาณสังกะสีในเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 22.66 และ 23.48 ในเนื้อเท่ากับ 26.41 และ 21.72 และในเมล็ดอยู่ที่ 29.45 และ 27.27 mg/kg ตามลำดับ (ภาพที่ 84 และตารางที่ 24)



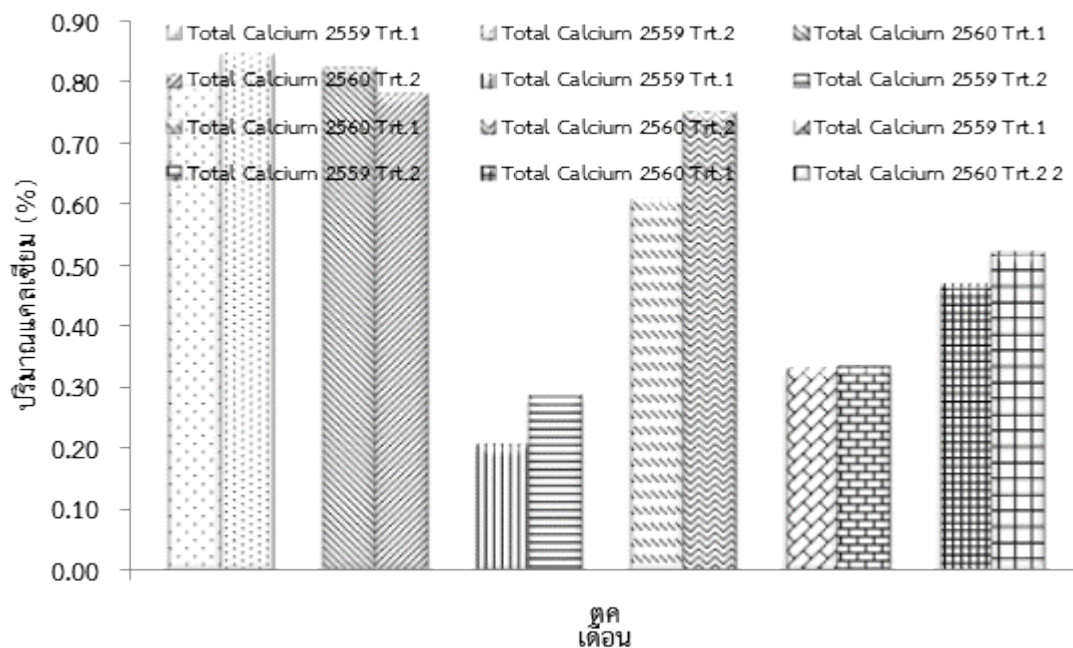
ภาพที่ 78 ปริมาณไนโตรเจนในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อำเภอกษัตริย์ศึก จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



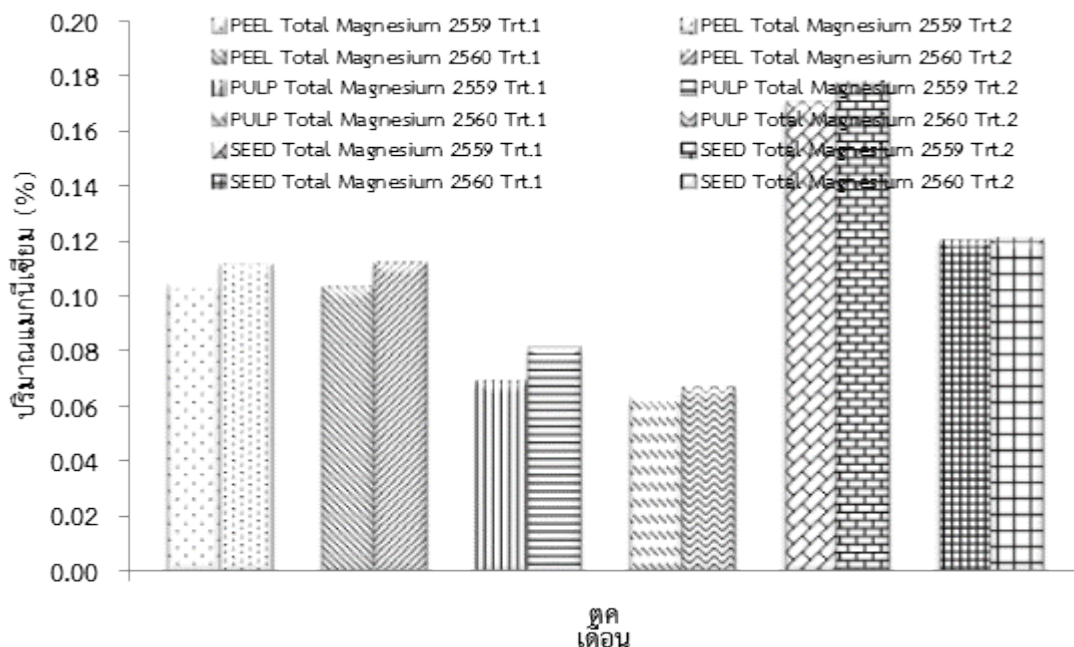
ภาพที่ 79 ปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



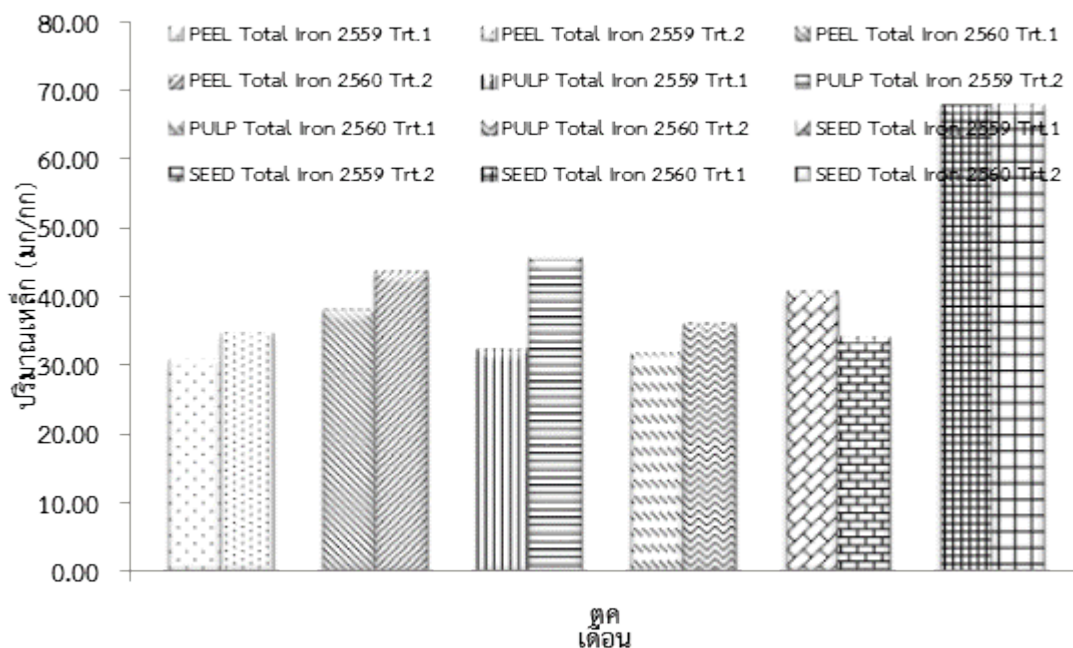
ภาพที่ 80 ปริมาณโพแทสเซียมในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



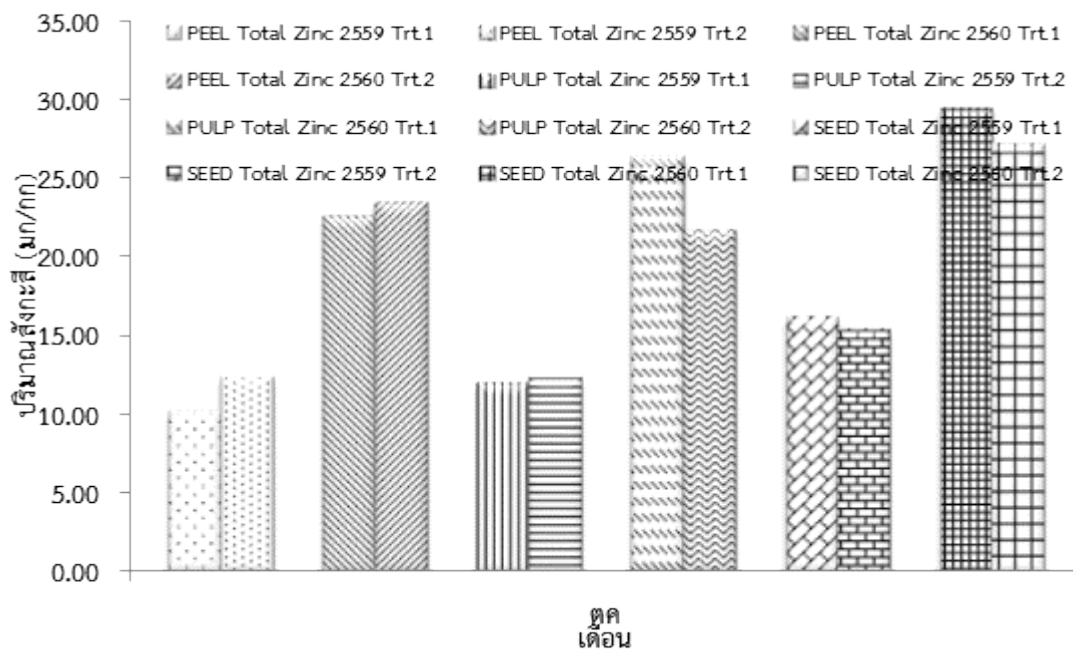
ภาพที่ 81 ปริมาณแคลเซียมในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา
อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



ภาพที่ 82 ปริมาณแมกนีเซียมในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุภา
อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



ภาพที่ 83 ปริมาณเหล็กในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560



ภาพที่ 84 ปริมาณสังกะสีในเปลือก (PEEL) เนื้อ (PULP) และเมล็ด (SEED) ของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการในปีการผลิต 2559 และ 2560

ตารางที่ 24 ปริมาณแร่ธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลส้มโอพันธุ์ฉวีสาร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 2 วิธีการ ปีการผลิต 2559 และ 2560

ปี - วิธีการใส่ ปุ๋ย	Total Nitrogen (%)	Total Phosphorus (%)	Total Potassium (%)	Total Calcium (%)	Total Magnesium (%)	Total Iron (mg/kg)	Total Zinc (mg/kg)
เปลือกผล							
2559 – 1	0.29	0.09	2.50	0.80	0.10	30.68	10.14
2559 – 2	0.32	0.11	2.41	0.85	0.11	34.53	12.27
2560 – 1	0.33	0.11	1.54	0.82	0.10	37.93	22.66
2560 – 2	0.42	0.10	1.88	0.78	0.11	43.75	23.48
เนื้อผล							
2559 – 1	0.39	0.16	3.68	0.20	0.07	32.26	11.95
2559 – 2	0.40	0.16	3.40	0.29	0.08	45.82	12.30
2560 – 1	0.32	0.16	2.93	0.61	0.06	31.46	26.41
2560 – 2	0.34	0.16	2.13	0.75	0.07	35.88	21.72
เมล็ด							
2559 – 1	0.20	0.10	1.51	0.33	0.17	40.77	16.07
2559 – 2	0.16	0.10	1.45	0.33	0.18	33.95	15.34
2560 – 1	0.18	0.16	1.33	0.47	0.12	67.91	29.45
2560 – 2	0.19	0.15	1.24	0.52	0.12	68.00	27.27

คุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสารที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร

คุณภาพของผลผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสาร ที่ได้รับการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต พบว่า น้ำหนักของผลส้มโอในปี 2559-2560 เฉลี่ยอยู่ที่ 1,314.2 และ 1,338.4 กรัม ซึ่งสูงกว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสารที่ไม่ได้รับการจัดการปุ๋ย ที่มีน้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ที่ 804.3 กรัม (สังคมและคณะ, 2554) สอดคล้องกับการทดลองของสมยศและคณะ (2557) ที่ได้รายงานว่าสวนส้มโอทองดีที่มีการจัดการปุ๋ยโดยการให้ปุ๋ยเคมี ผลผลิตมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 1,243.1 กรัมต่อผล ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักผลผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสารที่ได้รับการจัดการธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ มากกว่าส้มโอทองดีที่จัดการปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรมี น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 893.1 กรัมต่อผล อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์นายประวิทย์ ธรรมทะ (2560) ที่ได้ทำการศึกษาคุณภาพผลผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสารเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลเชิงพันธุกรรมของส้มโอเนื้อสีแดงในปี 2558 พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสารที่ได้รับการจัดการปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 1,203.11 กรัม ความกว้างผล 157.55 มิลลิเมตร ความสูงผล 122.82 มิลลิเมตร ความหนาเปลือก 14.48 มิลลิเมตร และความหนาเนื้ออยู่ที่ 38.06 มิลลิเมตร ซึ่งหากเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต (ตารางที่ 25) จะพบว่า น้ำหนักผล ความสูงผล ความกว้างผล และความหนาเปลือกมีค่า

ใกล้เคียงกัน แต่ความหนาของเนื้อส้มโอในสภาพการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์มีค่าสูงกว่าการจัดการตามวิธีการของเกษตรกร

ในขณะที่การจัดการปุ๋ยตามวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ส่งผลให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสานในปี 2559 และปี 2560 มีลักษณะทางกายภาพเพิ่มขึ้นในทุกลักษณะ(ตารางที่ 25) โดยการเพิ่มขึ้นของลักษณะต่างๆ มีความสอดคล้องกับงานทดลองของ Aboutalebi (2013) ซึ่งพบว่าไนโตรเจนมีผลต่อคุณภาพของมะนาวหวาน (Sweet lime) โดยทำให้น้ำหนักและขนาดผลเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับงานทดลองของ Wrona (2004) พบว่าการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้น้ำหนักของแอปเปิล พันธุ์ Sampion เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าในปี 2559 มีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะในลักษณะของความหนาของเนื้อ และความแน่นเนื้อ ในขณะที่ปี 2560 มีความแตกต่างกันทางสถิติในลักษณะของ ปริมาตร และความกว้างผล โดยในปี 2559 ส้มโอที่มีการจัดการปุ๋ยตามวิธีการที่ 1 คือจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีความหนาของเนื้อเท่ากับ 44.29 และ 45.67 เซนติเมตรและ ความแน่นเนื้ออยู่ที่ 15.44 และ 20.91 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในปี 2560 มีปริมาตรเท่ากับ 1841.70 และ 2217.50 มิลลิลิตรและ ความกว้างผลเท่ากับ 153.99 และ161.98 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 25) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มไนโตรเจนมีผลทำให้ความหนาของเนื้อ ความกว้างผล และปริมาตรส้มโอเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าในปี 2559 ความหนาของเนื้อจะแสดงค่าความแตกต่างกันทางสถิติ และในปี 2560 แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติในส่วนของความกว้างผล แต่เมื่อเทียบสัดส่วนระหว่างความหนาของเนื้อ ต่อขนาดความกว้างของผล พบว่าในวิธีการที่ 1 และ 2 ของปี 2559 มีสัดส่วนความหนาของเนื้อต่อขนาดความกว้างของผลไม่แตกต่างกัน คือ 31 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกันกับปี 2560 ที่แสดงสัดส่วนความหนาของเนื้อต่อขนาดความกว้างของผลไม่แตกต่างกัน คือ 30.15 และ 29.41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากเปรียบเทียบสัดส่วนของความหนาเปลือกต่อขนาดความกว้างของผล พบว่าวิธีการที่ 1 และ 2 ของปี 2559 มีสัดส่วนของความหนาเปลือกต่อขนาดความกว้างของผลเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปี 2560 มีสัดส่วนของความหนาเปลือกต่อขนาดความกว้างของผลเท่ากับ 11.5 และ 13.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้เปลือกของส้มโอมีความหนามากขึ้น ซึ่งลักษณะนี้จะส่งผลให้ขนาดของผลส้มโอมีขนาดใหญ่มากขึ้น ส่งผลให้ส้มโอถูกจัดอยู่ในเกรดที่ดีขึ้น เนื่องจากเกณฑ์ในการคัดเกรดส้มโอจะใช้ขนาดของผลเป็นตัวกำหนดเกรดเพื่อจำหน่าย ซึ่งอาจกำหนดโดยน้ำหนัก หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กว้างที่สุดของผล (สมศักดิ์, 2556) สอดคล้องกับผลการทดลองในปี 2559 และ 2560 ที่พบว่าในวิธีการที่ 2 ความหนาเปลือก และช่องว่างกลางผล มีแนวโน้มสูงกว่าวิธีการที่ 1 โดยความหนาเปลือกในปี 2559 เฉลี่ยเท่ากับ 14.55 และ 22.73 มิลลิเมตร ช่องว่างกลางผลเฉลี่ย 31.50 และ 45.68 มิลลิเมตร ส่วนในปี 2560 มีความหนาเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 17.72 และ 21.71 มิลลิเมตร และช่องว่างกลางผลเฉลี่ย 26.85 และ 30.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Obreza and Morgan, 2011; สมศักดิ์, 2556) สอดคล้องกับงานทดลองของ Kaewtubtim et al. (2016) ที่ได้ทำการศึกษาผลของไนโตรเจนที่มีต่อคุณภาพผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม พบว่าความหนาของเปลือกส้มโอมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น โดยสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหิดล (ม.ป.ป.) ได้อธิบายไว้ว่าไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของออกซิน (auxins) และไซโทไคนิน (cytokinins) ที่มีคุณสมบัติช่วยในเรื่องกระตุ้นการแบ่งเซลล์ และเร่งการขยายขนาดเซลล์ โดยเฉพาะออกซินที่มีบทบาทในการกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช จากรายงานพบว่าออกซินสามารถเพิ่มขนาดของผลในผลไม้หลายชนิดได้แก่ ท้อ ส้ม อินทผลัม เป็นต้น (Alijuburi et al., 2001) โดยเฉพาะในช่วงแรกของการติดผล ส้มโอจะมีการพัฒนาในส่วนของเปลือก ตามด้วยส่วนของเนื้อตามลำดับ

(Menzel and Simson, 1987) การที่ส้มโอได้รับไนโตรเจนในปริมาณสูง จึงทำให้มีการพัฒนาในส่วนของการเพิ่มมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าในปี 2559 วิธีการที่มีการจัดการปุ๋ยโดยการเพิ่มไนโตรเจน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่าวิธีการที่มีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ โดยปริมาณกรดที่ไทเทรตมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งในวิธีการจัดการปุ๋ยที่ 1 และ 2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย 9.76 และ 9.99 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่ที่ 0.66 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 26) สอดคล้องกับงานทดลองของ เกียรติศิริ และตระกูล (2544) ที่ได้ทำการศึกษาลผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพของมะนาว พบว่าที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าต้นที่ได้รับไนโตรเจนในระดับที่ต่ำกว่า เช่นเดียวกับงานทดลองของ Cheng and Wang (2011) ที่พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแอปเปิลสูงขึ้น อย่างไรก็ตามงานทดลองของ Nowaki et al. (2017) กลับพบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแตงโมพันธุ์ Top Gun ในบราซิล ในขณะที่ปี 2560 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของทั้ง 2 วิธีการ แต่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองผลของปริมาณไนโตรเจนต่อคุณภาพและผลผลิตของมะเขือเทศที่ปลูกในฤดูใบไม้ผลิด้วยระบบชลประทาน พบว่าปริมาณไนโตรเจนไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลง ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (Ozores et al., 2012) เช่นเดียวกับงานทดลองของ Olienyk et al. (1997) ที่ได้ทำการศึกษาลผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพของลูกพีช พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงขึ้นเช่นกัน

อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) จะพบว่า วิธีการที่มีการจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตมีสัดส่วนของของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจนโดยในปี 2559 มีสัดส่วน TSS/TA คือ 14.80 และ 11.84 ขณะที่ปี 2560 มีสัดส่วน TSS/TA คือ 12.57 และ 10.34 ตามลำดับ (ตารางที่ 26) สอดคล้องกับงานทดลองของ Kaewtubtim et al. (2016) พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้สัดส่วนของของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของส้มโอทับทิมสยามมีค่าน้อยลง อันเป็นผลมาจากปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ส้มโอมีปริมาณกรดเพิ่มมากขึ้นมา เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ต่างๆ (ยงยุทธ, 2543) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ก็มีคุณสมบัติเป็นกรดอินทรีย์ (Devies and Albrigo, 1994) จึงมีความเชื่อมโยงกับไนโตรเจนโดยตรง นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเกี่ยวข้องกับปริมาณของ โปรตีนและน้ำตาล คือ ถ้าระดับไนโตรเจนน้อย การสังเคราะห์โปรตีนจะลดลง ระดับของคาร์โบไฮเดรตจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจะมากและถูกสะสมไว้มาก แต่ถ้าระดับไนโตรเจนสูง การผลิตโปรตีนและ nitrogenous compound จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสงผลิตคาร์โบไฮเดรตไม่ทัน (จิราภรณ์, ม.ป.ป.) ทำให้ให้ปริมาณน้ำตาลในส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนมีปริมาณลดลง

ตารางที่ 25 คุณภาพทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560

	T1 : (N-P-K)		T2: (N-P-K)+N		t	P value
	Mean	SD	Mean	SD		
2559						
Weight (g)	1314.20	461.85	1349.20	356.55	-0.29	0.1111
Volume (ml)	1122.50	200.35	1804.80	183.87	0.68	0.3420
Fruit Height (mm)	122.33	15.55	129.67	20.86	-1.38	0.0834
Fruit Width (mm)	144.42	14.63	145.13	19.70	-0.14	0.0806
Peel Thickness (mm)	14.55	3.85	22.73	4.99	-6.36	0.1093
Pulp Thickness (mm)	44.29	3.30	45.67	4.69	-1.18	0.0495
Core Width (mm)	31.50	5.50	45.68	4.69	-9.61	0.2266
Firmness of pulp (N/cm ³)	15.44	4.71	20.91	10.25	2.37	0.0002
2560						
Weight (g)	1338.40	213.06	1494.00	323.24	-1.39	0.0905
Volume (ml)	1841.70	348.66	2217.50	742.10	-1.59	0.0094
Fruit Height (mm)	143.60	10.44	144.51	14	-0.18	0.1722
Fruit Width (mm)	153.99	5.50	161.98	17.03	-1.55	0.0004
Peel Thickness (mm)	17.72	4.43	21.71	7.03	-1.66	0.0708
Pulp Thickness (mm)	46.43	4.19	47.64	4.81	-0.66	0.3288
Core Width (mm)	26.85	7.03	30.80	11.63	-1.01	0.0546
Firmness of pulp (N/cm ³)	8.88	1.62	8.48	2.08	0.52	0.2131

ตารางที่ 26 คุณภาพทางเคมีของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560

	T1 : (N-P-K)		T2: (N-P-K)+N		t	P value
	Mean	SD	Mean	SD		
2559						
TSS (°Brix)	9.76	0.44	9.99	0.53	-1.68	0.1730
TA (%)	0.66	0.18	0.84	0.42	-1.97	0.0001
TSS/TA	14	-	11	-	-	-
2560						
TSS (°Brix)	9.44	0.37	9.31	0.41	0.84	0.3858
TA (%)	0.75	0.14	0.90	0.16	2.41	0.3298
TSS/TA	12.57	-	10.34	-	-	-

ในส่วนของการวัดค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีเขียว (a^*), ค่าสีเหลือง (b^*), ค่าโครมา (C) และค่าสีแดง หรือค่า Hue angle (H°) ในเนื้อของส้มโอพบว่าในปี 2559 ค่า a^* , C , และ H° ของทั้งสองวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ค่า L^* และ b^* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยค่า L^* ของเนื้อในวิธีการที่ 1 และ 2 อยู่ที่ 39.32 และ 42.60 ตามลำดับ ส่วนค่า a^* อยู่ที่ 16.84 และ 17.60, ค่า b^* อยู่ที่ 6.87 และ 7.05, ค่า C อยู่ที่ 16.25 และ 17.18 และค่า H° อยู่ที่ 22.22 และ 22.70 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) โดยค่า a^* , b^* , C , และ H° ของเนื้อส้มโอเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่วนในปี 2560 พบว่า ค่า a^* , b^* และ H° ของทั้งสองวิธีการมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ในขณะที่ ค่า L^* และ ค่า C ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า L^* ของเนื้อในวิธีการที่ 1 และ 2 อยู่ที่ 40.63 และ 41.09ตามลำดับ ส่วนค่า a^* อยู่ที่ 27.20 และ 29.44, ค่า b^* อยู่ที่ 12.95 และ 14.78, ค่า C อยู่ที่ 30.44 และ 31.98 และค่า H° อยู่ที่ 26.09 และ 25.55 ตามลำดับ(ตารางที่ 27) โดยค่า L^* , a^* , b^* และ C ของเนื้อส้มโอเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับปี 2559

จากค่าสีบริเวณเปลือกชั้นกลางของส้มโอ พบว่าในปี 2559 มีค่า L^* ของวิธีการที่ 1 และ 2 เท่ากับ 78.09 และ 79.65, ค่า a^* เท่ากับ 9.84 และ 8.28, ค่า b^* เท่ากับ 9.65 และ 9.74, ค่า C เท่ากับ 14.81 และ 14.39 ส่วนค่า H° อยู่ที่ 44.38 และ 50.83 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) โดยค่า L^* , b^* , C และ H° ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่า a^* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ในขณะที่ปี 2560 พบว่าค่า a^* , b^* , C และ H° ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่า L^* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่า L^* ของวิธีการที่ 1 และ 2 เท่ากับ 83.65 และ 82.62, ค่า a^* เท่ากับ 9.12 และ 9.92, ค่า b^* เท่ากับ 8.90และ 8.68, ค่า C เท่ากับ 13.01 และ 13.43 ส่วนค่า H° อยู่ที่ 46.04 และ 44.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 28)

สำหรับ ค่า a^* และ H° ทั้ง 2 ค่ามีความสอดคล้องกัน สามารถอธิบายได้โดย ค่า a^* ที่มีค่าเป็นบวกจะแสดงค่าสีออกเป็นสีแดง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในส่วนของเปลือกชั้นกลางของส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ที่ลักษณะเป็นสีชมพูอยู่แล้วนั้น ในวิธีการที่ 1 ที่จัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต มีค่าสีแดงมากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน โดยในส่วนของค่า H° ที่มีค่าน้อยจะแสดงความเข้มของสีแดงมากกว่าค่า H° ที่มีค่ามาก ซึ่งใน วิธีการที่ 1 มีค่าน้อยกว่าวิธีการที่ 2 จึงสามารถสรุปได้ว่าในส่วนของเปลือกชั้นกลางของวิธีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ มีเนื้อสีชมพูมากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน

ในส่วนของเปลือกของส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์พบว่า ในปี 2559 ค่า a^* , C และ H° บริเวณเปลือกส้มโอของทั้งสองวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 1 และ 2 มีค่า a^* เท่ากับ 1.69 และ 0.41, ค่า C เท่ากับ 29.64 และ 35.71 ส่วนค่า H° เท่ากับ 89.90 และ 92.07 ตามลำดับ ในขณะที่ค่า L^* และ b^* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ โดยค่า L^* ในวิธีการที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 70.30 และ 69.34 ขณะที่ค่า b^* เท่ากับ 35.76 และ 31.78 (ตาราง ที่ 29) ตามลำดับ สำหรับปี 2560 พบว่าค่า L^* และ H° มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และ 95% ตามลำดับ โดยค่า L^* ในวิธีการที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 70.15 และ 64.28 ขณะที่ค่า H° เท่ากับ 90.84 และ 94.65 ตามลำดับ ในขณะที่ค่า a^* , b^* และ C ของทั้งสองวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 1 และ 2มีค่า a^* เท่ากับ 0.36 และ -3.97, ค่า b^* เท่ากับ 41.60 และ 42.46 ส่วนค่า C เท่ากับ 42.57 และ 42.34 (ตาราง ที่ 29) ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ค่าสีของเนื้อผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560

PULP COLOR	T1 : (N-P-K)		T2: (N-P-K)+N		t	P value
	Mean	SD	Mean	SD		
2559						
L *	39.32	2.66	42.60	6.11	-2.41	0.0001
a*	16.84	1.72	17.60	2.36	-1.27	0.0688
b*	6.87	0.94	7.05	1.73	-0.45	0.0026
C	16.25	3.22	17.18	2.93	-1.05	0.3275
H°	22.22	3.78	22.70	4.71	-0.39	1.1502
2560						
L *	40.63	2.40	41.09	2.33	-0.48	0.4652
a*	27.20	1.27	29.44	5.52	-1.38	0.0000
b*	12.95	1.13	14.78	4.38	-1.40	0.0000
C	30.44	2.13	31.98	1.98	-1.83	0.4014
H°	26.09	1.77	25.55	0.89	0.94	0.0162

ตารางที่ 28 ค่าสีของเปลือกชั้นกลางของผลส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560

ALBEDO COLOR		T1 : (N-P-K)		T2: (N-P-K)+N		tP value	
		Mean	SD	Mean	SD		
2559							
L*		78.09	2.06	79.65	2.27	-2.49	0.3193
a*		9.84	1.54	8.28	2.79	2.40	0.0031
b*		9.65	1.98	9.74	1.88	1.88	0.4018
C		14.81	2.19	14.39	2.98	0.56	0.0717
H°		44.38	7.74	50.83	9.37	-2.60	0.1831
2560							
L*		83.65	1.77	82.62	3.48	0.92	0.0167
a*		9.92	1.84	9.12	1.31	-1.22	0.1342
b*		8.90	0.97	8.68	1.31	0.46	0.1701
C		13.01	1.41	13.43	1.75	-0.64	0.2429
H°		44.33	7.35	46.04	5.02	0.66	0.1108

ตารางที่ 29 ค่าสีของเปลือกผลของผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ที่ได้รับการจัดการแร่ธาตุอาหาร ปีการผลิต 2559 และ 2560

PEEL COLOR	T1 : (N-P-K)		T2: (N-P-K)+N		t	P value
	Mean	SD	Mean	SD		
2559						
L*	70.30	6.43	69.04	9.87	-0.52	0.0225
a*	1.69	2.10	0.41	2.50	1.90	0.2334
b*	35.76	9.90	31.78	5.78	1.70	0.0063
C	29.64	8.20	35.71	10.27	1.55	0.1488
H°	89.90	7.03	92.06	8.01	-1.00	0.2672
2560						
L*	70.15	2.93	64.28	6.57	2.83	0.0063
a*	0.36	2.26	-3.97	3.49	3.61	0.0835
b*	41.60	3.61	42.46	3.28	-0.61	0.3775
C	42.57	3.10	42.34	4.47	0.15	0.1204
H°	90.84	3.27	94.65	6.55	-1.80	0.0148

ในปี 2559 จากค่า L*, a* และ b* พบว่าในวิธีการที่ 1 ที่มีจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต มีค่าสูงกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน โดยสำหรับค่า a* ในวิธีการที่ 2 มีค่าเข้าใกล้ 0 มากกว่าวิธีการที่ 1 เช่นเดียวกันกับปี 2560 พบว่า ค่า L* และ ค่า a* ในวิธีการที่ 1 มีค่าสูงกว่าวิธีการที่ 2 โดยเฉพาะค่า a* ในวิธีการที่ 2 มีค่าติดลบมากกว่าวิธีการที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเปลือกของผลผลิตที่ได้จากการจัดการปุ๋ยในวิธีการที่ 2 มีแนวโน้มเข้าใกล้สีเขียวมากกว่าวิธีการที่ 1 เช่นเดียวกันกับค่า b* ที่แสดงลักษณะของค่าสีเหลืองพบว่า ผลผลิตที่ได้จากการจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตเปลือกมีลักษณะของสีเหลืองมากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน สอดคล้องกับผลการทดลองของ Tachibana and Yahata (1998) พบว่าเปลือกของส้ม Satsuma mandarin มีค่า L*, a* และ b* ลดลงเมื่อมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพของลูกพีช พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า L*, a* และ b* ลดลง (Olienik et al., 1997) ในขณะที่ค่า C และ H° พบว่าในการจัดการปุ๋ยตามวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน มีค่าสูงกว่าวิธีการที่ 1 ซึ่งค่า H° ที่สูงมาก จะแสดงถึงแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางสีเขียว สอดคล้องกับงานทดลองของ Cheng and wang (2011) ที่พบว่าผลแอปเปิลมีลักษณะสีเขียวมากขึ้น (ค่า H° มีค่าสูงมาก)เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจน สามารถอธิบายได้โดยบทบาทของไนโตรเจนที่มีต่อพืช ซึ่งมีความแปรผันตรงกันระหว่างปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นกับการสังเคราะห์แสงในใบที่เพิ่มขึ้น (Evans, 1989) เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเอนไซม์ที่ใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น rubisco หรือ เป็นโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ ภายในคลอโรพลาสต์ และเป็นองค์ประกอบของสูตรโครงสร้างโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง โดยหากสังเกตจะพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ใบของพืชจะมีสีเขียวเข้มมากขึ้น (Evans, 1989) สำหรับผลผลิตของกลุ่มไม้ผล จัดเป็นแหล่งสะสมอาหารที่สำคัญของพืช การที่พืชได้รับปริมาณไนโตรเจนที่มากเกินไปเกินความต้องการ พืชจะมีการส่งไนโตรเจนไปสะสมไว้ในส่วนของผลผลิต ทำให้ผิวของผลผลิตมีการสังเคราะห์แสง และสะสมคลอโรฟิลล์บริเวณเปลือกเพิ่มมากขึ้น (Nguyen et al., 2004) ผิวส้มโอจึงมีสีเขียวมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ปริมาณธาตุอาหารในดิน และพืช มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อย่างไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ทั้งนี้ ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดและโครงสร้างของดิน ฤดูกาล และระยะการเจริญเติบโตของพืช ตลอดจนอิทธิพลของปฏิกิริยาร่วมระหว่างธาตุอาหาร ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ซึ่งมีการแก่งแย่งแข่งขัน (Antagonism) หรือส่งเสริมสนับสนุน (Synergism) กัน ทั้งนี้ การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต ส่งผลให้ส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีปริมาณผลผลิตที่ดี มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่สูงใกล้เคียงกับผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้รับการจัดการด้วยปุ๋ยเคมี โดยหากเปรียบเทียบผลของปุ๋ยจากวิธีการที่ได้จากค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต (NPK) และ วิธีการที่ทำการเพิ่มปุ๋ยสูตร 46-0-0 (NPK+N) ให้แก่ส้มโอพบว่า วิธีการที่มีการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนส่งผลให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมาตรมากขึ้น ความหนาเนื้อ ความหนาเปลือก ความแน่นเนื้อ และ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนยังส่งผลให้สีเปลือกมีแนวโน้มมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีสัดส่วนของ TSS/TA ลดลง แต่การที่ผลส้มโอ มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ส้มโอถูกจัดอยู่ในเกรดที่ดีขึ้น ราคาที่ได้จึงสูงขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติวี พันธุ์ไชยศรี และ ตระกูล ต้นสุวรรณ. 2544. ผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพมะนาว. วารสารเกษตร. 17(2): 136-146.
- จิราภรณ์ อินทสาร. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการเรียน เรื่องธาตุอาหารพืช (Plant Nutrition). มหาวิทยาลัยแม่โจ้. http://www.sluse.mju.ac.th/lecturenote/silo/lesson/312_311_JIRAPORN_2557.pdf. ค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2560.
- ประวิทย์ ธรรมทะ. 2560. นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สัมภาษณ์ , 5 กรกฎาคม 2560.
- ปิยนถ นุชนิยม. 2550. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอสองสายพันธุ์ เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารจากดิน โดยติดไปกับผลผลิตส้มโอ. ปรินญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขา ปฐพีวิทยามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา และ สุรเดช จินตกานนท์. 2521. คำบรรยายธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 290 น.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว. 2545. การเจริญเติบโตพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและลักษณะสำคัญของผลพันธุ์อื่น ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 54 หน้า.
- สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. ม.ป.ป. วัฏจักรไนโตรเจน. <http://www.il.mahidol.ac.th/emedial/electrochemistry/web/indexnitro.htm>. ค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2560.
- สมยศ มีทา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา พัทธิน สงศรี และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2557. คุณภาพของผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีจากสวนสามประเภท. วารสารแก่นเกษตร(พิเศษ). 42(3): 233-238.

- สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2551. โครงการ การศึกษาความสัมพันธ์ของธาตุอาหารและการจัดการเพื่อการผลิตส้มโอคุณภาพในเขตลุ่มน้ำปากพนัง. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2556. การจัดการธาตุอาหารเพื่อผลิตส้มโอคุณภาพ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ. 131 หน้า.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร, สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน, พัชริน ส่งศรี, และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2554. โครงการ การศึกษาต้นแบบการผลิตส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่นเป็นกรณีศึกษาและการพัฒนาศักยภาพส้มโอเนื้อสีแดงเพื่อเป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.).
- อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์. 2550. ธาตุอาหารพืชกับคุณภาพผลผลิตส้มโชกุน. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 2 (1): 56-71.
- Aboutalebi, A. 2013. Effect of nitrogen and iron on sweet lime (citrus limmetta) fruit quantity and quality in calcareous soils. J Nov. Appl Sci. 2(8): 211-213
- Aljuburi, H.J., H.H Al-Masry, and S.A Al-Muhanna. 2001. Effect of growth regulators on some fruit characteristic and productivity of Barhee date palm trees cultivar (Phoenix dactylifera L). Fruit 56(5): 325-332.
- Cheng, L. and H. Wang. 2011. Nitrogen fertilization has differential effects on red color development and flesh starch breakdown of ‘Gala’ apple. New York Fruit Quarterly 19 (3): 11-15.
- Devies, F.S., and L.G. Albrigo. 1994. Citrus. Redwood Book, Wiltshire. 254p.
- Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia 78: 9–19.
- Kaewtubtim, M., M. Issarakrisila, and S. Maneepong. 2016. Effect of nitrogen on fruit quality of pummelo (Citrus grandis (L.) Osbeck) cv. Tubtim Sayam. KKU Sci. J. 44(3): 518-529.
- Menzel, C.M., and D.R. Simpson. 1987. Lychee nutrition: A review. Scientia Hort. 31: 195-224.
- Nguyen, H., P. Hofman, R. Holmes, I. Bally, B. Stubbings and R. McConchie. 2004. Effects of nitrogen on the skin colour and other quality attributes of ripe ‘Kensington Pride’ mango Mangifera indica L. fruit. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 79, 204–210.
- Nowaki, R. H. D., A. B. Cecilio Filho, R. T. D. Faria, A. F. Wamser, and J. W. M. Cortez. 2017. Effect of nitrogen fertilization on yield and quality of Watermelon CV. TOP GUN. Revista Caatinga. 30(1): 164-171.
- Obreza T. A., and K.T. Morgan. 2011. Nutrition of florida citrus trees. International Information center for farmers in asia pacific region. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/SS/SS47800.pdf>. Accessed 20 Nov. 2016.
- Olienkyk, P., A. R. Gonzalez, A. Mauromoustakos, W. K. Patterson, C. R. Rom, and J. Clark. 1997. Nitrogen fertilization affects quality of peach puree. HortScience. 32(2): 284-287.

- Ozores-Hampton, M., E. Simonne, F. Roka, K. Morgan, S. Sargent, C. Snodgrass, and E. Mcavoy. 2012. Nitrogen rates effects on the yield, nutritional status, fruit quality, and profitability of tomato grown in the spring with subsurface irrigation. *HortScience*. 47(8): 1129-1133.
- Tachibana S., and S. Yahata. 1998. Effect Of organic matter and nitrogen fertilizer application on fruit quality of Satsuma mandarin in high density planting. *J. Jpn Soc Hortic Sci*. 67: 617-676.
- Wrona, D. 2004. Effect of nitrogen fertilization on growth, cropping and fruit quality of 'Šampion' apple trees during 9 years after planting. *Folia Hort*. 16(1): 55-60.

โครงการวิจัยย่อยที่ 2.4 พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ

วิธีการวิจัย

คัดเลือกต้นส้มโอพันธุ์มณีอีสานจำนวน 9 ต้น และพันธุ์ CY10-105 จำนวน 20 ต้น ในแปลงรวบรวมพันธุ์ หนองไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการศึกษาตัวอย่างสีของใบส้มโอพันธุ์มณีอีสาน และพันธุ์ CY10-105 วัดค่าความเขียวใบของใบที่อยู่ในตำแหน่งใบที่ 4-5 โดยใช้เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD Chlorophyll meter, Minolta SPAD-502, Japan) และเครื่องวัดสี (Color meter, Hunter Lab Mini Scan EZ) ขณะที่ใบอยู่บนต้นในแปลงทดลองหนองไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ภาพที่ 13) เพื่อให้ได้ค่าความเขียวใบที่มีการกระจายตัวในช่วงกว้าง วัดค่าจากสามตำแหน่งในแต่ละใบ แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยหลังจากวัดค่าความเขียวใบแล้ว เก็บตัวอย่างใบจากต้น เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์ นำสารละลายสีเขียวใบที่สกัดได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 663 และ 645 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอ (Chl a), คลอโรฟิลล์บี (Chl b) และ คลอโรฟิลล์รวม (Chl total) จากค่าการดูดกลืนแสง นำใบที่เหลือ ไปล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 N และน้ำกลั่น จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 48 - 72 ชั่วโมง แล้วบดให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจนด้วยวิธี Combustion และนำตัวอย่างที่บดและแห้งสนิทไปวิเคราะห์น้ำตาลโดยวิธีของ Nelson's reducing procedures และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีในใบ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบกับระดับไนโตรเจนในใบ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับระดับไนโตรเจนในใบ

การบันทึกข้อมูล

1. การวัดความเขียวของสีใบ (SPAD) โดยการเลือกใบตำแหน่งที่ 4-5 นับจากปลายยอด จำนวน 3 ใบ วัด 3 ตำแหน่ง คือ โคนใบ กลางใบ และปลายใบ เก็บตัวอย่างใบวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจน ในทุกๆเดือน ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม - ธันวาคม 2558 เป็นเวลาทั้งหมด 8 เดือน ด้วยเครื่อง SPAD-502

2. การวัดค่าสีใบ Color Meter โดยการเลือกใบตำแหน่งที่ 4-5 นับจากปลายยอด จำนวน 3 ใบ ในทุกๆเดือน บันทึกสีใบ ค่าความสว่าง (ค่า +L*) หรือค่าความมืด (ค่า -L*) ค่าความเป็นสีแดง (ค่า +a*) หรือเขียว (ค่า -a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (ค่า +b*) หรือน้ำเงิน (ค่า -b*) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter lab รุ่น MiniScan EZ

3. การวิเคราะห์ปริมาณของคลอโรฟิลล์ ตามวิธีของ Bajracharya, (1999) นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่องวัดการส่องผ่านของแสง (Spectrophotometer) โดยใช้สารละลาย acetone เป็น blank ที่ความยาวคลื่น 663, 645 และ 440 nm ตามลำดับ นำค่า Absorbance ที่ได้มาคำนวณค่า มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด (mg/g FH)

4. **การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน** นำแผ่นใบที่ทำการวัดสีและความเขียวใบไปทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในใบ โดยสกัดตามด้วยวิธี wet digestion (ทัศนีย์ และคณะ, 2537) และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารด้วยวิธี colorimeter (ทัศนีย์ และคณะ, 2537; ศรีสม, 2544) นำตัวอย่างใบที่เหลื่อไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และปรับอุณหภูมิลงเป็น 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำตัวอย่างใบแห้งบดให้ละเอียดเตรียมไปวิเคราะห์ไนโตรเจน วัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง (Spectrophotometer) ที่มีความยาวคลื่น 625 nm

สถานที่ทำการวิจัย

หมวดไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และอาคารปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

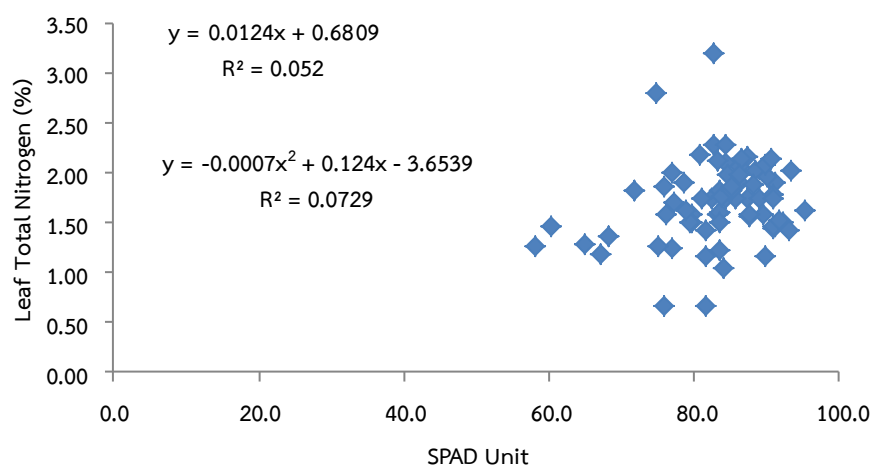
การเปลี่ยนแปลงของสีใบและช่วงการทดสอบค่าความเขียวใบของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ซึ่งช่วงค่าความเขียวใบ SPAD unit อยู่ระหว่าง 40 – 90 (ภาพที่ 85) นอกจากนี้ยังพบว่าใบส้มโอพันธุ์มณีอีสาน และพันธุ์ CY10-105 ระหว่างเดือนพฤษภาคม-ธันวาคมจากต้นที่ไม่ได้ให้ปุ๋ย N มีค่าความเขียวใบกระจายในช่วงกว้างระหว่าง 69.71-90.92 และ 73.22-86.81 SPAD unit ตามลำดับ (ตารางที่ 25 และ 26) และไม่พบใบที่แสดงอาการขาดไนโตรเจนในระหว่างการทดลอง

การประเมินค่าปริมาณไนโตรเจน พบว่า มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD (สมการเป็น บวก) คือ เมื่อใบมีสีเขียวเข้มปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 86, 87, 88) แต่ ไม่พบความสัมพันธ์ ที่เด่นชัด ระหว่างค่า SPAD กับ ปริมาณไนโตรเจน ทั้งความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Linear regression $Y=aX+b$) และความสัมพันธ์ในเชิงไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear regression; Exponential regression $Y = aX^2+bX+C$) เนื่องจาก มีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of Determination, R^2) ต่ำกว่า 0.9 (90%)

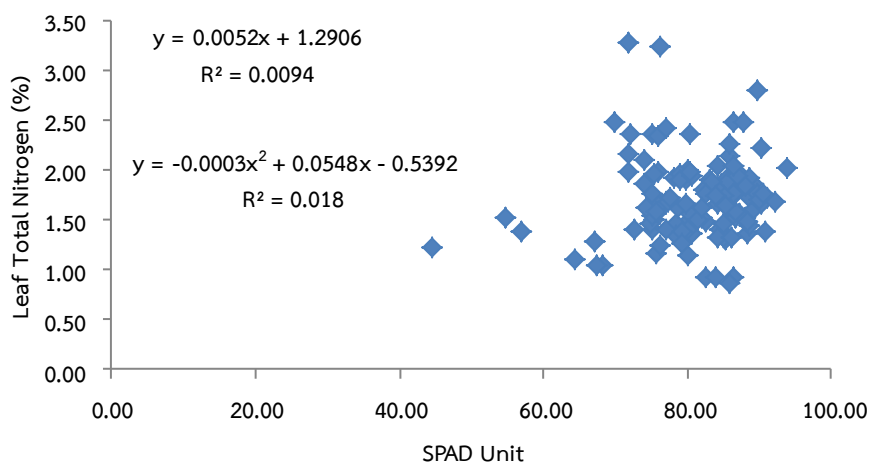
การประเมินค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) พบว่า มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD (สมการเป็น บวก) (ภาพที่ 89 - 97) แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัด ระหว่างค่า SPAD กับปริมาณคลอโรฟิลล์ ทั้งความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Linear regression $Y=aX+b$) และความสัมพันธ์ในเชิงไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear regression ; Exponential regression $Y = aX^2+bX+C$) เนื่องจาก มีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of Determination, R^2) ต่ำกว่า 0.9 (90%) อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสองของค่า SPAD กับปริมาณคลอโรฟิลล์ มีความสัมพันธ์สูงกว่า ค่าของ SPAD กับปริมาณไนโตรเจน และค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสองของค่า SPAD กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม มีค่าสูงกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสองของค่า SPAD กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ คลอโรฟิลล์ บี

SPAD index					
40	50	60	70	80	90
					

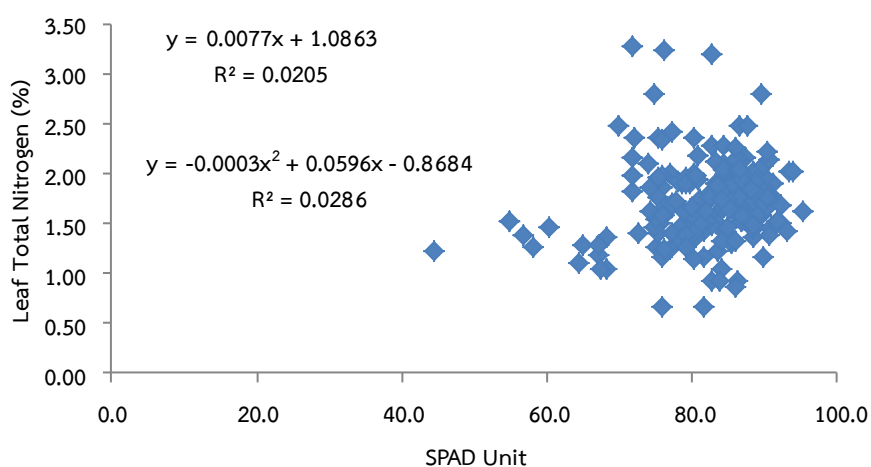
ภาพที่ 85 การเปลี่ยนแปลงของสีใบและค่าความเขียวใบของส้มโอพันธุ์ฉี่ซาน



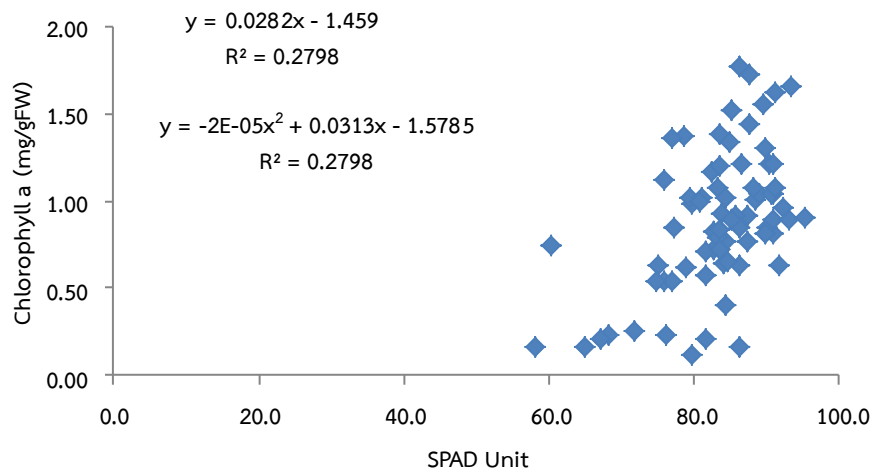
ภาพที่ 86 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ฉี่ซาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



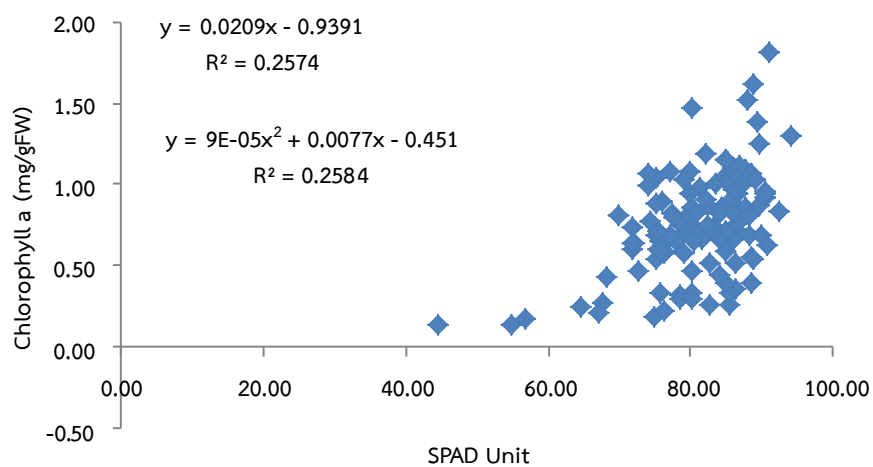
ภาพที่ 87 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



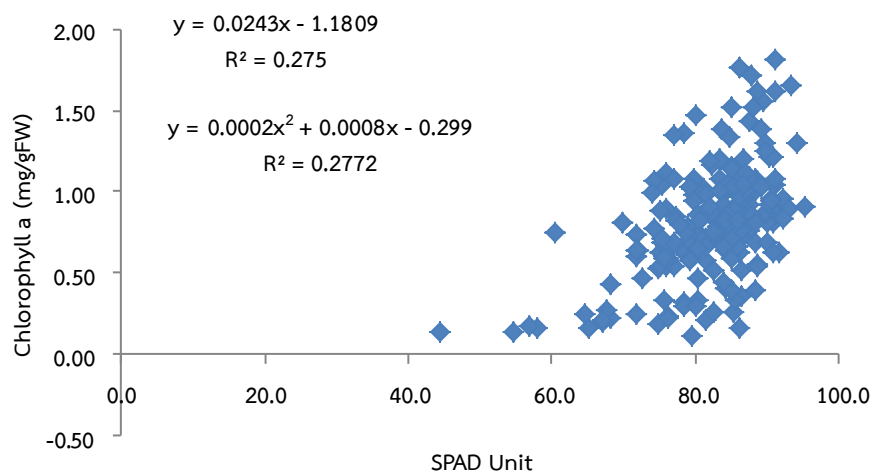
ภาพที่ 88 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



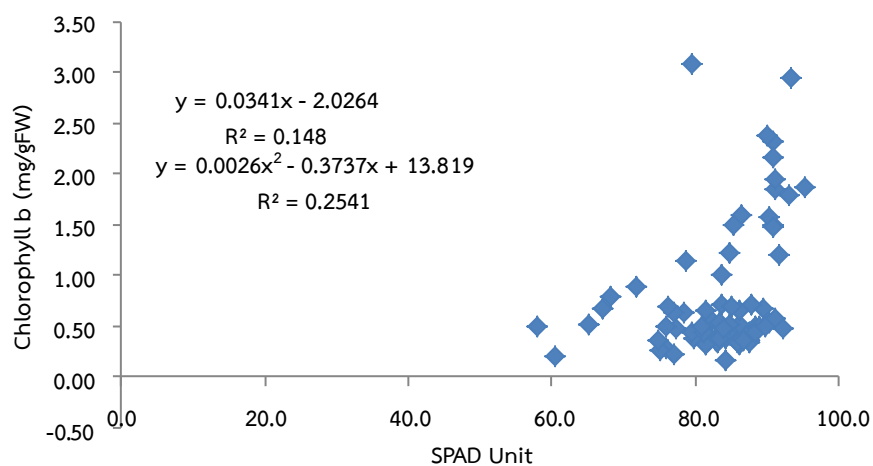
ภาพที่ 89 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



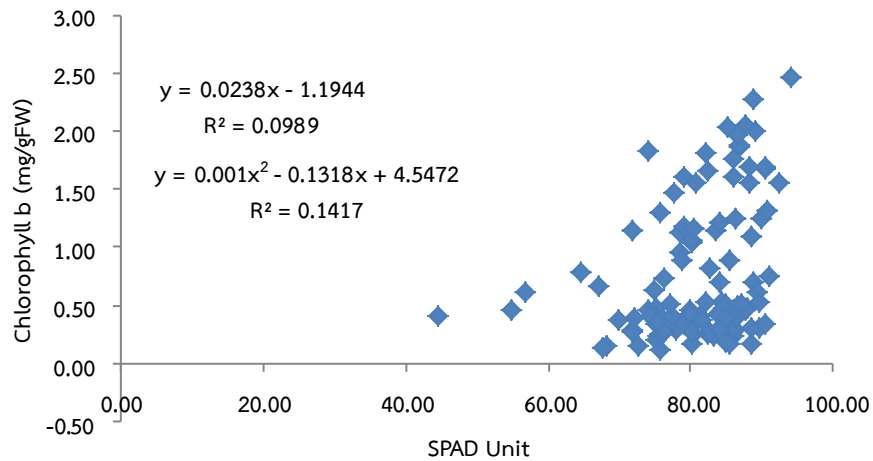
ภาพที่ 90 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



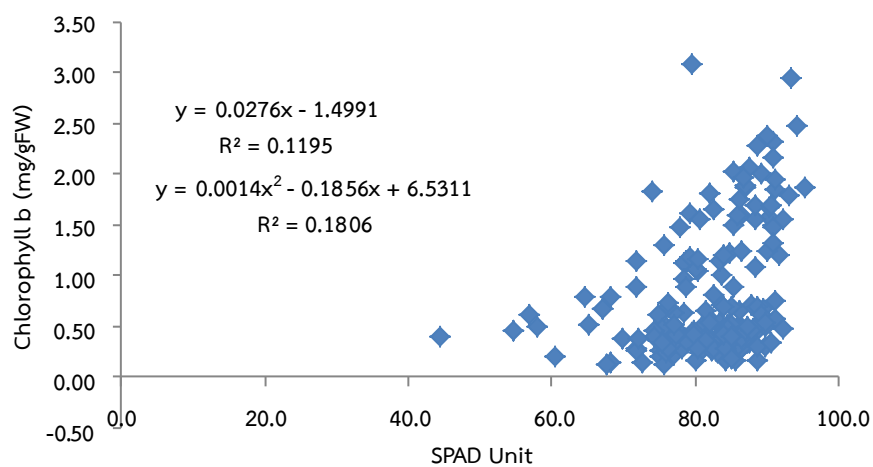
ภาพที่ 91 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์และ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



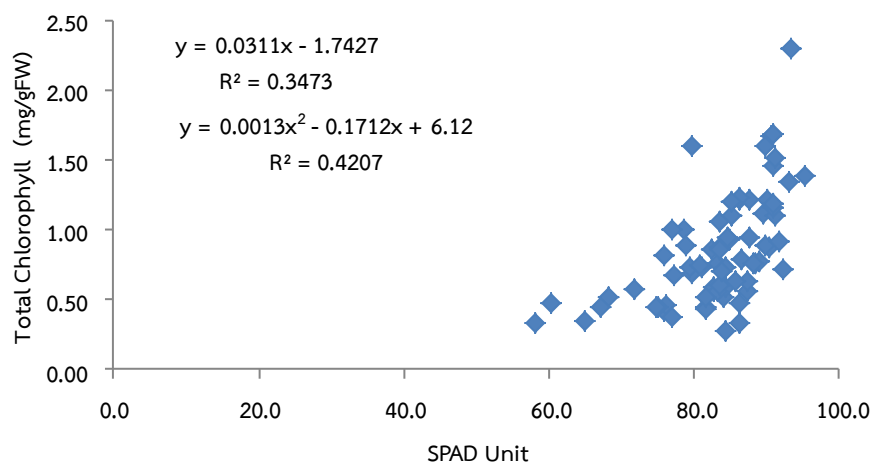
ภาพที่ 92 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์และ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



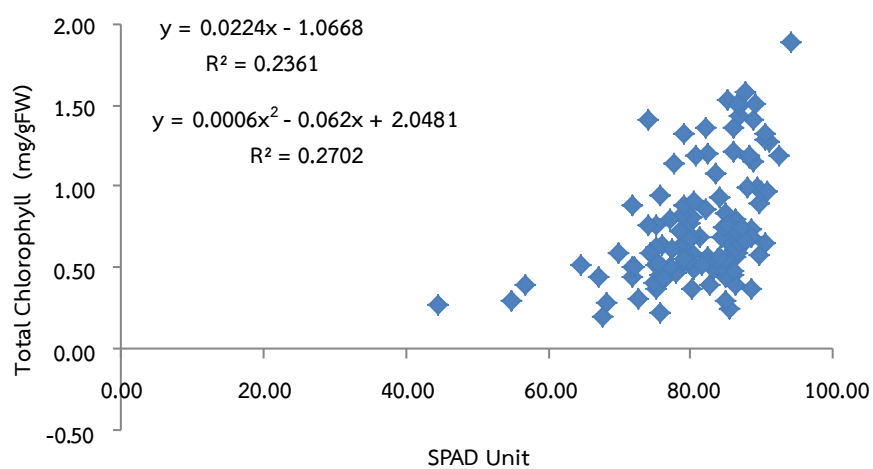
ภาพที่ 93 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



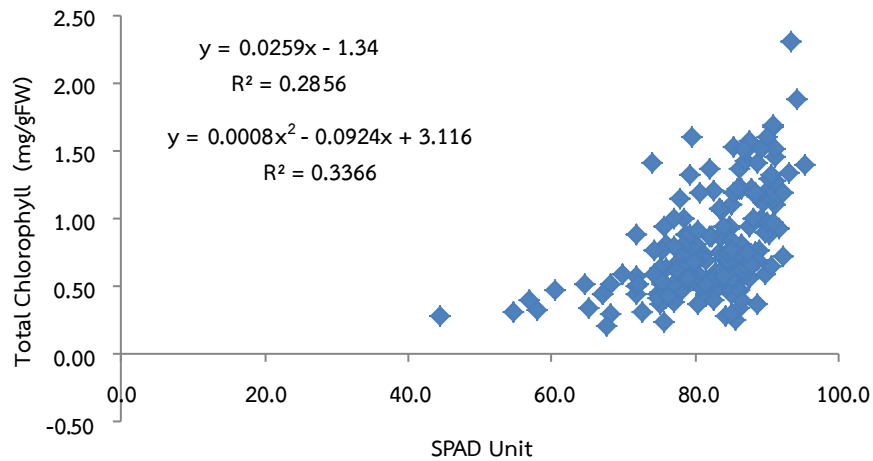
ภาพที่ 94 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสานและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



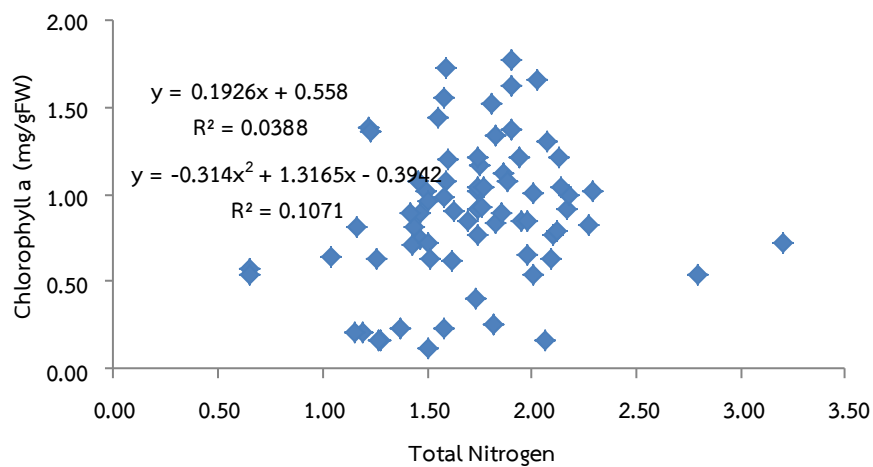
ภาพที่ 95 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



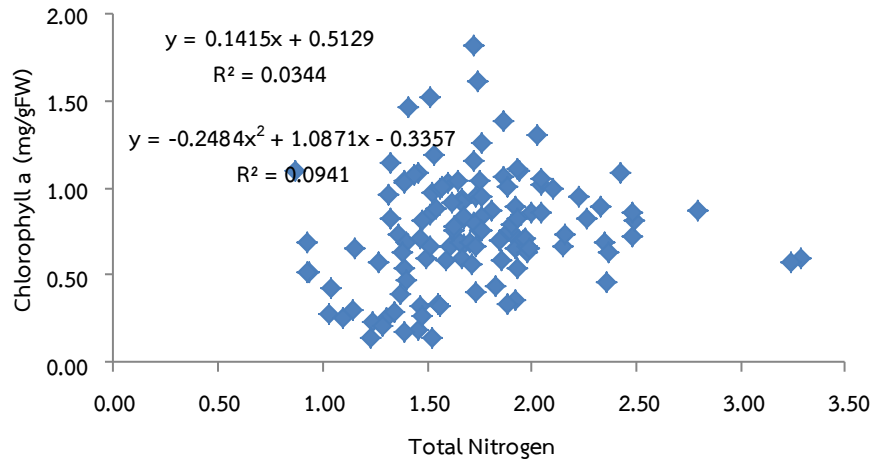
ภาพที่ 96 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



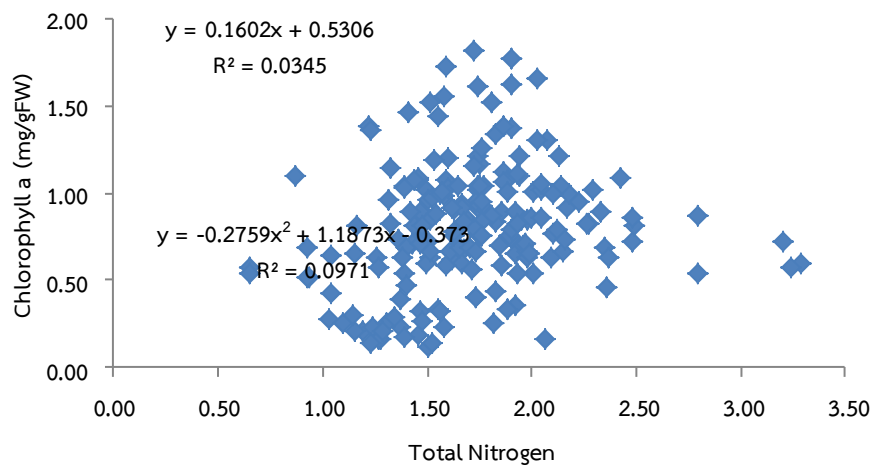
ภาพที่ 97 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD Chlorophyll meter กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์ฉิมพลีและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



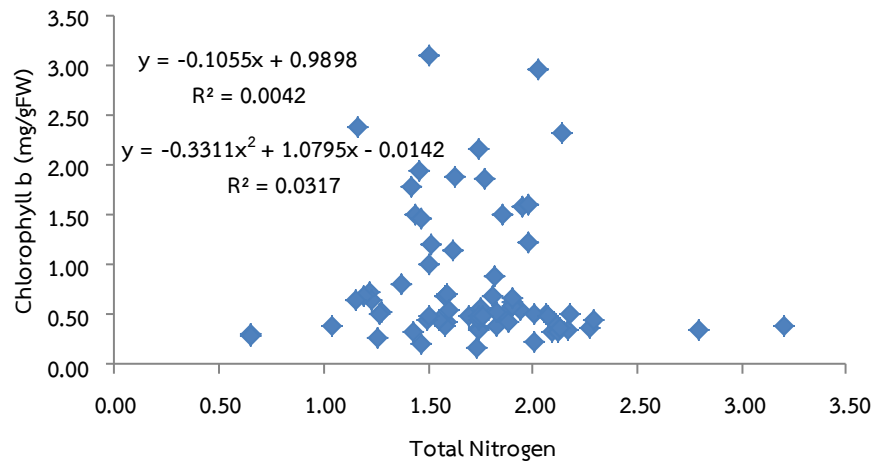
ภาพที่ 98 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ฉิมพลีและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



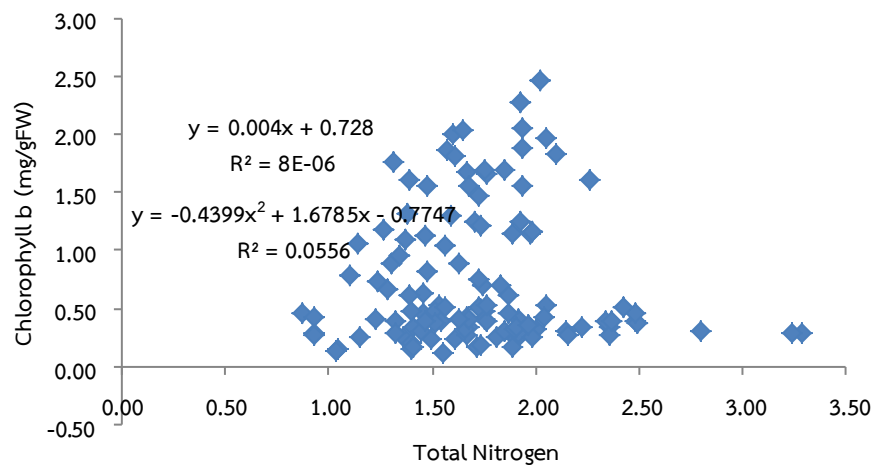
ภาพที่ 99 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



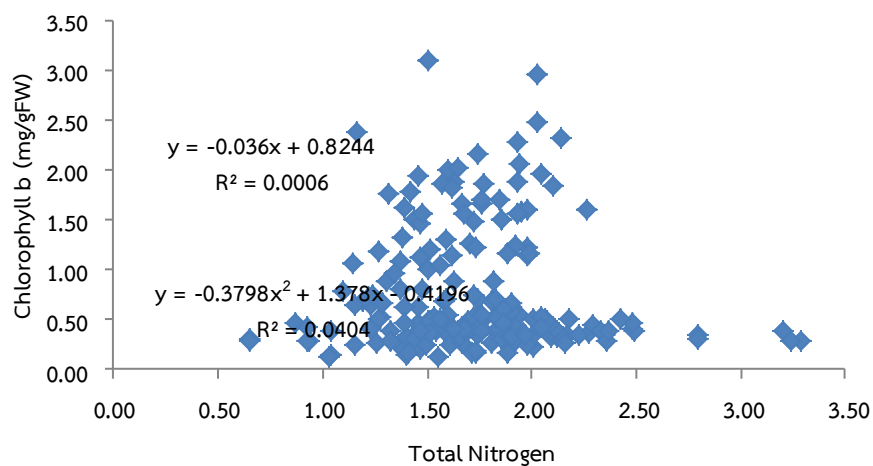
ภาพที่ 100 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์และ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



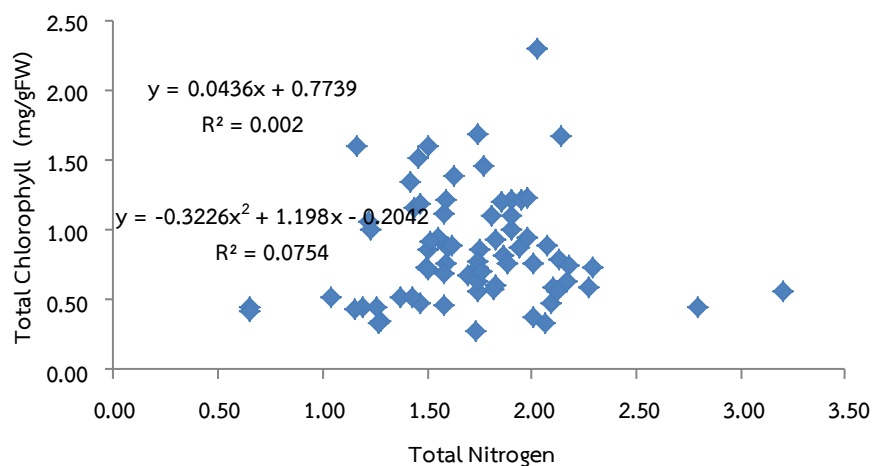
ภาพที่ 101 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



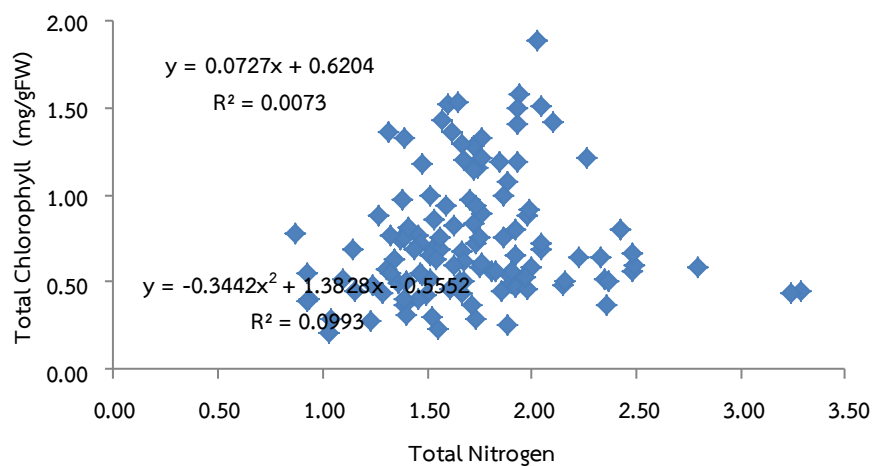
ภาพที่ 102 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



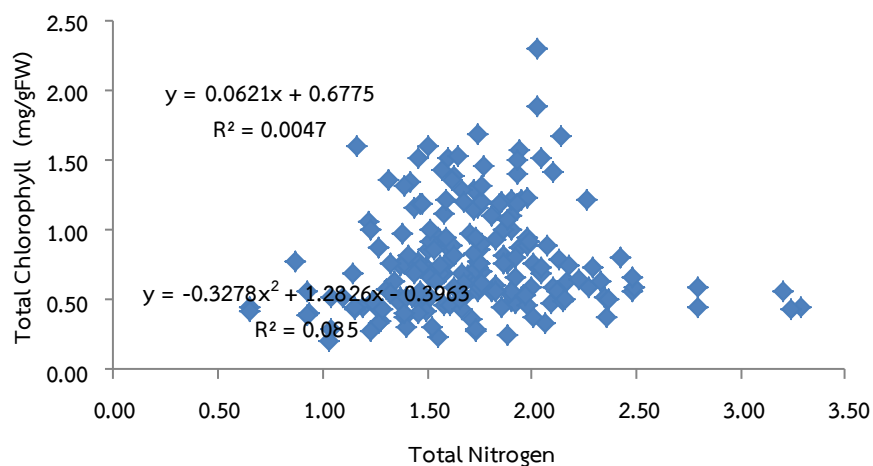
ภาพที่ 103 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์และ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 104 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 105 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์พันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 106 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในใบส้มโอพันธุ์พันธุ์อัสสัมและ CY10-105 ณ แปลงทดลองหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 30 ความผันแปรของสีใบโดยใช้เครื่อง Leaf chlorophyll meter (SPAD) และการเปลี่ยนแปลงค่าสี L*, a*, b*, ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ ของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ณ แปลงทดลอง หนองไม้ฝอย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Months	SPAD	L* (lightness)	a* (red-green)	b* (blue-yellow)	% N	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)	Total Chlorophyll (mg/g FW)
May	83.62 b	28.20 cd	-9.22 c	17.42 b	1.70 abc	1.12 ab	0.48 b	0.80 c
June	82.52 b	32.40 ab	-8.67 bc	15.77 bc	1.55 bc	0.82 b	0.42 b	0.62 c
July	69.71 c	25.84 d	-15.76 d	39.04 a	1.40 c	0.25 c	0.89 b	0.57 c
August	82.40 b	32.40 ab	-7.84 abc	15.34 bc	2.00 a	0.77 b	0.38 b	0.57 c
September	85.09 ab	30.28 abc	-7.64 abc	13.14 bc	1.77 ab	1.31 a	0.51 b	0.91 bc
October	84.11 b	28.92 bcd	-7.67 abc	15.35 bc	1.88 ab	0.96 ab	0.46 b	0.71 c
November	87.60 ab	30.83 abc	-5.82 a	12.56 bc	1.81 ab	0.94 b	1.48 a	1.21 ab
December	90.92 a	32.52 a	-6.69 ab	12.24 c	1.60 bc	0.93 b	1.85 a	1.39 a
CV.	5.98	9.49	-21.95	22.71	22.42	32.44	52.28	33.70
LSD	**	**	**	**	*	**	**	**

ตารางที่ 31 ความผันแปรของสีใบโดยใช้เครื่อง Leaf chlorophyll meter (SPAD) และการเปลี่ยนแปลงค่าสี L*, a*, b*, ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ ของส้มโอพันธุ์ CY10-105 ณ แปลงทดลอง หนองไม้ฝอย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Months	SPAD	L* (lightness)	a* (red-green)	b* (blue-yellow)	% N	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)	Total Chlorophyll (mg/g FW)
May	78.03 bc	28.88 a	-9.15 ab	17.55 b	1.53 bc	0.69 b	0.26 c	0.48 c
June	81.17 ab	30.03 a	-8.88 ab	15.50 bc	1.94 a	0.75 b	0.37 c	0.56 bc
July	73.22 c	23.38 b	-10.33 b	35.51 a	1.39 c	0.25 c	0.83 b	0.54 bc
August	81.13 ab	30.02 a	-8.88 ab	15.49 bc	1.82 ab	0.79 b	0.35 c	0.57 bc
September	86.62 a	28.92 a	-7.09 a	12.74 c	1.69 abc	1.06 a	0.42 c	0.74 b
October	78.68 bc	29.74 a	-9.02 ab	16.80 bc	1.86 ab	0.81 b	0.41 c	0.61 bc
November	82.59 ab	31.60 a	-6.99 a	14.23 bc	1.71 abc	0.85 ab	1.53 a	1.19 a
December	90.92 a	32.52 a	-6.69 ab	12.24 c	1.60 bc	0.93 b	1.85 a	1.39 a
CV.	5.98	9.49	-21.95	22.71	22.42	32.44	52.28	33.70
LSD	**	**	**	**	*	**	**	**

ค่าความเขียวใบที่อ่านได้จากเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่ไม่สัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับปริมาณคลอโรฟิลล์ อาจเกิดจากการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ในแผ่นใบไม่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 85) หรืออาจเกิดจากการกระเจิงของแสงหลายครั้งภายในแผ่นใบ (Uddling et al., 2007) โดยเฉพาะในใบพืชที่หนารวมถึงใบส้มโอ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์รวม อาจมีลักษณะแบบเส้นโค้ง ซึ่งพบในรายงานในพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ ถั่วเหลือง อ้อยมะม่วง มะนาว และส้มโอ (พูนพิภพและคณะ, 2537)

ระดับไนโตรเจนในใบ มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์และเอนไซม์ที่จำเป็นของกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (Even, 1989) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์รวมต่อหน่วยพื้นที่ใบ มีค่าคล้ายตามกัน กล่าวคือ ค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นตามลำดับจากเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์รวมเพิ่มขึ้นตามลำดับ (ตารางที่ 30 และ 31)

การประเมินค่าปริมาณไนโตรเจนในใบ กับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) พบว่า มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในเชิงบวก (สมการเป็น บวก) (ภาพที่ 98 – 106) แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัดระหว่างปริมาณไนโตรเจน กับปริมาณคลอโรฟิลล์ ทั้งความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Linear regression $Y=aX+b$) และความสัมพันธ์ในเชิงไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear regression ; Exponential regression $Y = aX^2+bX+C$) เนื่องจาก มีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์กำลังสอง (Coefficient of Determination, R^2) ต่ำกว่า 0.9 (90%)

สรุปผลการวิจัย

คลอโรฟิลล์มิเตอร์เครื่องมือที่ใช้ประเมินปริมาณของคลอโรฟิลล์ในใบพืชได้อย่างรวดเร็ว เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก สามารถวัดผลได้ทันทีในสภาพแปลงโดยไม่ต้องทำลายใบพืช ใช้ประโยชน์ได้ดีในพืชหลายชนิด แต่จากผลการศึกษา กลับไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัดระหว่างค่าความเขียวที่วัดได้ SPAD unit ของใบส้มโอ กับปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก จำนวนข้อมูลในการศึกษา มีไม่มากเพียงพอ (192 ตัวอย่าง) และตำแหน่งใบที่ทำการวัด ยังไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลความสัมพันธ์ต่างๆ ไปพัฒนาให้เป็นแผ่นเทียบมาตรฐานตามวัตถุประสงค์ได้

เอกสารอ้างอิง

- กิ่งเพชร แก้วประเสริฐ. 2554. การพัฒนาดัชนีชี้วัดปริมาณไนโตรเจนในใบข้าวโพด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 82 หน้า.
- พูนพิภพ เกษมทรัพย์ พิชรียา บุญกอบแก้ว เจษฎา ภัทรเลพงษ์ เพ็ญ สายขุนทด และวี เสธฐภักดี. 2537. การประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์จากความเขียวใบพืชบางชนิดในประเทศไทย, น. 144-129. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32. สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วาสิฐิ แก้วจุลลา, Nhean Sophea และสุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2559. ผลของตำแหน่งใบและช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างใบในรอบวันต่อสีใบ และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในใบยางพาราสายพันธุ์ RRIM600. แก่นเกษตร. 44 (1).
- สัตถาภูมิ ไทยพานิช. 2553. การพยากรณ์ค่าคลอโรฟิลล์ในใบข้าวโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นพหุ. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.

- สิริมาศ วงศ์สุบรรณ กฤษณา กฤษณพุกต์ และลพ ภาณุตานนท์. 2555. การใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ประเมินระดับคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบส้มโอ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1(3).
- สืบสกุล ศิริยุทธ์. 2554. การประเมินระดับคลอโรฟิลล์ในใบด้วยดัชนีชี้วัดที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 119 หน้า.
- สุภาณี ชนะวีรวรรณ และ สายัณห์ สดุดี. 2545. การใช้เครื่องมือSPAD-502 เพื่อประเมินคลอโรฟิลล์รวมและไนโตรเจนในใบของลองกองและเงาะ. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 24(1): 9-14.
- เสรี เลาทะ ขัติ ศรีตันทิพย์ และปริญญาวัติ ศรีตันทิพย์. 2557. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์สารประกอบฟีนอลิก และ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระกับค่าดัชนีความเขียวในผลผลิตของผักเชียงดา ภายใต้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกัน. แก่นเกษตร. 43(3).
- Aboutalebi, A. 2013. Effect of nitrogen and iron on sweet lime (citrus limmetta) fruit quantity and quality in calcareous soils. J Nov. Appl Sci. 2(8): 211-213
- Arias, R., T. C. Lee, L. Logendra, and H. Janes. 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48(5): 1697-1702.
- Arregui, L.M., B. Lasa, A. Lafarga, I. Iran, E. Baroja, and M. Quemada. 2006. Evaluation of chlorophyll meter as tool for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean condition. Eur.J. Agron. 24: 140-148.
- Cabrita, L., T. Fossen, and M. A. Oyvind. 2000. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. Journal of Agricultural Food Chemistry. 68: 101-107.
- Debtanu mati, D.K. Das, T. Karak, and M. Banerjee. 2004. Management of Nitrogen Through the use of Leaf Color Chart (LCC) and Soil Plant Analysis Development (SPAD) or Chlorophyll in rice Under Irrigated Ecosystem. The Scientific World Journal. 4:838-846.
- Esfahani, M., H.R. Abbasi, B. Rabiei, and M. Kavousi. 2008. Improvement of Nitrogen management in rice paddy fields using chlorophyll meter (SPAD). Paddy and Water Environment. 6(2): 181-188.
- Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia 78: 9-19.
- Hassain, F., K.F. Bronson, Y. Sing, B. Singh, and S. Peng. 2000. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. J. Agron. 92: 875-879.
- Kantety, R.V., E.V. Santen, F.M. Wood, and C.W. Wood. 1996. Chlorophyll meter predicts nitrogen status of tall fescue. J. Plant Nutr. 19(6): 881-899.
- Labail, M., M.H. Jeuffroy, C. Bouchard, and A. Barbottin. 2005. Is it possible to forecast the grain quality and yield of different varieties of winter wheat from Minolta SPAD meter measurements. Eur.J.Agron. 23: 379-391.

- Li, Y.C., A.K. Alva, D.V. Calvert, and M. Zhang. 1998. A rapid nondestructive technician to predict leaf nitrogen status of grapefruit tree with various nitrogen fertilization practices. HortTechnology 8(1): 81-86.
- Liu, Y., Y. Tong, Y. Zhu, H. Ding, and E.A. Smith. 2006. Leaf chlorophyll readings as an indicator for spinach yield and nutritional quality with different nitrogen fertilizer application. J.Plant Nutr. 29: 1207-1217.
- Loh, F.C. W., J.C. Grabosky, and N.L. Bassuk. 2002. Using the SPAD 502 meter to assess chlorophyll and nitrogen conten of Benjamin fig and conttonwood leaves. HortYech. 12: 682-686.
- Netto, A.T., E. Campostrini, J.G. Oliveira, and E.R. Smith. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorecence and SPAD-502 reading in coffee leaves. Scientia Hort. 104: 199-209.
- Takebe, M., and T. Yoneyama. 1989. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. Japan Agric. Res. 23: 86-93.
- Thamrin, M., S. Susanto, A.D. Susila, and D.A. Sutandi. 2014. Correlation Between Nitrogen, Phosphorus and Potassium Leaf Nutrient with Fruit Production of Pummelo Citrus (Citrus maxima). Asian Journal of Applied Sciences 7(3): 129-139.
- Tongleaw, S., K. Krisanapook and L. Phavaphutanon. 2012. Analysis of “KhaoYai” pummelo fruit to estimate nutrient losses though crop removal. Kasetsart Journal (Nat. Sci), 46: 827-836.
- Turner, F.T., and M.F. Jund. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwart rice. Agron. J. 83: 926-928.
- Uddling, J., J.G. Alferdsson, K. Piikki, and H. Pleijel. 2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. Photosynth. 91: 37-46.
- Wood, C.W., D.W. Reeves, R.R. Duffield, and K.L. Edmisten. 1992. Field chlorophyll Measurements for corn nitrogen status. J. Plant Nutr. 15: 487-500.
- Wrolstad, R. E., R. W. Durst, and J. Lee. 2005. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. Trends in Food Science and Technology. 16(9): 423-428. 120: 291-301.
- Wrolstad, R. E., T. P. Putnam, and G. W. Varseveld. 1970. Color quality of frozen strawberries: effect of anthocyanin, pH, total acidity and ascorbic acid variability. Journal of Food Science. 35(4) :448-452.

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 โครงการการพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง

โครงการวิจัยย่อยที่ 3.1 การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

วิธีการวิจัย

การคัดเลือกชิ้นส่วนที่เหมาะสม

ในการคัดเลือกยอดส้มโอจากต้นพันธุ์ ได้ทำการศึกษา ระยะของอายุยอดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตพบว่ายอดที่เกิดขึ้นหลังจากแตกต่มตายอด (ภาพที่ 107) ยอดที่อายุ 1-3 วันเมื่อนำไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ไม่พบการตอบสนองของชิ้นส่วน ยอดมีจำนวนตาน้อย และเกิดการปนเปื้อนเนื่องจากยอดมีขนมาก ยอดส้มโอที่อายุ 4-6 วัน เมื่อนำข้อไปเลี้ยงบนอาหารพบว่ามีเกิดการต่มตายอดภายใน 7 วันและการตอบสนองของใบภายใน 3 วัน ยอดส้มโอที่อายุ 7-14 วัน ข้อและใบใช้เวลาในการตอบสนองต่ออาหารสังเคราะห์ 10 วันขึ้นไป ยอดมีการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรีย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาชิ้นส่วนที่จะใช้ในการขยายพันธุ์ 2 ชนิด ได้แก่ ชิ้นส่วนใบอ่อน (young leaf) และชิ้นส่วนข้อ (node) ซึ่งพบว่า

ชิ้นส่วนใบอ่อน : เลือกยอดหลังจากแตกยอดใหม่อายุ 4-6 วัน และเก็บใบอ่อนที่เริ่มมีการคลี่ของแผ่นใบ โดยใช้ใบตำแหน่งที่ 4-6 นับจากปลายยอดลงมาและต้องไม่มีรอยการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช มาใช้ในการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นตำแหน่งใบที่เหมาะสมที่สุด (ภาพที่ 108)

ชิ้นส่วนข้อ (Node): เลือกยอดหลังจากแตกต่มตายอดใหม่ อายุ 4-6 วัน วัดจากปลายยอดขึ้นมาประมาณ 1 เซนติเมตร ตัดนับจำนวนข้อมาประมาณ 4 ข้อ (ภาพที่ 109) นำชิ้นส่วนกิ่งไปฟอกฆ่าเชื้อและตัดเฉพาะส่วนของข้อขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร

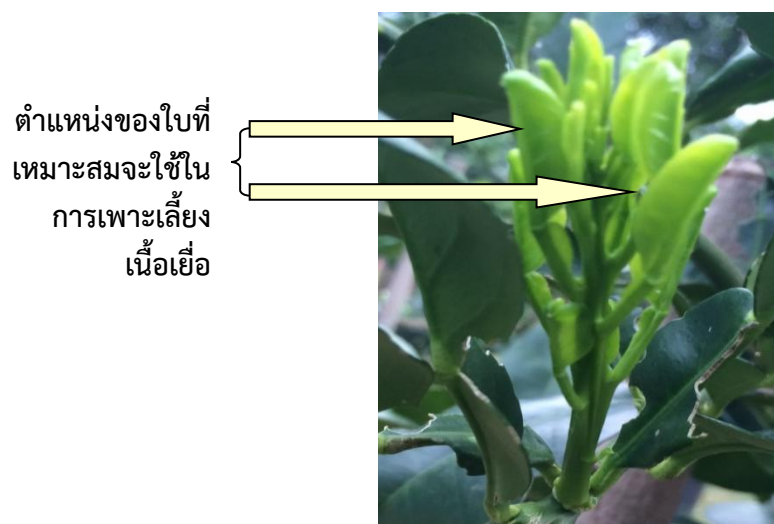
การเตรียมอาหารสังเคราะห์

เตรียมอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige & Skoog) และ อาหารสูตร MT (Murashige&Tucker) โดยสูตรอาหาร MT เตรียมจากสารละลายความเข้มข้นสูงตามปริมาตรที่ต้องการ เติมน้ำตาล 50 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร เติม Malt extract 500 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) และปรับค่าความเป็นกรดต่างด้วยกรด HCl ความเข้มข้น 0.1 และ 1 N และด่าง (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 และ 1 N ให้ได้ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.8 ด้วยเครื่อง pH meter (MellerCo,Ltd.) หลังจากนั้นเติม Phytagel ปริมาณ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร นำไปต้มจนวันละลาย แล้วบรรจุใส่ขวดขนาด 4 ออนซ์ ปริมาตร 20 มิลลิตรต่อขวด จากนั้นนำอาหารไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 °C ที่ ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที

หลังจากนำชิ้นส่วนที่จะทดลองไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตรต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ แล้วนำไปเลี้ยงไว้ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 80% ให้แสงสว่างด้วยหลอด cool white ความเข้มแสง 1,000 ลักส์ 16 ชั่วโมงต่อวัน



ภาพที่ 107 อายุยอดของส้มโอพันธุ์อีสาน



ภาพที่ 108 ลักษณะใบและตำแหน่งของใบอ่อนที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์อีสาน



ภาพที่ 109 ตำแหน่งของข้อที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์อีสาน

สถานที่ทำการวิจัย

อาคารปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์นวลจากชิ้นส่วนใบ

1. ศึกษาการตอบสนองของชิ้นส่วนใบอ่อนพันธุ์นวล

นำใบอ่อนส้มโอพันธุ์นวลมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว (surface sterilization) ด้วยสารโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์เติมสาร tween 20 จำนวน 2-3 หยดต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 8 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้งๆ ละ 1 นาทีหลังจากนั้นตัดใบที่ฟอกฆ่าเชื้อแล้วให้ได้ขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร แล้วนำมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MT ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มีทั้งหมด 6 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ แล้วนำไปเลี้ยงไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ให้แสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน เป็นเวลา 42 วัน น้ำหนักแคลลัสที่เกิดขึ้น และบันทึกภาพ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย F-test

ผลของ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้นที่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าจากการบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนทุกสัปดาห์ (ตารางที่ 32) พบว่า เนื้อเยื่อชิ้นส่วนใบอ่อนที่เลี้ยงไว้เป็นเวลา 2 และ 3 สัปดาห์แรกในแต่ละความเข้มข้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 3 เนื้อเยื่อ มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วใกล้เคียงกัน ซึ่งจะพบได้ว่าหลังสัปดาห์ที่ 3 ในทุกความเข้มข้นมีการเจริญเติบโต ของเนื้อเยื่อมากขึ้น แต่ทุกความเข้มข้นการเจริญของชิ้นส่วนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ ยังพบว่าการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบอ่อนของส้มโอพันธุ์นวลนั้น สามารถเพาะเลี้ยงในอาหารเดิมต่อเนื่องกันได้นานมากกว่า การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชอื่น ๆ โดยทั่วไป ซึ่งเพาะเลี้ยงได้นาน 4 สัปดาห์ แต่การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์นวลสามารถ เพาะเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมได้นานถึง 6 สัปดาห์ หลังจากนั้นชิ้นส่วนเริ่มมีการเจริญแบบคงที่และตายไป

2. ศึกษาการตอบสนองของตำแหน่งใบในการเพาะเลี้ยง

นำใบอ่อนที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วตำแหน่งที่ 1-7 นับจากปลายยอด มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MT ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต บันทึกการตอบสนองของชิ้นส่วน พบว่า ตำแหน่งใบที่ 4-6 มีการตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงได้ดี ชิ้นส่วนขยายใหญ่ขึ้น ในขณะที่ตำแหน่งที่ 1-3 มีการปนเปื้อนสูงผิวใบมีขนมากและชิ้นส่วนตายไม่มีการตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยง (ตารางที่ 33)

3. การชักนำให้เกิดแคลลัสและการเพิ่มปริมาณแคลลัสจากชิ้นส่วนใบอ่อน

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบอ่อนของส้มโอพันธุ์นวล โดยนำชิ้นส่วนใบอ่อนลักษณะข้างต้น (ภาพที่ 108) มาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ IBA, NAA และ 2,4-D ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 เดือน สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีที่สุด (ตารางที่ 34) โดยมีลักษณะแคลลัส compact สีเขียวทั่วทั้งแผ่นใบ ดังภาพที่ 110

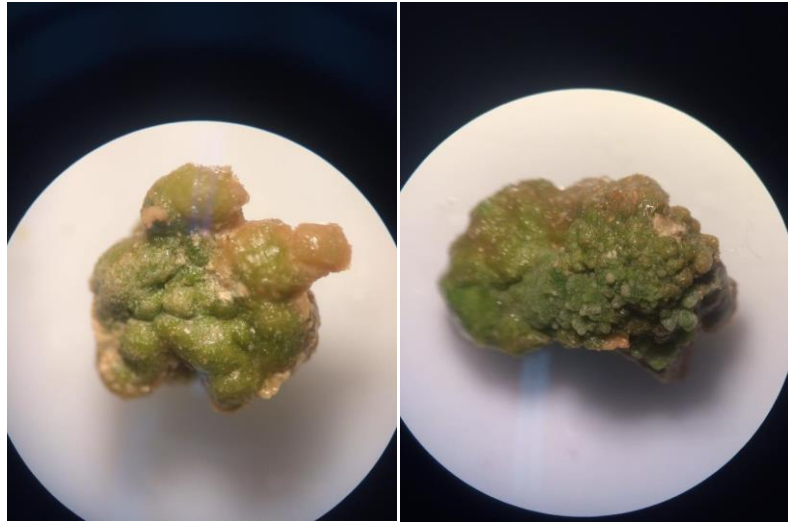
การเพิ่มจำนวนแคลลัส พอกเนื้อเยื่อใบลงอาหารสูตร MT ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อเพิ่มจำนวนแคลลัส และนำแคลลัสที่ได้ไปใช้เป็นชิ้นส่วนเพื่อทำการทดลองในการชักนำให้เกิดต้นต่อไป แต่หลังจากการย้ายเปลี่ยนอาหารแคลลัส แคลลัสมีการเจริญเติบโตที่ช้า และเมื่อทำการย้ายเปลี่ยนอาหารแคลลัสเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทำให้ไม่เพียงพอต่องานทดลองเพื่อชักนำยอด (ภาพที่ 111)

ตารางที่ 32 ผลของ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่มีผลต่อการพัฒนาของชิ้นส่วนใบอ่อนของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ซึ่งเก็บบันทึกผลทุกสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์

2,4-D (mg/l)	weight per explants (g)					
	week 1	week 2	week 3	week 4	week 5	week 6
0.5	0.14	0.20	0.27	0.32	0.34	0.35
1.0	0.12	0.20	0.28	0.35	0.36	0.44
1.5	0.20	0.35	0.42	0.56	0.53	0.61
2.0	0.16	0.24	0.30	0.37	0.44	0.53
F-test	ns	*	*	ns	ns	ns
CV%	44.64	31.83	27.45	43.18	39.53	38.60

ตารางที่ 33 การตอบสนองของใบอ่อนส้มโอพันธุ์มณีอีสานในตำแหน่งใบที่ 1-7

leaf position	Contaminate (%)	Respond per explants (%)
1	100.00	0.00
2	83.33	0.00
3	100.00	0.00
4	33.33	50.00
5	16.67	83.33
6	33.33	66.67
7	0.00	16.67



ภาพที่ 110 ลักษณะแคลลัสที่เกิดจากใบอ่อนอาหารสูตร MT ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 2.0 มล/ล เป็นเวลา 2 เดือน



ภาพที่ 111 ลักษณะแคลลัสหลังทำการย้ายเปลี่ยนอาหาร



ภาพที่ 112 ต้นอ่อนที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์ฉวีสานในอาหารสูตร MT ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 34 ผลของออกซิน 3 ชนิดได้แก่ IBA, NAA และ 2,4-D ต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนใบส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

medium	Contaminate (%)	percentage survival	Responding explants (%)	Callus per explants (%)
IBA 0.5 mg/l	50	90	40	-
IBA 1.0 mg/l	50	90	50	-
IBA 1.5 mg/l	40	90	50	-
IBA 2.0 mg/l	10	80	70	-
NAA 0.5 mg/l	100	100	10	-
NAA 1.0 mg/l	90	100	-	-
NAA 1.5 mg/l	90	100	10	-
NAA 2.0 mg/l	80	100	20	-
2,4-D 0.5 mg/l	0	100	100	-
2,4-D 1.0 mg/l	10	100	90	-
2,4-D 1.5 mg/l	0	100	100	10
2,4-D 2.0 mg/l	10	90	80	30

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์มณีอีสานจากชิ้นส่วนข้อ

1. ศึกษาผลของไซโตไคนินที่มีต่อการพัฒนาชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

นำชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสานมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว (surface sterilization) ด้วยสารโซเดียมไฮโดรคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์เติมสาร t-ween 20 จำนวน 2-3 หยดต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 8 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ๆ ละ 2 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นส่วนข้อที่ฟอกฆ่าเชื้อแล้วมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MT ที่เติม BA, kinetin และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ แล้วนำไปเลี้ยงไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ให้แสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน บันทึกผลการเกิดยอด การเกิดแคลลัส การปนเปื้อน เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย F-test

ผลของไซโตไคนินจำนวน 3 ชนิดได้แก่ kinetin, TDZ และ BA ที่ระดับความเข้มข้น 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตรและอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่เลี้ยงไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตและอาหารสูตร MT ที่เติม kinetin ทุกระดับความเข้มข้น ไม่สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อมีการพัฒนาเกิดเป็นแคลลัสหรือยอดอ่อนได้ (ตารางที่ 35) สำหรับอาหารที่เติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อมีการพัฒนาเกิดเป็นแคลลัสได้ 20-40 เปอร์เซ็นต์ แต่เกิดแคลลัสปริมาณเล็กน้อย ส่วนในอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสขึ้นเล็กน้อยและสามารถชักนำให้เกิดยอดอ่อนได้จำนวน 2 ยอดต่อชิ้นส่วนเป็นปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 112 ลักษณะยอดอ่อนที่เกิดขึ้นสมบูรณ์ ส่วนในอาหารที่เติม BA 8 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้เพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 35 ผลของไซโตไคนิน 3 ชนิด ได้แก่ BA, kinetin และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่มีต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่เลี้ยงไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์

Plant growth regulators	concentration (mg/l)	Contaminate (%)	percentage survival	Explants forming shoots (%)	Callus formation (%)
No PGR	0	0	100	0	0
Kinetin	2	0	80	0	0
Kinetin	4	0	100	0	0
Kinetin	6	20	20	0	0
Kinetin	8	0	40	0	0
TDZ	2	20	60	0	0
TDZ	4	0	20	0	0
TDZ	6	0	100	0	20
TDZ	8	0	80	0	40
BA	2	0	60	60	20
BA	4	0	80	0	0
BA	6	0	40	0	0
BA	8	0	80	0	20

2. การทดลองเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์มณีอีสานบนอาหารสังเคราะห์ที่เติม BA

การทดลองเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ได้ดำเนินการทดลองนำข้อ (ภาพที่ 109) มาฟอกฆ่าเชื้อและนำไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่เติม BA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5, 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาล 30 กรัม เป็นเวลา 25 วัน ทำการทดลองทั้งหมด 7 ซ้ำ พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่เติม BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้ 2 ยอดต่อชิ้นส่วน ในขณะที่อาหารที่เติม BA 1, 1.5 และ 6 มิลลิกรัมต่อลิตรมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดมากที่สุดที่ 42.86% (ตารางที่ 36) ในส่วนของการเจริญเติบโตพบว่าชิ้นส่วนข้อที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีลักษณะความยาวยอด, ความยาวใบ และ จำนวนใบ เฉลี่ยสูงที่สุด (ตารางที่ 37)

3. การทดลองเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสานบนอาหารสูตร MT ที่เติม BA ร่วมกับ NAA

การทดลองเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสานมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MT ที่เติม BA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5-8 mg/l ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/l และน้ำตาล 30 กรัม เป็นเวลา 25 วัน ทำการทดลองทั้งหมด 7 ซ้ำ พบว่า อาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่เติม BA 0.5 mg/l ร่วมกับ NAA 0.5 mg/l มีการชักนำให้เกิดยอดสูงที่สุดที่ 71.43 % (ตารางที่ 38) อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดความยาวยอดและความยาวใบสูงที่สุด และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BAP จะส่งผลให้ชิ้นส่วนเกิดแคลลัสมากขึ้น ซึ่งลักษณะแคลลัสที่ได้เป็นแคลลัสร่วนสีเขียวขุ่น (ภาพที่ 114 f,g)

4. การทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสานบนสูตรอาหาร MS และ MT

การทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสานมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS, MT ที่เติม BAP ความเข้มข้น 2,4 mg/l และระดับน้ำตาลซูโครส 30 และ 50 กรัม เป็นเวลา 25 วัน ทำการทดลองทั้งหมด 13 ซ้ำ พบว่า อาหารสังเคราะห์สูตร MT มีการชักนำให้เกิดยอดได้ดีกว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS โดยที่อาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่เติม BAP ความเข้มข้น 4 mg/l ที่ระดับน้ำตาล 50 กรัม สามารถชักนำให้เกิดยอดสูงที่สุดถึง 76.92% (ตารางที่ 40) อีกทั้งอาหารสูตร MT ที่เติม BAP ความเข้มข้น 2 mg/l ที่ระดับน้ำตาล 50 กรัม ส่งผลให้มีความยาวยอดเฉลี่ยและความยาวใบของยอดใหม่สูงที่สุด (ตารางที่ 41)

อนึ่ง ได้ทำการนำชิ้นส่วนข้อมาเพาะเลี้ยงลงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MT ที่เติมสาร BA 2 mg/l sucrose 50 g/l เพื่อเพิ่มจำนวนยอด ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 35 วัน จากการทดลองพบว่า จำนวนยอดเฉลี่ยอยู่ที่ 2 ยอดต่อตา ความยาวยอดเฉลี่ย 5.04 มิลลิเมตร จำนวนใบ 3.14 ใบและความยาวใบเฉลี่ย 5.45 มิลลิเมตร (ตารางที่ 42) จากนั้นทำการย้ายเปลี่ยนอาหารลงสูตรเดิม พบการหลุดร่วงของใบและยอดใหม่บริเวณรอยต่อที่เกิดการหลุดร่วงนั้น เกิดแคลลส่วนส่งผลให้เนื้อเยื่อตายในเวลาต่อมา ในการหลุดร่วงของยอดใหม่และใบอาจเนื่องมาจากการใช้ชิ้นส่วนข้อจากตำแหน่งที่ต่างกัน หรือยอดที่เกิดจากเนื้อเยื่อที่แก่กว่าจะง่ายต่อการหลุดร่วงมากกว่ายอดที่เกิดจากเนื้อเยื่ออ่อน อาจเป็นเพราะการตัดเนื้อเยื่อทำให้เกิดบาดแผล ซึ่งจะกระตุ้นการทำงานของเอทิลีน โดยเนื้อเยื่อที่แก่กว่าจะตอบสนองได้ดีกับเอทิลีนทำให้เกิดการหลุดร่วงเกิดขึ้น (สุริย์พร, 2534) เนื่องจากการหลุดร่วงคิดเป็น 23.80 % ของจำนวนข้อที่เกิดยอด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาชิ้นส่วนและสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า ชิ้นส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงคือ ชิ้นส่วนข้อ ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดต้นต่อตาได้มากกว่าการใช้ชิ้นส่วนใบ และสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์มณีอีสานคือ สูตร MT (Murashige & Tucker) ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชตระกูลส้มในสภาพปลอดเชื้อ และเมื่อใช้ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนินพบว่า BA ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสานเกิดจำนวนยอดต่อตามากที่สุด และยอดมีลักษณะของจำนวนใบและขนาดใบสมบูรณ์เมื่อเติมน้ำตาล 50 กรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตาม เนื้อเยื่อที่ทำการเพาะเลี้ยง ต้องใช้เวลาในการพัฒนาค่อนข้างนาน และยังไม่สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อเกิดการแตกรากได้ จึงยังไม่สามารถทำการศึกษาถึงอัตราความสำเร็จของต้นอ่อนที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์มณีอีสานได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ระบบการจัดการคุณภาพ :GAP พืช ส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. สถิติการผลิตส้มโอส้มโอ. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th>. ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558.

รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการและเทคนิค. คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 79 หน้า

สุรีย์พร เจริญประเสริฐ. 2534. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดและการเจริญเติบโตของยอดจากข้อส้มโอ.

วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่., เชียงใหม่

Ibrahim, M.A. 2012. In vitro plant generation of local pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck.) via direct and indirect organogenesis. *Genet. Plant Physiol.* 2: 187-191

Koshita, Y., T. Takahara, T. Ogata, and A. Goto. 1999. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Scientia Horticulturae.* 79(3): 185-194.

Oliveira, M.L.P., M.G.C. Costa, V. da Silva and W.C. Otoni. 2010. Growth regulator culture media and antibiotics in the in vitro shoot regeneration from mature tissue of citrus cultures. *Pesq. Agropec.Brasilia.* 45: 654-660.

ตารางที่ 36 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติมน้ำตาล 30 กรัม ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0 – 8 mg/l ต่อจำนวนยอด, เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต, เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

BA (mg/l)	number of shoots		percentage survival	Callus formation (%)	Explants forming shoots (%)
0	1.00	±0.38	100	0	14.29
0.5	2.00	±0.98	85.71	14.29	28.57
1	1.33	±0.79	71.43	28.57	42.86
1.5	1.33	±0.79	57.14	42.86	42.86
2	0.00	±0.00	85.71	14.29	0.00
4	1.00	±0.38	85.71	14.29	14.29
6	1.33	±0.79	100.00	0.00	42.86
8	1.00	±0.38	80.00	20.00	14.29

ตารางที่ 37 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0 – 8 mg/l ต่อความยาวยอด, ความยาวใบ และ จำนวนใบ ของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

medium	Average length of shoots (mm)		leaf length (mm)		number of leaf	
BAP						
0.5	1.71	±3.42 ^{ab}	8.68	±3.49 ^b	2.28	±4.07 ^{ab}
1	2.94	±4.08 ^a	12.8	±0.70 ^a	3.57	±4.83 ^a
1.5	1.48	±1.89 ^{ab}	7.30	±1.40 ^{bc}	2	±2.89 ^{ab}
2		0 ^b		0 ^d		0 ^b
4	0.47	±1.25 ^{ab}	0.99	±1.72 ^d	0.14	±0.38 ^{ab}
6	1.84	±2.39 ^{ab}	5.32	±0.75 ^c	3.42	±5.22 ^{ab}
8	0.31	±0.84 ^b	1.99	±1.84 ^d	0.28	±0.76 ^{ab}

ตารางที่ 38 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติม BAP ร่วมกับ NAA ต่อจำนวนยอด, เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต, เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

BA (mg/l)	NAA (mg/l)	number of shoots		percentage survival	Callus formation (%)	Explants forming shoots (%)
0.5	0.5	1.00	±0.49	100.00	0.00	71.43
1	0.5	2.00	±0.76	100.00	0.00	14.29
1.5	0.5	1.50	±0.90	71.43	28.57	57.14
2	0.5	1.67	±0.95	57.14	42.86	42.86
4	0.5	1.00	±0.38	62.50	37.50	12.50
6	0.5	0.00	±0.00	60.00	40.00	0
8	0.5	0.00	±0.00	14.29	85.71	0

ตารางที่ 39 ผลของอาหารสูตร MT ที่เติม BAP ร่วมกับ NAA ต่อความยาวยอด, ความยาวใบ และ จำนวนใบของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

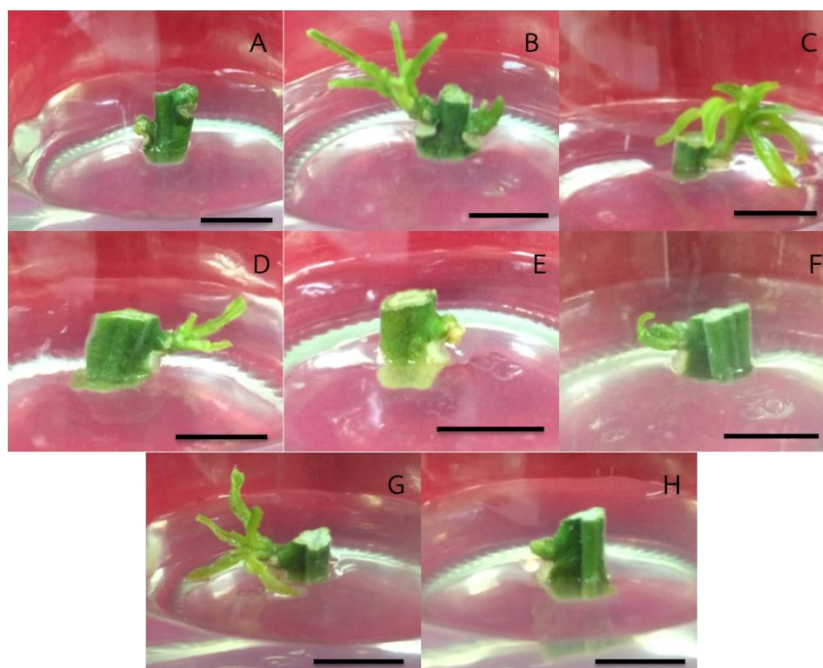
treatment		Average length of		leaf length (mm)		number of leaf	
BAP (mg/l)	NAA (mg/l)	shoots (mm)					
0.5	0.5	3.04	±3.12 ^a	4.93	±2.13 ^a	1.57	±2.23 ^{ab}
1	0.5	0.53	±1.42 ^{ab}	2.26	±0.31 ^b	0.57	±1.51 ^{abc}
1.5	0.5	1.66	±1.67 ^{ab}	2.26	±0.29 ^b	0.85	±0.90 ^{abc}
2	0.5	1.37	±1.81 ^b	4.95	±2.17 ^a	1.85	±2.48 ^a
4	0.5	0.21	±0.58 ^b	1.41	±1.24 ^{bc}	0.28	±0.76 ^{bc}
6	0.5	0	0 ^b	0	0 ^c	0	0 ^c
8	0.5	0	0 ^b	0	0 ^c	0	0 ^c

ตารางที่ 40 ผลของสูตรอาหาร MS, MT ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 2, 4 mg/l และน้ำตาล 30, 50 g/l ต่อการชักนำยอดของชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์นิฮิฮิ

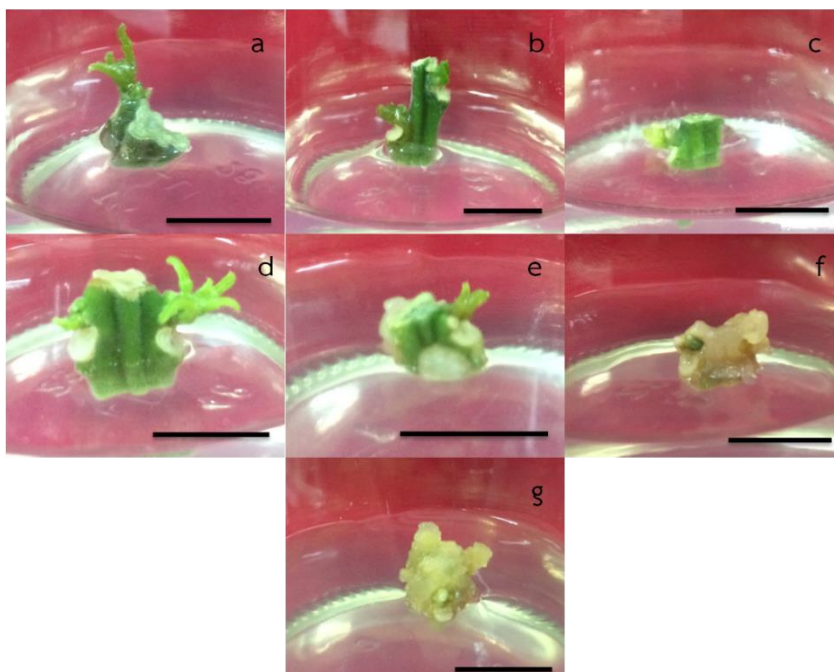
treatment			percentage survival	Callus per explants (%)	Explants forming shoots (%)
medium	BAP (mg/l)	sugar (g)			
MS	2	30	84.62	7.69	23.08
MS	4	30	69.23	23.08	15.38
MT	2	30	84.62	15.38	23.08
MT	4	30	84.62	15.38	30.77
MT	2	50	69.23	0.00	69.23
MT	4	50	76.92	0.00	76.92

ตารางที่ 41 ผลของสูตรอาหาร MS, MT ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 2, 4 mg/l และน้ำตาล 30, 50 g/l ต่อการชักนำยอดจากชิ้นส่วนข้อส้มโอ

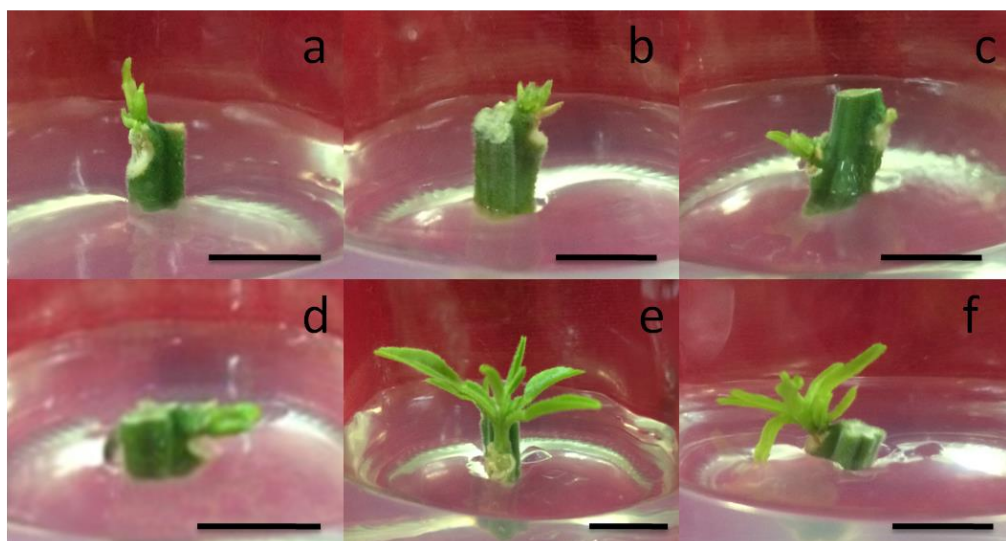
treatment			Average length of shoots(mm)		leaf length (mm)		number of leaf	
medium	BAP	sucrose						
MS	2	30	0.66	±1.27	2.55	±0.68 ^c	0.46	±0.97 ^b
MS	4	30	0.35	±0.86	0.44	±0.75 ^c	0.08	±0.28 ^b
MT	2	30	0.61	±1.16	1.55	±1.53 ^c	0.46	±1.31 ^b
MT	4	30	0.88	±1.46	3.02	±0.51 ^c	0.69	±1.11 ^b
MT	2	50	3.21	±2.53	13.15	±2.31 ^a	3.69	±4.19 ^a
MT	4	50	2.34	±1.79	9.32	±2.99 ^b	3.15	±4.83 ^a



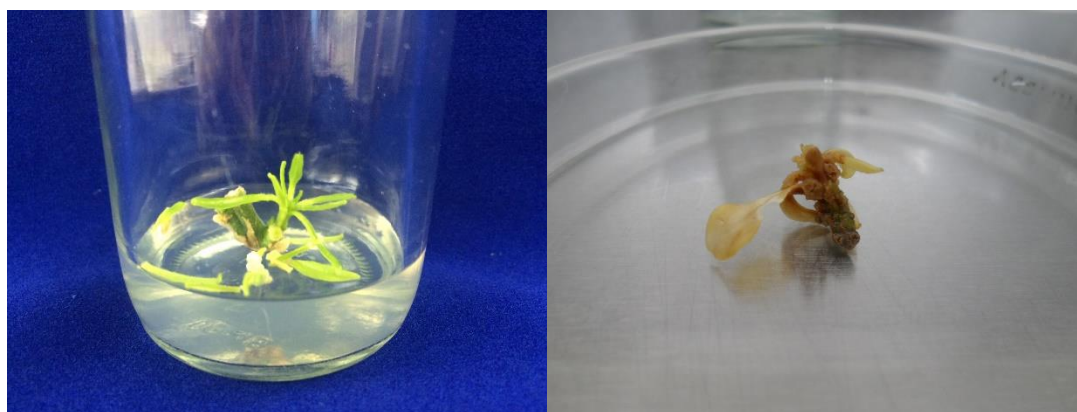
ภาพที่ 113 ยอดที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อในอาหารสูตร MT ที่เติม BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ A) MT ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต B) BA 0.5 mg/l C) BA 1 mg/l D) BA 1.5 mg/l E) BA 2 mg/l F) BA 4 mg/l G) BA 6 mg/l H) BA 8 mg/l
: Bars = 1 เซนติเมตร



ภาพที่ 114 ยอดที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อในอาหารสูตร MT ที่เติม BA ร่วมกับ NAA a) BAP 0.5 mg/l + NAA 0.5 mg/l b) BAP 1 mg/l + NAA 0.5 mg/l c) BAP 1.5 mg/l + NAA 0.5 mg/l d) BAP 2 mg/l + NAA 0.5 mg/l e) BAP 4 mg/l + NAA 0.5 mg/l f) BAP 6 mg/l + NAA 0.5 mg/l g) BAP 8 mg/l + NAA 0.5 mg/l
: Bars = 1 เซนติเมตร



ภาพที่ 115 ยอดที่เกิดจากการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉวีเสนา มาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ได้แก่ a. อาหารสูตร MS ที่เติม BAP 2 mg/l น้ำตาล 30 g, b. อาหารสูตร MS ที่เติม BAP 4 mg/l น้ำตาล 30 g, c. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 2 mg/l น้ำตาล 30 g, d. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 4 mg/l น้ำตาล 30 g, e. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 2 mg/l น้ำตาล 50 g และ f. อาหารสูตร MT ที่เติม BAP 4 mg/l น้ำตาล 50 g
: Bars = 1 เซนติเมตร



ภาพที่ 116 ลักษณะการหลุดร่วง การตายของใบและยอด

ตารางที่ 42 การเพิ่มจำนวนยอดจากสูตรที่ได้ในการทดลอง

ชิ้นส่วนข้อ เลขที่	จำนวนยอดต่อตา	ความยาวยอดเฉลี่ย (มม.)	จำนวนใบ	ความยาวใบเฉลี่ย (มม.)
1	2	5.99	3.00	11.13
2	1	3.74	11.00	7.12
3	2	3.34	3.00	2.26
4	3	3.91	1.00	1.12
5	2	3.10	2.00	1.50
6	1	3.03	5.00	16.70
7	2	5.84	6.50	7.16
8	6	4.35	2.67	3.04
9	1	7.14	0.00	0.00
10	1	4.65	0.00	0.00
11	1	6.30	0.00	0.00
12	3	6.46	0.00	0.00
13	1	4.93	2.00	19.68
14	1	3.91	5.00	4.82
15	3	4.81	0.67	2.01
16	1	2.78	4.00	12.10
17	1	10.51	7.00	9.60
18	3	5.01	2.67	7.20
19	1	9.09	9.00	6.33
20	2	3.34	0.00	0.00
21	2	3.59	1.50	2.78
ค่าเฉลี่ย	1.9	5.04	3.14	5.45

โครงการวิจัยย่อยที่ 3.2 การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ

วิธีการวิจัย

เดือนกรกฎาคม 2557 ดำเนินการวิจัยในแปลงเกษตรกร ตอนกิ่งต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีสารเร่งราก 7 ความเข้มข้น ๆ ละ 3 กิ่ง ตอนกิ่งโดยวิธีควั่นกิ่ง แล้วทารอยแผลที่ควั่น ด้วย สารเร่งราก NAA หรือ IBA ความเข้มข้น 0, 2500, 5000 และ 7500 ppm หุ้มตุ่มตอนด้วยขุยมะพร้าว บันทึกข้อมูลการเกิดรากของกิ่งตอนและการรอดตายหลังย้ายปลูก

เดือนกรกฎาคม 2558 ดำเนินการวิจัยในแปลงทดลอง หมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตอนกิ่งต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ และ CY-105 อายุต้น 4 ปีที่ปลูกในกระถาง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีสารเร่งราก 7 ความเข้มข้น ๆ ละ 10 กิ่ง ตอนกิ่งโดยวิธีควั่นกิ่ง แล้วทารอยแผลที่ควั่น ด้วย สารเร่งราก NAA หรือ IBA ความเข้มข้น 0, 2500, 5000 และ 7500 ppm หุ้มตุ่มตอนด้วยขุยมะพร้าว บันทึกข้อมูลการเกิดรากของกิ่งตอนและการรอดตายหลังย้ายปลูก

สถานที่ทำการวิจัย

แปลงเกษตรกร และ หมวดไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

ผลการดำเนินงาน ในปี 2557 ในแปลงเกษตรกร พบว่า กิ่งตอนส้มโอออกรากยาก เนื่องจากสภาพอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง ต้นส้มโอภายในสวนเกิดการขาดน้ำและอาการเหี่ยว ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง ดังตารางที่ 43 อย่างไรก็ตาม ในครั้งนี้ มีแนวโน้มที่ใช้ IBA ในทุกระดับ มีค่าเฉลี่ยของการเกิดรากต่อกิ่งตอนสูงกว่าการใช้ NAA โดยที่ใช้ IBA ความเข้มข้น 2500 ppm มีแนวโน้มการเกิดรากสูงกว่าความเข้มข้นอื่นๆ การใช้ IBA ความเข้มข้นที่สูงขึ้นส่งผลให้การเกิดรากของส้มโอลดลงตามลำดับ

การดำเนินงานในปี 2558 ภายในแปลงทดลองหมวดไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่า ต้นส้มโอมีการตอบสนองต่อการตอนที่ดีกว่า ลักษณะของการเกิดรากและองค์ประกอบต่างๆ พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณสามารถออกรากได้ง่ายกว่าส้มโอเนื้อสีแดงสายพันธุ์ CY-105 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของจำนวนรากต่อกิ่งตอนที่แตกต่างกันทางสถิติ นับจำนวนรากจาก primary root มีค่าเท่ากับ 19.32 และ 12.54 รากต่อกิ่งตอน ตามลำดับ (ตารางที่ 44) แต่พบว่า ค่าเฉลี่ยของความยาวรากและน้ำหนักสดของรากไม่มีความแตกต่างกันของทั้งสองสายพันธุ์

การใช้สารเร่งราก IBA และ NAA ในส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ มีผลทำให้จำนวนราก ความยาวราก และน้ำหนักราก แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การใช้ NAA ความเข้มข้น 5000 ppm มีแนวโน้มให้เกิดจำนวนรากและน้ำหนักรากสูงกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 , 7500 ppm และการใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm แต่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 5000 และ 7500 ppm ซึ่งส่งผลให้เกิดจำนวนรากและความยาวรากต่ำกว่าระดับควบคุม (การใช้ lanolin)



ภาพที่ 117 การตอนกิ่ง และการเกิดรากของส้มโอพันธุ์อีสาน

ตารางที่ 43 การเกิดรากของกิ่งตอนส้มโอพันธุ์อีสาน

สิ่งทดลอง	จำนวนรากเฉลี่ย/กิ่งตอน	การรอดตายหลังย้ายปลูกลงถุง (%)
Control (lanolin)	12.6±3.21	100
IBA 2500 ppm	19.6±7.51	100
IBA 5000 ppm	17.7±13.2	100
IBA 7500 ppm	15.3±15.4	100
NAA 2500 ppm	12.6±13.32	100
NAA 5000 ppm	15.3±4.04	100
NAA 7500 ppm	11.0±13.0	100
F-test	ns	ns

The values are the means ± standard deviations (n=3)

ตารางที่ 44 ผลของความเข้มข้นของ IBA และ NAA ต่อจำนวนรากและความยาวรากของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน และส้มโอเนื้อสีแดงสายต้น CY10-105

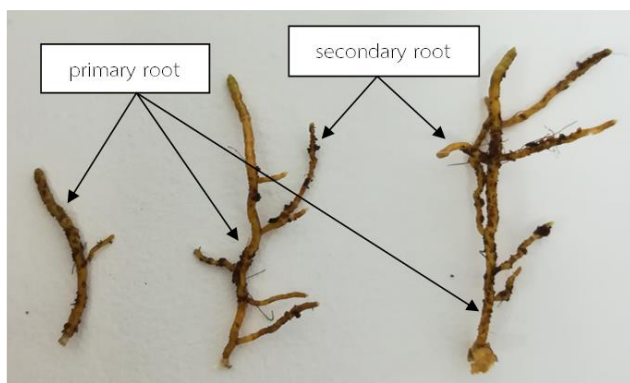
สายพันธุ์ (A)	สารเร่งราก (B)	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก/กิ่งตอน)	ความยาวรากเฉลี่ย (เซนติเมตร)	น้ำหนักสดของราก (กรัม/กิ่งตอน)
มณีอีสาน	Lanolin	13.25 bc	4.02 ab	0.96 b
	IBA 2500 ppm	22.25 abc	4.83 ab	3.21 ab
	IBA 5000 ppm	10.50 c	2.93 b	1.11 b
	IBA 7500 ppm	11.25 bc	2.86 b	1.27 b
	NAA 2500 ppm	24.25 ab	4.59 a	2.81 ab
	NAA 5000 ppm	32.25 a	4.38 ab	3.66 a
	NAA 7500 ppm	21.50 abc	3.83 ab	2.96 ab
	F-test	*	**	**
	CV (%)	46.04	19.19	27.24
CY-105	Lanolin	8.50 bc	3.23	1.32 c
	IBA 2500 ppm	15.75 ab	4.51	2.57 ab
	IBA 5000 ppm	18.50 a	4.42	2.78 a
	IBA 7500 ppm	7.75 c	4.83	0.93 c
	NAA 2500 ppm	6.50 c	4.32	1.35 c
	NAA 5000 ppm	16.00 ab	5.04	2.36 ab
	NAA 7500 ppm	14.75ab	3.68	1.69 bc
	F-test	**	NS	**
	CV (%)	25.33	36.34	31.93
มณีอีสาน		19.32 a	3.92	2.28
CY-105		12.54 b	4.29	1.86
	F-test	**	NS	NS
	CV (%)	54.23	27.91	42.15
สายพันธุ์ (A) x สารเร่งราก (B)		*	NS	NS



ภาพที่ 118 ลักษณะต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสารและส้มโอเนื้อสีแดงสายต้น CY10-105 ที่ปลูกในกระถางพลาสติก



ภาพที่ 119 กิ่งตอนส้มโอพันธุ์ฉวีสาร และ พันธุ์เนื้อสีแดง CY-105



ภาพที่ 120 ลักษณะของ primary root และ secondary root

ส้มโอเนื้อสีแดงสายพันธุ์ CY-105 พบว่า การใช้สารเร่งราก IBA ความเข้มข้น 5000 ppm มีแนวโน้มให้เกิดจำนวนรากและน้ำหนักรากสูงกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm และการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 5000 ppm อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของสารเร่งรากไม่มีผลต่อความยาวรากของกิ่งตอนส้มโอสายพันธุ์ CY-105

การใช้สารเร่งรากในการตอนกิ่งส้มโอทั้งสองสายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่า ระดับความเข้มข้นของ IBA ที่สูงเกิน 5000 ppm ส่งผลให้จำนวนราก ความยาวราก และน้ำหนักรากมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนความเข้มข้นของ NAA ที่ต่ำเกินไป (ต่ำกว่า 2500 ppm) อาจไม่ส่งผลที่ชัดเจนต่อลักษณะที่ทำการศึกษ การทดลองครั้งนี้พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์และระดับความเข้มข้นของสารเร่งราก มีผลต่อจำนวนรากของกิ่งตอน แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ของสองลักษณะต่อความยาวรากและน้ำหนักสดของราก

สรุปผลการวิจัย

การใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm ในการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ และสายพันธุ์ CY-105 มีผลทำให้เกิดจำนวนรากต่อต้น ความยาวของราก และน้ำหนักรากสดในปริมาณที่มากพอเมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเข้มข้นอื่นๆ ส่วนการใช้ NAA พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์ ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm ทำให้จำนวนรากต่อต้น ความยาวของราก และน้ำหนักรากสดมีค่าเฉลี่ยที่สูง แต่ส้มโอสายพันธุ์ CY-105 ต้องใช้ NAA ในระดับความเข้มข้น 5000 ppm จึงจะส่งผลให้ได้ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์สูง ดังนั้นการเลือกใช้การเลือกใช้ IBA หรือ NAA ในการตอนกิ่งส้มโอจึงควรพิจารณาถึงสายพันธุ์และระดับความเข้มข้นของสารดังกล่าวด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ระบบการจัดการคุณภาพ :GAP พืช ส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

โครงการวิจัยย่อยที่ 3.3 อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์ฉวีสุวรรณ์เปลี่ยนยอด

วิธีการวิจัย

เตรียมต้นกล้าส้มโอ และพืชตระกูลส้มอื่น โดยการเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้ามีอายุและขนาดที่เหมาะสมทำการเปลี่ยนยอดเป็นส้มโอเนื้อสีแดง และศึกษาการเจริญเติบโตของยอดส้มโอเนื้อสีแดง

ศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของส้มโอเนื้อสีแดงที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอส้มโอพันธุ์อื่น

สถานที่ทำการวิจัย

หมวดไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

เตรียมต้นกล้าส้มโอ และพืชตระกูลส้มอื่น โดยการเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้ามีอายุและขนาดที่เหมาะสม ทำการเปลี่ยนยอดเป็นส้มโอเนื้อสีแดง และศึกษาการเจริญเติบโตของยอดส้มโอเนื้อสีแดง

เปลี่ยนยอดส้มโอพันธุ์เนื้อสีแดง (มณีอีสาน) เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 9 เดือน (ภาพที่ 121, 122) พืชตระกูลส้มที่ใช้เป็นต้นตอจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ ส้มโอเนื้อแดง ส้มโอทองดี ส้มโอขาวน้ำผึ้ง ส้มโอขาวใหญ่ ส้มโอขาวหอม มะนาวควาย และมะขวิด นำกิ่งยอดส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่ใบแก่เต็มที่ ความยาวประมาณ 25 เซนติเมตร มาต่อกิ่งแบบเสียบลิ้ม (Cleft grafting) กับต้นตอ โดยเหลือใบไว้บางส่วน (ส่วนของหูใบ) พันแผลด้วยพลาสติกใสให้แน่นพอเหมาะ เก็บรักษาความชื้นโดยนำต้นที่เสียบกิ่งแล้วใส่ในถุงพลาสติกใสขนาดใหญ่ มัดปากถุงให้แน่น วางในที่ร่มพรางแสงด้วยซาแลน 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 45 วัน จึงเปิดปากถุงเล็กน้อยทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน จึงนำออกจากถุง ตรวจสอบจำนวนต้นที่ประสบความสำเร็จ ดูแลต้นตอที่เปลี่ยนยอดติดแล้วในสภาพโรงเรือนมุงซาแลน 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นทำการคัดเลือกต้นที่เสียบยอดสำเร็จย้ายปลูกลงแปลงยกร่องลูกฟูก ระยะปลูก 5x5 เมตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงของขนาดต้นตอและกิ่งยอด จำนวนยอดแตกใหม่ และความยาวของกิ่งแขนงที่แตกใหม่ เป็นต้น

การเจริญเติบโตของต้นกล้าส้มโอ

การศึกษาข้อมูลต้นกล้าเบื้องต้น พบว่า เมล็ดส้มโอ 5 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 45) โดยเมล็ดส้มโอพันธุ์ทองดีมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 98.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนส้มโอพันธุ์ขาวหอมมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ค่อนข้างต่ำเพียง 55 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 45 เปอร์เซ็นต์การงอกของส้มโอ 5 สายพันธุ์

พันธุ์	เปอร์เซ็นต์การงอก
ส้มโอเนื้อแดง	88.0
ทองดี	98.3
ขาวใหญ่	92.7
ขาวน้ำผึ้ง	92.9
ขาวหอม	55.0

การเจริญเติบโตของส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอชนิดต่างๆ

พบว่า ส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอขาวหอมมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ต้นตอส้มโอทองดี ส้มโอขาวน้ำผึ้ง ส้มโอเนื้อแดง ส้มโอขาวใหญ่ และต้นตอมะนาวควายมีความสำเร็จอยู่ในช่วง 83-97 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นตอที่นำมาเปลี่ยนยอดแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จต่ำที่สุดคือ ต้นตอมะขวิด 73.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 46) การศึกษาการเจริญเติบโตของกิ่งยอดส้มโอพันธุ์มณีอีสานหลังจากเปลี่ยนยอด 1 เดือน ในถุงพลาสติกดำ ขนาด 4x8 นิ้ว ในสภาพโรงเรือนพรางแสง 50% พบว่าขนาดของกิ่งยอด จำนวนยอดแตกใหม่ และความยาวยอด ที่ต่อกิ่งบนต้นตอ 6 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นกิ่งยอดที่เปลี่ยนโดยใช้ต้นตอมะนาวควายจะให้ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะที่ทำการศึกษาค่ำที่สุด ต้นตอที่มีแนวโน้มที่จะทำให้ขนาดของกิ่งยอด จำนวนยอดแตกใหม่สูง คือ ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี

ทำการย้ายปลูกส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่เปลี่ยนยอดบนต้นต่อ จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ พันธุ์เนื้อสีแดง (ส้มโอพื้นบ้าน) ทองดี ขาวหอม ขาวน้ำผึ้ง ขาวใหญ่ มะนาวควาย และมะขวิด นอกจากนั้นยังปลูกส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่ได้อัตราการเจริญเติบโตที่เร็ว เพื่อเปรียบเทียบด้วย ในแปลงปลูกแบบยกทรงลูกฟูก ระยะปลูก 5x5 เมตร ให้น้ำด้วยระบบน้ำมินิสปริงเกอร์ มีการคลุมแปลงปลูกด้วยพลาสติกคลุมแปลงเพื่อรักษาความชื้นและกำจัดวัชพืชในแปลงทดลอง เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นต่อและยอดพันธุ์ฉิมพลีที่ได้อัตราการเจริญเติบโตที่เร็ว ได้แก่ ความสูงของต้น ขนาดของต้นต่อและกิ่งยอด จำนวนใบ และวัดค่าความเขียวของใบด้วยเครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ รุ่น SPAD 502 (Minolta Camera Co., Osaka, Japan) โดยใช้ทำเครื่องหมายตัวอย่างใบ เพื่อวัดใบเดิม เก็บข้อมูลทุกๆ 1 เดือน

ผลการดำเนินงาน พบว่า ต้นส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่ได้อัตราการเจริญเติบโตที่เร็ว มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นค่อยๆ เพิ่มขึ้นในทุกๆ เดือน (ภาพที่ 127, 128) อัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า เนื่องจากย้ายปลูกในช่วงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว เริ่มเก็บข้อมูลครั้งแรกเดือนตุลาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยของความสูงของต้นจากการเปลี่ยนยอดแตกต่างกันเล็กน้อย ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก (เดือนมีนาคม 2559) พบว่า ต้นต่อส้มโอพันธุ์ทองดี ขาวใหญ่ และเนื้อแดง มีความสูงต้นที่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะการใช้ต้นต่อเปลี่ยนยอด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นต่อ กิ่งยอด และจำนวนใบ (ภาพที่ 129, 130, 131) ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่าการใช้ส้มโอพันธุ์ทองดีเป็นต้นต่อมีค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ลักษณะ ที่สูงกว่าการใช้ต้นต่อชนิดอื่น อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบระหว่างการใช้ต้นต่อเปลี่ยนยอดกับการปลูกด้วยกิ่งตอน พบว่า ในระยะ 6 เดือนแรก การปลูกด้วยกิ่งตอน มีค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะที่ทำการศึกษามากกว่าอย่างชัดเจน ช่วงเดือนที่ 5 หลังการย้ายปลูก ซึ่งตรงกับเดือนกุมภาพันธ์ มีสภาพอากาศที่ค่อนข้างร้อน มีผลทำให้ใบร่วง แต่พบว่า ต้นต่อพันธุ์ทองดี ไม่มีใบร่วง มีจำนวนใบที่เพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกับกิ่งตอน ในขณะที่ต้นต่อชนิดอื่นๆ จะมีค่าเฉลี่ยลดลงเล็กน้อย

สรุปผลการวิจัย

การเจริญเติบโตในระยะแรกของต้นต่อที่เปลี่ยนยอดส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่ได้อัตราการเจริญเติบโตที่เร็ว พบว่า ต้นต่อที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนยอด คือ ต้นต่อส้มโอพันธุ์ทองดี เนื่องจากมีลักษณะที่ทำการศึกษามากกว่าต้นต่อชนิดอื่นๆ ได้แก่ ความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยอด และจำนวนใบ ที่ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง จึงสามารถแนะนำเพื่อใช้ในการผลิตส้มโอพันธุ์ฉิมพลีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ระบบการจัดการคุณภาพ :GAP พืช ส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. สถิติการผลิตส้มโอส้มโอ. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th>. ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558.

กาญจน์ จันทร์ลอย, สามารถ เศรษฐวิทยา, มณฑา วงศ์มณีโรจน์และ รวี เสธฐักดี. มปป. ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชตระกูลส้ม. ค้นหาเมื่อ 15 ตุลาคม 2558, จาก <http://www.rdi.ku.ac.th/> เปรมปรี ณ สงขลา 2544 คู่มือการทำสวนส้ม อย่างมืออาชีพ. เคหะเกษตร, กรุงเทพฯ มหานคร. หน้า 76-91 ยงยุทธ โอสดสภา 2540 ธาตุอาหารพืช ภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน. 424 หน้า

สนั่น ขำเลิศ 2541. หลักการขยายพันธุ์พืช. พิมพ์ลักษณ์, กรุงเทพฯ

สมยศ มีทา นิรมล แสงจันดา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2557. ลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร 1 บนต้นตอพืชตระกูลส้ม 5 ชนิด. เกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3: 244 – 248.

Fallahi, E. 1992. Tree Canopy Volume and Leaf Mineral Nutrient Concentrations of Redblush Grapefruit on 12 Rootstocks. Fruit Varieties J., 46: 44–48.

William S. Castle. 2012. Horticultural and Economic Impact of Rootstocks on Fresh-market ‘Marsh’ Grapefruit HORTSCIENCE 47(8):1007–1013.

William S. Castle¹, James C. Baldwin and Ronald P. Muraro. 2016 Rootstocks and the Performance and Economic Returns of ‘Hamlin’ Sweet Orange Trees <http://hortsci.ashspublications.org/content/45/6/875.full>

Zekri, M and Obreza, T.: Plant Nutrients for Citrus Tree. [cite 1/6/2006] Available from: <http://edisifas.ufl.edu/ss419>



ภาพที่ 121 การเก็บรักษาความชื้นโดยนำกิ่งเสียบยอดใส่ในถุงพลาสติก



ภาพที่ 122 ลักษณะการเจริญเติบโตของยอดส้มโอบนต้นตอหลังจากนำออกจากถุงพลาสติก 1 เดือน

		แถว							
		1	2	3	4	5	6	7	
แนวถนนภายในหมวดไม้ผล	1	TD	KNP	MNE	KY	KH	LK	KNP	1
	2								2
	3								3
	4								4
	5	KH	LK	MK	TD	MNE	KNP	KY	5
	6								6
	7								7
	8								8
	9	KNP	MNE	KY	MK	TD	KNP	TD	9
	10								10
	11								11
	12								12
	13	TD	KY	LK	MNE	KNP	KNP	MNE	13
	14								14
	15								15
	16								16
	17	L	L	L	L	L	L	L	17
	18								18
	19								19
	20								20
	21	L	L	L	L	L	L	L	21
	22								22

TD : ทองดี, KNP : ขาวน้ำผึ้ง, MNE : มณีอีสาน, KY : ขาวใหญ่, KH : ขาวหอม,

LK : มะนาวควาย, MK: มะขวิด, L : กิ่งตอนมณีอีสาน

ภาพที่ 123 แผนผังแปลงปลูก



1 เดือนหลังปลูก



6 เดือนหลังปลูก



12 เดือนหลังปลูก

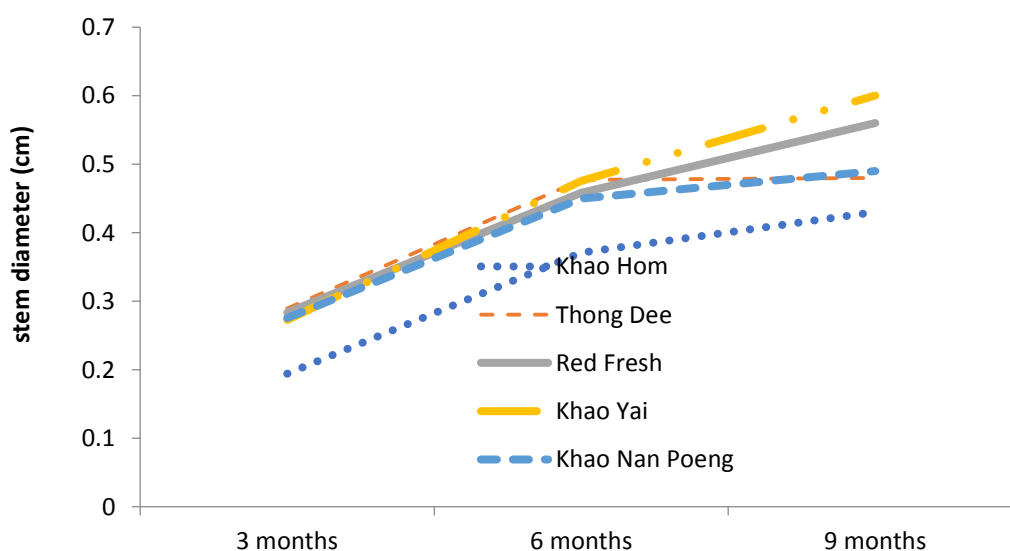
ภาพที่ 124 สภาพแปลงศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโอเนื้อสีแดงที่เปลี่ยนยอดบนต้นต่อส้มโอ ที่อายุต่างกัน



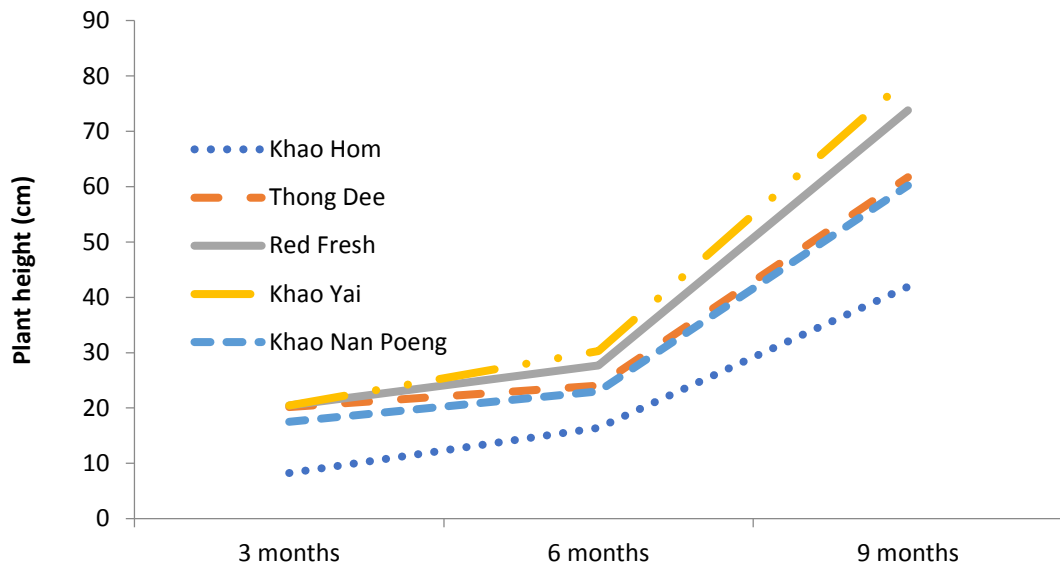
ภาพที่ 125 สภาพต้นส้มโอเนื้อสีแดงในแปลงทดลอง และการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 46 ความสำเร็จในการต่อกิ่งส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณบนต้นตอชนิดต่างๆ การเจริญเติบโตของต้นตอชนิดต่างๆ และกิ่งยอดส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณหลังเปลี่ยนยอด 1 เดือน

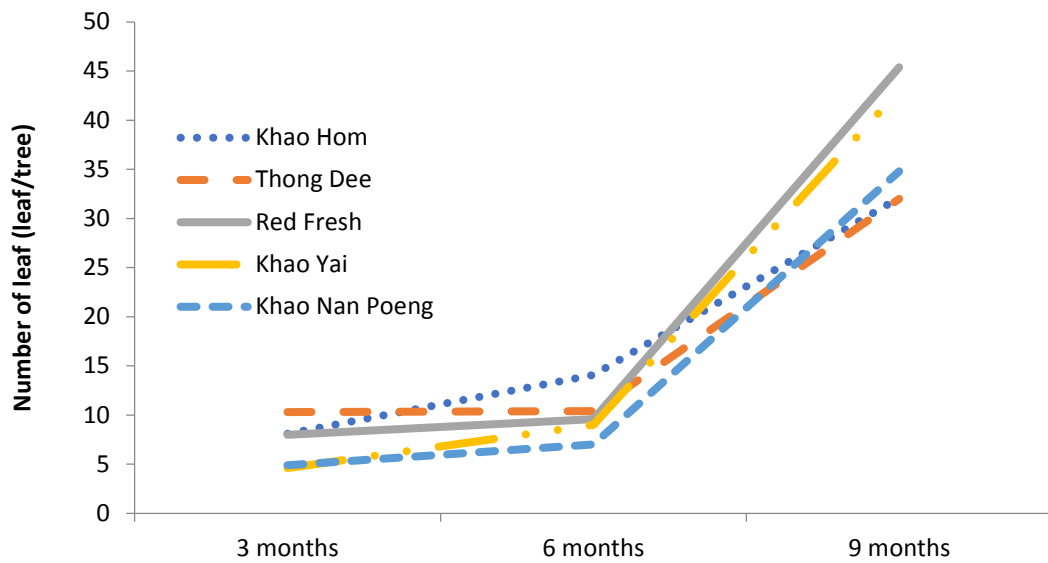
ต้นตอ	ความสำเร็จ ในการต่อกิ่ง (เปอร์เซ็นต์)	ขนาดของต้น ตอ (มิลลิเมตร)	ขนาดของกิ่ง ยอด (มิลลิเมตร)	จำนวนยอด แตกใหม่ (ยอด)	ความยาวยอด ใหม่ (เซนติเมตร)
ส้มโอทองดี (n=36)	97.29	5.90±0.99 a	5.06±1.00 a	0.77±0.86 a	5.87±6.53 ab
ส้มโอขาวน้ำผึ้ง (n=49)	96.09	5.49±1.04 ab	4.67±0.98 ab	0.61±0.73 ab	6.17±7.45 a
ส้มโอเนื้อแดง (n=30)	88.24	5.92±0.99 a	4.66±0.68 ab	0.63±0.72 ab	5.67±7.55 ab
ส้มโอขาวใหญ่ (n=31)	83.78	5.41±1.18 ab	4.79±0.85 ab	0.61±0.61 ab	6.09±7.53 ab
ส้มโอขาวหอม (n=12)	100.0	4.68±0.60 c	4.47±0.84 ab	0.50±0.79 ab	3.71±6.69 ab
มะนาวควาย (n=26)	96.55	4.85±1.02 c	4.24±0.77 b	0.35±0.56 b	2.51±4.87 b
มะขวิด (n=11)	73.33	5.19±0.57 bc	4.69±0.91 ab	1.09±1.14 a	5.21±5.19 ab
F-test		**	**	*	*



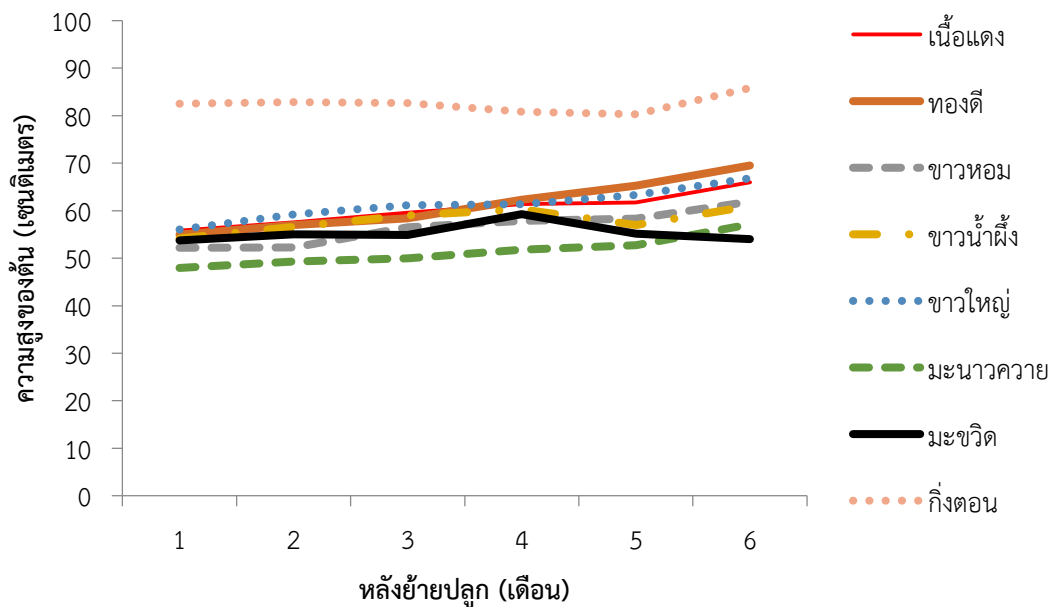
ภาพที่ 126 ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าส้มทั้ง 5 สายพันธุ์



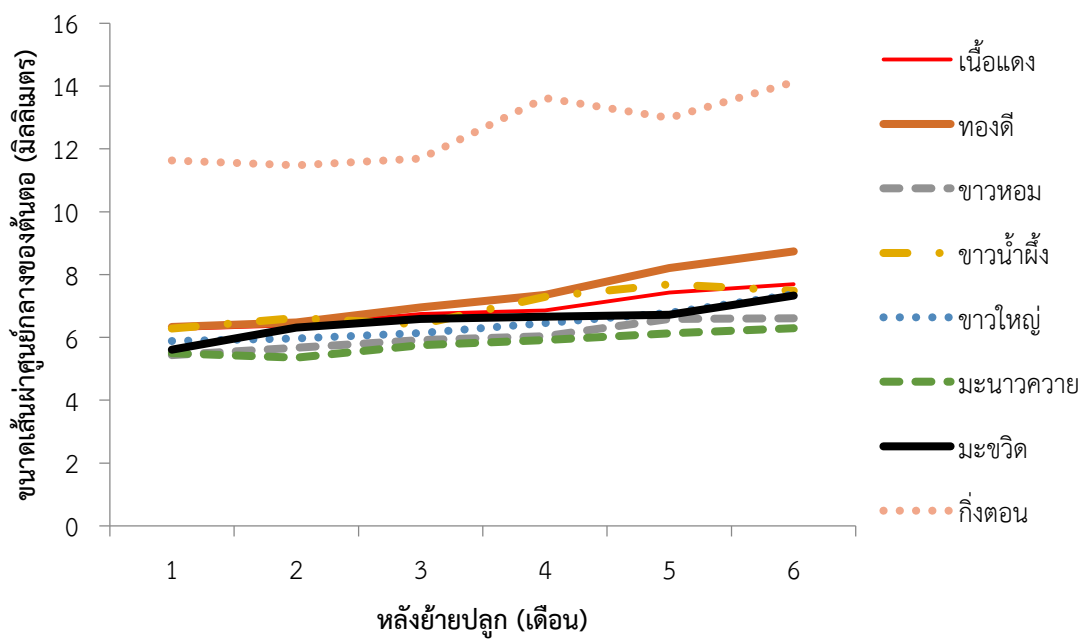
ภาพที่ 127 ขนาดของความสูงต้นของต้นกล้าส้มทั้ง 5 สายพันธุ์



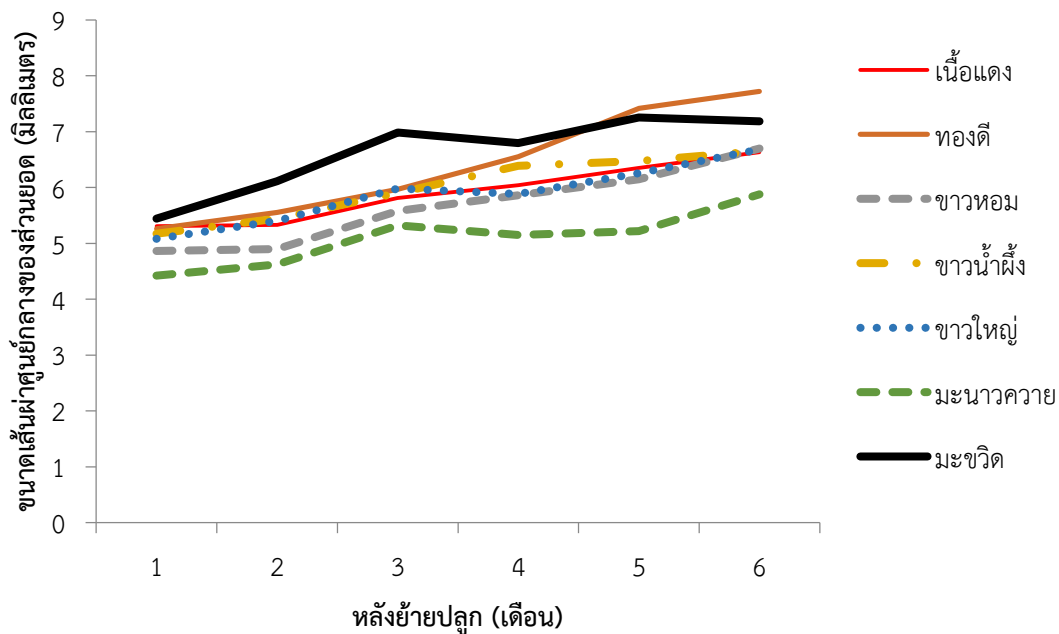
ภาพที่ 128 ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าส้มทั้ง 5 สายพันธุ์



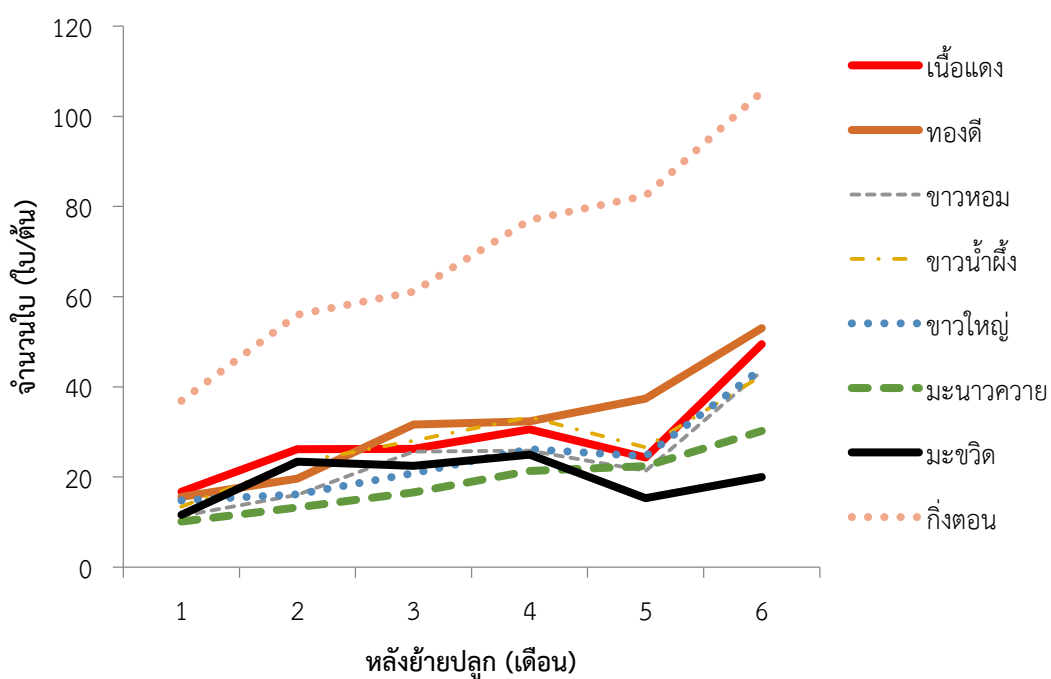
ภาพที่ 129 แสดงความสูงต้นของส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน



ภาพที่ 130 แสดงขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นตอชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน



ภาพที่ 131 แสดงขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางยอดพันธุ์ส้มโอสานบนต้นต่อชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน



ภาพที่ 132 แสดงจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นของยอดพันธุ์ส้มโอสานบนต้นต่อชนิดต่างๆ หลังย้ายปลูก 6 เดือน

โครงการวิจัยย่อยที่ 3.4 การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมส้มโอ

วิธีการวิจัย

ดำเนินการจัดทำแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรมของส้มโอต่างๆ และแปลงทดสอบผลผลิต โดยเน้นส้มโอที่มีเนื้อชมพูหรือแดง ภายในหมวดไม้ผล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในพื้นที่ประมาณ 5 ไร่ โดยมีพันธุ์เป้าหมายดังนี้ คือ ทองดี ทับทิมสยาม และพันธุ์เนื้อแดงจากจังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดอื่นๆ

สถานที่ทำการวิจัย

หมวดไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

ทำการรวบรวมส้มโอเนื้อสีแดง จำนวน 20 สายพันธุ์ ส้มโอพันธุ์การค้าเนื้อสีชมพู 3 พันธุ์ (ทองดี ขาวหอม และทับทิมสยาม) และเนื้อผลสีขาว 2 พันธุ์ (พันธุ์ขาวแตงกวา และขาวใหญ่) (ตารางที่ 47 และภาพที่ 133)



ภาพที่ 133 แปลงรวบรวมพันธุ์ส้มโอ

ตารางที่ 47 ส้มโอเนื้อสีแดง จำนวน 22 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะสีเนื้อเป็นสีชมพูถึงแดงเข้ม และพันธุ์การค้า จำนวน 5 พันธุ์ รวบรวมจากอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ

ลำดับ	รหัสพันธุ์		ลักษณะประจำพันธุ์	แหล่งพันธุ์
1	KKU-001	CY10-001	เนื้อผลสีแดงเข้มสม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
2	KKU-002	CY10-002	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
3	KKU-003	CY10-003 (มณีอีสาน)	เนื้อผลสีแดงเข้มสม่ำเสมอ**	จ. ชัยภูมิ
4	KKU-004	CY10-004	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
5	KKU-010	CY10-010	เนื้อผลสีแดงเข้มสม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
6	KKU-011	CY10-011	เนื้อผลสีแดงเข้มสม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
7	KKU-012	CY10-012	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
8	KKU-013	CY10-013	เนื้อผลสีแดงเข้มสม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
9	KKU-014	CY10-014	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
10	KKU-015	CY10-015	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
11	KKU-021	CY10-021	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
12	KKU-022	CY10-022	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
13	KKU-023	CY10-023	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
14	KKU-024	CY10-024	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
15	KKU-030	CY10-030	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
16	KKU-101	CY10-101	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
17	KKU-102	CY10-102	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
18	KKU-103	CY10-103	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
19	KKU-104	CY10-104	เนื้อผลสีแดงอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
20	KKU-105	CY10-105(มณีอีสาน)	เนื้อผลสีแดงเข้มสม่ำเสมอ**	จ. ชัยภูมิ
21	ทับทิมสยาม	-	เนื้อผลสีชมพูอ่อนไม่สม่ำเสมอ**	จ. นครศรีธรรมราช
22	ทองดี	-	เนื้อผลสีชมพูอ่อนไม่สม่ำเสมอ**	จ. ชัยภูมิ
23	ขาวหอม	-	เนื้อผลสีชมพูอ่อนไม่สม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
24	ขาวแตงกวา	-	เนื้อผลสีขาวสม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ
25	ขาวใหญ่	-	เนื้อผลสีขาวสม่ำเสมอ	จ. ชัยภูมิ

** สายพันธุ์ที่คัดเลือกเป็นต้นพ่อแม่

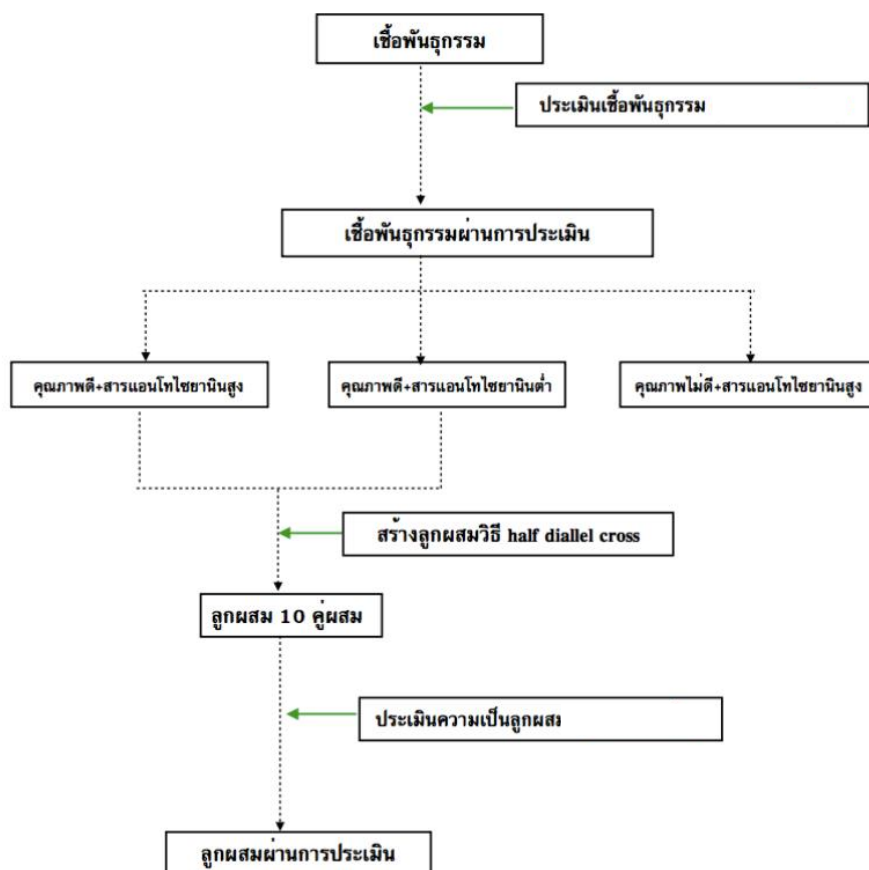
โครงการย่อยที่ 3.5 การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง

วิธีการวิจัย

สร้างลูกผสมระหว่าง ส้มโอพันธุ์แนะนำใหม่พันธุ์มณีอีสาน และ CY10-105 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีเนื้อสีแดงเข้มสะดุดตา แต่อาจมีรสชาติอมเปรี้ยวค่อนข้างมาก และพันธุ์การค้า ได้แก่ พันธุ์ทับทิมสยาม และพันธุ์ทองดี ซึ่งเป็นที่ยอมรับด้านรสชาติของผู้บริโภคส่วนใหญ่ เพื่อให้ได้คุณลักษณะด้านคุณภาพการบริโภคของพันธุ์การค้า พันธุ์ทับทิมสยาม พันธุ์ทองดี และยังคงมีสีแดงจากส้มโอ พันธุ์มณีอีสาน และ CY10-105 ให้รวมอยู่ในพันธุ์ลูกผสมใหม่ที่จะปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่

เมื่อทำการผสมข้ามในคู่ผสมต่างๆข้างต้นแล้ว จากนั้นนำเมล็ดที่ได้ไปเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 6 เดือน นำไปปลูกทดสอบในระยะชิด 2 x 2 เมตร เพื่อคัดเลือกโดยประเมินจากการเจริญเติบโตทั่วไป จากนั้นจึงนำยอดของสายต้นที่ถูกคัดเลือกไปเปลี่ยนยอดในต้นตอขนาดใหญ่เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตทางด้านคุณภาพ ลักษณะทรงผล สีเปลือกผล สีเนื้อกิ่ง ต่อไป

การสร้างลูกผสม ประกอบด้วยกิจกรรมวิจัย ตามแผนภูมิ



สถานที่ทำการวิจัย

หมวดไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และอาคารปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกส้มโอ

ดอกส้มโอ เป็นดอกเดี่ยว โดยอาจมีดอกเกิดรวมกันในตำแหน่งเดียวกันมากกว่า 1 ดอกได้ พบมีประมาณ 2 – 20 ดอกใน 1 ช่อดอก ดอกส้มโอเป็นดอกที่มีขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางดอก 3 – 7 เซนติเมตร นับว่าจัดเป็นดอกสมบูรณ์ (Complete flower) มีครบ 4 องค์ประกอบ คือ กลีบเลี้ยง (Sepal) มี 3 – 5 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นวงสีเขียวอยู่ด้านล่างและอยู่ด้านนอกสุดของขององค์ประกอบดอก ถัดเข้ามาเป็น กลีบดอก (Petal) มี 4 – 5 กลีบแยกกัน สีขาว โดยกลีบดอกในขณะดอกตูมจะมีต่อมน้ำมันเป็นจุดสีเขียว ถัดเข้ามาชั้นที่ 3 จะเป็น เกสรเพศผู้ (Stamen) มีเกสรเฉลี่ย 20 – 25 อัน ที่โคนของก้านชูเกสรเพศผู้ (Filament) จะเชื่อมติดกันเป็นกลุ่ม 4 – 5 กลุ่มเป็นวง และจะแยกกันบริเวณตรงกลางของก้านชูเกสร ความยาวของก้านชูเกสรเฉลี่ย 1.23 – 1.75 เซนติเมตร ส่วนปลายก้านชูเกสร มีอับละอองเกสร (Anther) มีลักษณะสี่เหลี่ยม เป็นกระเปาะ 2 กระเปาะ ภายในมีละอองเกสร (Pollen) เป็นลักษณะทรงกลม มีกลิ่นหอม ถัดเข้าด้านในสุดของดอก คือ เกสรเพศเมีย (Pistil) ปลายเกสร (Stigma) มีลักษณะแผ่ออกเป็น 2 ส่วน และจะมีของเหลวเหนียวปกคลุมปลายเกสร และภายในมีหลอดเกสรเพศเมีย (Style) มีลักษณะอวบสั้น สีเขียวอ่อน โดยเชื่อมต่อกับรังไข่ขนาดใหญ่ ซึ่งรังไข่มี 11 – 16 ช่อง รังไข่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 7.1 – 8 เซนติเมตร (ภาพที่ 134)



ภาพที่ 134 ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกส้มโอต้นพ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์

ขั้นตอนการผสมพันธุ์ส้มโอ

ขั้นตอนการผสมข้ามเป็นขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นำละอองเกสรจากต้นพ่อผสมข้ามกับพันธุ์แม่ ที่ต่างพันธุ์ เพื่อให้เกิดการรวมตัวระหว่างละอองเกสรตัวผู้ต้นพ่อกับไข่ต้นแม่ การผสมข้ามที่สมบูรณ์จะต้องไม่พบการผสมกับละอองเกสรภายในต้นแม่ หรือการผสมข้ามกับละอองเกสรต้นที่ไม่ต้องการ การสร้างส้มโอเนื้อสีแดงลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 นั้น จะต้องประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกำจัดหรือการตอนเกสรตัวผู้ของพันธุ์แม่ และการถ่ายละอองเกสร

การตอนดอก (Emasculation)

การตอนเกสรตัวผู้ของต้นแม่ เป็นการป้องกันการผสมตัวเอง และผสมข้ามจากต้นที่ไม่ต้องการ การเอาอับละอองเกสรตัวผู้ออก และการคลุมดอกต้นแม่จึงมีความสำคัญ โดยรายละเอียดขั้นตอนการตอนดอกส้มโอ ดังนี้ (ภาพที่ 135)

1) เริ่มจากการเลือกดอกที่สมบูรณ์ที่พร้อมบานในอีก 1-2 วัน สังเกตจากกลีบดอกที่มีสีขาวไม่มีสีเขียวปน ขนาดใหญ่ และกลีบดอกสามารถแตกออกได้ง่าย (ภาพแถบบน ซ้าย)

2) การเปิดกลีบดอกจะใช้คีมปากคีบ (forceps) ช่วยในขั้นตอนการเปิดและขั้นตอนการดึงอับละออง เกสรเพศผู้ที่อยู่รอบเกสรเพศเมียออกให้หมด (ภาพแฉกบน กลาง) และควรระมัดระวังการสัมผัสปลายเกสร เพศเมีย ทั้งนี้คีมที่ใช้ควรทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์เมื่อทำการเปลี่ยนดอกหรือคู่ผสม ช่วงเวลาที่ เหมาะสมแก่การตอน คือ ช่วงเวลา 16.00-18.00 น. เนื่องจากการแตกของอับละอองเกสรจะอยู่ในช่วงเช้า ประมาณ 8.00-12.00 น. ดังนั้นจึงควรนำอับละอองเกสรออกก่อนที่อับละอองเกสรจะแตก ต้องระมัดระวัง ไม่ให้ก้านชูเกสรตัวเมียชำ และระมัดระวังการแตกของอับละอองเกสร

3) คลุมดอกที่ดึงอับละอองเกสรเพศผู้ออก ด้วย紗ลหรือถุงคลุมที่เป็นกระดาษ (ภาพแฉกบน ขวา) เพื่อป้องกันการผสมข้าม จากละอองเกสรที่ไม่ต้องการ



ภาพที่ 135 ขั้นตอนการผสมส้มโอ

การเก็บรักษาละอองเกสรดอกส้มโอ

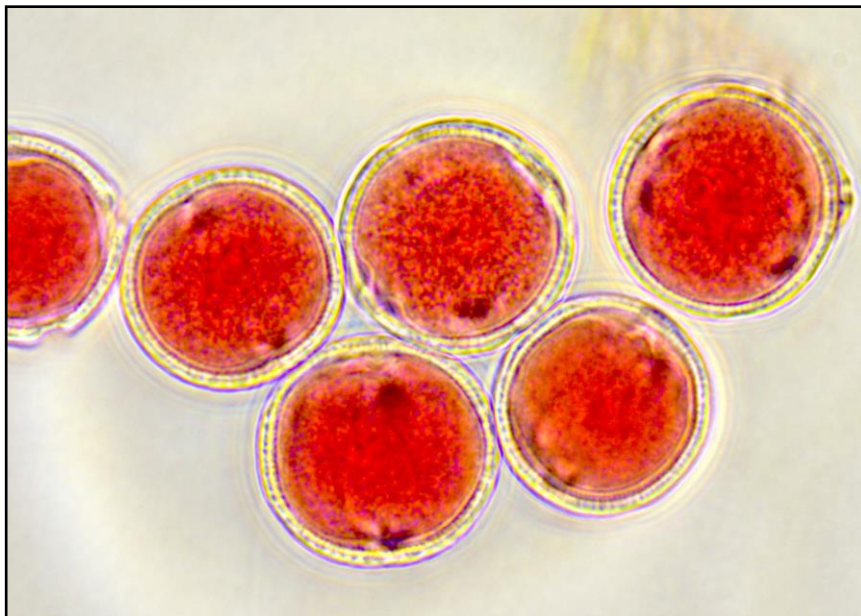
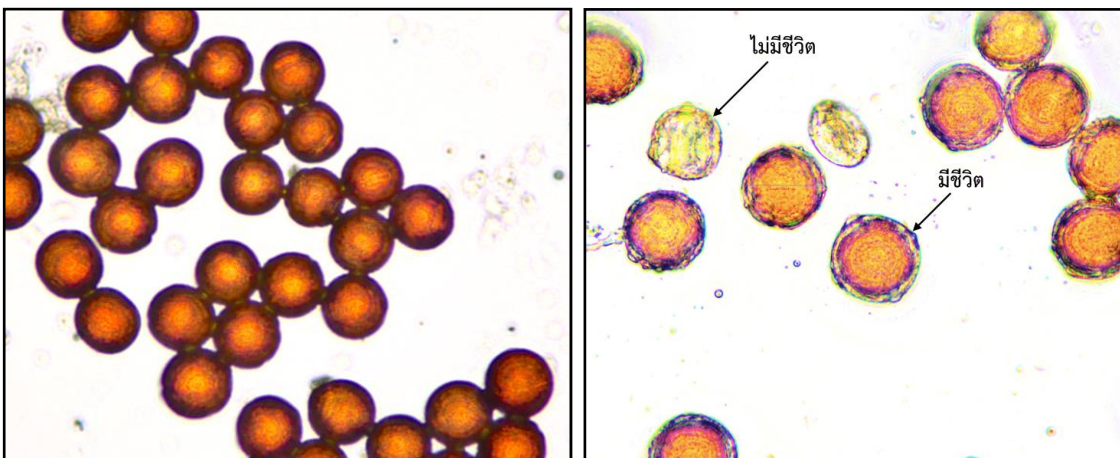
การเก็บรักษาละอองเกสรส้มโอนั้น ทัวไปแล้วจะทำการเก็บดอกที่จะบานในอีก 1 วัน โดยนำมาทำการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ

1. คัดเลือกดอกพันธุ์พ่อเพื่อเก็บละอองเกสร จะคัดเลือกดอกที่สมบูรณ์
2. ทำการเก็บดอกพันธุ์พ่อในช่วงเวลา 10.00-13.00 น. ตากในที่ร่มและอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้อับละอองเกสรแตกและปล่อยละอองเกสรออกมา
3. นำละอองเกสรที่ได้ใส่ขวดหรือถุงซิปล็อค เก็บที่อุณหภูมิ -4 ถึง 0 องศาเซลเซียสจะเป็นการเก็บระยะสั้น คือ รักษาความมีชีวิตของละอองเกสรที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ได้นาน 2-4 สัปดาห์ และเก็บรักษาที่ -20 ถึง -80 องศาเซลเซียส รักษาความมีชีวิตของละอองเกสรที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ได้นาน 6 เดือนถึง 1 ปี

การทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสร

ใช้วิธีการย้อมสี (stainng method) ด้วย 1% acetocarmine โดยหยด 1% acetocarmine 1-2 หยด บนสไลด์แล้วเขี่ยละอองเกสรลง จำนวน 1 อับละอองเกสร ทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง สุ่มตรวจนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 400 1000 (ภาพที่ 136) ละอองเกสรที่ติดสีแดงเข้ม สม่ำเสมอและมีรูปร่างปกติ นับเป็นละอองเกสรที่มีชีวิต ละอองเกสรที่ย้อมไม่ติดสีแดงหรือไม่สม่ำเสมอและมีรูปร่างผิดปกติ นับเป็นละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต แล้วทำการคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่ติดสี}}{\text{จำนวนละอองเกสรที่สุ่มนับทั้งหมด}} \times 100$$



ภาพที่ 136 ละอองเกสร ส้มโอพันธุ์ฉวีอีสาน (CY10-003) เมื่อดอกบานเต็มที่ ผ่านกล้องจุลทรรศน์ 100x (ภาพบน ซ้าย) , 400X (ภาพบน ขวา) และ 1000X (ภาพล่าง)

การเตรียมดอกต้นแม่

ในการผสมดอกส้มโอนั้น ทำการคัดเลือกดอกที่เหมาะสมแก่การผสมและไม่มีการผสมภายในดอกด้วย โดยช่วงของดอกที่เหมาะสมคือ ระยะที่ 4 (ภาพที่ 137) ดอกมีความสมบูรณ์และมีองค์ประกอบของดอกครบ การเตรียมเกสรเพศเมียต้นแม่ โดยมีการตอนดอก หรือการทำหมันดอก (Emasculation) โดยเลือกดอกก่อนบาน 2 วัน สังเกตจากกลีบดอกตูมมีสีขาว หรือดูจากอัตราส่วนของกลีบดอก : กลีบเลี้ยง เท่ากับ 1 : 1 และดอกมีลักษณะชี้ขึ้น จากนั้นกรีดกลีบดอกด้วยปากคิ๊บ แล้วดึงอับละอองเกสรตัวผู้ออกทั้งหมด การนำอับละอองเกสรตัวผู้ที่สะอาดจะช่วยทำให้การทำหมันได้ทั้งหมดและแม่นยำยิ่งขึ้น แต่ต้องระมัดระวังไม่ให้ก้านชูเกสรตัวเมียและรังไข่บอบช้ำ หลังจากทำหมันแล้ว จะใช้ลวดเหล็กบางผูกไหมพรมหรือผ้าพลาสติกสีต่างๆกันในแต่ละวัน หนีบไว้ที่ใต้ใบใกล้ตำแหน่งดอกที่ทำหมัน เพื่อเป็นสัญลักษณ์ที่จะบอกให้ทราบถึงวันทำหมัน การทำหมันจะทำในช่วงบ่าย



ภาพที่ 137 ระยะการพัฒนาของดอก ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน (CY10-003)

การผสมข้าม

การผสมข้ามจะทำในช่วงเวลาที่เหมาะสมซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละพืช โดยส้มโอช่วงเวลาที่เหมาะสมแก่การถ่ายละอองเกสรและทำให้ติดเมล็ดสูงที่สุด คือ ช่วงระยะเวลา 11.00 -14.00 น. รายละเอียดการถ่ายละอองเกสรส้มโอมีดังนี้ (ภาพที่ 135)

1. การถ่ายละอองจะใช้ปลายพู่กันแตะเอาละอองเกสรของต้นพ่อและลงบนยอดเกสรตัวเมียของพันธุ์แม่โดยตรงหรือใช้คีมปากคิ๊บในการแตะเพื่อผสมข้ามได้ การสังเกตความพร้อมของเกสรเพศเมียคือ จะมีเมือกหรือน้ำหวานที่ปลายเกสรตัวเมียที่มาก (ภาพแฉกกลาง ขวา)

2. หลังจากนั้นคลุมดอกไว้เช่นเดิมเหมือนกับการตอนเกสรตัวผู้ (ภาพแฉกกลาง กลาง) เพื่อป้องกันการผสมข้ามจากละอองเกสรที่ไม่ต้องการ โดยทั่วไป จะเอาวัสดุคลุมออกได้นั้น ต้องสังเกตที่เกสรเพศเมียหากเหี่ยวแห้งแล้วก็สามารถนำวัสดุคลุมออกได้ จำนวนวันขึ้นกับสภาพอากาศ

3. บันทึกพันธุ์ของกลุ่มผสมวันผสมพร้อมทั้งชื่อผู้ผสมไว้ด้วย (ภาพแฉกกลาง ซ้าย)

ผลการผสมเกสร

การศึกษาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์มณีอีสาน ที่ทำการเก็บทุก 1 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 0700 – 1600 น. พบว่า ส้มโอจะเริ่มปลดปล่อยละอองเกสรตั้งแต่วันที่ 0900 น. โดยละอองเกสรจะมีความมีชีวิตสูงสุด ระหว่างเวลา 0909 – 1100 น. จากนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว และหมดความมีชีวิตเมื่อเวลา 1600 น. ส่วนการติดผลของการผสมข้ามระหว่างส้มโอพันธุ์มณีอีสาน กับ พันธุ์ทองดี พบว่า การผสมข้ามระหว่างเวลา 1200 – 1400 น. ให้อัตราการติดผลสูงกว่า 70% และช่วงเวลาการผสมที่ 1600 น. ให้การติดผลน้อยที่สุด โดยผลที่ผสมระหว่าง 0900 น. มีอัตราการร่วงสูงที่สุด รองลงมาคือ ที่ 1600 และ 1000 น

สรุปผลการวิจัย

การสร้างส้มโอพันธุ์ลูกผสม

ทำการสร้างลูกผสมส้มโอเนื้อสีแดง 2 สายพันธุ์ คือ CY10-003 และ CY10-105 กับพันธุ์ส้มโอทางการค้า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ทับทิมสยามและพันธุ์ทองดี โดยทำการผสมแบบพบกันหมด (Full diallel) (ตารางที่ 49) เมื่อได้ลูกผสมแล้ว จึงทำการประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล และ ทำการประเมินลูกผสมด้วยลักษณะปรากฏ (Phenotype)

การรวบรวมและดูแลส้มโอพันธุ์ลูกผสม

ปลูกต้นส้มโอพันธุ์ลูกผสมที่ได้ จำนวน 6 คู่ผสม ๆ ละ 200 ต้น โดยใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร ในแปลงปลูก ทำการดูแลรักษา เพื่อศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางการเกษตร ต้นส้มโอพันธุ์ลูกผสมที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการ จะได้แนะนำให้เป็นส้มโอพันธุ์ใหม่ต่อไป

อนึ่ง เนื่องจาก จำนวนต้นส้มโอลูกผสม มีจำนวนมาก (1,200 ต้น) ทำให้ต้องใช้พื้นที่ปลูกและการดูแลรักษามาก จึงทำการฝากยอดต้นส้มโอพันธุ์ลูกผสมบนต้นต่อส้มโอที่เหมาะสม

ตารางที่ 48 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรและเปอร์เซ็นต์การติดผลของลูกผสม ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน กับส้มโอพันธุ์ทองดี

เวลา	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร		เปอร์เซ็นต์การติดผลของลูกผสม	
	พันธุ์มณีอีสาน	พันธุ์ทองดี	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
0700	0 f	0 g	0 f	0 f
0800	0 f	0 g	0 f	0 f
0900	95 a	92 b	50 a	38 d
1000	93 a	94 a	55 cd	51 c
1100	92 a	93 ab	65 b	64 ab
1200	86 b	84 c	74 a	74 a
1300	68 c	70 d	75 a	75 a
1400	40 d	52 e	73 a	72 a
1500	10 e	38 f	60 bc	58 b
1600	3 f	2 g	21 e	15 e
Mean	48.52	51.30	47.27	44.70
CV (%)	4.91	2.62	9.99	9.68
Lsd .05	3.45	1.94	6.84	6.27

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ 95%

ตารางที่ 49 แผนผังการผสมส้มโอพันธุ์พันธุ์เนื้อแดงกับพันธุ์การคำพ่อแม่ 4 พันธุ์ ผสมแบบพบกันหมด (full diallel)

แม่/พ่อ	CY10-003 (1)	CY10-105 (2)	ทับทิมสยาม (3)	พันธุ์ทองดี (4)
CY10-003 (1)	1×1	1×2	1×3	1×4
CY10-105 (2)	2×1	2×2	2×3	2×4
ทับทิมสยาม (3)	3×1	3×2	3×3	3×4
พันธุ์ทองดี (4)	4×1	4×2	4×3	4×4

1 = พันธุ์ CY10-003 2 = พันธุ์ CY10-105 3 = พันธุ์ทับทิมสยาม 4 = พันธุ์ทองดี

โครงการย่อยที่ 3.6 การประเมินความเป็นลูกผสมของส้มโอเนื้อสีแดง

วิธีการวิจัย

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสมด้วยเครื่องหมายโมเลกุล

ศึกษาสายพันธุ์ ดีเอ็นเอของส้มโอสายพันธุ์พ่อแม่ ที่ใช้สร้างลูกผสม โดยใช้ทั้งหมด 5 สายพันธุ์ ประกอบด้วย ส้มโอพันธุ์พันธุ์ทับทิมสยาม ส้มโอมณีอีสาน ส้มโอเบอร์ CY10-105 ส้มโอทองดี และส้มโอขาวแตงกวา จากนั้นนำส้มโอแต่ละสายพันธุ์มาสกัดดีเอ็นเอตามวิธีของ Dellaporta miniprep method (Dellaporta et al., 1983) โดยเก็บตัวอย่างใบอ่อนส้มโอจากนั้นนำส้มโอแต่ละพันธุ์มาสกัดดีเอ็นเอตามวิธีของ Dellaporta miniprep method (Dellaporta et al., 1983) นำสารละลายดีเอ็นเอที่สกัดได้ไปตรวจสอบปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอที่ได้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของส้มโอด้วยเครื่องหมาย SSR โดยมีองค์ประกอบของปฏิกิริยา PCR (polymerase chain reaction) ประกอบด้วย DNA template 50 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร 1X PCR buffer 2.5mM MgCl₂ 0.2mM dNTP 0.2 UM primer Taq DNA polymerase 1 ยูนิต แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นนิ่งมาเพื่อให้ครบ 25ul ผสมองค์ประกอบต่างๆ ให้เข้ากันดี แล้วจึงนำไปเข้าเครื่อง DNA Thermal cycler จากนั้นนำดีเอ็นเอที่ได้จากการทำ PCR มาตรวจสอบผลด้วยเทคนิค electrophoresis โดยใช้ acrylamide gel ที่มีความเข้มข้น 6 % เป็นตัวกลางในการแยก วิเคราะห์ข้อมูลโดยตรวจดูตำแหน่งของการเกิดแถบดีเอ็นเอ และไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ ทำการบันทึกผล

การประเมินลักษณะสัณฐานวิทยาของลูกผสม 6 คู่ผสม

บันทึกลักษณะสัณฐานวิทยา ใบของลูกผสม รูปร่างปลายใบ รอยเว้าขอบใบ รูปร่างปีกใบ ของต้นกล้าอายุประมาณ 12 เดือน โดยเบื้องต้นพบลักษณะของใบที่แตกต่างจากสายพันธุ์ของพ่อแม่ โดยการเก็บตัวอย่างทำการเก็บใบที่เจริญเติบโตเต็มที่

ผลการวิจัย

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสมด้วยเครื่องหมายโมเลกุล

การใช้เครื่องหมาย SSR ที่มีรายงานการจำแนกพันธุ์ส้มโอ จำนวน 10 ไพร์เมอร์ ได้แก่ Cit01, Cit03, CMS4, CMS24, CT19, GT03, CT02, CT21, P1826 และ CAC23 พบว่า ไพร์เมอร์ที่ใช้ในการศึกษาสายพันธุ์ ดีเอ็นเอ ที่สามารถเกิดแถบความแตกต่างของดีเอ็นเอได้ มี 2 ไพร์เมอร์ ได้แก่ CT21 และ Cit01 ที่ 200 และ 250 bp ตามลำดับ

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-CT21 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ มณีอีสาน x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ และแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 34 84 และ 78 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 166 116 และ 112 ต้น ตามลำดับ และไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจำนวน 2 คู่ผสม คือ CY10-105 x มณีอีสานและทองดี x ทับทิมสยาม (ภาพที่ 138)

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-Cit01 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ ทองดี x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทับทิมสยาม CY10-105 x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่

มีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 46 184 200 และ 136 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 154 16 0 และ 64 ต้นตามลำดับ และไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจำนวน 1 คู่ผสม คือ มณีอีสาน x ทองดี (ภาพที่ 139)

การประเมินลักษณะสัณฐานวิทยาของลูกผสม 6 คู่ผสม

ลูกผสมแต่ละคู่มีสัณฐานวิทยาแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ตารางที่ 50) การเจริญของความสูงอยู่ในระดับที่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 140 - 141)

สรุปผลการวิจัย

ได้ลูกผสม จำนวน 6 คู่ผสม ทำการเพาะเมล็ดลูกผสม คัดเลือกต้นกล้าคู่ผสมละ 200 ต้น ทำการปลูก และศึกษาลักษณะทางการเกษตรของต้นส้มโอลูกผสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ระบบการจัดการคุณภาพ :GAP พีช ส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. สถิติการผลิตส้มโอส้มโอ. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th>. ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558.
- จิรายุ มุสิกกา และอัมพร แซ่เอียว. 2556. ผลของสีและสายพันธุ์ของผลหมากเม่าต่อสมบัติกายภาพเคมี และสารเชิงสุขภาพ. Graduate Research Conference. Khon Kaen University.
- ช่อแก้ว อนิลบล, ปรมศ บรรเทิง, จิรวัฒน์ สนิทชน และพัชริน สงศรี. 2557. พันธุกรรมของการ สั้เคราะห์สารแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวดำ. วารสารแก่นเกษตร. 42(3): 347- 356.
- ดวงกมล สิมจันทร์ วิษฐิตา จันทราพรชัย และวิชัย หฤทัยนาสนันตี. 2551. การสกัดแอนโทไซยา นินจากข้าวเหนียวดำ. แหล่งข้อมูล <http://www.kucon.lib.ku.ac.th/cgiabin>. ค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2552
- บัณฑิตวรรณ ชูระพระ, จันทนา บุญยะรัตน์, เยาวเรศ ชูลิขิต และสุภาวดี ดาวดี. 2559. การ วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในส้มโอ. ว.เภสัชศาสตร์อีสาน. 11 (พิเศษ): 80-91
- ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์. 2547. การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินส์ที่สกัดได้จากเปลือก มังคุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รัตนา รุจิรวนิช และระเมน เสรีวรวิทย์กุล . 2532. การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วิจิตร วรรณชิต. 2538. ปริมาณการขับน้ำหวานของดอกส้มโอพันธุ์หอมหัดใหญ่และบทบาทของน้ำหวานที่มีผลต่อการถ่าย ละอองเกสรด้วยแมลง. วารสารสงขลานครินทร์. 17(1): 35-41.
- วิเศษ อัครวิทยากุล. 2540. การปลูกส้มโอ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมัคร แก้วสุกแสง และ พีรพงศ์ แสงวนางค์กุล. 2558. ปริมาณสารออกฤทธิ์ของผลไม้ตระกูลส้ม ที่ปลูกในภาคใต้. วารสารแก่นเกษตร. 43(1)(พิเศษ): 800-804.

- เสาวณี คงศรี.2551.การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของส้มโอในประเทศไทยด้วยเครื่องหมาย Simple Sequence Repeat (SSR). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เสาวภา ไชยวงศ์ ชีรพงษ์ เทพภรณ์ สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์ โรมรัน ชูศรี และ อุไรวรรณ ขุนจันทร์. 2553. โครงการการประเมินสารออกฤทธิ์สำคัญในกลุ่ม Flavonoids และ Anthocyanins ของส้มโอพันธุ์ทองดี พันธุ์ขาวน้ำผึ้งพันธุ์ขาวแตงกวา พันธุ์ขาวใหญ่ และพันธุ์ทับทิมสยาม ที่ปลูกในประเทศไทย รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- อรุณทิพย์ เหมะธูลิน สกุลกานต์ สิมลา สุรศักดิ์ บุญแต่ง และสุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. 2555. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (L^* , a^* และ b^*) กับปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. วารสารแก่นเกษตร(พิเศษ). 40(4): 59-64
- อรุษา เขาวนลิขิต. 2554. การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. วารสารมหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 กรกฎาคม-ธันวาคม 2554.
- Aleza, P., J. Juárez, M. ernández, P. Ollitrault, and L. Navarro. 2012. Implementation of extensive citrus triploid breeding programs based on 4x× 2x sexual hybridisations. *Tree Genetics and Genomes*. 8(6) :1293-1306.
- Apsalis, C. and F. J. Francis. 1965. Cranberry anthocyanins. *Journal of Food Science*. 30(3): 396-399.
- Barkley, N. A., M. L. Roose, R. R. Krueger, and C. T. Federici. 2006. Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). *Theoretical and Applied Genetics*. 112(8) : 1519-1531.
- Barone, A. 2003. Molecular marker-assisted selection for resistance to pathogens in tomato. pp. 29-35. In : MAS workshop held prior to Conference 10. "Marker assisted selection: A fast track to increase genetic gain in plant and animal breeding?". Turin, Italy. 17-18. October 2003.
- Brouillard, R., and J. M. Chahine. 1980. Chemistry of anthocyanin pigments. 6. Kinetic and thermodynamic study of hydrogen sulfite addition to cyanin. Formation of a highly stable Meisenheimer-type adduct derived from a 2-phenylbenzopyrylium salt. *Journal of the American Chemical Society*. 102(16): 5375-5378.
- Cabrita, L., T. Fossen, and M. A. Oyvind. 2000. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 68: 101-107.
- Caetano, A. G. and P. M. Gresshoff. 1997. DNA markers: protocols, Applications, and overviews. 3: 575.
- Chen, C., K. D. Bowman, Y. A. Choi, P. M. Dang, M. N. Rao, S. Huang, and F. G. Gmitter. 2008. EST-SSR genetic maps for *Citrus sinensis* and *Poncirus trifoliata*. *Tree Genetics and Genomes*. 4(1): 1-10.
- Cotroneo, P. S., M. P. Russo, M. Ciuni, G. R. Recupero, and A. R. L. Piero. 2006. Quantitative real-time reverse transcriptase-PCR profiling of anthocyanin biosynthetic genes during

- orange fruit ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 131(4): 537-543.
- Dangles, O., N. Saito, and R. Brouillard. 1993. Anthocyanin intramolecular copigment effect. *Phytochemistry*. 34(1): 119-124.
- Davenport, T. L. 1990. Citrus flowering. *Horticultural Reviews*. Volume 12: 349-408.
- De, T. J. M., M. R. Ibarra, P. A. Algarabel, and C. Ritter. 1997. Evidence for magnetic polarons in the magnetoresistive perovskites. *Nature*. 386(6622): 256.
- Fanciullino, A. L., C. M. Dhuique, Y. Froelicher, M. Talón, P. Ollitrault, and R. Morillon. 2008. Changes in carotenoid content and biosynthetic gene expression in juice sacs of four orange varieties (*Citrus sinensis*) differing in flesh fruit color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(10): 3628-3638.
- Fang, D. Q., C. T. Federici, and M. L. Roose. 1998. A high-resolution linkage map of the citrus tristeza virus resistance gene region in *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. *Genetics*. 150(2): 883-890.
- Fuleki, T. and F. J. Francis. 1968. Quantitative Methods for Anthocyanins. *Journal of Food Science*. 33(3): 266-274.
- Garcia, A. L., F. Curk, H. T. Snoussi, R. Morillon, G. Ancillo, F. Luro, and P. Ollitrault. 2013. A nuclear phylogenetic analysis: SNPs, indels and SSRs deliver new insights into the relationships in the 'true citrus fruit trees' group (Citrinae, Rutaceae) and the origin of cultivated species. *Annals of botany*. 111(1): 1-19.
- Giusti, M. M., L. E. S. Rodriguez, and R. E. Wrolstad. 1999. Spectral characteristics, molar absorptivity and color of pelargonidin derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 4631-7.
- Gomez M. J., J. F. Cacho, V. Ferreira, I. M. Vicario, and F. J. Heredia. 2007. Volatile components of Zalema white wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 100(4): 1464-1473.
- Guo, F., H. Yu, Z. Tang, X. Jiang, L. Wang, X. Wang, and X. Deng. 2015. Construction of a SNP-based high-density genetic map for pummelo using RAD sequencing. *Tree Genetics and Genomes*. 11(1): 1-11.
- Hou, X., Y. Guo, L. Guo, Y. Hu, and H. Jiang. 2012. Simple Sequence Repeat Molecular Marking Analysis of the Genetic Relationship between Zhaoqing Local Fine Citrus Breeds and Other Citrus and Allied Plants. *Journal of Agricultural Science*. 4(11): 102.
- Hu, Q. P. and J. G. Xu. 2011. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59: 2026-2033.
- Hussein, E. H., S. M. Abd, N. A. Awad, M. S. Hussein, A. A. El, S. Haroon, and S. K. Assem. 2003. Assessment of genetic variability and genotyping of some Citrus accessions using molecular markers. *Arab Journal of Biotechnology*. 7(1): 23-36.

- Hwang, S. L., P. H. Shih, and G. C. Yen, 2012. Neuroprotective effects of citrus flavonoids. *Journal of Agricultural and Food chemistry*. 60(4): 877-885.
- Lopez, M. L. X., R. M. Oliart, A. G. Valerio, C. H. Lee, K. I. Parkin, and H. S. Garcia. 2009. Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. *LWT- Food Science and Technology* 42: 1187-1192.
- Piero, A. R. L., A. Consoli, I. Puglisi, G. Orestano, G. R. Recupero, and G. Petrone. 2005. Anthocyaninless cultivars of sweet orange lack to express the UDP-glucose flavonoid 3-O-glucosyl transferase. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 14(1): 9-14.
- Porebski, S., L. G. Bailey, and B. R. Baum. 1997. Modification of a CTAB DNA protocol for plants containing high polysaccharide and polyphenol components. *Plant Molecular Biology Reporter*. 15(1): 8-15.
- Rapisarda, P., S. Fabroni, S. Peterek, G. Russo, and H. P. Mock. 2009. Juice of new citrus hybrids (*Citrus clementina* Hort. ex Tan. x *C. sinensis* L. Osbeck) as a source of natural antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 117(2): 212-218.
- Shahzadi, K., S. Naz, and S. Riaz. 2014. Assessing genetic diversity of Pakistani citrus varieties using microsatellite markers. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 24(6): 1752-1757.
- Zilic, S., A. Serpen, G. Akillioglu, V. Gokmen, and J. Vancetovic. 2012. Phenolic compounds, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60: 1224-1231.

ตารางที่ 50 แสดงลักษณะพื้นฐานของใบ

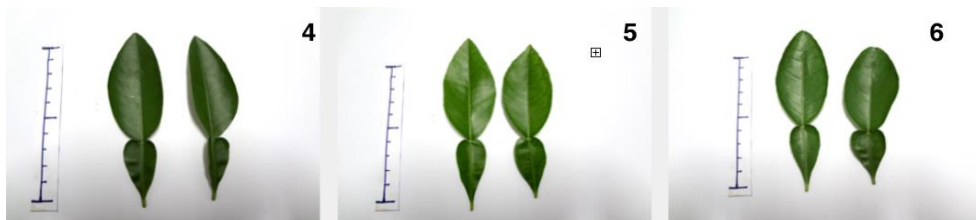
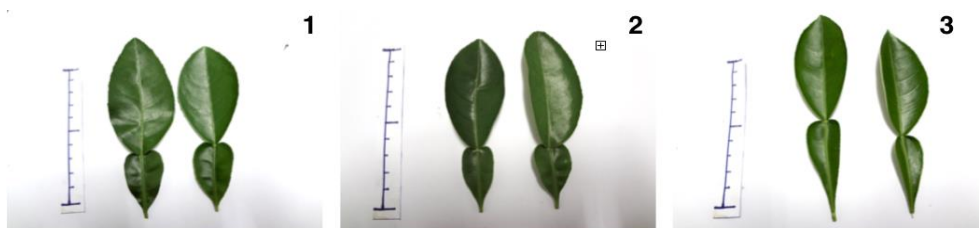
cultivars	รูปร่างปลายใบ (Shape of apex)	รอยเว้าของขอบใบ (Incisions of margin)	รูปร่างปีกใบ (Shape of wing)
มณีอีสาน	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	รูปหัวใจ (cordiform)
ทับทิมสยาม	หยักมน (crenate)	รูปไข่ (ovate)	รูปคล้ายสามเหลี่ยม (deltoid)
ทองดี	เป็นคลื่น (wavy)	รูปกลม (orbicular)	รูปหัวใจ (cordiform)
CY10-105	เรียบ (entire)	รูปรี (elliptic)	รูปหัวใจ (cordiform)
มณีอีสาน x ทับทิมสยาม	หยักซี่ฟัน (dentate)	รูปไข่กลับ (obovate)	รูปหัวใจ (cordiform)
มณีอีสาน x ทองดี	หยักซี่ฟัน (dentate)	รูปรี (elliptic)	รูปไข่กลับ (obovate)
CY10-105 x มณีอีสาน	เป็นคลื่น (wavy)	รูปใบหอก (lanceolate)	รูปคล้ายสามเหลี่ยม (deltoid)
CY10-105 x ทองดี	เรียบ (entire)	รูปรี (elliptic)	รูปคล้ายสามเหลี่ยม (deltoid)
CY10-105 x ทับทิมสยาม	หยักซี่ฟัน (dentate)	รูปรี (elliptic)	รูปไข่กลับ (obovate)
ทองดี x ทับทิมสยาม	หยักมน (crenate)	รูปไข่กลับ (obovate)	รูปหัวใจ (cordiform)



ภาพที่ 138 รูปแบบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR-CT21 ที่สามารถจำแนกความแตกต่างของของลูกผสม 1 : มณีอีสาน(แม่). 2: ทับทิมสยาม (พ่อ). 16, 17, 18 ,21, 22 : ลูกผสมส้มโอระหว่างพันธุ์ มณีอีสาน กับ ทับทิมสยาม (Heterozygous) 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 20 : ลูกผสมส้มโอระหว่างพันธุ์ มณีอีสาน กับ ทับทิมสยาม (Homozygous).



ภาพที่ 139 รูปแบบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR-Cit01 ที่สามารถจำแนกความแตกต่างของของลูกผสม 1 : มณีอีสาน. 2 : ทับทิมสยาม. 2-24 : ลูกผสมส้มโอระหว่างพันธุ์ มณีอีสานกับทับทิมสยาม (Heterozygous).



ภาพที่ 140 ลักษณะต้นของลูกผสม 1. มณีอีสาน x ทับทิมสยาม 2. มณีอีสาน x ทองดี 3. CY10-105 x มณีอีสาน 4. CY10-105 x ทองดี 5. CY10-105 x ทับทิมสยาม 6. ทองดี x ทับทิมสยาม

		
Manee E-san X Tubtim Siam	Manee E-san X Thong Dee	Thong Dee X Tubtim Siam
		
CY10-105 X Tubtim Siam	CY10-105 X Thong Dee	CY10-105 X Manee E-san

ภาพที่ 141 ลูกผสม 6 คู่ผสมอายุ 12 เดือน

สรุปผลการวิจัย

โครงการ ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาส้มโอพันธุ์ทองดีของอำเภอบ้านแท่น และส้มโอเนื้อสีแดงของอำเภอเกษตรสมบูรณ์ เป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ โดยแผนงานหลักด้านการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 โครงการวิจัยย่อย คือ โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอเกษตรสมบูรณ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ และ โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง

โครงการวิจัย การสร้างอัตลักษณ์พันธุ์ทองดีบ้านแท่น ประกอบด้วยโครงการวิจัย 2 เรื่อง คือ การเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นในแต่ละช่วงเวลาการผลิต และการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่นกับส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์อื่น ๆ จากแหล่งปลูกอื่นๆ พบว่า ผลผลิตฤดูการผลิตหลัก ในเดือนกันยายน ผลผลิตในชุดนี้ จะออกดอกประมาณเดือนมกราคม ซึ่งเกษตรกรจะมีการดูแลรักษาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการใช้ปุ๋ยเคมีบำรุงระหว่างการพัฒนาการของผล และมีการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตส้มโอก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 1 -2 เดือน ทำให้ผลส้มโอพันธุ์ทองดีรุ่นการผลิตหลักที่ไม่ใช่คุณภาพเพื่อการส่งออก มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.21 – 1.35 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ประมาณ 1.3 กิโลกรัม จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 4 (1300 – 1500 กรัม) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีขนาดเส้นรอบวงผล 47.3 – 50.7 ซม. เฉลี่ย 48.9 ซม. จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 3 (470 – 498 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.55° Brix และปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ เฉลี่ย 0.48%

ผลผลิต ส้มโอฤดูกาลรอง (ส้มนอกฤดู) ผลผลิตชุดนี้ ส้มโอจะทยอยออกดอกในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม จะมีการทยอยเก็บเกี่ยว ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน ผลส้มโอในรุ่นนี้ มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.05 – 1.33 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ประมาณ 1.23 กิโลกรัม จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 5 (1100 – 1300 กรัม) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีขนาดเส้นรอบวงผล 44.4 – 49.7 ซม. เฉลี่ย 47.7 ซม. จัดอยู่ในกลุ่มรหัสขนาด 3 (470 – 498 มม.) ตามมาตรฐาน มกอช. 0013-2550 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.53° Brix และปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ เฉลี่ย 0.63%

ผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีรุ่นฤดูการผลิตรอง มีปริมาณกรดสูงกว่าผลผลิตในช่วงฤดูการผลิตหลัก เนื่องจากผลผลิตในรุ่นนี้ เกษตรกรไม่ได้ให้ความสนใจดูแลรักษาอย่างจริงจัง ผลผลิตในรุ่นนี้ จะได้รับการดูแลรักษาจากผลพลอยได้ของการดูแลรักษาผลผลิตฤดูการผลิตหลัก ซึ่งออกดอกมาภายหลัง ทำให้ผลผลิตในรุ่นฤดูการผลิตรองไม่ได้รับการดูแลในช่วงการพัฒนาของผลระยะแรก (3 – 4 เดือน) และมีการขาดน้ำในช่วงนี้จากการที่เกษตรกรมีการควบคุมน้ำเพื่อบังคับให้ผลผลิตฤดูกาลหลักออกดอก (ผลมีอายุ 4 เดือน) ผลส้มโอในรุ่นนี้ ได้รับปุ๋ยเคมี ซึ่งเกษตรกรใช้กระตุ้นการออกดอกในเดือนมกราคม (8-24-24) และได้รับปุ๋ยอีกครั้งในเดือนมีนาคม (15-15-15) แต่ไม่ใช้ปุ๋ยปรับปรุงคุณภาพผลก่อนเก็บเกี่ยว (13-13-21) เช่นที่เกษตรกรใส่ให้ผลผลิตฤดูการผลิตหลัก ซึ่งอาจมีผลต่อผลส้มโอผลผลิตฤดูกาลรอง มีผลเตี้ยกว่า เปลือกบางกว่า ตัวกึ่งมีความฉ่ำน้อยกว่า ปริมาณกรดสูงกว่า และปริมาณวิตามินซี ต่ำกว่าผลผลิตฤดูกาลหลัก นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยบางชนิด เช่น ปุ๋ย 16-16-16, 46-0-0 อาจมีผลทำให้ผลส้มโอ มีขนาดใหญ่ (เส้นรอบวง ปริมาตร ความสูง) เปลือกหนา แต่มีปริมาณความหวานต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ฤดูการผลิตหลักของเกษตรกรอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ กับคุณภาพผลส้มโอพันธุ์ทองดี ฤดูการผลิตหลักของเกษตรกรในพื้นที่อื่น พบว่า คุณภาพผลส้ม

โอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่น มีคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี โดยส่วนใหญ่ ใกล้เคียงกับส้มโอพันธุ์ทองดี จากแหล่งอื่น (อ.เกษตรสมบูรณ์ และ อ.โพธิ์ประทับช้าง) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดสูง มีสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดมากกว่า 20 สูงกว่าค่าสัดส่วน TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ทองดีจากแหล่งผลิตอื่น ๆ ที่เคยมีรายงานไว้ ทำให้มีรสชาติเข้มข้น รสหวานอมเปรี้ยว นอกจากนี้ แสดงออกลักษณะสีแดงบนตัวกิ่ง สม่ำเสมอและเด่นชัดกว่า ส้มโอทองดีจากแหล่งอื่น

การสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอทองดีบ้านแท่น สรุปได้ว่า อัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น คือส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น ยังคงอัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดีทุกประการ โดยมีฤดูการผลิตหลักในเดือนกันยายน และฤดูการผลิตรองในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ผลมีขนาดไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักประมาณ 1 – 1.3 กิโลกรัม มีขนาดเส้นรอบวงผลอยู่ระหว่าง 44 – 47 เซนติเมตร ตัวกิ่งมีสีแดงชัดเจน มีรสชาติเข้มข้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เฉลี่ย 10.53 - 10.55% และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ เฉลี่ย 0.48 – 0.63% มีค่าสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดสูงมากกว่า 20 โดยผลส้มโอพันธุ์ทองดีอำเภอบ้านแท่น ฤดูการผลิตรอง จะมีน้ำหนักและขนาดผล น้อยกว่าฤดูการผลิตหลัก และมีรสชาติเปรี้ยวกว่า

โครงการ การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอกเกษตรสมบูรณ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ ประกอบด้วย งานวิจัย จำนวน 4 เรื่อง คือ 1). ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน 2). การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน 3). การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสาน และ 4). พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ

ข้อมูลพื้นฐานลักษณะการเจริญเติบโตคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน พบว่า ผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน มีรูปแบบการเจริญเติบโตของผลแบบ simple sigmoid โดยน้ำหนักผล ขนาดและปริมาตรผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 150 วันหลังดอกบาน จากนั้น การเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพมีแนวโน้มคงที่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลพบว่า ผลส้มโอมีพัฒนาทางด้านคุณภาพทางเคมีในช่วงผลมีอายุตั้งแต่ 150 วันเป็นต้นไป โดยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความหวาน (TSS) เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส พร้อม ๆ กับการลดลงของปริมาณกรด (TA) ทำให้สัดส่วนของ TSS/TA สูงขึ้น จนมีสัดส่วนสูงสุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน นอกจากนี้ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามอายุผล และมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อผลมีอายุ 270 วัน เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลส้มโอพันธุ์มณีอีสานสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ผลมีอายุประมาณ 180 วัน แต่ควรเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุตั้งแต่ 210 – 270 วัน เนื่องจากผลที่มีอายุมากขึ้น จะมีปริมาณกรด (TA) ลดลง ปริมาณความหวาน (TSS) สัดส่วนของความหวานต่อปริมาณกรด (TSS/TA) และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Lycopene และ B-carotene) สูงขึ้น ตัวกิ่งของเนื้อผลนิ่มลง และยังไม่เกิดอาการข้าวสาร แต่หากปล่อยให้ผลมีอายุมากขึ้นถึง 300 วัน คุณภาพของผลกลับลดลง ซึ่งส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่ติดผลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีอายุการเก็บเกี่ยวผลอยู่ในช่วงเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน โดยผลส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ที่อายุเก็บเกี่ยว 256 วัน มีน้ำหนักประมาณ 1,255.8 กรัม และปริมาตรประมาณ 1,885 มิลลิลิตร

การใช้น้ำและความต้องการน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ พบว่าในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน – ตุลาคม 2558) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.4 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 84.6 % ส่วนในฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – เมษายน 2559) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.3 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 77.8 % (ส่วนค่า VPD ในฤดูแล้งมีค่า VPD สูงกว่าในช่วงฤดูฝน และค่า VPD มีค่าสูงมากในเดือนมีนาคม-เมษายน 2559 (> 7 kPa) ต้นส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณอายุ 5 ปี ขนาดเส้นรอบวงลำต้น 41.5-60.5 เซนติเมตร มีอัตราการคายน้ำเฉลี่ยในช่วงที่ดิน มีความชื้นสูง (มิถุนายน-ตุลาคม 2558) เท่ากับ 42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน ส่วนในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน 2558 – มีนาคม 2559) มีอัตราการคายน้ำเฉลี่ย 24.7 ลิตรต่อต้นต่อวัน ซึ่งอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณในฤดูแล้งลดลงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับฤดูฝน แสดงให้เห็นว่าช่วงภาวะแล้งอัตราการคายน้ำถูกจำกัดด้วยความชื้นในดิน แต่ในช่วงที่ดินมีความชื้นสูงอัตราการคายน้ำของส้มโอมีความผันแปรตามสภาพอากาศ และจากการสร้างแบบจำลองการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ โดยประมาณอัตราการคายน้ำจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า แบบจำลองดังกล่าว สามารถประมาณอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณได้โดยมีค่า $r^2 = 0.74$ และ $RMSE = 8.17$

การจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณ พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในดิน และพืช มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อย่างไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ทั้งนี้ ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดและโครงสร้างของดิน ฤดูกาล และระยะการเจริญเติบโตของพืช ตลอดจนอิทธิพลของปฏิกิริยาร่วมระหว่างธาตุอาหาร ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ซึ่งมีการแก่งแย่งแข่งขัน (Antagonism) หรือส่งเสริมสนับสนุน (Synergism) กัน ส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณมีความต้องการ ธาตุอาหาร N, P, และ K ในการสร้างผลผลิตเท่ากับ 2,531.64, 353.44 และ 6,539.97 มิลลิกรัมต่อผล ตามลำดับ และในรอบการผลิตของส้มโอปี 2558 พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 110 ผลต่อต้น มีการสูญเสียธาตุอาหาร N, P, และ K ไปกับผลผลิตที่ 278.48, 38.88 และ 719.40 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต ส่งผลให้ส้มโอพันธุ์ฉวีสุพรรณมีปริมาณผลผลิตที่ดี มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่สูงใกล้เคียงกับผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้รับการจัดการด้วยปุ๋ยเคมี โดยหากเปรียบเทียบผลของปุ๋ยจากวิธีการที่ได้จากค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต (NPK) และวิธีการที่ทำการเพิ่มปุ๋ยสูตร 46-0-0 (NPK+N) ให้แก่ส้มโอพบว่า วิธีการที่มีการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนส่งผลให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมาตรมากขึ้น ความหนาเนื้อ ความหนาเปลือก ความแน่นเนื้อ และ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนยังส่งผลให้สีเปลือกมีแนวโน้มมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีสัดส่วนของ TSS/TA ลดลง แต่การที่ผลส้มโอ มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ส้มโอถูกจัดอยู่ในเกรดที่ดีขึ้น ราคาที่ได้จึงสูงขึ้นด้วย

พัฒนาระบบการใช้แถบสีมาตรฐานสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของ N ในใบส้มโอ พบว่า การประเมินค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD กับ ปริมาณไนโตรเจน และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในเชิงบวก แต่ ไม่พบความสัมพันธ์ ที่เด่นชัด ระหว่างค่า SPAD unit กับ ปริมาณไนโตรเจน และค่า SPAD unit กับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) ตลอดจน ค่าปริมาณไนโตรเจนในใบ กับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) ทั้งความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Linear regression $Y=aX+b$) และ ความสัมพันธ์ในเชิงไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear regression ; Exponential regression $Y = aX^2+bX+C$) เนื่องจาก มีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of Determination, R^2) ต่ำกว่า 0.9 (90%) ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลความสัมพันธ์ต่างๆ ไปพัฒนาให้เป็นแผ่นเทียบสีมาตรฐานตามวัตถุประสงค์ได้

การพัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดงอำเภอกษัตริย์สมุทร เพื่อสร้างอัตลักษณ์ส้มโอเนื้อสีแดงของจังหวัดชัยภูมิ อาจสรุปได้ว่า ในการผลิตส้มโอพันธุ์ฉิมพลีให้มีคุณภาพดี ควรมีการจัดการแร่ธาตุอาหาร ด้วยการใส่ปุ๋ย ตามผลการวิเคราะห์ดินและพืช ซึ่งอาจมีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้กับต้นส้มโอ และการจัดการน้ำ โดยในฤดูฝน ต้องมีการให้น้ำมากกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งต้นส้มโอพันธุ์ฉิมพลีมีความต้องการน้ำตามปริมาณการคายน้ำ เท่ากับ 42.90 ลิตรต่อต้นต่อวัน ส่วนในช่วงฤดูแล้ง มีอัตราการคายน้ำเฉลี่ย 24.7 ลิตรต่อต้นต่อวัน ส่วนการประเมินความสมบูรณ์ปริมาณไนโตรเจนในใบ ยังไม่สามารถใช้กระดาษเทียบสีมาตรฐานได้

โครงการ การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง ประกอบด้วย งานวิจัย จำนวน 5 เรื่อง คือ 1). การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์ฉิมพลี โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 2). การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉิมพลี 3). การศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอชนิดต่างๆ 4). การรวบรวมเชื้อพันธุกรรม และ 5). การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง

การขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์ฉิมพลี โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า ชิ้นส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงคือ ชิ้นส่วนข้อ ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดต้นต่อตาได้มากกว่าการใช้ชิ้นส่วนใบ และสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์ฉิมพลีคือ สูตร MT (Murashige & Tucker) ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชตระกูลส้มในสภาพปลอดเชื้อ และเมื่อใช้ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนินพบว่า BA ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อส้มโอพันธุ์ฉิมพลีเกิดจำนวนยอดต่อตอมากที่สุด และยอดมีลักษณะของจำนวนใบและขนาดใบสมบูรณ์เมื่อเติมน้ำตาล 50 กรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตาม เนื้อเยื่อที่ทำการเพาะเลี้ยง ต้องใช้เวลาในการพัฒนาค่อนข้างนาน และยังไม่สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อเกิดการแตกรากได้ จึงยังไม่สามารถทำการศึกษาถึงอัตราความสำเร็จของต้นอ่อนที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอพันธุ์ฉิมพลีได้

การใช้สารเร่งการเกิดรากกับการตอนกิ่งส้มโอพันธุ์ฉิมพลี การใช้สารเร่งราก IBA และ NAA ในส้มโอพันธุ์ฉิมพลี มีผลทำให้จำนวนราก ความยาวราก และน้ำหนักราก แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การใช้ NAA ความเข้มข้น 5000 ppm มีแนวโน้มให้เกิดจำนวนรากและน้ำหนักรากสูงกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 , 7500 ppm และการใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm การใช้สารเร่งรากในการตอนกิ่งส้มโอทั้งสองสายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่า ระดับความเข้มข้นของ IBA ที่สูงเกิน 5000 ppm ส่งผลให้จำนวนราก ความยาวราก และน้ำหนักรากมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนความเข้มข้นของ NAA ที่ต่ำเกินไป (ต่ำกว่า 2500 ppm) อาจไม่ส่งผลที่ชัดเจนต่อลักษณะที่ทำการศึกษา

การศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่เปลี่ยนยอดบนต้นตอชนิดต่างๆ พบว่า ส้มโอพันธุ์ฉิมพลีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอขาวหอมมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ต้นตอส้มโอทองดี ส้มโอขาวน้ำผึ้ง ส้มโอเนื้อแดง ส้มโอขาวใหญ่ และต้นตอมะนาวควาย มีความสำเร็จอยู่ในช่วง 83-97 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นตอที่นำมาเปลี่ยนยอดแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จต่ำที่สุดคือ ต้นตอมะขวิด 73.33 เปอร์เซ็นต์ ต้นตอที่มีแนวโน้มที่จะทำให้ขนาดของกิ่งยอด จำนวนยอดแตกใหม่สูง คือ ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี การเจริญเติบโตในระยะแรกของต้นตอที่เปลี่ยนยอดส้มโอพันธุ์ฉิมพลี พบว่า ต้นตอที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนยอด คือ ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี เนื่องจากมีลักษณะที่ทำการศึกษามากกว่าต้นตอชนิดอื่นๆ จึงสามารถแนะนำเพื่อใช้ในการผลิตส้มโอพันธุ์ฉิมพลีต่อไป

การสร้างพันธุ์ลูกผสมจากพันธุ์ส้มโอที่มีเนื้อสีแดง ทำการรวบรวมส้มโอจากพื้นที่การผลิตส้มโอ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เชื้อพันธุ์กรรมส้มโอเนื้อสีแดงที่ทำการรวบรวมและคัดเลือกจากพื้นที่การผลิต บ้านบุงสิบสี่ ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 9 สายพันธุ์ (KKU-001 KKU-002 KKU-003 KKU-010 KKU-011 KKU-012 KKU-013 KKU-101 และ KKU-105) ส้มโอพันธุ์การค้าเนื้อสีชมพู 3 พันธุ์ (ทองดี ขาวหอม และทับทิมสยาม) และเนื้อผลสีขาว 2 พันธุ์ (พันธุ์ขาวแตงกวา และขาวใหญ่)

ช่วงเวลาในการถ่ายละอองเกสรที่เหมาะสมแก่การถ่ายละอองเกสรที่พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด ในการติดผล คือ ช่วงเวลา 14.00 น. เป็นช่วงเวลาที่ละอองเกสรถูกปลดปล่อยละอองเกสรออกมาสูงสุดและค่าความมีชีวิตสูงสุด ประกอบกับปลายเกสรเพศเมีย (stigma) พร้อมรับการถ่ายละอองเกสรสูงสุดโดยการจับของเหลวออกมาเพื่อจับ ละอองเกสร เพอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์มณีอีสาน ที่ทำการเก็บทุก 1 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 0700 – 1600 น. พบว่า ส้มโอจะเริ่มปลดปล่อยละอองเกสรตั้งแต่วันที่ 0900 น. โดยละอองเกสรจะมีความมีชีวิตสูงสุด ระหว่างเวลา 0900 – 1100 น. จากนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว และหมดความมีชีวิตเมื่อเวลา 1600 น. ส่วนการติดผลของการผสมข้ามระหว่างส้มโอพันธุ์มณีอีสาน กับ พันธุ์ทองดี พบว่า การผสมข้ามระหว่างเวลา 1200 – 1400 น. ให้อัตราการติดผลสูงกว่า 70% และช่วงเวลารวมที่ 1600 น. ให้การติดผลน้อยที่สุด โดยผลที่ผสมระหว่าง 0900 น. มีอัตราการร่วงสูงที่สุด รองลงมาคือ ที่ 1600 และ 1000 น

การสร้างส้มโอพันธุ์ลูกผสม ทำการสร้างลูกผสมส้มโอเนื้อสีแดง 2 สายพันธุ์ คือ CY10-003 และ CY10-105 กับพันธุ์ส้มโอทางการค้า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ทับทิมสยามและพันธุ์ทองดี โดยทำการผสมแบบพบกันหมด (Full diallel) เมื่อได้ลูกผสมแล้ว จึงทำการประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล และ ทำการประเมินลูกผสมด้วยลักษณะปรากฏ (Phenotype)

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-CT21 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ มณีอีสาน x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่มีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 34 84 และ 78 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 166 116 และ 112 ต้น ตามลำดับ และไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจำนวน 2 คู่ผสม คือ CY10-105 x มณีอีสานและทองดี x ทับทิมสยาม

การประเมินลักษณะทางพันธุกรรมของส้มโอลูกผสม ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล SSR-Cit01 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ โดยใช้ลูกผสมจำนวน 200 ต้นต่อคู่ผสม คือ ทองดี x ทับทิมสยาม มณีอีสาน x ทับทิมสยาม CY10-105 x ทองดี CY10-105 x ทับทิมสยาม ได้ลูกผสมที่เป็น Heterozygous ที่มีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ ทั้ง 2 แถบ จำนวน 46 184 200 และ 136 ต้น และเป็นแบบ Homozygous จำนวน 154 16 0 และ 64 ต้นตามลำดับ และไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมจำนวน 1 คู่ผสม คือ มณีอีสาน x ทองดี

การประเมินลักษณะสัณฐานวิทยาของลูกผสม 6 คู่ผสม บันทึกลักษณะสัณฐานวิทยา ใบของลูกผสมรูปร่างปลายใบ รอยเว้าขอบใบ รูปร่างปีกใบ ของต้นกล้าอายุประมาณ 12 เดือน โดยเบื้องต้นพบลักษณะของใบที่แตกต่างจากสายพันธุ์ของพ่อแม่ โดยการเก็บตัวอย่างทำการเก็บใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งพบว่าลูกผสมแต่ละคู่มีสัณฐานวิทยาแตกต่างกันอย่างชัดเจน

การพัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง สรุปได้ว่า ได้สร้างลูกผสมส้มโอพันธุ์ใหม่ จำนวน 6 คู่ผสม ๆ ละ 200 ต้น ซึ่งการใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR-CT21 และ SSR-Cit01 สามารถแยกความแตกต่างแบบ Heterozygous และ Homozygous ระหว่างพันธุ์พ่อ แม่ และลูกผสม ได้ ส่วนการขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ควรใช้ ชิ้นส่วนข้อ เพาะเลี้ยงบนอาหาร สูตร MT (Murashige & Tucker) ร่วมกับ BA ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ น้ำตาล 50 กรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อเกิดจำนวนยอดต่อตอมากที่สุด และยอดมีลักษณะของจำนวนใบและขนาดใบสมบูรณ์ แต่ยังไม่สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อเกิดการแตกรากได้ การตอนกิ่งส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ควรมีการใช้สารเร่งราก IBA 2500 ppm หรือ NAA ความเข้มข้น 5000 ppm ซึ่งมีแนวโน้มให้เกิดจำนวนรากและน้ำหนักรากสูงกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ และ ต้นตอที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนยอดเป็น ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน คือ ต้นตอส้มโอพันธุ์ทองดี

ส่วนที่ 2

แผนงานหลักด้าน การสื่อสาร

การนำเสนอตีพิมพ์ผลงาน

โครงการวิจัย ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารทางวิชาการ จำนวนทั้งสิ้น 11 เรื่อง โดยเป็นการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการระดับชาติแล้ว จำนวน 8 เรื่อง อยู่ระหว่างการตีพิมพ์ จำนวน 1 เรื่อง และวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 2 เรื่อง ดังนี้ (ภาคผนวก รายการผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์)

1. สมยศ มีทา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา พัทธิน สงศรี และ สังคม เตชะวงศ์ เสถียร. 2557. คุณภาพของผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีจากสวนสามประเภท. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3 : 233 – 238.
2. สมยศ มีทา นิรมล แสงจันทา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2557. ลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร 1 บนต้นตอพืชตระกูลส้ม 5 ชนิด. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3: 244 – 248.
3. สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา สมยศ มีทา จำไพ นามพิลา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และ สังคม เตชะวงศ์ เสถียร. 2558 อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33(พิเศษ 1): 370 – 37
4. จำไพ นามพิลา นันทน์ลิน บัวจันทร์ สมยศ มีทา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2558 อิทธิพลของโคโตซานและฟิล์มเคลือบผิวต่อคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33(พิเศษ 1): 545 - 550
5. ประวิทย์ ธรรมทะ สมยศ มีทา จำไพ นามพิลา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา สุชีลา เตชะวงศ์ เสถียร และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2558 อิทธิพลของการผสมข้ามที่มีผลต่อการติดผลของส้มโอทองดี วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33(พิเศษ 1): 675 – 678
6. สมยศ มีทา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2558 ผลของการห่อผลต่อคุณภาพผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีและมณีอีสาน วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33(พิเศษ 1) 693 – 696
7. ประวิทย์ ธรรมทะ สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2559. ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการผสมเกสรต่อการติดผลของลูกผสมส้มโอพันธุ์มณีอีสานกับส้มโอพันธุ์ทองดี. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3 ฉบับพิเศษ (1): 31-36.
8. ธัญญาญจน์ สีผึ้ง สมยศ มีทา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน จำไพ นามพิลา และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2560. ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน. แก่นเกษตร 45 ฉบับพิเศษ 1: 331-335.
9. Isarangkool Na Ayuttaya, S., P. Yangyuen, P. Songsri, S. Meetha and S. Techawongstien. 2017. Changing of macronutrients in leaves in yearly growth stages of pummelo. Acta Hortic. 1178: 47 – 52.

10. Meetha, S., S. Techawongstien, S. Isarangkool Na Ayuttaya, P. Songsri and P. Yangyuen. 2017. Effect of fruit load on yield and quality of pummelo. *Acta Hortic.* 1178: 75 – 80.
11. นันทลี เอียนโรสง สมยศ มีทา สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน รำไพ นามพิลา และสังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2560 ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิตต่อคุณภาพผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน. เกษตร (ระหว่างตีพิมพ์)

การเข้าร่วมประชุมวิชาการ

โครงการวิจัย ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยผ่านการประชุมวิชาการ จำนวน 8 ครั้ง 16 เรื่อง โดยเป็นการประชุมวิชาการระดับชาติ จำนวน 6 ครั้ง 11 เรื่อง และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 2 ครั้ง 5 เรื่อง ดังนี้

1. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 13 เรื่อง นวัตกรรมพืชสวนเพื่อชีวิตที่ยืนยาวอย่างเป็นสุข ระหว่างวันที่ 29 – 31 กรกฎาคม 2557 ณ โรงแรมเซ็นทาราแออนด์คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ จังหวัดขอนแก่น (นำเสนอ 2 เรื่อง ตีพิมพ์แล้ว)
2. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ระหว่างวันที่ 18 – 20 พฤศจิกายน 2558 โรงแรมนงนุช การ์เด้น รีสอร์ท จังหวัดชลบุรี (นำเสนอ 4 เรื่อง ตีพิมพ์แล้ว)
3. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 15 ระหว่างวันที่ 9 – 12 พฤศจิกายน 2559 โรงแรม ลี การ์เดนส์ พลาซ่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (นำเสนอ 1 เรื่อง ตีพิมพ์แล้ว)
4. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 16 ระหว่างวันที่ 29 – 30 พฤศจิกายน 2560 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยระยอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก (นำเสนอ 1 เรื่อง รอการตีพิมพ์)
5. การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 18 ระหว่างวันที่ 24 – 25 มกราคม 2560 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (นำเสนอ 1 เรื่อง ตีพิมพ์แล้ว)
6. การประชุมวิชาการวิทยาการหลังเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 15 ระหว่างวันที่ 13 – 14 กรกฎาคม 2560 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (นำเสนอ 2 เรื่อง ไม่ตีพิมพ์)
7. The 29th International Horticultural Congress 2014. 17 – 22 August 2014. Brisbane Queensland, Australia. (นำเสนอ 2 เรื่อง ตีพิมพ์แล้ว)
8. The Second Asian Horticultural Congress 2016, September 26-28, 2016. Chengdu China (นำเสนอ 3 เรื่อง รอการตีพิมพ์)
- 8.1 N. Ianthaisong, R. Nampila and S. Techawongstien. Lycopene and b-Carotene content during growth of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan fruit

8.2 Supat Isarangkool Na Ayutthaya, Somyot Meetha, Pongsak Yungyuen, Rumpai Nampila, Sungcom Techawongstien. Transpiration Rate of Pummelo ‘Manee-Isan’ and Responds to Environments

8.3 R. Nampila, C. Choeichaiyaphum, S. Isarangkool Na Ayutthaya, S. Meetha, P. Yungyuen, and S. Techawongstien. Using a chlorophyll meter (SPAD-502) to estimate the total chlorophyll and total nitrogen contents in leaves of “Manee Esan” pummelo.

การเผยแพร่สื่อประชาสัมพันธ์ และสื่ออินเทอร์เน็ต

โครงการวิจัย ได้เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ผลงานวิจัย ผ่านสื่อต่าง ๆ รายการข่าว รายการโทรทัศน์ วารสาร และสื่ออินเทอร์เน็ต ดังนี้

การแถลงข่าว พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือโครงการ “ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ” ระหว่าง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันอังคารที่ 29 กรกฎาคม 2557 เวลา 10.30 – 12.30 น. ณ โรงแรมเซ็นทารา แอนด์ คอนเวนชันเซ็นเตอร์ จังหวัดขอนแก่น

เผยแพร่ที่ <http://www.kku.ac.th/news/v.php?q=0006685&l=th>



ส้มโอเนื้อแดง! นักวิจัย มข.พัฒนาปรับปรุงพันธุ์ ต้นของดีชัยภูมิ

นักวิจัย มข.จับมือ สกว.พัฒนาปรับปรุงพันธุ์ส้มโอเนื้อแดงและส้มโอทองดี สร้างอัตลักษณ์ให้เป็นที่รู้จัก
จังหวัดชัยภูมิ เพิ่มมูลค่าช่วยเกษตรกรให้มีรายได้เพิ่มขึ้น

เผยแพร่ที่ <http://www.bangkokbiznews.com/home/detail/politics/life/20140729/5959042/มข.จับมือสกว.พัฒนาสั้โอเนื้อแดง.html>



www.bangkokbiznews.com/home/detail/politics/life/20140729/595904/มข.จับมือสกว.พัฒนาส้มโอเ

Facebook GOOGLE NEWS UTILITY ASSET CLOUD เดินทาง จาก Google Chrom

มข.ลงนามร่วมสกว.พัฒนาส้มโอเนื้อแดงสร้างอัตลักษณ์เมืองชัยภูมิ พร้อมพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรนิเวศ

ระบบ GPS ติดตามรถ

เพิ่มประสิทธิภาพ

- ลดต้นทุนขนส่ง 10-30% ป้องกันทุจริตน้ำมัน

GPSiam TECHNOLOGIES SOLUTIONS

พจก.จีฟอสไอเอม

วันนี้(29.ก.ค.) ที่โรงแรมเซ็นทาราแออนด์คอนเวนชันเซนเตอร์ จังหวัดขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำพิธีลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือโครงการ "ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ" กับ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

รศ. ดร.จันทร์จรัส เรียวเดชะ ผู้อำนวยการฝ่ายเกษตร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กล่าวว่า "ส้มโอ" จัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูงในการส่งออกไปตลาดต่างประเทศ ขณะที่ชัยภูมิเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เป็นแหล่งผลิตส้มโอที่สำคัญ และมีศักยภาพในการผลิตส้มโอคุณภาพเพื่อการส่งออก สกว. เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าวจึงได้สนับสนุนทุนวิจัยด้านส้มโอในพื้นที่ชัยภูมิ

โดยการวิจัยเรื่องนี้คาดหวังว่าจะเป็น การสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นที่ทางวิชาการ และเป็นแหล่งอ้างอิงข้อมูลด้านวิทยาการของส้มโอในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

รศ.ดร. สังคม เตชะวงศ์เสถียร หัวหน้าโครงการ กล่าวว่า ได้รับทุนจากทางสกว. มาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2550 ผลงานและผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมา ทำให้ได้ต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตส้มโอคุณภาพในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อการส่งออก และข้อมูลเบื้องต้นของส้มโอเนื้อสีแดง แสดงถึงศักยภาพในการที่จะพัฒนาให้เป็นส้มโอที่เป็นจุดเด่นและเป็นอัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ ซึ่งนักวิจัยได้นำมาทดลองขยายพันธุ์และนำไปปลูกรวบรวมไว้ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นแล้ว

ขณะเดียวกันจากการศึกษาได้เลือก อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ เนื่องจากเป็นพื้นที่ผลิตส้มโอที่

เผยแพร่ที่ <http://www.dailynews.co.th/Content/tags/ส้มโอสีแดง>

www.dailynews.co.th/Content/education/255722/สกว.วิจัยงานวิจัยส้มโอสีแดงลดเสี่ยงโรคหัวใจ

Facebook GOOGLE NEWS UTILITY ASSET CLOUD เดินทาง จาก Google Chrome ป้าย Panasonic revolu

เดลินิวส์

วันพุธ 22 ตุลาคม 2557 อ่านความจริง อ่านเดลินิวส์

หน้าแรก ข่าวพระราชสำนัก การเมือง อาชญากรรม ข่าวทั่วไทย ต่างประเทศ กีฬา ใจดี บันเทิง เศรษฐกิจ



www.dailynews.co.th/Content/education/255722/สกว.โชว์งานวิจัยส้มโอสีแดงลดเสี่ยงโรคหัวใจ

Facebook GOOGLE NEWS UTILITY ASSET CLOUD ค้นหา จาก Google Chrome ป๊อป Panasonic revolu



สกว.โชว์งานวิจัยส้มโอสีแดงลดเสี่ยงโรคหัวใจ

สกว.โชว์งานวิจัยได้ส้มโอใหม่เนื้อสีแดงเข้ม มีสารต้านอนุมูลอิสระ ลดเสี่ยงโรคหัวใจ เส้นเลือดสมองอุดตัน มุ่งส่งออกแข่งตลาดจีน

วันอังคาร 29 กรกฎาคม 2557 เวลา 15:13 น.

เมื่อวันที่ 29 ก.ค. รศ.ดร.สังคม เดชช่วงคส์เสถียร นักวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่นและรศ.ดร.จันทร์จิรัสย์ เรี่ยวเดชะ รอง ผอ.สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย แถลงที่โรงแรมเซนทารา จ.ขอนแก่น ว่าได้ศึกษา พัฒนาการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ปลูกใน อ.บ้านแท่น จ. ชัยภูมิ ซึ่ง สกว. สนับสนุนทุน ตั้งแต่ปี50 และพบสายพันธุ์ที่มีเนื้อสีแดงเข้ม เหมาะจะแนะนำเป็น สายพันธุ์ประจำ จ.ชัยภูมิ

รศ.ดร.สังคมกล่าวว่า การศึกษาพบสารที่โหดร้ายในส้มโอ คือแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความ เสื่อมของเซลล์ ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมองด้วยการยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อน ชะลอความเสื่อมของดวงตา ยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคอีโคโนไล ในระบบทางเดินอาหารซึ่งเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงและอาหาร เป็นพิษ โดย ดร. จันทร์จิรัสย์กล่าวว่าการศึกษาเพิ่มเติมถึงระดับพันธุกรรมเพื่อกำหนดลักษณะเด่นเช่นเปลือกบาง ปริมาณ น้ำตาลที่มี

ค่านายสิบชัยภูมิ ประณชชัยศิริ ที่ปรึกษาสมาคมผู้ค้าและส่งออกผลไม้ไทยกล่าวว่าส้มโอเนื้อแดงนี้จะมีศักยภาพด้านการส่ง ออกสูง เพราะเป็นจุดเด่นที่เหนือส้มโอของประเทศไทย ซึ่งเป็นเจ้าตลาด.

เผยแพร่ที่ <http://www.banmuang.co.th/2014/08/เลี้ยงพัฒนาส้มโอชัยภูมิ>

www.banmuang.co.th/2014/08/เลี้ยงพัฒนาส้มโอชัยภูมิ/

Facebook GOOGLE NEWS UTILITY ASSET CLOUD ค้นหา จาก Google Chrome ป๊อป Panasonic revolutioniz... 5 Foods




รับส่วนลดพิเศษ สูงสุดกว่า 300,000 บาท

วันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2557

Enter Keywords Here ... ค้นหา

หน้าหลัก

การเมือง

เศรษฐกิจ

อสังหาฯ

ประกันภัย

บันเทิง

อาชญากรรม

กีฬา

การศึกษา

สาธารณสุข

กฎหมาย

ยานยนต์

เลี้ยงพัฒนาส้มโอชัยภูมิ-มันใจมีสารต้านมะเร็ง

สกว.จัดเมื่อ มข.เซ็น MOU "ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดี เพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ" พบส้มโอจากแหล่งปลูกที่ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ จุดเด่นเนื้อสีแดงเข้ม เชื้อมีสารต้านอนุมูลอิสระ แต่พบจุดด้อยชาวสวนขาดองค์ความรู้การจัดการที่ดี ซึ่งได้ร่วมศึกษาพัฒนาจัดการเพาะปลูก คาดใช้เวลา 1 ปีเพิ่มศักยภาพการผลิต ขยายสู่ทางตลาดจีน

เมื่อเร็วๆ นี้ ที่ห้องราชพฤกษ์ 4 โรงแรมเซนทารา แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มข.) จัดพิธีลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือโครงการ "ระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดี เพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ" เพื่อร่วมกันพัฒนาคุณภาพของส้มโอชัยภูมิให้มีคุณภาพ หลังพบว่าเมื่อนำส้มโอมาปลูกในพื้นที่ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ เนื้อส้มโอมีสีแดงเข้ม โดยนักวิชาการ มข.ได้ทำการศึกษารายละเอียดเพื่อพัฒนาส้มโอออกสู่ตลาดอย่างมีคุณภาพ

รศ.ดร.สังคม เดชช่วงคส์เสถียร อาจารย์ประจำคณะเกษตรศาสตร์ มข. กล่าวว่า ที่ผ่านมามข.มีงานวิจัยกับ สกว.เรื่องส้มโอที่ อ.บ้านแท่น ซึ่งเป็นอีกพื้นที่ที่ปลูกส้มโอในเชิงพาณิชย์ พบว่าเนื้อส้มโอมีสีแดง คือเป็นเอกลักษณ์ของส้มโอที่นี่ น่าจะเกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยส้มโอที่มีเนื้อสีแดงในประเทศไทยขณะนี้ ได้แก่ ส้มโอทองดี ส่วนพันธุ์ที่เนื้อ

เผยแพร่ที่ <http://www.kehakaset.com/index.php/component/content/article/79-information/1497-2014-07-29>



เผยแพร่ที่ <http://info.matichon.co.th/techno/techno.php?srctag=05054010957&srcday=2014-09-01&search=no>

(วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน ฉบับที่ 582 ปีที่ 26 วันที่ 1 กันยายน 2557)



เลือกอ่านฉบับย้อนหลัง
01 ม.ค. 2561 ถึง 662



ดูฉบับย้อนหลัง



พบหลากหลายหลักสูตร
"ครัวสาริต"
จากเตาอาชีพอัด



วันที่ 01 กันยายน พ.ศ. 2557 ปีที่ 26 ฉบับที่ 582

เทคโนโลยีการเกษตร

ภาวิณี เจริญยิ่ง srangbun@hotmail.com

สกว.-มช. จับมือพัฒนา ส้มโอเนื้อสีแดง ชัยภูมิ

ทั้งนี้ทราบว่า "ชัยภูมิ" เป็นแหล่งปลูกส้มโอหอมดี รสชาติใช้ได้ หลังจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้ชักชวนไปหาชาวที่รื่องนามสนับสนุนโครงการผลิตส้มโอคุณภาพดี เพื่อสร้างอัตลักษณ์ของ "ส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์เนื้อสีแดง" ของจังหวัดชัยภูมิ ระหว่าง สกว. และมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มข.) เมื่อไม่นานมานี้

เชื่อว่าผู้คนจำนวนไม่น้อยก็ยังไม่รู้ข้อมูลเหมือนกัน ส่วนในผู้จะรู้ตรงกันว่าแหล่งปลูกส้มโออร่อยอยู่ทีนครปฐม สมุทรสงคราม และพิจิตร ฉะนั้นจึงถือเป็นเรื่องใหม่ที่นำสนใจทีเดียว

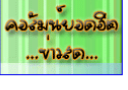
ส่งออกต่างประเทศ

รศ.ดร. จันทวีร์ ธีระเดชะ รองผู้อำนวยการสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ด้านการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ และรักษาการผู้อำนวยการฝ่ายเกษตร พูดถึงโครงการดังกล่าวว่า "ส้มโอ" จัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูงในการส่งออกปดตลาดต่างประเทศ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรสชาติเป็นที่ชื่นชอบของชาวต่างประเทศ และยังสามารเก็บรักษาได้นาน จึงเป็นผลไม้ที่มีปลูกในจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ

"สำหรับ ชัยภูมิ เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นแหล่งผลิตส้มโอที่สำคัญ และมี

info.matichon.co.th/techno/techno.php?srctag=05054010957&srcday=2014-09-01&search=no

Facebook | GOOGLE | NEWS | UTILITY | ASSET | CLOUD | เดินทาง | จาก Google Chrome | ป๊อป | Panasonic revolution



...วิวด...

รศ.ดร. จันทวีร์ ธีระเดชะ กล่าวต่อไปว่า สกว. เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้สนับสนุนทุนวิจัยด้านส้มโอในพื้นที่ชัยภูมิให้แก่ รศ.ดร. สังคม เตะช่วงคส์เสียร อาจารย์ประจำภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มช. และคณะ มาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2550 จนสามารถพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตส้มโอคุณภาพในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อการส่งออก และข้อมูลเบื้องต้นของส้มโอพันธุ์ทองดีและเนื้อสีแดง ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่แสดงถึงศักยภาพในการที่จะพัฒนาให้เป็นส้มโอที่มีจุดเด่นและเป็นอัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ โดยนักวิจัยได้นำมาทดลองขยายพันธุ์และนำไปปลูกรวบรวมไว้ที่คณะเกษตรศาสตร์ มช. แล้ว

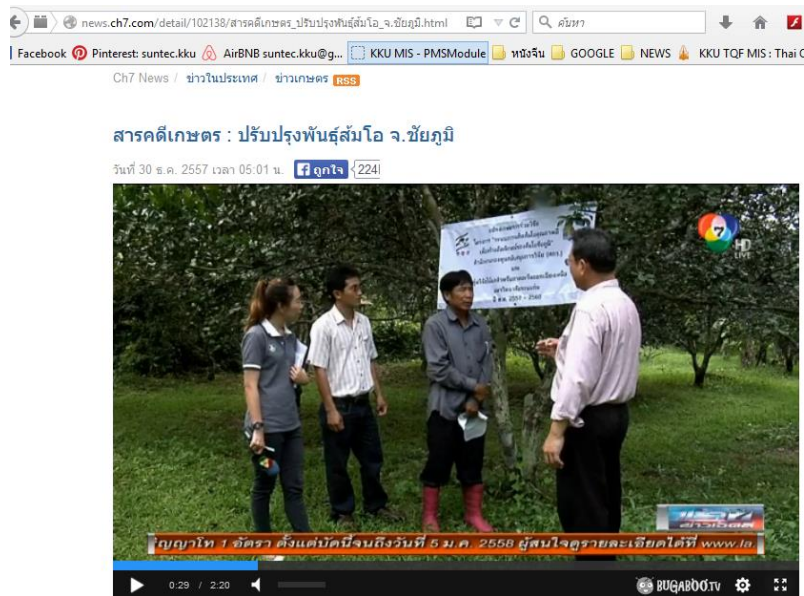
นอกจากนี้ ยังสามารถผลิตผลงานวิจัยตีพิมพ์และนำเสนอผลงานวิจัยทั้งในระดับชาติและนานาชาติได้มากกว่า 34 เรื่อง ตลอดจนเกิดการพัฒนายุทธศาสตร์ในการผลิตด้านการผลิตและการจัดการส้มโอคุณภาพรวม

ด้าน รศ.ดร. สังคม ระบุว่า ตามแผนการดำเนินงานวิจัยในปี 2557-2560 ประกอบด้วย

1. การเพิ่มอัตลักษณ์ของส้มโอพันธุ์ทองดีบ้านแท่น ด้วยการพัฒนาคุณภาพส้มโอในแต่ละช่วงเวลาการผลิต และเปรียบเทียบกับส้มโอพันธุ์ทองดีจากแหล่งปลูกอื่นๆ
2. พัฒนาพันธุ์และการขยายพันธุ์ส้มโอเนื้อสีแดง ทั้งการสร้างพันธุ์ลูกผสม-การรวมความจำเพาะของสายพันธุ์-แปลงรวบรวมพันธุ์ การขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการขยายพันธุ์โดยการตอนและการเปลี่ยนยอด
3. พัฒนาระบบการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพส้มโอสีแดงเพื่อสร้างอัตลักษณ์ให้กับจังหวัดชัยภูมิ ด้านคุณค่าโภชนาการ คุณค่าเชิงสารต้านอนุมูลอิสระ การใช้...

รายการเพื่อนเกษตร ทางสถานีโทรทัศน์ช่อง 7 สี ออกอากาศวันที่ 30 ธันวาคม 2557

เผยแพร่ที่ http://news.ch7.com/detail/102138/สารคดีเกษตร_ปรับปรุงพันธุ์ส้มโอ_จ.ชัยภูมิ.html



คอลัมน์ เกษตร-วิทยาศาสตร์-ไอที : เรื่อง พัฒนา'ส้มโอแดง'ของดีชัยภูมิยกระดับพันธุ์พื้นเมืองมุ่งส่งออกเผยแพร่วันที่ 9 มกราคม 2558

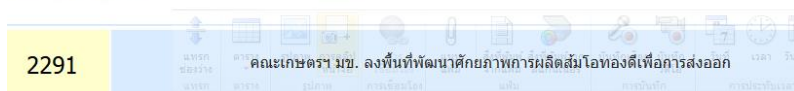
เผยแพร่ที่ <http://www.komchadluek.net/detail/20150109/199096.html>



ส้มโอเนื้อสีแดง ของดีเมืองชัยภูมิ ผลงานเด่น สกว. วารสารเคหการเกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 เดือน มีนาคม 2558



เผยแพร่ที่ <http://ag2.kku.ac.th/th/News/news.cfm?ID=1278&type=2&keeplike=4>



เผยแพร่ที่ <https://www.facebook.com/AgriculturalDivision.ThailandResearchFund/?fref=ts>

(31 มีนาคม 2559)

KKU Internet Access Authen X (2) ฝ่ายเกษตร-สกว. X แท็บใหม่ X +

https://www.facebook.com/AgriculturalDivision.ThailandResearchFund/?fref=ts

Facebook YouTube KKU MIS Montblanc Online Etoi... Chilindo.com LAZADA ::กองสำรวจดินและวิจัยท... ::แผนที่ดินของประเทส... TV NEWS GOOGLE ระบบการให้ทิ่ขงบัน

f ฝ่ายเกษตร-สกว. Sungcom หน้าหลัก 20+

4.5 จาก 5 ดาว · คำวิจารณ์ 31 รายการ
ดูคำวิจารณ์

จะเปิดในอีก 5 นาที · 8:00 - 17:00
ขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม

เชิญเพื่อนมากดถูกใจเพจนี้

เกี่ยวกับ

979/17-21 SM Tower, Paholyothi... | บันทึก
กรุงเทพมหานคร

02-278-8221-4

เปิด
วันนี้ 8:00 - 17:00

ปกติแล้วตอบกลับภายในหนึ่งชั่วโมง
ส่งข้อความตอนนี้

http://www.trf.or.th/

ฝ่ายเกษตร-สกว. ได้เพิ่มรูปภาพใหม่ 14 ภาพ
เมื่อวานนี้ เวลา 16:40 น. ·

วันนี้ (31 มี.ค. 59) รศ.ดร. ประภาพร ขอไพบุลย์ ผอ.ฝ่ายเกษตร สกว. และอาจารย์วิรัช ภาคอุทัย ผู้ทรงคุณวุฒิ สกว. เดินทางลงพื้นที่ร่วมกับ รศ.ดร. สังคม เตชะวงศ์เสถียร จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และทีมคณะนักวิจัย เพื่อติดตามผลการดำเนินงานวิจัย "การพัฒนากระบวนการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ" ณ อ.เกษตรสมบูรณ์ และ อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ

งานวิจัยนี้เน้นการพัฒนาพันธุ์และคุณภาพส้มโอเนื้อสีแดง หรือ 'มณีอีสาน' ของ อ.เกษตรสมบูรณ์ ควบคู่กับการพัฒนาชุดเทคโนโลยีการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีของ อ.บ้านแท่น โดยมีเป้าหมายให้ได้ชุดความรู้การผลิตส้มโอคุณภาพดีในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อให้เกษตรกรชาวสวนนำไปปฏิบัติและปรับใช้ และได้ส้มโอคุณภาพดี เป็นส้มโอพันธุ์อัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการปลูกส้มโอที่มีคุณภาพ และมีตลาดรองรับทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มขึ้น

มณีอีสาน

รูปภาพ

โพสได้จากผู้เข้าชม

กิจ ห้วนิน

ถูกใจ แสดงความคิดเห็น แชร์

Pichayin Thanasomboon และคนอื่นๆ อีก 21 คน ความคิดเห็นยอดนิยม

แชร์ 1 ครั้ง

เขียนความคิดเห็น

ลดจำนวน Server 6
www.2beshop.com
กระแส Cloud ฟ้าส้ม
ทำไหนทำ Service 1
มายบน Data Center
ความต้องการ Server
ส...

● แชท (12)

มณีอีสาน ส้มโอเด่นของชัยภูมิ เทคโนโลยีชาวบ้าน ปีที่ 29 ฉบับที่ 654 วันที่ 6 กันยายน 2560



ช่อง 5 รายการ check in เมืองไทย ตอนที่ 21 "สวนส้มโอ อ.เกษตรสมบูรณ์" 160805 EP21 ชัยภูมิ
เผยแพร่ที่ <https://www.youtube.com/watch?v=Tqu9aSl674Y>

ช่อง 5 ข่าวเที่ยง ซี่ม้านั่งเกวียนชิมส้มโอมณีอิสาน ชัยภูมิ
เผยแพร่ที่ <https://www.youtube.com/watch?v=YT91vGUtmdU>

นักข่าวพลเมือง : ส้มโอภูคิง 25 มิถุนายน l 19.00 น.
เผยแพร่ที่ <https://www.youtube.com/watch?v=3h-d2CvJPeg>

VDO เผยแพร่ (<https://www.dropbox.com/s/ueee2payecsdn26/ส้มโอพันธุ์มณีอิสาน.mp4?dl=0>)
เผยแพร่ที่ <https://www.dropbox.com/s/ueee2payecsdn26/%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%93%E0%B8%B5%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%99.mp4?dl=0>

ส่วนที่ 3

แผนงานด้าน การพัฒนาบุคลากร

โครงการพัฒนาบุคลากร

โครงการวิจัย ให้นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา แก่นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ผ่านงบประมาณวิจัยที่ได้รับจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น) ดำเนินการวิจัยสร้างองค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตส้มโอ ผ่านวิทยานิพนธ์ และผ่านการปฏิบัติการวิจัยในแผนงานหลักด้านการวิจัย ดังนี้

- 1) นายประวิทย์ ธรรมทะ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง การประเมินเชื้อพันธุกรรมและลูกผสมของส้มโอที่มีเนื้อสีแดงที่มีสารแอนโทไซยานิน (สำเร็จการศึกษา)
- 2) นางสาวนันทลี เอี่ยมไธสง วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการจัดการธาตุอาหารตามค่าการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตต่อคุณภาพและสารต้านอนุมูลอิสระในส้มโอพันธุ์มณีอีสาน (ยังไม่สำเร็จการศึกษา)
- 3) นางสาวภัทราภรณ์ หนองหารพิทักษ์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง ผลของออกซินและไซโตไคนินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของส้มโอพันธุ์มณีอีสานในสภาพปลอดเชื้อ (ยังไม่สำเร็จการศึกษา)
- 4) นางสาวชฎาภรณ์ เขยชัยภูมิ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง ผลของสารเคลือบผิวคาร์นูบาและอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาต่อปริมาณการเกิดอาการข้าวสารในส้มโอพันธุ์มณีอีสาน (ยังไม่สำเร็จการศึกษา)

โครงการวิจัย พัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยให้เข้าร่วมเรียนรู้องค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตส้มโอ โดยวิธี Research Base Learning (RBL) ผ่านกระบวนการพัฒนา ดังนี้

1. การฝึกปฏิบัติการวิจัย นักศึกษาช่วยวิจัย การทำโครงงาน การฝึกงาน มีนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ผ่านกระบวนการพัฒนา จำนวน 10 คน (ตารางที่ 51)
2. บูรณาการร่วมการสอนภาคปฏิบัติการ ฝึกการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ การเรียนรู้กระบวนการวิจัยในพื้นที่ของโครงการ เรียนรู้ กระบวนการผลิตส้มโอ และลงพื้นที่เก็บข้อมูลงานวิจัย รายวิชา หลักการไม้ผล และสรีรวิทยาของพืชสวน ระหว่างภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ถึงภาคปลาย ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ที่ผ่านกระบวนการพัฒนา รวม 319 คน แยกเป็น รายวิชา หลักการไม้ผล จำนวน 153 คน และรายวิชา สรีรวิทยาของพืชสวน จำนวน 166 คน (ตารางที่ 52 และ 53)

ตารางที่ 51 นักศึกษาร่วมฝึกปฏิบัติการวิจัย

ที่	รายนามนักศึกษา		หมายเหตุ
1.	นางสาวนิรมล แสงจันทา	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัยประจำโครงการ
2.	นางสาวภัทราภรณ์ หนองหารพิทักษ์	โครงการ	หัวข้อ “ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการขยายพันธุ์ส้มโอพันธุ์เนื้อสีแดง”
3.	นายยศธร เรืองชา	โครงการ	หัวข้อ “การเจริญเติบโตและพัฒนาการของส้มโอเนื้อสีแดง”
4.	นางสาวนรารัตน์ ศรีตะบุตร	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัย
5.	นางสาวนริศรา พวงจำปา	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัย
6.	นางสาวดลยา ดวงศรี	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัย
7.	นางสาวนันท์นลิน บัวจันทร์	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัย
8.	นางสาวนันท์ลี เอี่ยมไธสง	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัย
9.	นางสาวนาตองงค์ ภูมิธิ	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัย
10.	นายประวิทย์ ธรรมทะ	การฝึกปฏิบัติการวิจัย	นักศึกษาช่วยวิจัย

ตารางที่ 52 สรุปจำนวนนักศึกษา รายวิชาระดับปริญญาตรีที่ผ่านกระบวนการพัฒนา ระหว่าง ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ถึง ภาคปลาย ปีการศึกษา 2559

	ปีการศึกษา						รวม
	2557		2558		2559		
	ภาคต้น	ภาคปลาย	ภาคต้น	ภาคปลาย	ภาคต้น	ภาคปลาย	
รายวิชา 123321 : PRINCIPLE OF FRUIT CROP PRODUCTION							
	21	29	30	22	22	29	153
รายวิชา 123401 : PHYSIOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS							
	58	9	24	21	31	23	166
รวม	79	38	54	43	53	52	319

ตารางที่ 53 รายชื่อนักศึกษา รายวิชาระดับปริญญาตรีที่ผ่านกระบวนการพัฒนา ระหว่าง ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ถึง ภาคปลาย ปีการศึกษา 2559

รายวิชา 123321 : PRINCIPLE OF FRUIT CROP PRODUCTION			รายวิชา 123401 : PHYSIOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS		
รหัส	ชื่อ สกุล		รหัส	ชื่อ สกุล	
ปีการศึกษา 2557 ภาคการศึกษาที่ 1			ปีการศึกษา 2557 ภาคการศึกษาที่ 1		
1	533030215-0	นายรณวัฒน์ ชาลี	1	533030098-8	นายกฤษฎา ภักดีลุน
2	553030001-1	นางสาวเกสร แก้วบัว	2	533030239-6	นางสาววราตรี พระสุรัตน์
3	553030013-4	นางสาวกิริติ โคมรัมย์	3	533030284-1	นางสาวอนงค์นาฏ พิมพ์ใหม่
4	553030032-0	นางสาวชนกสร คำมะลิ	4	543030011-7	นายกิตติพัฒน์ อุปัชฌาย์
5	553030055-8	นางสาวธิดิมา สีดาพาสี	5	543030012-5	นางสาวกิตติยา สบายใจ
6	553030070-2	นางสาวบุญธิดา ศิริบาล	6	543030015-9	นางสาวศัทธิยา โยธี
7	553030082-5	นายปัญญาวิรุ นนทะการ	7	543030020-6	นางสาวจิราภรณ์ สันท
8	553030090-6	นางสาวพุทธรัตน์ หาญศึก	8	543030025-6	นางสาวเจนจิรา ประอินทร์
9	553030092-2	นางสาวแพรวนิต สุวะรัตน์	9	543030028-0	นางสาวชนกวนันต์ สุทธิกรม
10	553030101-7	นางสาวยุวดี สามิลา	10	543030035-3	นางสาวชิตาพร ผิวแดง
11	553030123-7	นางสาวศิริวรรณ วรวงศ์	11	543030040-0	นางสาวฐานิดา ประทุม
12	553030130-0	นายสันติภาพ ไชยสาร	12	543030047-6	นางสาวดลยา ดวงศรี
13	553030218-6	นางสาวปิยธิดา หล้ากันหา	13	543030053-1	นางสาวธนภรณ์ อีระศรานนท์
14	553030276-2	นางสาวทิพย์วัลย์ คำวันดี	14	543030066-2	นางสาวนราวรรณ ศรีตะบุตร
15	553030298-2	นางสาวปราณวิทย์ ประสารพันธ์	15	543030068-8	นางสาวนริศรา พวงจำปา
16	553030301-9	นางสาวปจรรย์ ไวยวัฒน์	16	543030069-6	นางสาวนฤมล วันทะวงษ์
17	553030307-7	นางสาวพรณิภา ศรีวงศ์ษา	17	543030070-1	นางสาวนันทน์ลิน บัวจันทร์
18	553030345-9	นางสาววิภาพร อ่อนสว่าง	18	543030072-7	นางสาวนันท์ลี เอียนไธสง
19	553030361-1	นางสาวสุพรรณษา ไพรัตน์	19	543030073-5	นางสาวนาตองงค์ ภูมิธิ
20	553030375-0	นางสาวอนุสรฯ โสภฯเพชร	20	543030081-6	นางสาวประภากร เพ็ญหอยชัย
21	553030424-3	นางสาวอภิชิตา เมืองปาน	21	543030102-4	นางสาวภัทราภรณ์ หนองหารพิทักษ์
ปีการศึกษา 2557 ภาคการศึกษาที่ 2			22	543030112-1	นางสาวรัตนฯ นามบุญเรือง
1	533030098-8	นายกฤษฎา ภักดีลุน	23	543030113-9	นางสาวลลิตา อ่อนตา
2	543030354-7	นายปกิต จำปาทอง	24	543030124-4	นางสาววราณี อึ้งพวง
3	543030417-9	นายวัชรพล จันทรสุขา	25	543030125-2	นางสาววิลาวรรณ ดริวิชา
4	553030007-9	นางสาวกรรณิภา บุญพาธรรม	26	543030126-0	นางสาววิภาวัลย์ สุขสิริคุณากร
5	553030009-5	นายกัญชร วรวิทยกิจ	27	543030147-2	นายสิทธิพงษ์ สีลาชม
6	553030012-6	นายกิตติศักดิ์ บุราณมย์	28	543030166-8	นายอภิรักษ์ ยอดแก้ว
7	553030030-4	นางสาวชฎาพร ลันศรี	29	543030168-4	นางสาวอรณี วันเวช
			30	543030174-9	นางสาวอัมพร เบนขุนทด

โครงการระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ

รายวิชา 123321 : PRINCIPLE OF FRUIT CROP PRODUCTION			รายวิชา 123401 : PHYSIOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS		
รหัส	ชื่อ สกุล		รหัส	ชื่อ สกุล	
8	553030031-2	นางสาวชฎาธาร ลอองแก้ว	31	543030243-6	นางสาวโชติกา หนูดำ
9	553030033-8	นายชินทร์ ทริเพ้ง	32	543030246-0	นายพัทธนัย คงศักดิ์
10	553030036-2	นางสาววิชา ตงศิริ	33	543030270-3	นางสาวขวัญฤดี ศรีใส
11	553030041-9	นายชูชาติ สังคะสุข	34	543030286-8	นางสาวจิรวรรณ สิทธิศักดิ์
12	553030080-9	นางสาวปริยานุช บุตรเพ็ชร	35	543030290-7	นางสาวฉัตรลดา โคตรศิลา
13	553030108-3	นายวรายุ ภาษี	36	543030305-0	นางสาวณัฐพร คำพิชัย
14	553030140-7	นางสาวอนุกฤษ ณฑลน้อย	37	543030324-6	นางสาวธนาภรณ์ โพโสลี
15	553030143-1	นายอภิวัฒน์ กองสี	38	543030329-6	นางสาวธิดารัตน์ พุ่มเพื่อง
16	553030231-4	นางสาวกมลพรรณ ลิ้มไพโรจน์	39	543030333-5	นายธีระวัฒน์ เจริญดี
17	553030233-0	นางสาวกรรณก ปฐพีเลิศสุวรรณ	40	543030350-5	นางสาวเนตรนภา สิงห์อุดม
18	553030238-0	นางสาวกานดา พรหมลา	41	543030357-1	นางสาวปภาวรินทร์ สีนแสง
19	553030239-8	นายการณย์ แจ่มเจริญทรัพย์	42	543030360-2	นายประวิทย์ ธรรมทะ
20	553030248-7	นางสาวจิราพร แก่นแก้ว	43	543030366-0	นางสาวปาริฉัตร ศรีเย็น
21	553030255-0	นางสาวชฎาภรณ์ เขยชัยภูมิ	44	543030375-9	นางสาวพรชนก พุกษาหอม
22	553030259-2	นางสาวชนกานต์ มุ่งอุ่มกลาง	45	543030406-4	นางสาวรัตนภรณ์ หอมทอง
23	553030281-9	นางสาวธารทิพย์ ปัทม	46	543030417-9	นายวัชรพล จันทรสุขา
24	553030316-6	นางสาวภรณ์พนา จันทรสิน	47	543030419-5	นางสาววิษราภรณ์ นาคอินทร์
25	553030326-3	นางสาวมินตรา พันทั้ง	48	543030424-2	นางสาววิชุดา คະสีทอง
26	553030335-2	นางสาววรรณพนิญ มีลุน	49	543030426-8	นางสาววิไลลักษณ์ พากักดี
27	553030381-5	นางสาวอรรดา พรหมพิทักษ์	50	543030428-4	นายวิวัฒน์ ศรีมุกดา
28	565030033-3	นางสาวณัฐยาพร หนันตะ	51	543030446-2	นางสาวสกุลทิพย์ นามวิชัย
29	575030004-1	นางสาววาสิฐิ์ แก้วจุลลา	52	543030455-1	นางสาวสุกัญญา ชันทอง
ปีการศึกษา 2558 ภาคการศึกษาที่ 1			53	543030457-7	นางสาวสุจิตรา พิมพ์ลา
1	563030026-6	นางสาวธัญญาภรณ์ สี่ผึ้ง	54	543030466-6	นางสาวสุพัตรา เพี้ยหอชัย
2	563030029-0	นางสาวธิดารัตน์ ศิลธร	55	543030500-2	นางสาวอัจฉราภรณ์ แสนทองคำ
3	563030036-3	นางสาวนิรุชา เรืองสวัสดิ์	56	543030507-8	นายอิทธิพงษ์ นันหมื่น
4	563030045-2	นางสาวมณียา ต้นเปาว์	57	543030608-2	นางสาวจันทร์ทิมา แพทย์จันลา
5	563030054-1	นางสาวศุภกร ทาโบราณ	58	565030110-3	นางสาวศุทธิยา สำราญญาติ
6	563030056-7	นางสาวศุภรัตน์ ไตรพินิจกุล	ปีการศึกษา 2557 ภาคการศึกษาที่ 2		
7	563030067-2	นายสุรศักดิ์ เปรมประยูร	1	543030054-9	นายธนัท ลิ้มมา
8	563030074-5	นายอรรถวัฒน์ แก้วกัลป์	2	543030067-0	นายณรินทร์ ตรีสิงห์
9	563030110-7	นางสาวสาลินี รียทัพบวา	3	543030127-8	นายวิรัช สำนัญญ
10	563030136-9	นายธีรวัฒน์ พันทชาติ	4	543030320-4	นางสาวธณยพร กำเกลี้ยง

โครงการระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ

รายวิชา 123321 : PRINCIPLE OF FRUIT CROP PRODUCTION			รายวิชา 123401 : PHYSIOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS		
รหัส	ชื่อ สกุล		รหัส	ชื่อ สกุล	
11	563030171-7	นายกฤษฎาภัทร ลำสัน	5	543030345-8	นางสาวนันท์นาฏ ไชยพะยวน
12	563030175-9	นายกานต์ชนก ทิพย์สุทธิ์	6	543030354-7	นายปกิต จำปาทอง
13	563030189-8	นายจิตร เทพตาแสง	7	543030396-1	นายยศร เรืองชา
14	563030212-9	นายฐาปกรณ์ กางกันยา	8	543030412-9	นายวรวัฒน์ ประสมทรัพย์
15	563030221-8	นายณัฐพล คำภูเงิน	9	543030505-2	นางสาวอารีย์ จันทร์เสริม
16	563030243-8	นายนราชัย มะติยะภักดิ์			
17	563030246-2	นายณฤพล จังพล	ปีการศึกษา 2558 ภาคการศึกษาที่ 1		
18	563030247-0	นางสาวณมล สิงหรา	1	553030007-9	นางสาวกรรณิกา บุญพาธรรม
19	563030249-6	นางสาวนันท์กานต์ บุญมี	2	553030012-6	นายกิตติศักดิ์ บุราณรัมย์
20	563030254-3	นางสาวนุสรา เกระคุณ	3	553030030-4	นางสาวชฎาพร ล้นศรี
21	563030266-6	นางสาวปรียาพรรณ สุกใส	4	553030033-8	นายชินทร์ ทริเพ้ง
22	563030280-2	นายพงษ์ศักดิ์ แก้วรินขวา	5	553030041-9	นายชูชาติ สังคะสุข
23	563030283-6	นางสาวพรนภัส พันธุมาศ	6	553030055-8	นางสาวธิดิมา สีดาพาสี
24	563030288-6	นางสาวพนนิพา สืบสำราญ	7	553030070-2	นางสาวบุญธิดา ศิริบาล
25	563030295-9	นางสาวฟาริดา บำรุงเกาะ	8	553030080-9	นางสาวปริญญช บุตรเพ็ชร
26	563030302-8	นายภูวนาถ กองศิริ	9	553030101-7	นางสาวยุวดี สามิลา
27	563030323-0	นางสาววรรณิศา พรหมศรี	10	553030140-7	นางสาวอนุรักษ์ ถนัดเลื่อย
28	563030332-9	นายวินัย แสงเพชร	11	553030143-1	นายอภิวัฒน์ กองสี
29	563030360-4	นายศุภมิตร ภูแหม่โชติ	12	553030231-4	นางสาวกมลพรรณ ลิ้มไพโรจน์
30	563030395-5	นางสาวอรนุช โมกขรัตน์	13	553030238-0	นางสาวกานดา พรหมลา
ปีการศึกษา 2558 ภาคการศึกษาที่ 2			14	553030248-7	นางสาวจิราพร แก่นแก้ว
1	543030067-0	นายณรินทร์ ตรีสิงห์	15	553030255-0	นางสาวชฎาภรณ์ เขยชัยภูมิ
2	563030172-5	นายกฤษณ หิริญ	16	553030259-2	นางสาวชนกานต์ มุ่งอุ้นกลาง
3	563030184-8	นายจตุรนต์ ดวงทองมา	17	553030281-9	นางสาวธารทิพย์ ปัทม
4	563030186-4	นายจักริน เชื้อสวาท	18	553030298-2	นางสาวปราณวิทย์ ประสารพันธ์
5	563030188-0	นางสาวจรรุวรรณ หอทอง	19	553030301-9	นางสาวปาจริย์ ไวยวัฒน์
6	563030199-5	นายชนะชัย ศักดิ์วิเศษวัฒนา	20	553030326-3	นางสาวมินตรา พันทั้ง
7	563030224-2	นางสาวณิชาภัทร พุทธรัสสุ	21	553030335-2	นางสาววรรณิษา มีลุน
8	563030229-2	นายต้นติกร จ้อยนุแสง	22	553030375-0	นางสาวอนุสรุา โสภาเพชร
9	563030250-1	นางสาวนิชาภา ผิวสุวรรณ	23	585030045-8	นางสาวฟุ้งฟ้า ปัญหา
10	563030256-9	นายบุญญฤทธิ์ ลาลี	24	585030047-4	นายยรรยง ม่วงอ่อน
11	563030267-4	นางสาวปรียาภรณ์ หมอยา	ปีการศึกษา 2558 ภาคการศึกษาที่ 2		
12	563030268-2	นางสาวปวีณา คำมูล	1	553030001-1	นางสาวเกสร แก้วบัว

รายวิชา 123321 : PRINCIPLE OF FRUIT CROP PRODUCTION			รายวิชา 123401 : PHYSIOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS		
รหัส	ชื่อ สกุล		รหัส	ชื่อ สกุล	
13	563030269-0	นายปัญญา ภูซิด	2	553030009-5	นายกัญชร วรวิทยกิจ
14	563030274-7	นายปิยบุตร เพิ่มปัญญา	3	553030013-4	นางสาวกิริติ โคมรัมย์
15	563030300-2	นายภูษภัทร เมืองแสน	4	553030031-2	นางสาวภูษารณ ลอองแก้ว
16	563030314-1	นายฤทธิเกียรติ นวลมณี	5	553030032-0	นางสาวชนกสร คำมะลิ
17	563030331-1	นางสาววันนิสา ยาระจับ	6	553030036-2	นางสาววิชา ตงศิริ
18	563030354-9	นางสาวศิริณญา จันดี	7	553030082-5	นายปัญญาวิร์ นนทะการ
19	563030361-2	นางสาวรติชา ศรีโคตร	8	553030090-6	นางสาวพชรรัตน์ หาญศึก
20	563030407-4	นางสาวอาทิตย์ยา สิงห์มณี	9	553030092-2	นางสาวแพรวนิต สุวะรัตน์
21	563030415-5	นางสาวอุมาพร เหลาทอง	10	553030108-3	นายวรายุ ภาษี
22	563030495-1	นางสาวสุภารัตน์ ดงภูยาว	11	553030123-7	นางสาวศิริวรรณ วรวงศ์
ปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาที่ 1			12	553030130-0	นายสันติภาพ ไชยสาร
1	543030067-0	นายณรินทร์ ตรีสิงห์	13	553030218-6	นางสาวปิยธิดา หล้ากันหา
2	563030172-5	นายกฤษณ หิรัญ	14	553030233-0	นางสาวกรรณก ปฐพีเลิศสุวรรณ
3	563030184-8	นายจตุรนต์ ดวงทองมา	15	553030276-2	นางสาวทิพย์วัลย์ คำวันดี
4	563030186-4	นายจักริน เชื้อสวาท	16	553030307-7	นางสาวพรณิภา ศรีวงศ์ษา
5	563030188-0	นางสาวจรรวรณ์ หอทอง	17	553030316-6	นางสาวภรณ์พนา จันทร์สิน
6	563030199-5	นายชนะชัย ศักดิ์วิเศษวัฒนา	18	553030345-9	นางสาววิภาพร อ่อนสว่าง
7	563030224-2	นางสาวณิชาภัทร พุทธรสสุ	19	553030361-1	นางสาวสุพรรณษา ไพรัตน์
8	563030229-2	นายตันติกร จ้อยนุแสง	20	553030381-5	นางสาวอรรดา พรหมพิทักษ์
9	563030250-1	นางสาวนิชาภา ผิวสุวรรณ	21	553030424-3	นางสาวอภิขिता เมืองปาน
10	563030256-9	นายบุญญฤทธิ์ ลาดี	ปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาที่ 1		
11	563030267-4	นางสาวปริยาภรณ์ หมอয়া	1	553030239-8	นายการณย์ แจ่มเจริญทรัพย์
12	563030268-2	นางสาวปวีณา คำมูล	2	563030026-6	นางสาวธัญญาญจน์ สีผึ้ง
13	563030269-0	นายปัญญา ภูซิด	3	563030029-0	นางสาวธิดารัตน์ ศิลธร
14	563030274-7	นายปิยบุตร เพิ่มปัญญา	4	563030036-3	นางสาวนริษา เรืองสวัสดิ์
15	563030300-2	นายภูษภัทร เมืองแสน	5	563030045-2	นางสาวมณียา ต้นเปาว์
16	563030314-1	นายฤทธิเกียรติ นวลมณี	6	563030054-1	นางสาวศุภกร ทาโบราณ
17	563030331-1	นางสาววันนิสา ยาระจับ	7	563030067-2	นายสุรศักดิ์ เปรมประยูร
18	563030354-9	นางสาวศิริณญา จันดี	8	563030110-7	นางสาวสาลินี รียทัพบวา
19	563030361-2	นางสาวรติชา ศรีโคตร	9	563030184-8	นายจตุรนต์ ดวงทองมา
20	563030407-4	นางสาวอาทิตย์ยา สิงห์มณี	10	563030186-4	นายจักริน เชื้อสวาท
21	563030415-5	นางสาวอุมาพร เหลาทอง	11	563030189-8	นายจิตร เทพตาแสง
22	563030495-1	นางสาวสุภารัตน์ ดงภูยาว	12	563030212-9	นายฐาปกรณ์ กางกันยา

โครงการระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ

รายวิชา 123321 : PRINCIPLE OF FRUIT CROP PRODUCTION			รายวิชา 123401 : PHYSIOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS		
รหัส	ชื่อ สกุล		รหัส	ชื่อ สกุล	
ปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาที่ 2			13	563030224-2	นางสาวณิชาภัทร พุทธิรสสุ
1	563030184-8	นายจตุรนต์ ดวงทองมา	14	563030243-8	นายณรายชัย มะติยะภักดิ์
2	573030031-4	นางสาวจันจิรา แดนแก้วมูล	15	563030246-2	นายณฤพล จังพล
3	573030035-6	นายจิรวัดน์ มาทมูล	16	563030249-6	นางสาวนันทิกานต์ บุญมี
4	573030041-1	นายเฉลิมเกียรติ ศิริชน	17	563030250-1	นางสาวนิชาภา ผิวสุวรรณ
5	573030046-1	นายชุติสรณ์ ตีมาก	18	563030254-3	นางสาวนุสรา เกระคุณ
6	573030047-9	นายเชื้อชาติ ชัยวงศ์	19	563030256-9	นายบุญญฤทธิ์ ลาลี
7	573030051-8	นางสาวจิตติยา แสนรู้	20	563030268-2	นางสาวปวีณา คำมูล
8	573030053-4	นายณฤทธิ์ บำรุงกลาง	21	563030269-0	นายปัญญา ภูซิด
9	573030059-2	นางสาวณัฐนรี สุกระจันทร์	22	563030274-7	นายปิยบุตร เพิ่มปัญญา
10	573030071-2	นางสาวทัศนีย์ แผงฤทธิ์	23	563030295-9	นางสาวพาริดา บำรุงเกาะ
11	573030072-0	นางสาวทิวพร สินทร์	24	563030300-2	นายภูษภัทร เมืองแสน
12	573030089-3	นายณัฏวัฒน์ ตาดี	25	563030302-8	นายภูวนาล กองศิริ
13	573030106-9	นายพงศ์พี วีจิตรคุณานันท์	26	563030354-9	นางสาวศิริกัญญา จันดี
14	573030116-6	นายพิพัฒน์ พันสนิท	27	563030360-4	นายศุภมิตร ภูแฮมโชติ
15	573030122-1	นางสาวแพรวนภา บุตรโคตร	28	563030361-2	นางสาวรติชา ศรีโคตร
16	573030146-7	นางสาวรัตนภรณ์ จันท์แจ่ม	29	563030407-4	นางสาวอาทิตย์ยา สิงห์มณี
17	573030172-6	นางสาววิไลลักษณ์ พลนามอินทร์	30	563030415-5	นางสาวอุมาพร เหลาทอง
18	573030179-2	นายศรัณย์ ชนะสีมา	31	595030016-6	นายกวิน กุมปรุ
19	573030183-1	นางสาวศศิธร นิยะนุช	ปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาที่ 2		
20	573030225-1	นายหัสติน แผงพิมาย	1	543030054-9	นายธนัท สิมมา
21	573030244-7	นางสาวพิมลณัฐ บริกุลพิรพงศ์	2	563030056-7	นางสาวศุภรัตน์ ไตรพินิจกุล
22	573030354-0	นางสาวสิริรัตน์ ภูซังค์	3	563030074-5	นายอรรถวัฒน์ แก้วกัลป์
23	573030356-6	นางสาวสุวิจิ เอียงเซง	4	563030136-9	นายธีรวัฒน์ พันทชาติ
24	573030361-3	นางสาวธนพร ไพโรสิงห์	5	563030171-7	นายกฤษฎาภัทร ลำสัน
25	573030377-8	นายสุเกียรติ ปะทะกี	6	563030184-8	นายจตุรนต์ ดวงทองมา
26	573030479-0	นางสาววรรณิภา ภูสีทอง	7	563030188-0	นางสาวจรรุวรรณ หอทอง
27	573030497-8	นางสาวสิริวิมล สำนักโนน	8	563030199-5	นายชนะชัย ศักดิ์วิเศษวัฒนา
28	573030501-3	นางสาวสุภาวดี โพธิ์อารีย์	9	563030221-8	นายณัฐพล คำภูเงิน
29	573030510-2	นายอริยชัย ขยันดี	10	563030229-2	นายตันติกร จ้อยนุแสง
			11	563030247-0	นางสาวณฤมล สิงห์รา
			12	563030266-6	นางสาวปรียาพรรณ สุกใส
			13	563030267-4	นางสาวปรียาภรณ์ หมอยา

รายวิชา 123321 : PRINCIPLE OF FRUIT CROP PRODUCTION		รายวิชา 123401 : PHYSIOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS	
รหัส	ชื่อ สกุล	รหัส	ชื่อ สกุล
		14	563030280-2 นายพงษ์ศักดิ์ แก้วรินขวา
		15	563030283-6 นางสาวพรนภัส พันธุมาศ
		16	563030288-6 นางสาวพนนิพา สืบสำราญ
		17	563030314-1 นายฤทธิเกียรติ นวลมณี
		18	563030323-0 นางสาววรรณิศา พรหมศรี
		19	563030331-1 นางสาววันนิสา ยาระงับ
		20	563030332-9 นายวินัย แสงเพชร
		21	563030395-5 นางสาวอรนุช โมกขรัตน์
		22	563030495-1 นางสาวสุดารัตน์ ดงภูยาว
		23	595030068-7 นางสาวเมวิกา ไชยฤทธิ์

ภาคผนวก

การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณของคลอโรฟิลล์

การเตรียม Acetone ความเข้มข้น 80%

1. เตรียม Acetone ความเข้มข้น 100% ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร

การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณของคลอโรฟิลล์

นำตัวอย่างใบสดซึ่ง 0.5 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ บดในโกร่งเติม 80% acetone จำนวน 20 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างบดให้ละเอียดนาน 5 นาที นำสารละลายที่ได้เทผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารละลายส่วนนี้ไว้ (สารละลายส่วนที่ 1) เติม 80% acetone จำนวน 15 มิลลิลิตร ลงในกากตัวอย่างที่เหลือ บดซ้ำอีก 1 ครั้ง นาน 5 นาที แล้วเทส่วนที่เป็นสารละลาย (สารละลายส่วนที่ 2) ลงในบีกเกอร์รวม เติม 80% acetone จำนวน 15 มิลลิลิตร ลงในกากตัวอย่างที่เหลือ บดซ้ำอีก 1 ครั้ง นาน 5 นาที แล้วเทส่วนที่เป็นสารละลาย (สารละลายส่วนที่ 3) ลงในสารละลายส่วนที่ 1+2 อยู่ ปรับปริมาตรด้วย 80% acetone ให้สารละลายที่มีปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 50 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่องวัดการส่องผ่านของแสง (Spectrophotometer) โดยใช้สารละลาย acetone เป็น blank ที่ความยาวคลื่น 663, 645 และ 440 nm ตามลำดับ นำค่า Absorbance ที่ได้มาคำนวณค่าตามสูตร ดังต่อไปนี้

ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด (mg/g FH)

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ} = \frac{(9.78 \times \text{OD}_{663} - (0.99 \times \text{OD}_{645}))V}{w}$$

(Chlorophyll a)

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี} = \frac{(21.4 \times \text{OD}_{645} - (4.65 \times \text{OD}_{663}))V}{w}$$

(Chlorophyll b)

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม} = (\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ} + \text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี})$$

(Total Chlorophyll) (Chlorophyll a) (Chlorophyll b)

เมื่อ OD = Optical Density (ค่าการดูดกลืนแสงจากเครื่อง

Spectrophotometer) ที่มีความยาวช่วงแสงต่างๆ

V = Volume (ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์)

W = Weight (น้ำหนักสดของตัวอย่างที่นำมาสกัดคลอโรฟิลล์)



การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน

การย่อยสลายตัวอย่างพืช (Digestion)

นำตัวอย่างใบที่เหลือไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และปรับอุณหภูมิลดลง เป็น 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำตัวอย่างใบแห้งบดให้ละเอียดเตรียมไปวิเคราะห์ไนโตรเจน

การย่อยสลายด้วยกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4 acid Digestion) เพื่อวิเคราะห์ไนโตรเจน

ชั่งตัวอย่างพืชจำนวน 0.05 กรัม ใส่ลงในหลอดสำหรับย่อยตัวอย่าง เติมสารเร่งปฏิกิริยา Na_2SO_4 กรัม และ Se 0.1 กรัม เติมกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 98% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร วางหลอดสำหรับย่อยตัวอย่างลงใน Digesting apparatus ภายใต้ fume hood ค่อยๆปรับอุณหภูมิจนถึง 380 องศาเซลเซียส ย่อยตัวอย่างพืชกระทั่งได้สารละลายใสไม่มีสี แล้วจึงยกหลอดทิ้งไว้ให้เย็นใน fume hood เติมน้ำกลั่นลงไป ในหลอดให้ช้าๆ พร้อมทั้งเขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเทสารละลายลงในขวดเชิงปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ค้างคืนไว้เพื่อให้ซิลิกาตกตะกอนกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารละลายไว้ในขวด ทำ blank ด้วยวิธีเดียวกัน

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยวิธี Colorimetry

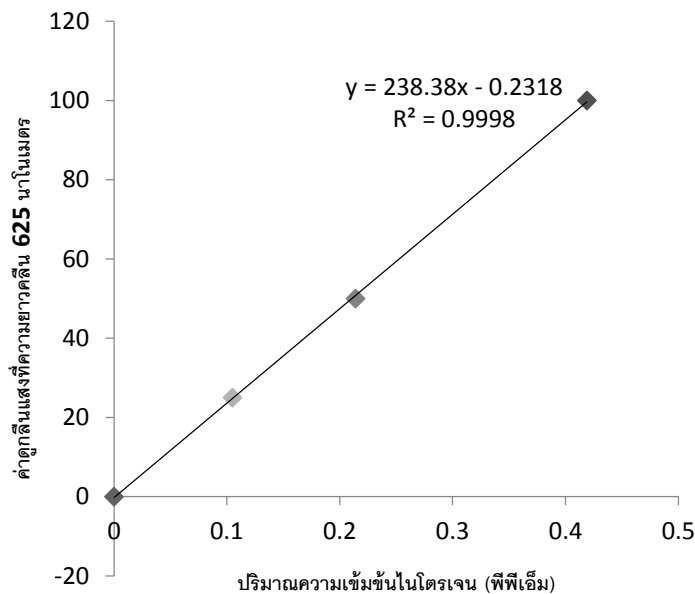
การเตรียมสารเคมี

1. สารละลาย A: ละลายฟีนอล 1 กรัม และโซเดียมไนโตรพลัสไซด์ 5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (เก็บในขวดสีชา)
2. สารละลาย B: ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 0.84 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (เก็บในขวดสีชา)
3. สารละลายมาตรฐานที่มีไนโตรเจน (NH_4^+) ความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 3.819 กรัม และปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มิลลิลิตร

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานไนโตรเจนความเข้มข้น 0, 25, 50, 75 และ 100 พีพีเอ็ม
2. ใส่สารละลาย A ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1, 2, 3, 4 และ 5
3. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่น), 25, 50, 75 และ 100 พีพีเอ็ม ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 เขย่าให้เข้ากัน
4. เติมสารละลาย B ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
5. ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร
7. ทำกราฟมาตรฐาน จากค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง





กราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน โดยใช้วิธี Colorimetry

วิธีการสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR Dellaporta miniprep (Dellaporta et al., 1983)

1. เลือกใบอ่อนส้มโอ ประมาณ 50 มิลลิกรัม ใส่หลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร สกัดด้วยสารสกัด Dellaporta extraction buffer ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ต่อ 1 ตัวอย่าง ประกอบด้วย Tris pH 8 ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ EDTA pH 8 ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ NaCl ความเข้มข้น 500 มิลลิโมลาร์ 2-Mercaptoethanol (BME) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ และบดตัวอย่างให้ละเอียดด้วย Kontespestels right (KONTES® RNase-Free PELLET PESTLE® Grinders, Kimble Chase)
2. เติม 20% SDS ปริมาตร 33 ไมโครลิตร และปั่นด้วย vortex 2 นาที จากนั้นบ่มที่ 65 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
3. เติม KoAc ความเข้มข้น 5 โมลาร์ ปริมาตร 160 ไมโครลิตร และปั่นด้วย vortex 2 นาที ปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Hettich Zentrifugen, Universal 30 RF, Germany) 15 นาที ที่ 14,000 rpm
4. ดูดสาร supernatant ที่อยู่ชั้นบน ปริมาตร 450 ไมโครลิตร ใส่หลอดทดลองใหม่
5. เติม isopropanol ปริมาตร 0.5 เท่าของสาร supernatant และปั่นด้วย vortex 10 วินาที และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง นาน 15 นาที ที่ 14,000 rpm
6. ดูดสาร supernatant ชั้นบนทิ้ง จะปรากฏตะกอนสีขาวขุ่นติดด้านล่างหลอดทดลอง (ดีเอ็นเอ)
7. เติม 70% EtOH ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง 5 นาที ที่ 14,000 rpm
8. ดูด 70% EtOH ทิ้ง และทำซ้ำ ตามข้อ 7 จำนวน 2 ครั้ง
9. ทำให้ดีเอ็นเอแห้งโดยทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง
10. เติมน้ำสะอาดหนึ่งขวด (ddH₂O) หรือ 1X TE buffer ปริมาตร 200 ไมโครลิตร เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

การเตรียมสารละลายสำหรับสกัดดีเอ็นเอ

1 โมลาร์ Tris HCl pH 8.0 (Tris (hydroxymethyl) aminomethane hydrochloride)

1. ชั่ง Tris 121.1 กรัม
2. เติม ddH₂O ปริมาตร 700 มิลลิลิตร
3. ปรับค่า pH ให้ได้ค่า 8.0 ด้วย HCl (อาจต้องเติมมากกว่า 50 มิลลิลิตร) ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วย ddH₂O

0.5 โมลาร์ EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid)

1. ชั่ง EDTA 186.12 กรัม
2. เติม dH₂O ปริมาตร 700 มิลลิลิตร
3. เติม NaOH ปริมาณ 16-18 กรัม หรือจนกว่าสาร EDTA ละลาย (อุ่นที่ 60 องศาเซลเซียส)
4. ปรับ pH ให้ได้ 8.0 และ EDTA จะเริ่มละลายเมื่อค่า pH เข้าใกล้ 8.0 เติม ddH₂O ปริมาตร 1 ลิตร

TE Buffer

1. เตรียม 1 โมลาร์ Tris HCl pH 8.0 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
 2. 0.5 M EDTA ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วย ddH₂O
- 5 โมลาร์ NaCl (Sodium chloride)
1. ชั่ง NaCl จำนวน 292.2 กรัม
 2. เติม H₂O ปริมาตร 700 มิลลิลิตร
 3. เมื่อละลายปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

หมายเหตุ: สารเคมีทุกชนิด เป็นสารเคมีคุณภาพระดับ Molecular grade

การเตรียม **Polyacrylamide gel** ในขั้นตอนการแยกตำแหน่งดีเอ็นเอ

	4% Polyacrylamide gel	6% Polyacrylamide gel	8% Polyacrylamide gel
1. 10 M Urea	3500 µl	3500 µl	3500 µl
2. 10X TBE	500 µl	500 µl	500 µl
3. 40 % Acrylamide	500 µl	750 µl	1000 µl
4. d H ₂ O	500 µl	250 µl	-
5. 10% APS	50 µl	50 µl	50 µl
6. TEMED	4 µl	4 µl	4 µl

การเตรียม **10 TBE**

1. ชั่ง Tris base 108 กรัม
2. ชั่ง Boric acid 55 กรัม
3. สารละลาย 0.5 M EDTA 40 มิลลิลิตร
4. ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร

การเตรียม **10 % Ammonium persulfate APS**

1. ชั่ง APS 0.1 กรัม
2. ละลายด้วยน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร (เก็บที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) (10% APS ต้องเตรียมใหม่ก่อนใช้ทุกครั้ง)

การเตรียมสารเคมีวิเคราะห์สารแอนโทไซยานิน

สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) pH 1.0 ความเข้มข้น 0.025 M

1. ชั่ง KCl 0.466 กรัม
2. ละลายด้วยน้ำกลั่น 240 มิลลิลิตร
3. ปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น จนได้ pH เท่ากับ 1.0 ปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร

สารละลายโซเดียมอะซิเตท (CH₃COONa) pH 4.5 ความเข้มข้น 0.4 M

1. ชั่ง CH₃COONa 13.608 กรัม
2. ละลายด้วยน้ำกลั่น 240 มิลลิลิตร
3. ปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น จนได้ pH เท่ากับ 4.5 ปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก

1. ดูดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดชมพู ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 2 หยด
3. ไตเตรตด้วยสารละลาย NaOH จนได้สีชมพูจางๆ
4. คำนวณปริมาณกรดทั้งหมด

$$\text{ปริมาณกรด} = \frac{\text{นอร์มาลิตี} \times \text{ปริมาตร} \times \text{น้ำหนักกรัมสมมูลของกรดซิตริก} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000}$$

นอร์มาลิตี = ความเข้มข้นของ NaOH

ปริมาตร = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH

น้ำหนักกรัมสมมูลของกรดซิตริก = 64

เตรียมสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 N

1. ชั่ง NaOH 2 กรัม
2. ละลายด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์

1. ชั่งฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม
2. ละลายด้วย 95% EtOH ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แผนควบคุมการผลิตระบบการผลิตส้มโอคุณภาพ GAP

N o.	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
1	การ เลือก พันธุ์ และกิ่ง พันธุ์ ปลูก	พันธุ์ปลูกไม่ ตรงตาม ความ ต้องการ ตลาด และ กิ่งพันธุ์เป็น โรค	เลือกพันธุ์ ปลูก และ กิ่งพันธุ์ ปลอดโรค	C C P	ใช้กิ่งพันธุ์ ปลอดโรค และพันธุ์ ตรงตาม ความ ต้องการ ของตลาด	ตรวจสอบ แหล่งผลิตกิ่ง พันธุ์ ปีละครั้ง	เลือกพันธุ์ และ กิ่งพันธุ์ที่ผลิต จากแหล่งผลิตที่ ได้รับการรับรอง จากหน่วยงาน ของรัฐ	พันธุ์และ แหล่ง ที่มาของ กิ่งพันธุ์
2	การ เตรียม ดินหลัง การเก็บ เกี่ยว 2.1 การใส่ ปุ๋ย	ดินและ ใบ ไม่สมบูรณ์	วิเคราะห์ ดินและใส่ ปุ๋ยให้ สอดคล้อง กับผลการ วิเคราะห์	C P	ดิน สมบูรณ์ มี การแตก ใบ สม่ำเสมอ	สำรวจความ สมบูรณ์ต้น และใบที่แตก ใหม่	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 10-20 กก./ต้น ใส่ปุ๋ยเคมีให้ สอดคล้องกับค่า วิเคราะห์ดิน หรือใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 25-7-7 หรือ 15-15-15 + 46-0-0 สัดส่วน 1:1 อัตรา 1 ใน 3 ของเส้นผ่าน ศูนย์กลางทรง พุ่ม(หน่วยเป็น กิโลกรัม)	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ ปุ๋ยที่ใช้
	2.2 การ ป้องกัน	ดินและใบ ไม่สมบูรณ์	ป้องกัน กำจัดตาม คำแนะนำ	C P	พบอาการ ของ โรค แคงเกอร์	พ่นสารเคมีตาม คำแนะนำเพื่อ ป้องกันโรค	ตัดแต่งใบและกิ่ง ที่มีอาการ ทิ้งและเผา	จำนวน ต้นและ ระดับ

N o.	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
	กำจัด โรคที่ สำคัญ				บนใบไม่เกิน 10% และบนกิ่งไม่เกิน 5%	ระยะ แตกใบ อ่อนในช่วงต้น ฤดู ฝน สำรวจการเกิด โรคทุก 7 วัน ทุกครั้งที่มีการ แตกใบอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน โรคแคงเกอร์ : เป็นแผลตก สะเก็ดบนใบ จุดแผลค่อนข้าง กลมและมีวง แหวนสีเหลือง ล้อมรอบ อาการบนกิ่ง อ่อน เป็นแผล ตกสะเก็ด ขยาย ไปตามความ ยาวของกิ่งไม่มี วงแหวนสี เหลือง รูปร่าง แผลไม่แน่นอน	ทำลาย เมื่อพบอาการ ของโรคบนใบ มากกว่า 10% ของทรงพุ่ม พ่น ด้วยสารคอป เปอร์ออกไซด์คลอ- ไรด์ 85% ดับลิ ฟี หรือสาร ประกอบทองแดง ชนิดอื่นอัตรา 40-60 กรัมต่อ น้ำ 20 ลิตรทุก 7-10 วัน หรือ จุนสี+ปูนขาว อัตรา300+300 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร (ผสมจุนสี และปูนขาว แยกกันในน้ำ อย่างละ 2 ลิตร แล้วนำมาผสม กับน้ำอีก 16 ลิตร) พ่นทุก 7- 14 วัน เมื่อพบ การระบาด รุนแรง	ความ รุนแรง ของโรค ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้
					ไม่พบ อาการ โรคกรีนนิ่ง	สำรวจการเกิด โรคทุกต้น ปี ละ 1-2 ครั้ง โรคกรีนนิ่ง : ใบเหลืองซีด เส้นใบสีเขียว หรือใบด่าง ใบ	ถ้าเริ่มพบอาการ โรคกรีนนิ่งให้ตัด กิ่งที่มีอาการทิ้ง และเผาทำลาย ถ้าพบอาการ มากกว่า 50% ของทรงพุ่มให้	จำนวน ต้นและ ระดับ ความ รุนแรง ของโรค ชนิด

N O .	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
						เล็กเหลือง หรือ อาการคล้ายกับ ขาดธาตุอาหาร มักเกิดกับกิ่งใด กิ่งหนึ่งก่อน ใบ แก่หนาม้วนงอ และมีเส้นใบจุด แตกสีน้ำตาล ต้นทรุดโทรม ผลร่วงก่อนอายุ การเก็บเกี่ยว ระบบราก อ่อนแอ และ เน่า มีเพลี้ยไก่ แจ้ เป็นแมลง พาหะ สำรวจการเกิด โรคทุกต้น ปีละ 1-2 ครั้ง สุ่มตัวอย่างกิ่ง ที่แสดง อาการเพื่อตรวจ โรคในห้อง ปฏิบัติการ โรคทริสเทซ่า : ต้นส้มโอแคะ แกร็น ใบเล็กข้อ ปล้องสั้น บางครั้งใบม้วน งอ เนื้อไม้มี หนามแหลม ยื่น	ชุดต้นทิ้งและเผา ทำลาย ควบคุมเพลี้ยไก่ แจ้ส้มโดย พ่นสารอิมิดาโค ลพริด 10% เอ สแอล อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยอดพ่น สารก่อนเก็บ- เกี่ยว 14 วัน เลือกใช้ต้นพันธุ์ ปลอดโรค บำรุงรักษาต้นให้ แข็งแรง สมบูรณ์และ ป้องกันกำจัด เพลี้ยไก่แจ้ส้ม อย่างสม่ำเสมอ ถ้าพบอาการให้ ชุดต้นทิ้งและ เผาทำลาย ควบคุมเพลี้ย อ่อน ตัดยอดที่ สำรวจพบการ ระบาด และเผา ทำลาย หรือพ่น ด้วยสารมาลา- ไทออน 57% อี ซี อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เฉพาะ บริเวณที่มีการ ระบาด พ่นซ้ำ	อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมี ที่ใช้ จำนวน ต้นและ ระดับ ความ รุนแรง ของโรค ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้

N o.	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
						ออกมาเมื่อลอกเปลือกออกและใบแก่หนาเส้นใบแตกมีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะนำโรค สำรวจการเกิดโรคทุกต้น ปีละ 1 ครั้ง ในเดือนกรกฎาคม ส้มตัวอย่างกิ่งที่แสดงอาการเพื่อตรวจโรคในห้องปฏิบัติการ สำรวจการเกิดโรคปีละ 1 ครั้งในช่วงกลางฤดูฝน ควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของดินให้ไม่ต่ำกว่า 6	ห่างกัน 7-10 วัน ตามความจำเป็น เลือกใช้ต้นพันธุ์ปลอดโรค บำรุงรักษาต้นให้แข็งแรง สมบูรณ์และป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนอย่างสม่ำเสมอ ใช้ต้นตอที่ทนทานต่อโรครากเน่า-โคนเน่า เมื่อพบอาการโรคที่ลำต้น ถากเปลือกบริเวณที่เป็นโรค แล้วทาแผลด้วยสารเมตาแลกซิล 25% ดับลิฟพี อัตรา 80-100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร หรือสารฟอสเอทิลอลูมิเนียม 80% ดับลิฟพี อัตรา 100-150 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ราดดินบริเวณทรงพุ่มต้นส้มด้วยสารเมตาแลกซิล 25% ดับลิฟพี อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20	จำนวนต้นและระดับความรุนแรงของโรค ชนิดอัตราเวลาและปริมาณสารเคมีที่ใช้

N O .	ขั้นตอน	อันตราย	มาตรการควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้องบันทึก
	การผลิต							
							ลิตรหรือสารฟอสเฟทิลอลูมิเนียม 80% ดับลิฟท์ อัตรา 40 กรัม หรือ กรดฟอสฟอริก อัตรา 40-60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร	
	2.3 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มโอที่สำคัญ	ต้นไม่สมบูรณ์เนื่องจากใบถูกทำลาย	ป้องกันกำจัดตามคำแนะนำ	C P	พบ เพลี้ยไฟ ไม่เกิน 4 ตัวต่อ ยอด จากการสำรวจ 10 ต้น ต้นละ 5 ยอด พบ หนอนชอนใบส้ม ทำลาย ยอดอ่อน มากกว่า หรือ เท่ากับ 50% ของ จำนวน ยอดที่สุ่มสำรวจ	สำรวจเพลี้ยไฟ ระยะแตกใบอ่อน ทุก 7 วัน โดยเฉพาะ ในช่วงอากาศ แห้งแล้ง และ ทำการป้องกันกำจัด เมื่อพบ เกินค่าควบคุม สำรวจหนอนชอนใบส้มระยะแตกใบอ่อนทุก 7 วันโดยสุ่มสำรวจ 5 ยอด ต่อต้นจำนวน 10 ต้นถ้าพบ หนอนชอนใบ ส้มเกิน 3 ใบต่อ ยอด ถือว่ายอด นั้นถูกทำลาย เกิน 50% ของ ยอดสำรวจทำ	พ่นด้วยสารอิมิดาโคลพริด 10% เอสแอล อัตรา 10 มิลลิลิตร หรือ สารเพนโพรพาทริน 10% อีซี อัตรา 30 มิลลิลิตร หรือ สารอีไท-ออน 50% อีซี อัตรา 20 มิลลิลิตร หรือสารอะบาเม็กติน 1.8% อีซี อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นด้วย บีโตรเลียมมอยล์ 83.9% อีซี อัตรา 60 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อ ป้องกันการเข้า	ข้อมูล การสำรวจแมลงชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ใช้ ข้อมูล การสำรวจแมลงชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ใช้ข้อมูล

N O .	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
					ไม่พบ เพลี้ยอ่อน บนยอด อ่อนส้มที่ สำรวจ	การป้องกัน กำจัด สำรวจเพลี้ย อ่อนทุก 7 วัน จนใบแก่โดยส้ม สำรวจ 5 ยอด ต่อต้นจำนวน 10 ต้นถ้าพบทำ การป้องกัน กำจัด	ทำลาย พ่นสารฟลูเฟน ออกซารอน 5%อีซี อัตรา 6 มิลลิลิตร หรือ สาร อิมิดาโคลพริด 10% เอสแอล อัตรา 8 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร	การ สำรวจ แมลง
					ไม่พบ เพลี้ยไก่แจ้ ส้มส้ม สำรวจ สวนละ 10 ต้นๆ ละ 5 ยอด	สำรวจเพลี้ยไก่ แจ้ส้ม และ ป้องกันกำจัด ทันทีเมื่อสำรวจ พบตัวอ่อนหรือ ตัวเต็มวัยของ เพลี้ยไก่แจ้	พ่นด้วยสารอิมิ ดาโคลพริด 10% เอสแอล อัตรา 8มิลลิลิตร หรือ 5% อีซี อัตรา 16 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ ปิโตรเลียม- ออยล์ 83.9% อี ซี อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรให้เปียก ทั่วต้นทั้ง ภายนอกและ ภายในทรงพุ่ม	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้ ข้อมูล การ สำรวจ แมลง
							ตัดยอดที่สำรวจ พบการระบาดของ และเผาทำลาย หรือพ่นด้วยสาร มาลาไทออน 57% อีซี อัตรา	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้ ข้อมูล การ สำรวจ แมลง

N O .	ขั้นตอน	อันตราย	มาตรการควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้องบันทึก
	การผลิต							
							40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เฉพาะบริเวณที่มีการระบาดของพ่นซ้ำห่างกัน 7-10 วัน ตามความจำเป็น	
3	การเตรียมต้นก่อนการออกดอก การใส่ปุ๋ย	การออกดอกน้อย	จัดการปุ๋ยตามคำแนะนำ	C P	ต้นส้มโอมีการออกดอกพอเหมาะ กับขนาดต้น	ตรวจสอบปริมาณการออกดอก	ใส่ปุ๋ย 12-24-12 อัตรา 1 กก./ต้น ก่อนการออกดอก 1-2 เดือน	ข้อมูลการใส่ปุ๋ยชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ ปริมาณการออกดอก
4	การเตรียมต้นระยะออกดอก ถึงระยะก่อนการเก็บเกี่ยว 4.1 การ	ผลผลิตด้อยคุณภาพ	ใส่ปุ๋ยให้สอดคล้อง	C P	ค่าวิเคราะห์	สำรวจพัฒนาการของ	เมื่อผลอายุ 1-2 เดือนหลังดอก	ข้อมูลการให้ปุ๋ย

N O .	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
	จัดการ ปุ๋ย เพื่อให้ ได้ ผลผลิต คุณภาพ		กับผล วิเคราะห์ ดิน		ธาตุอาหาร ในใบอยู่ใน เกณฑ์ค่า มาตรฐาน	ผลทุก 2 สัปดาห์	บาน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1 ใน 3 ของเส้นผ่าศูนย์ กลางทรงพุ่ม (หน่วยเป็น กิโลกรัม) เมื่อผลอายุ 3.5- 4.5 เดือนหลัง ดอกบาน ใส่ปุ๋ย สูตร 13-13-21 อัตรา 1 ใน 3 ของเส้นผ่าน ศูนย์กลางทรง พุ่ม แต่ไม่เกิน 2 กิโลกรัม พ่นปุ๋ยทางใบ เสริมเมื่อติดผล ดกมากเกินไป หรือพืชแสดง อาการขาดธาตุ อาหาร ปลิดผลทิ้งเมื่อ ติดผลดกมาก เกินไป	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ ปุ๋ยที่ใช้
	4.2 การ จัดการ ศัตรูพืช เพื่อให้ ได้ผล ผลิต คุณภาพ	ผลมีขนาดเล็ก และผิว ผลมีตำหนิ	ป้องกัน กำจัดตาม คำแนะนำ	C C P	พบ ผล อ่อนถูก ทำลายโดย เพลี้ยไฟ เกิน 10% ของ จำนวนผล ที่สุ่ม	สำรวจ เพลี้ยไฟ ทุก 7 วันระยะ ดอกตูมถึงติดผล อ่อน 1-2 เดือน	พ่นด้วยสารอิมิ ดาโคลพริด 10% เอสแอล อัตรา 10 มิลลิลิตร หรือ สารเฟนโพรพาท ริน 10% อีซี อัตรา 30	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้ วิธีปฏิบัติ

N O .	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
					สำรวจ		มิลลิลิตร หรือ สารอีโทอน 50% อีซี อัตรา 20 มิลลิลิตร หรือสารอะบา เม็กดิน 1.8% อี ซี อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร	อื่น นอกเหนือ จากการ ใช้ สารเคมี
				C C P	พบผลอ่อน ถูก ทำลายโดย ไรขาว เกิน 10% ของ จำนวนที่ สุ่มสำรวจ	สำรวจไรขาว ทุก 7 วัน ระยะ ติดผลอ่อนอายุ 1-2 เดือน	พ่นกำมะถัน 80% ดับลิวจี อัตรา 60-80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือพ่นอะมีท ราซ 20% อีซี อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ สารโพพาร์ไกต์ 30% ดับลิฟี่ อัตรา 40 กรัม ต่อน้ำ 20ลิตร หยุดพ่นสารก่อน เก็บเกี่ยว 15 วัน	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมี ที่ใช้วิธี ปฏิบัติอื่น นอกเหนือ จากการ ใช้ สารเคมี
				C C P C C P	พบผลอ่อน ถูกทำลาย โดย หนอน ผีดาบ เกิน 10% ของ จำนวนที่ สุ่มสำรวจ	สำรวจ หนอน ผีดาบ ทุก 7 วัน ระยะติดผลอ่อน อายุ 1-2 เดือน	ตัดแต่งผลที่ถูก ทำลายอย่าง รุนแรงทิ้งและ เผาทำลายใน แหล่งที่มีการ ระบาคเป็น ประจำ พ่นด้วยสารไซ	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้ วิธีปฏิบัติ

N O .	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
					พบผล อ่อนถูก ทำลายโดย หนอน เจาะผล เกิน 10% ของ จำนวนที่ สุ่มสำรวจ	สำรวจ หนอน เจาะผล ทุก 7 วัน ระยะผล อายุ 2 เดือนถึง เก็บเกี่ยว	เปอร์เมทริน + โฟซาโลน 6.25%+22.5% อีซี อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 10- 14 วัน เมื่อส้มโอ เริ่มติดผล จนกระทั่งผลมี ขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร หยุด พ่นสารก่อนเก็บ เกี่ยว 14 วัน	อื่น นอกเหนือ จากการ ใช้ สารเคมี
					ไม่พบผล ส้มเป็นโรค แคงเกอร์	สำรวจโรคแคง เกอร์บนผลส้ม ทุก 7 วัน โดยเฉพาะช่วง ฤดูฝนโดยสุ่ม 10%ของ จำนวนต้น	ห่อผลเมื่ออายุ 2 เดือน ตัดแต่งผลที่ถูก ทำลายทิ้งและ เผาทำลาย พ่น ด้วยสารไซเพอร์ เมทริน+โฟซา โลน 6.25%+ 22.5% อีซี อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 10- 14 วัน ในแหล่ง ที่มีการระบาด เป็นประจำ หยุด พ่นสารก่อนเก็บ เกี่ยว 14 วัน	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้ วิธีปฏิบัติ อื่น
					ไม่พบผล ส้มเป็นโรค จุดดำ	ดูประวัติการ เกิดโรคจุดดำ จากฤดูกาลผลิต ที่ผ่านมา โรคจุดดำ : เกิด	พ่นสารคอป เปอร์ออกซี	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้ วิธีปฏิบัติ อื่น

N o.	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
						จุดแผลเล็กๆ สี น้ำตาล ขอบ แผลสีน้ำตาล เข้ม แผล ลักษณะยุบตัว ลง บางครั้งพบ จุดดำกลางแผล พบมากในส้มโอ ใกล้เก็บเกี่ยว	คลอไรด์ 85% ดัลลิวพี อัตรา 40-60 กรัมต่อ น้ำ 20 ลิตรทุก 7-10 วัน หรือ จุนสี+ปูนขาว อัตรา300+300 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร (ผสมจุนสี และปูนขาว แยกกันในน้ำ อย่างละ2 ลิตร แล้วนำมาผสม กับน้ำอีก 16 ลิตร) พ่นทุก 7- 14 วัน เมื่อพบ การระบาด รุนแรง พ่นสารคอป เปอร์ออกซี คลอไรด์ 85 % ดัลลิวพี อัตรา 40-60 กรัมต่อ น้ำ 20 ลิตร โดย พ่นหลังจากกลีบ ดอกร่วง คือผล ส้มอายุตั้งแต่ 1 วันถึง 4 เดือน โดยพ่นทุก 14 วัน	นอกเหนือ จากการ ใช้ สารเคมี ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้ วิธีปฏิบัติ อื่น นอกเหนือ จากการ ใช้ สารเคมี
	4.3 การตัด แต่งผล 4.3.1	ผลเล็ก	ตัดแต่งผล	C	ผลขนาด	ประเมินอายุผล	ตัดแต่งผลที่มี	วัน เดือน

N O .	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
	การตัด แต่งผล ครั้งที่ 1	ขนาดผลไม่ สม่ำเสมอ	ให้มี ปริมาณผล สอดคล้อง กับ ความสามา รถในการไว้ ผลของต้น	C P	เล็ก รูปทรงผล บิดเบี้ยว และผลอยู่ ในตำแหน่ง ที่ไม่ เหมาะสม โดยตัดแต่ง เมื่อผลมี เส้นผ่าน ศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร	สำรวจหลังดอก บาน ว่ามีผลอยู่ ในตำแหน่งที่ไม่ เหมาะสมหรือมี จำนวนผลตอกิ่ง มากเกินไปผลมี ขนาดเล็กกว่า ผลรุ่นเดียวกัน	ขนาดเล็กรูปทรง บิดเบี้ยวและไม่ อยู่ในตำแหน่งที่ ต้องการ โดยตัด แต่งให้เหลือเป็น ผลเดี่ยว 2-3 ผล ตอกิ่ง	ปีที่ ปฏิบัติ
	4.3.2 การตัด แต่งผล ครั้งที่ 2	ผลเล็ก ขนาดผลไม่ สม่ำเสมอ	ตัดแต่งผล ให้มี ปริมาณผล สอดคล้อง กับ ความสามา รถในการไว้ ผลของต้น	C C P	ผลขนาด เล็ก ผลโต ช้าหรือผล ที่มีโรค หรือแมลง เข้าทำลาย โดยตัด แต่ง เมื่อ ผลมีเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง 7-8 เซนติเมตร	ประเมินการ เจริญเติบโตและ การพัฒนาการ ของผลตามค่า ควบคุมตัดแต่ง ผลตาม คำแนะนำ	ตัดแต่งผลที่มี ขนาดเล็กกว่า ผลรุ่นเดียวกันใน รุ่น ผลที่มีโรค หรือแมลงเข้า ทำลาย หรือผล ที่รูปทรงบิด เบี้ยวทิ้งไป หมั่นตรวจสอบ และประเมิน การพัฒนาการ ของผล การเข้า ทำลายของศัตรู ส้มโอและตัด แต่งผล	วัน เดือน ปีที่ ปฏิบัติ
5	การ จัดการ เพื่อ	ผลิตผลไม่ ปลอดภัยต่อ ผู้บริโภค	ใช้สารเคมี ตาม ที่ระบุ ในการ	C C P	ปริมาณ สารพิษ ตกค้างไม่	สุ่มวิเคราะห์ ปริมาณสารพิษ ตกค้างก่อนการ	วิเคราะห์สาเหตุ ชะลอการเก็บ เกี่ยวผลผลิต	ชนิด อัตรา เวลา

N	ขั้นตอน O	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
	ผลิตส้ม โอที่ ปลอดภัย จาก สารพิษ ตกค้าง		แก้ไข ปัญหาใน แผน ควบคุมการ ผลิต		เกินค่า มาตรฐาน ที่กำหนด	เก็บเกี่ยว ผลผลิต		และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้
6	การ จัดการ เพื่อ ผลิตส้ม โอที่ ปลอด จาก ศัตรูพืช	ผลิตผลไม่ ปลอดภัย ศัตรูพืช	สำรวจชนิด และ ปริมาณ ศัตรูพืช ตาม คำแนะนำ	C C P	สำรวจ และ ป้องกัน กำจัด ศัตรูพืช เมื่อพบ เกินค่า ควบคุม ตามที่ กล่าวมา ข้างต้น	สำรวจชนิด และปริมาณ ศัตรูพืชในช่วง การพัฒนาการ ของพืชและผล	ป้องกันกำจัด ศัตรูพืชตาม คำแนะนำที่ กล่าวมาข้างต้น	ชนิด อัตรา เวลา และ ปริมาณ สารเคมีที่ ใช้
7	การเก็บ เกี่ยว และการ ปฏิบัติ หลังการ เก็บ เกี่ยว 7.1 อายุเก็บ เกี่ยวที่ เหมาะสม	ผลผลิตด้อย คุณภาพ	เก็บเกี่ยวที่ อายุ เหมาะสม ของแต่ละ พันธุ์	C C P	มีการคละ ปนของผล ที่อ่อนหรือ แก่เกินไป ไม่เกิน 5% ของ ผลิตผล ทั้งหมดที่ เก็บเกี่ยว	สุ่มตรวจสอบ ความแก่ก่อนที่ จะทำการเก็บ เกี่ยว	เก็บเกี่ยวเมื่อ อายุเหมาะสม ของแต่ละพันธุ์	วันที่เก็บ เกี่ยว
	7.2 การ ปฏิบัติ หลังการ	มีการคละ ปนของผลิต	มีการคัด ขนาดตาม	C P	มีการคละ ปนของ	ตรวจสอบ ความถูกต้อง	ตรวจสอบและ คัดขนาดซ้ำ	ผลการ คัดแยก

N o.	ขั้นตอน การผลิต	อันตราย	มาตรการ ควบคุม	* C P	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	การแก้ไขปัญหา	สิ่งที่ต้อง บันทึก
	เก็บ เกี่ยว 7.2.1 การคัด ขนาด	ผลต่างชั้น ขนาด	มาตรฐาน		ผลต่างชั้น ขนาด (สูง กว่าหรือ ต่ำกว่า 1 ชั้นขนาด) คละปนไม่ เกิน 10% ของ ผลิตผลใน ชั้นขนาด นั้นๆ	จากการคัด ขนาด	เมื่อมีการคละ ปนของผลิต ผลต่างชั้นขนาด เกินค่าควบคุม คัดแยกผลที่ไม่ อยู่ในชั้นขนาด เดียวกันออก	และ เปอร์เซ็นต์ ผลิตผล ที่มีการ คละปน ในแต่ละ ชั้นขนาด
	7.2.2 การ คัดเลือก ผลผลิต ปลอด จาก ศัตรูพืช (สำหรับ การ ส่งออก)	ส่งออก ผลิตผล ไม่ได้	คัดแยก ผลิตผล อย่าง ละเอียด	C C P	ไม่พบ ศัตรูพืชติด ที่ ผลิตผล	ตรวจสอบผล การคัดแยกซ้ำ เมื่อพบศัตรูพืช ติดที่ผลิตผล	คัดผลผลิตที่มี ศัตรูพืชออก อย่างละเอียด	ผลการ คัดแยก และ ศัตรูพืชที่ พบใน ผลิตผล

หมายเหตุ : *CP = Control Point จุดควบคุม (สิ่งที่ควรทำ), CPP = Critical Control Point จุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (สิ่งที่ต้องทำ) (www.nedocae.doe.go.th/data/km/km3.pdf)

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551.

ตารางผนวกที่ 2 ข้อกำหนดและวิธีปฏิบัติ

ลำดับข้อกำหนด	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีการตรวจประเมิน
1. แหล่งน้ำ	น้ำที่ใช้ ต้องได้จากแหล่งที่ไม่มีสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อน	ตรวจพินิจสภาพแวดล้อม หากอยู่ในสภาวะเสี่ยงให้ตรวจสอบ และวิเคราะห์คุณภาพน้ำ *แหล่งน้ำไม่อยู่ใกล้ หรือไหลผ่านชุมชนหรือคอกสัตว์ หรือโรงเก็บสารเคมี หรือสถานที่ผสมสารเคมีสำหรับพ่นในสวน หรือโรงงานอุตสาหกรรม *ไม่เป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือกิจกรรมอื่น ๆ หากจำเป็นต้องใช้ ต้องมีหลักฐานประกอบว่าได้ผ่านการบำบัดน้ำเสียมาแล้วตามมาตรฐาน *หากเป็นแหล่งน้ำที่จัดทำขึ้นใหม่
		บริเวณที่เป็นแหล่งน้ำนั้นต้องไม่มีประวัติเคยเป็นโรงพยาบาล หรือคอกสัตว์ หรือโรงงานอุตสาหกรรมมาก่อน
2. พื้นที่ปลูก	ต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีวัตถุอันตรายที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในผลิตผล	ตรวจพินิจสภาพแวดล้อม หากอยู่ในสภาวะเสี่ยงให้ตรวจสอบ และวิเคราะห์คุณภาพดิน * พื้นที่ปลูก ต้องไม่มีประวัติเคยเป็นโรงพยาบาล หรือโรงงานอุตสาหกรรม หรือคอกสัตว์ หรือโรงเก็บสารเคมี หรือสถานที่ทิ้งขยะมาก่อน * ต้องไม่ใช่พื้นที่ที่มีการตรวจพบสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนอคลอรีน (OC) และ/หรือ กลุ่มออร์แกนอฟอสเฟต (OP) ในดิน หรือในผลิตผลมาก่อน * ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ทางดิน มีธาตุโลหะหนัก เช่น แคดเมียม ตะกั่ว และปรอทเป็นต้น ปนเปื้อนอยู่ * มีการนำส่วนต่าง ๆ ของสัตว์ที่ไม่ได้ผ่านการหมัก (compost) หรือบ่ม (aging) มาใช้เป็นปุ๋ย
3. การใช้วัตถุ	หากมีการใช้ ให้ใช้ตามคำแนะนำ หรือ	ตรวจสอบสถานที่เก็บรักษาวัตถุอันตราย

ลำดับข้อกำหนด	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีการตรวจประเมิน
อันตรายทาง การเกษตร	อ้างอิงคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือตาม คำแนะนำในฉลากที่ขึ้นทะเบียนกับกรม วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ ต้องใช้สารเคมีให้สอดคล้องกับรายการ สารเคมีที่ประเทศคู่ค้าอนุญาตให้ใช้ ห้ามใช้วัตถุอันตรายที่ระบุในทะเบียน วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ห้ามใช้	ทางการเกษตร ตรวจบันทึกข้อมูลการใช้วัตถุอันตราย ทางการเกษตร และสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ สารพิษตกค้างในผลิตผลกรณีมีข้อสงสัย
4. การเก็บรักษา และการขนย้าย ผลิตผล	สถานที่เก็บรักษาต้องสะอาด มีอากาศ ถ่ายเทได้ดี สามารถป้องกันการปนเปื้อน จากวัตถุแปลกปลอม วัตถุอันตราย และ สัตว์พาหะนำโรค อุปกรณ์และพาหนะในการขนย้ายต้อง สะอาดปราศจากการปนเปื้อนสิ่งอันตราย ที่มีผลต่อความปลอดภัยในการบริโภค ต้องขนย้ายผลิตผลอย่างระมัดระวัง มิให้เกิดรอยขีด	ตรวจพินิจสถานที่ อุปกรณ์ ภาชนะบรรจุ ชั้นตอน และวิธีการขนย้ายผลิตผล
5. การบันทึกข้อมูล	ต้องมีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ วัตถุอันตราย ต้องมีการบันทึกข้อมูลการสำรวจศัตรูพืช และวิธีป้องกันกำจัด	ตรวจบันทึกข้อมูลของเกษตรกรตามแบบ บันทึกข้อมูล
6. ผลิตผลปลอด จากศัตรูพืช	สำรวจการเข้าทำลายของหนอนเจาะ สมอฝ้าย หนอนผีเสื้อส้ม หนอนเจาะ ผลส้ม และศัตรูพืชอื่นบนผล ถ้าพบเกิน ค่าควบคุมที่กำหนดในแผนควบคุมการ ผลิต ต้องป้องกันกำจัด ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้วต้องไม่มีหนอน เจาะสมอฝ้าย หนอนผีเสื้อส้ม หนอน เจาะผลส้มและศัตรูอื่น ถ้าพบต้องคัด แยกไว้ต่างหาก	ตรวจพินิจที่ผิวผล ตรวจบันทึกข้อมูลการใช้วัตถุอันตราย ทางการเกษตร ตรวจพินิจผลการคัดแยก
7. การจัดการ กระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิต คุณภาพ 7.1 ผิวมีตำหนิ	สำรวจการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ ไรขาว และโรคแคงเกอร์ ถ้าพบเพลี้ยไฟ	ตรวจบันทึกผลการสำรวจ และ ป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ ไรขาว และ

ลำดับข้อกำหนด	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีการตรวจประเมิน
7.2 การตัดแต่งผล	มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ตัวต่อยอด ช่วงก่อนดอกบาน หรือพบการทำลายของเพลี้ยไฟ หรือไรขาขาวบนผลอ่อนมากกว่าหรือเท่ากับ 10%ของจำนวนตัวอย่างที่สุ่มตรวจ หรือพบผลส้มโอเป็นโรคแคงเกอร์ต้องป้องกันกำจัด ประเมินการพัฒนากาของผล และตัดแต่งผล เมื่อผลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร และตัดแต่งครั้งที่ 2 เมื่อผลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-8 เซนติเมตร ตัดแต่งผลที่มีโรคหรือแมลงทำลาย ผลบิดเบี้ยว ให้เหลือเป็นผลเดี่ยว 2-3 ผลต่อกิ่ง	โรคแคงเกอร์ ตรวจบันทึกการตัดแต่งผล
8. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวในสวน	เก็บเกี่ยวผลส้มโอเมื่อมีอายุเหมาะสมของแต่ละพันธุ์ (อายุ 6.5-7.5 เดือนหลังดอกบาน) ต่อมาน้ำมันบริเวณก้นผลจะห่างสังเกตเห็นชัดเจน ผิวเปลือกบริเวณก้นผลไม่เรียบ ผิวผลมีนวล อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว ภาชนะบรรจุและวิธีการเก็บเกี่ยวจะต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคุณภาพของผลและปนเปื้อนสิ่งอันตรายที่มีผลต่อความปลอดภัยในการบริโภค คัดแยกผลที่มีอายุอ่อนหรือแก่เกินไปและผลขนาดใหญ่และมีเปลือกหนาขรุขระแยกไว้ต่างหาก ผลมีร่องรอยถูกเพลี้ยไฟทำลายไม่เกิน 25% ของพื้นที่ผิวผล กรณีถูกทำลายเกิน 25% ต้องคัดแยกผลที่ถูกทำลายออก ผลส้มโอมีผิวสวย ผิวผลไม่มีร่องรอยการทำลายของไรขาว หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนผีเสื้อส้ม หนอนเจาะผลส้ม และจุดแผลโรคแคงเกอร์ และโรคจุดดำไม่มีตำหนิหรือรอยชำรุดเนื่องจากร่วงหล่นระหว่างเก็บเกี่ยว กรณีผลมีรอยแผลตำหนิ หรือรอยชำรุด ต้องคัดแยกออก	ตรวจบันทึกการเก็บเกี่ยวและการคัดบรรจุ ตรวจพินิจอุปกรณ์ ภาชนะบรรจุ ขั้นตอนและวิธีการเก็บเกี่ยว ตรวจพินิจผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว และผลการคัดแยก

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551.

รายการผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์

คุณภาพของผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดี จากสวนสามประเภท

Fruit qualities and mineral content in ‘Thong Dee’ pummelo fruit from three types orchard

สมยศ มีทา^{1*}, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน¹, สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา¹, พัชริน ส่งศรี¹
และ สังคม เทชะวงศ์เสถียร¹

Somyot Meetha^{1*}, Pongsak Yangyuen¹, Supat Isarangkool Na Ayuttaya¹,
Patcharin Songsri¹ and Sungcom Techawongstien¹

บทคัดย่อ: การตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารจากดินไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว โดยทำการศึกษาในสวนส้มโอที่มีการจัดการแตกต่างกัน 3 สวน ในเขตพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ โดยสวนที่ 1 มีการจัดการสวนแบบอินทรีย์ สวนที่ 2 มีการใช้สารเคมีเท่าที่จำเป็นตามการจัดการของเกษตรกร และสวนที่ 3 มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในปริมาณมาก (สวนเคมี) พบว่าการจัดการต่างกันทำให้ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีบางประการแตกต่างกัน สวนส้มอินทรีย์และสวนส้มเคมีจะมีน้ำหนักผลสด ปริมาตรผล และความกว้างแกนที่สูงกว่าสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป สวนส้มอินทรีย์มีปริมาณกรดสูงที่สุด ผลส้มโอจากสวนเคมีจะมีการสูญเสียไนโตรเจนมากที่สุด สวนส้มอินทรีย์มีการสูญเสียฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมมาก เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มโอ พบว่าส้มโอพันธุ์ทองดีมีการสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส และ แมกนีเซียม โดยเฉลี่ยจากทั้ง 3 สวน เท่ากับ 0.897, 0.767, 0.347, 0.147 และ 0.087 กรัมต่อ กิโลกรัมผลสด ตามลำดับ

คำสำคัญ: การสูญเสียธาตุอาหาร, ผลผลิต, ธาตุอาหารอินทรีย์

ABSTRACT: The mineral content in ‘Thong Dee’ pummelo fruits was studied to determine the amount of the nutrients removed from orchard by production. The fruits were collected from three orchards with different management. The first was an organic orchard, the second was a conventional orchard and the third was a chemical orchard. The results showed that the different management affected on some physiological and chemical characteristics of pummelo fruit. Organic orchard and chemical orchard had higher fresh weight, fruit volume and hole in axis than conventional orchard. Titratable acidity was highest in fruit from organic orchard. The fruit from a chemical orchard had the highest nitrogen content. Organic orchard had high removal of phosphorus, calcium, and magnesium. The removal of mineral in the fruit average from 3 orchards were 0.897, 0.767, 0.347, 0.147 and 0.087 g per kg flesh fruit for nitrogen, potassium, calcium, phosphorus and magnesium, respectively.

Keywords: crop removal, produce, nutrient, organic

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kean University,
Khon Kean 40002.

* Corresponding author: s-meetha@hotmail.com

บทนำ

ส้มโอ เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ด้วยการที่เป็นผลไม้ซึ่งมีเปลือกหนา จึงทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เสียคุณภาพ ทนทานต่อการกระทบกระเทือนระหว่างการขนส่งได้ในระยะทางไกล โดยเฉพาะการส่งออกไปยังต่างประเทศ (กรมวิชาการเกษตร, 2545) ดังนั้นจึงถือเป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการส่งออก การปลูกส้มโอให้ยั่งยืน ผลผลิตสูง และมีคุณภาพ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การตัดแต่งกิ่ง และอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดการเรื่องธาตุอาหารในสวนให้ถูกต้องและเหมาะสมต่อธาตุอาหารที่สูญเสียไป (ปิยนวด, 2550) การสูญเสียของธาตุอาหาร (Crop removal) มีสาเหตุหลักๆ คือพืชดูดไปใช้และติดไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว การสูญหายโดยการชะล้าง การชะาะกร่อนและการระเหิดไปจากดิน ทำให้ปริมาณธาตุอาหารลดน้อยลงในแต่ละรอบของการเก็บเกี่ยวผลผลิต ธาตุอาหารจากดินและปุ๋ย มีความสัมพันธ์กับผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตเป็นอย่างมาก (Embleton et al., 1973) ยงยุทธ (2551) กล่าวว่าปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตพืชจะมีการสูญหายไปจากดิน โดยที่พืชมีการดูดธาตุอาหารที่อยู่ในดินไปเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นพืช เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตธาตุอาหารก็ถูกเคลื่อนย้ายออกจากแปลงด้วย อย่างไรก็ตามกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตส้มโอในแต่ละพื้นที่ในจังหวัดชัยภูมิ มีการจัดการสวนการให้น้ำและปุ๋ย รวมถึงสภาพของพื้นที่ที่แตกต่างกัน การจัดการธาตุอาหารเพื่อให้เกิดความสมดุลนั้น จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้อง ดังนั้นการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีในสภาพที่ได้รับการจัดการแตกต่างกันดังกล่าว น่าจะเป็นแนวทางเพื่อการจัดการที่เหมาะสม และเป็นการเพิ่มคุณภาพผลผลิตของส้มโอพันธุ์ทองดีได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างผลส้มโอพันธุ์ทองดีในระยะเก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกรในอำเภอบ้านแท่น และอำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ รวม 3 สวน โดยแต่ละสวนเก็บผลส้มโอในระยะบรรีบูรณ์ (maturity) สวนละ 5 ผล วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งออกเป็น 3 ทรีทเมนต์ กำหนดให้ทรีทเมนต์ต่างๆ ตามลักษณะของแต่ละสวนดังนี้

สวนที่ 1 สวนส้มโออินทรีย์ (Organic orchard) แปลงปลูกส้มโอของนายเสมียน นราพล ในเขตพื้นที่อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ สภาพสวนอยู่ใกล้ภูเขา (เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว) มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยมูลวัว ปากน้ำตาล เป็นต้น อายุส้มโอประมาณ 10 ปี ระบบปลูกแบบพื้นราบ

สวนที่ 2 สวนส้มโอตามแบบการจัดการของเกษตรกรทั่วไป (Conventional orchard) แปลงปลูกส้มโอของนายสวดย เชื้อยสูงเนิน ในเขตพื้นที่อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ สภาพสวนเป็นไร่เก่าไถลัดกับหมู่บ้าน มีการจัดการสวนโดยเป็นสวนส้มโอโดยใส่ปุ๋ยและสารเคมีเท่าที่จำเป็น เช่น การใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้นปี อายุต้นส้มโอ 13 ปี ระบบปลูกแบบยกทรงสวน

สวนที่ 3 สวนส้มโอที่มีการใช้สารเคมีปริมาณมาก (Chemical orchard) แปลงปลูกส้มโอของนางนริศรา จำรัสกุล ในเขตพื้นที่อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ มีการจัดการสวนโดยเป็นสวนส้มโอที่มีการใส่ปุ๋ย และสารเคมีในปริมาณมาก โดยมีการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ประมาณ 3-4 กิโลกรัม/ต้นปี มีการฉีดพ่นสารเคมี 5-6 ครั้ง/ปี และมีการกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมี เป็นสวนส้มโอใหม่ อายุต้นส้มโอ 7 ปี ระบบปลูกแบบยกทรงสวน

ทำการตรวจวัดองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผล ปริมาตร ความหนาของเปลือก ความหนาของเนื้อ ความกว้างของแกน ความแน่นเนื้อ ปริมาณ

ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จากนั้นแยกส่วนของเปลือก เนื้อ และเมล็ด ซึ่งน้ำหนักแต่ละส่วน จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพีช (blender) เพื่อเตรียมตัวอย่างก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ด้วยโปรแกรม Statistic 8.0

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาค่าประกอบของผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้จากสวนที่มีการจัดการที่ต่างกัน 3 สวน พบว่า น้ำหนักผล ปริมาตรผล ความกว้างแกนกลางผล ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และสัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างของความหนาเปลือก และความหนาเนื้อ ดัง Table 1

โดยพบว่าการจัดการสวนที่ต่างกันทำให้น้ำหนักของผลต่างกัน ผลส้มโอจากสวนที่มีการใช้สารเคมีปริมาณค่อนข้างมาก มีน้ำหนักต่อผลสูง โดยมีค่าเฉลี่ย 1,243.1 กรัมต่อผล ซึ่งไม่แตกต่างจากสวนส้มโอแบบอินทรีย์ ที่มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 1,140.0 กรัมต่อผล สวนสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป มีน้ำหนักผลเฉลี่ยเพียง 893.1 กรัมต่อผล ใกล้เคียงกับรายงานของเบญจมาศ (2551) ซึ่งพบว่า ส้มโอพันธุ์ทองดีในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย เท่ากับ 895.07 กรัมต่อผล ผลส้มโอที่มีแนวโน้มค่าเฉลี่ยของปริมาตรผลค่อนข้างสูงได้จากสวนส้มโอแบบอินทรีย์ เท่ากับ 1,564.0 มิลลิลิตร ซึ่งค่าที่ได้มีค่าที่ไม่แตกต่างจากสวนที่มีการใช้สารเคมีปริมาณมาก แต่จะแตกต่างกับสวนส้มโอแบบเกษตรกรทั่วไป ที่วัดค่าปริมาตรผลได้เท่ากับ 1,064.0 มิลลิลิตร ความแน่นเนื้อของกึ่งของผลส้มโอจากสวนส้มโอแบบอินทรีย์และสวนส้มโอที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป ไม่แตกต่างกัน คือเท่ากับ 2.07 และ 1.71 นิวตัน ตามลำดับ แต่แตกต่างจากกึ่งของผลจากสวนส้มโอที่มีการใช้สารเคมีปริมาณมาก ซึ่งมีความแน่นเนื้อของกึ่งเท่ากับ 1.23 นิวตัน

Table 1 Physical characteristics of 'Thong Dee' pummelo at collection time

Orchard	Fruit weight	Volume	Peel	Pulp	Hole in	Firmness
	(g)	(ml)	Thickness	thickness	axis	(N)
			(cm)	(cm)	(cm)	
Organic	1,140.0 ab	1,564.0 a	1.40	4.50	2.83 a	2.07 a
Conventional	893.1 b	1,064.0 b	1.27	4.26	1.62 b	1.71 ab
Chemical	1,243.1 a	1,361.2 ab	1.56	4.98	2.45 ab	1.23 b
F-test	*	**	ns	ns	**	**
CV (%)	13.26	8.27	15.50	11.88	19.67	20.10

ns, * and ** = not significant and significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively.

Mean in the same column with the different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้พบว่าเนื้อผลจากสวนส้มโอแบบเกษตรกรทั่วไป มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูงที่สุด เท่ากับ

11.46 องศาบริกซ์ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลจากสวนส้มโออีกสองสวนนั้นไม่แตกต่างกัน ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จากทั้งสามสวนมีความแตกต่างกัน (Table 2) โดยพบว่าผลที่มาจากสวนส้มโอ

แบบอินทรีย์ มีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เมื่อเทียบกับกรดซิตริกสูงที่สุด สอดคล้องกับ Intrigliolo (2008) พบว่าการใช้ปุ๋ยคอกในส่วนผสมจะทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ที่สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี

เมื่อตรวจวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ในส่วนต่าง ๆ ของผลส้มโอพันธุ์ทองดี พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม มีการสะสมอยู่ในส่วนของเมล็ดมากที่สุด โพแทสเซียมมีการสะสมในส่วนช่อดอกมากที่สุด รองลงมาคือ เปลือกและเมล็ด ตามลำดับ ส่วนแมกนีเซียมนั้นมีมากในส่วนของเมล็ด ผลส้มโอที่ได้จากสวนทั้งสามประเภทมีความเข้มข้นของ

ธาตุอาหารแตกต่างกัน โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม หากพิจารณาความเข้มข้นของไนโตรเจนจากสวนที่มีการใช้สารเคมีปริมาณมาก จะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสวนประเภทอื่นๆ ในขณะที่สวนส้มแบบอินทรีย์จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูง แต่ไม่แตกต่างจากสวนที่มีการใช้สารเคมีปริมาณมาก สวนสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรกรรมทั่วไปนั้น พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมสะสมทั้งในส่วนเปลือก เนื้อผลและเมล็ดสูงกว่าสวนประเภทอื่นๆ ความเข้มข้นของแคลเซียม พบว่ามีความแตกต่างกันเฉพาะในส่วนเปลือก สวนที่มีการใช้สารเคมีปริมาณมากจะมีการสะสมมากกว่าสวนประเภทอื่นๆ (Table 3 และ Table 4)

Table 2 Chemical characteristics of 'Thong Dee' pummelo at collection time

Orchard	TSS (°Brix)	TA (% citric acid)	Maturity index (TSS/TA)
Organic	9.38 b	0.90 a	18.79 a
Conventional	11.46 a	0.61 b	10.45 b
Chemical	9.94 b	0.49 c	20.24 a
F-test	**	**	**
CV (%)	6.31	12.04	9.10

ns and * * = not significant and significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively.

Mean in the same column with the different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 3 Percentage (dry weight) of nitrogen phosphorus and potassium in three parts of 'Thong Dee' pummelo fruit

Orchard	Nitrogen (%)			Phosphorus (%)			Potassium (%)		
	peel	pulp	seed	peel	pulp	seed	peel	pulp	seed
Organic	0.56 b	0.64 b	1.41 b	0.10 a	0.20 a	0.30 a	1.05 b	1.76 b	0.79 a
Conventional	1.03 a	0.41 b	1.23 b	0.07 b	0.11 b	0.12 b	1.68 a	2.20 a	0.80 a
Chemical	0.78 a	0.79 a	1.93 a	0.10 a	0.19 a	0.29 a	1.44 a	1.78 b	0.57 b
F-test	**	**	*	*	**	**	**	*	*
CV (%)	14.14	15.05	19.22	17.55	13.30	16.21	9.62	13.69	14.82

* and * * = significant and significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively.

Mean in the same column with the different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 4 Percentage (dry weight) of calcium and magnesium in three parts of 'Thong Dee' pummelo fruit

Orchard	Calcium (%)			Magnesium (%)		
	peel	pulp	seed	peel	pulp	seed
Organic	0.84 b	0.14	0.38	0.11	0.10 a	0.13 a
Conventional	0.72 b	0.11	0.39	0.08	0.06 b	0.11 b
Chemical	1.00 a	0.12	0.37	0.09	0.09 a	0.13 a
F-test	**	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	8.11	19.98	25.46	19.95	21.15	8.76

ns and * = not significant and significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively.

Mean in the same column with the different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

จากการประเมินการสูญเสียหรือการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตส้มโอจำนวน 1 กิโลกรัมออกจากพื้นที่ พบว่า สวนส้มโอเคมีจะมีแนวโน้มการสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจน (N) สูงที่สุด รองลงมาคือ สวนส้มอินทรีย์ และสวนแบบเกษตรกรทั่วไปตามลำดับ ผลส้มที่ได้จากสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป มีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารโพแทสเซียมสูง รองลงมาคือไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองโดยทั่วไปสอดคล้องกับการศึกษาของปิยนาด (2550) ที่ทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ส่วนสวนส้มอินทรีย์และสวนเคมีนั้น พบว่ามีการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนสูงกว่าธาตุอาหารอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสวนส้มเคมีที่สูญเสียปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงถึง 1.03 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด สวนส้มอินทรีย์มีการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม มากกว่าสวนส้มเคมีและสวนสวนแบบเกษตรกรทั่วไป สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Antonio (2007) ที่ได้เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในผลส้มพันธุ์ Clemenules พบว่า

ส้มอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารหลัก Ca Mg K รวมถึงธาตุอาหารรอง Fe Cu Mn และ Zn แตกต่างกันทางสถิติกับส้มที่ผลิตโดยทั่วไปที่มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมี ซึ่งส้มที่ผลิตแบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้ในปริมาณที่สูงกว่าส้มที่ผลิตโดยทั่วไป การขาดแมกนีเซียม มักมีผลทำให้ปริมาณกรดทั้งหมด และวิตามินซีต่ำ (Fudge, 1939) หากพิจารณาผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในผลส้มจากสวนส้มเคมีและสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไปจะต่ำกว่าผลส้มจากสวนส้มอินทรีย์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่ต่ำกว่าด้วย

ค่าเฉลี่ยจากทั้งสามสวนที่ศึกษาเมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี จำนวน 1 กิโลกรัม ออกจากพื้นที่ ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหาร ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เท่ากับ 0.897, 0.767, 0.347, 0.147 และ 0.087 ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารที่ติดออกไปกับผลผลิตส้มในปริมาณมากทั้งโพแทสเซียม ไนโตรเจน และแคลเซียม จึงควรได้รับการชดเชยกลับคืนอย่างเพียงพอ (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

Table 4 crop removals of mineral in the fruit from 3 orchards

Nutrient (%)	Orchard			Average
	Organic	Traditional	Chemical	
N	0.92	0.74	1.03	0.897
P	0.21	0.09	0.14	0.147
K	0.86	0.88	0.56	0.767
Ca	0.42	0.30	0.32	0.347
Mg	0.11	0.07	0.08	0.087

สรุป

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการจัดการสวนที่ต่างกัน ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีแตกต่างกัน โดยสวนส้มโอแบบอินทรีย์และสวนส้มโอที่มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีปริมาณมาก ผลผลิตส้มโอที่ได้มีน้ำหนักผล และปริมาตรสูงกว่าส้มโอที่ได้จากสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป ผลส้มโอจากสวนแบบอินทรีย์มีปริมาณกรดสูงที่สุด ส่วนผลส้มโอที่ได้จากสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไปมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูงที่สุด

การประเมินการสูญเสียธาตุอาหารจากดินที่ปลูกส้มโอ โดยติดไปกับผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต 1 กิโลกรัม พบว่ามีการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน มากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย กลุ่มวิจัยไม่ผล สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และนักศึกษาช่วยวิจัยที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เบญจมาศ พันธุ์ดี, สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา, สังคม เศรษฐกิจ, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และเกษสุดา เดชพิมล. 2551. การเจริญเติบโตและคุณภาพบางประการของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ปลูกในอำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 39(3)(พิเศษ): 78-81.
- ปิยนถ นุชนิยม. 2550. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอสองสายพันธุ์ เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารจากดิน โดยติดไปกับผลผลิตส้มโอ. ปรญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โสสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- Antonio J., Perez-Lopez., Jose Manuel., Lopez-Nicolas., A. Angel. Carbonell-Barrachina. 2007. Effects of organic farming on minerals contents and aroma composition of Clemenules mandarin juice. Europe Food Research Technology. 225, 255-260.
- Embleton, T.W., H.J. Reith, and W.W. Jones. 1973. Citrus fertilization. In The Citrus Industry Volume 2. (Reuther et al. eds.) University of California.
- Fudge, B. R. 1939. Relation of magnesium deficiency in grape fruit leaves to yield and chemical composition of fruit. Fla. Amer. Expt. Sta. Bul. 311: 1-36.
- Intrigliolo, F., A. Giuffrida. and P. Rapisarda., G. Rocuzzo., B. Torrisci., F. Tittarelli., S. Canali. 2008. Yield and Fruit Quality of "Valencia Late" Orange in Response to Organic Fertilization. IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20.

ลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร 1 บนต้นตอพืชตระกูลส้ม 5 ชนิด

Physiological characteristics of lime cv. Pan Phichit 1 on 5 *Citrus* sp rootstocks

สมยศ มีทา^{1*}, นิรมล แสงจันดา¹, สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา¹ และ สังคม เทชะวงศ์เสถียร¹

Somyot Meetha^{1*}, Niramol Sangjanda¹, Supat Isarangkool Na Ayuttaya¹
and Sungcom Techawongstien¹

บทคัดย่อ: การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร 1 ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้ม 5 ชนิด ได้แก่ มะนาวพวงมะกูด มะสัง มะนาวควาย และส้มโอ เพื่อหาต้นตอที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตมะนาว โดยปลูกทดลองในกระถางพลาสติกขนาดความจุ 64 ลิตร อายุ 7 เดือน ทำการทดลองภายในหมวดไม้ผล สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design: CRD) มี 5 ซ้ำ การศึกษาพบว่า มะนาวแป้นพิจิตร 1 ที่ต่อกิ่งบนต้นตอต่างชนิดกันมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นใต้รอยต่อ และความยาวกิ่งแขนง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อย่างไรก็ตามต้นตอทั้ง 5 ชนิดไม่มีผลต่อน้ำหนักใบสด น้ำหนักใบแห้งและพื้นที่ใบ ต้นตอมะนาวควายมีแนวโน้มการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นใต้รอยต่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเหนือรอยต่อ ความยาวกิ่งแขนง และจำนวนใบ สูงกว่าต้นตอชนิดอื่น ในขณะที่ต้นตอมะสังมีการเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบต่ำที่สุด (44.02 SPAD unit) ดังนั้นต้นตอที่เหมาะสมสำหรับการต่อกิ่งมะนาวแป้นพิจิตรมากที่สุด คือ มะนาวควาย รองลงมา คือ ส้มโอและมะนาวพวง ตามลำดับ

คำสำคัญ: การต่อกิ่ง, ต้นตอ, มะนาว

ABSTRACT: Comparison of physiological characteristics of lime cv. Pan Phichit 1 top grafting on 5 *Citrus* sp rootstocks; lime cv. Puang, Kaffir lime, Feroniella, Lime cv. Kwai and Pummelo, was studied. The objective of this study was to evaluate rootstock for lime cv. Pan Phichit 1. The trees were planted in 64 L plastic plots 7 months at Fruit Tree Division, Faculty of Agriculture, Khon Kean University. The experimental design was complete randomized design (CRD) on 5 treatment and 5 replications. The results showed that lime cv. Pan Phichit 1 grafted on 5 rootstocks were significantly different in height, lower union stem diameter and scion branch length; but the 5 rootstock had no effect on leaf weight and leaf area. However, the lime cv. Kwai rootstock had trend the highest on plant height, lower union stem diameter, upper union stem diameter, scion branch length and number of leaf. While, lime cv. Pan Phichit 1 grafted on Kaffir lime had lowest growths and chlorophyll content (44.02 SPAD units). Therefore, the results indicated that the lime cv. Kwai should be the optimum rootstock for lime cv. Pan Phichit 1.

Keywords: grafting, rootstock, Citrus

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kean University,
Khon Kean 40002.

* Corresponding author: s-meetha@hotmail.com

บทนำ

มะนาว (*Citrus aurantifolia*(Christm& Panz) Swingle) เป็นพืชตระกูลส้มที่มีการใช้ประโยชน์ทั้งบริโภคสด ประกอบอาหาร และการแปรรูป ตามปกติมะนาวจะให้ผลผลิตมากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน ซึ่งมะนาวในช่วงนี้จะมีราคาถูก ส่วนในช่วงที่มะนาวให้ผลผลิตน้อยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน มะนาวมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรเริ่มหันมาปลูกมะนาวและบังคับให้ออกดอกนอกฤดูฤดูกาลสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร 1 เป็นมะนาวพันธุ์ที่นิยมปลูกกันแพร่หลาย เนื่องจากมีลักษณะเด่นคือ ติดดอกออกผลง่าย ขนาดผลค่อนข้างโต เปลือกผลบาง ปริมาณน้ำในผลมาก เจริญเติบโตเร็ว และมีความต้านทานต่อโรคแคงเกอร์การขยายพันธุ์มะนาวส่วนมากเกษตรกรเลือกใช้วิธีการตอนกิ่งหรือปักชำ มักประสบปัญหาระบบรากไม่แข็งแรง ส่วนการขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น อย่างไรก็ตามการขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งหรือการเปลี่ยนยอดนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ต้นตอ Rodriguez-Gamiret *al.* (2010) รายงานว่า การเคลื่อนย้ายสารอาหารภายในต้นขึ้นกับชนิดของต้นตอ โดยจะเป็นผลต่อเนื่องจากสัดส่วนระหว่างใบกับราก (leaf/root ratio) แสดงให้เห็นว่าต้นตอมีผลต่อการเจริญเติบโตของยอดพันธุ์ดี แต่สำหรับมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตรยังไม่มีรายงานชัดเจน งานทดลองในครั้งนี้จึงต้องการศึกษาชนิดของต้นตอที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร 1 เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในการขยายพันธุ์มะนาวต่อไป

วิธีการศึกษา

คัดเลือกต้นตอส้ม จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ มะนาว มะกรูด มะสัง มะนาวควาย และส้มโอ ที่ได้จากการเพาะเมล็ดในถุงพลาสติกดำ ขนาด 4x8 นิ้ว ดูแลในโรงเรือนพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นกล้าอายุ 5-6 เดือน นำกิ่งมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร 1 อายุ 8 เดือน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มีตา 4-5 ตา มาต่อกิ่งแบบเสียบลิ้มกับต้นตอ พันแผลด้วยพลาสติกใสให้แน่นพอเหมาะ เก็บรักษาความชื้นโดยนำต้นที่เสียบกิ่งแล้วใส่ในถุงพลาสติกใสขนาดใหญ่ มัดปากถุงให้แน่น วางในที่ร่มพรางแสงด้วยซาแลน 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 30 วัน จึงนำออกจากถุง ย้ายปลูกรอบแรกในกระถางพลาสติกดำขนาด 9 นิ้ว เป็นเวลา 2 เดือน ดูแลในสภาพโรงเรือนหลังคาคลุมพลาสติก จากนั้นทำการคัดเลือกต้นพืชที่เสียบยอดสำเร็จที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ทำการย้ายปลูกรอบที่สองในกระถางพลาสติกดำขนาด 27 แกลลอน ดูแลในสภาพโรงเรือนหลังคาคลุมพลาสติกเช่นเดิม วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ ทำการศึกษาความแข็งแรงของกิ่งพันธุ์ดีที่อายุ 7 เดือน นับจากวันที่ย้ายลงกระถางพลาสติก โดยการวัดการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ระยะ 3 เซนติเมตร จากบริเวณเหนือรอยต่อและใต้รอยต่อ ความสูงต้น จำนวนกิ่งแขนงของกิ่งพันธุ์ดีที่แตกออกมา ความยาวกิ่ง จำนวนใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและพื้นที่ใบ

การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ ด้วยเครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ รุ่น SPAD 502 (Minolta Camera Co., Osaka, Japan) โดยใช้ตัวอย่างใบที่ 4, 5 และ 6 ที่สมบูรณ์ นับจากปลายยอด จำนวน 18 ใบต่อต้น สุ่มวัด 3 จุดต่อใบ และเก็บตัวอย่างใบดังกล่าวนำไปวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่อง ด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบรุ่น Win Dias 3 (Delta-T Devices Ltd, Cambridge, UK)

ผลการศึกษา

การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์มะนาวแป้นพิจิตร 1 บนต้นตอพืชตระกูลส้มทั้ง 5 ชนิด พบว่า ต้นตอต่างพันธุ์ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้น ขนาดลำต้น และลักษณะของกิ่งอย่างชัดเจน ต้นตอมะนาวควายสามารถส่งเสริมให้กิ่งพันธุ์มะนาวมีความสูงต้นสูงที่สุด (72.7 เซนติเมตร) รองลงมาคือ ต้นตอส้มโอ ต้นตอมะนาวพวง และต้นตอมะกรูด ตามลำดับ ส่วนต้นตอที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตต่ำที่สุดคือ ต้นตอ

มะลิ่ง (19.0 เซนติเมตร) ลักษณะของลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อและใต้รอยต่อมีความแตกต่างกัน ต้นตอมะนาวควายมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าต้นตอชนิดอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างการใช้ต้นตอมะนาวควาย มะนาวพวง มะกรูด และส้มโอ จำนวนกิ่งแขนงเมื่อใช้ต้นตอมะนาวพวง มะกรูด มะนาวควาย และส้มโอ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างกันทางสถิติกับต้นตอ

มะลิ่ง ความยาวกิ่งมะนาวเฉลี่ย พบว่า ต้นตอมะนาวควายและต้นตอส้มโอ มีค่าสูง เท่ากับ 55.5 และ 36.9 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือ ต้นตอมะนาวพวง และมะกรูด ส่วนการใช้ต้นตอมะลิ่งให้ค่าเฉลี่ยของความยาวกิ่งแขนงต่ำที่สุด เท่ากับ 11.2 เซนติเมตร (Table1)

Table 1 Effect of some citrus rootstocks on growth of lime cv. Pan Pichit 1 after planting for 7 months

Rootstock	Height (cm)	Lower union stem diameter (cm)	Upper union stem diameter (cm)	Number of branches	Scion branch length (cm)
Lime cv. Puang	36.8 bc	7.8 ab	6.3 ab	8.0 ab	28.7 bc
Kaffir lime	36.0 bc	7.5 ab	6.3 ab	7.0 ab	32.5 bc
Feroniella	19.0 c	5.2 b	5.2 b	3.0 b	11.2 c
Lime cv. Kwai	72.7 a	10.2 a	7.8 a	8.3 a	55.5 a
Pummelo	52.3 ab	9.9 ab	7.6 ab	7.0 ab	36.9 ab
F-test	**	**	*	*	**
CV.	18.50	13.90	15.39	35.23	23.90

*and** = significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively.

Mean in the same column with the different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของใบจากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้ต้นตอชนิดต่างๆ พบว่า มะนาวแป้นพิจิตร 1 ที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีจำนวนใบสูงที่สุด (122 ใบ) ไม่แตกต่างทางสถิติกับจำนวนใบบนต้นตอส้มโอและมะนาวพวง (93.6 และ 79.7 ใบ ตามลำดับ) แต่แตกต่างจาก

จำนวนใบบนต้นตอมะกรูด (37.3 ใบ) ส่วนจำนวนใบบนต้นตอมะลิ่งมีน้อยที่สุด (15 ใบ) ส่วนน้ำหนักใบพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใช้ต้นตอชนิดต่างๆ อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มที่การต่อกิ่งมะนาวแป้นพิจิตร 1 บนต้นตอมะนาวควายมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าต้นตอชนิดอื่นๆ (Table 2)

Table 2 Effect of some citrus rootstocks on number of leaf and leaf weight of lime cv. Pan Pichit 1 after planting for 7 months

Rootstock	Number of leaf	Leaf fresh weight (g/leaf)	Leaf dry weight (g/leaf)
Lime cv. Puang	79.7 ab	0.47	0.16
Kaffir lime	37.3 bc	0.44	0.17
Feroniella	15.0 c	0.41	0.14
Lime cv. Kwai	112.0 a	0.49	0.18
Pummelo	93.6 ab	0.45	0.15
F-test	**	ns	ns
CV.	27.04	27.99	31.44

ns and** = not significant and significant at $P \leq 0.01$, respectively.

Mean in the same column with the different letters are significantly different at $P \leq 0.01$ by LSD.

พื้นที่ใบของมะนาวแป้นพิจิตร 1 บนต้นต้นตอทั้ง 5 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่การต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย มีแนวโน้มของขนาดพื้นที่ใบที่ใหญ่กว่าต้นตอชนิดอื่นๆ คือมีค่าเท่ากับ

17.74 ตารางเซนติเมตรต่อใบ รองลงมา คือ ส้มโอ มะนาวพวง มะกรูด และมะสัง เท่ากับ 15.89, 15.20, 15.16 และ 13.78 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ (Figure 1)

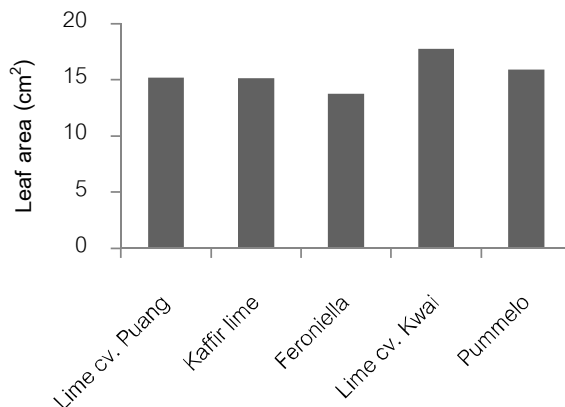


Figure 1 Effect of some citrus rootstocks on growth of lime cv. Pan Phichit 1

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมะนาว พบว่า การใช้ต้นตอที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ โดยพบว่า การต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวพวงมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเฉลี่ยสูงกว่าต้นตออื่นๆ คือ เท่ากับ 58.86 SPAD Unit ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับมะนาวที่

ต่อกิ่งบนต้นตอมะกรูด มะนาวควาย และส้มโอ แต่แตกต่างทางสถิติกับมะนาวที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะสัง ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพียง 44.02 SPAD Unit แสดงให้เห็นอิทธิพลของต้นตอต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบอย่างชัดเจน (Figure 2)

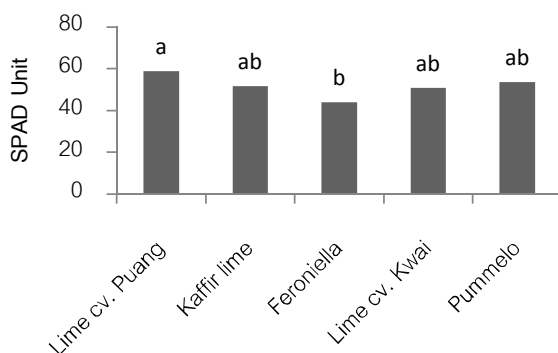


Figure 2 Effect of some citrus rootstocks on growth of lime cv. Pan Phichit 1

วิจารณ์ผลการศึกษา

ในการศึกษาการเจริญเติบโตของมะนาวแป้นพิจิตร 1 พบว่า มะสัง มีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าต้นตอ

ชนิดอื่นค่อนข้างมาก ซึ่งน่าจะมาจากระบบรากและการดูดใช้ธาตุอาหารที่น้อยกว่าต้นตอชนิดอื่น ดังเช่นรายงานของ มงคล (2543) รายงานว่า การใช้ต้นตอมะสัง มะขวิด และส้มซ่า มีผลทำให้ส้มโชกุนมีความสูง

น้อยกว่าการใช้ส้มเขียวหวานเป็นต้นตอ ซึ่งลักษณะการเตี้ยแคระของต้นพืชหลังการต่อกิ่งอาจเกิดจากโครงสร้างของรากและการดึงดูดธาตุอาหารที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Takahara et al. (1994) แบ่งกลุ่มต้นตอเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่แข็งแรงส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ดี (vigor) และกลุ่มที่อ่อนแอส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ต่ำ (weak) โดยอาศัยสัดส่วนของยอดกับราก (root:top ratio) หากรากมีจำนวนมากแผ่กระจายดีจะทำให้สัดส่วนต่ำ จัดอยู่ในกลุ่มแรก ในทางตรงข้ามต้นตอมีรากน้อย จะทำให้สัดส่วนสูง จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 จากการทดลองครั้งนี้ พบว่าการต่อกิ่งแป้นพิจิตร 1 บนต้นตอมะนาวควาย มะนาวพวง มีลักษณะบางประการที่ดีกว่ามะกรูดและมะสัง การใช้สายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกันส่งผลให้การเจริญเติบโตเป็นไปในทิศทางที่รวดเร็วขึ้น (มงคล 2543) ดังเช่นรายงานของ ธัญพิสิษฐ์ (2551) พบว่าการต่อกิ่งมะนาวแป้นรำไพบนต้นตอมะนาวพวงทำให้กิ่งพันธุ์ดีเจริญเติบโตดีเนื่องจากเป็นพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกันทางพันธุกรรมกับกิ่งพันธุ์ดีมากที่สุด เนื้อเยื่อจึงประสานกันและต้นที่ต่อกิ่งตั้งตัวได้รวดเร็ว อีกทั้งมะนาวพวงมีรากที่สามารถหาอาหารเก่งจึงมีอาหารไปเลี้ยงกิ่งพันธุ์ดีได้มากเมื่อเทียบกับ Troyer citrange มะตูม มะขวิด และส้มโอ คุณสมบัติของต้นตอที่ดีคือต้องช่วยส่งเสริมความแข็งแรงของกิ่งพันธุ์ดี และไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิต (สนั่น, 2522) ต้นตอแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะที่มีทั้งข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบอยู่ด้วย ไม่มีต้นตอที่มีสมบัติดีเด่นทุกอย่าง (Castle, 1992) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ลักษณะของต้นตอมะนาวควายจะมีลักษณะของต้นตอที่เจริญเติบโตเร็วกว่าส่วนของยอดพันธุ์ดี หรือที่เรียกว่า อาการตอช้างซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในระยะยาวต่อไป

สรุป

ต้นตอที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตสำหรับมะนาวแป้น พิจิตร 1 โดยวิธีการต่อกิ่งได้ดีที่สุด คือ

มะนาวควาย รองลงมา คือ ส้มโอ มะนาวพวง และมะกรูด ตามลำดับ ส่วนต้นตอที่ไม่เหมาะสำหรับการใช้เป็นต้นตอมะนาวแป้น พิจิตร 1 คือ มะสัง เนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้า

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ กลุ่มวิจัยไม้ผลสำหรับภาคตะวันออก เชียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนการทดลองในครั้งนี้ และขอขอบคุณหมวดไม้ผล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่เอื้อเฟื้อสถานที่การทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และ มัลลิกา ภิญโญ. 2551. อิทธิพลของต้นตอส้มบางชนิดที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะนาวพันธุ์แป้นรำไพด้วยวิธีการต่อกิ่ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร(พิเศษ). 39(3): 102-105.
- มงคล แซ่หลิม, มาลี สะสมศักดิ์ และสมปอง เตชะโต. อิทธิพลของต้นตอส้มต่อผลสำเร็จในการต่อกิ่งส้มโชกุน. วารสารเกษตร. 16(2): 136-147.
- สนั่น ขำเลิศ. 2522. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Castle, W.S. 1992. Rootstock selection. Fact sheet HS-151, Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida.
- Rodriguez-Gamir, J., Intrigliolo, D. S., Primo-Millo, E. and Forner-Giner, M.A. 2010. Relationships between xylem anatomy, root hydraulic conductivity, leaf/root ratio and transpiration in citrus trees on different rootstocks. *Physiologia Plantarum*. 139(2): 159-169.
- Takahara, T., Ogata, T., Kawase, K., I., Muraamatsu, N., Ono. S., Yoshinaga, K., Hirose, K., Yamada., Y., Takasugi, T. and Uchida, M. 1994. Effect of rootstock on growth and fruit quality of Otani Iyokan (*Citrus iyo* Hort. Ex Tanaka) Bulletin of the Fruit Tree Research Station. 26: 39-60.

อัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสานในระยะเวลาเจริญเติบโตของผล

Transpiration Rate of Pummelo 'Manee-Isan' in fruit growth stage

สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา¹ สมยศ มีทา¹ รำไพ นามพิลา¹ พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน¹ และสังคม เตชะวงศ์เสถียร¹
Supat Isarangkool Na Ayutthaya¹ Somyot Meetha¹ Rampai Nampila¹ Pongsak Yangyuen¹ and Sungcom Techawongstien¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์มณีอีสานในช่วงที่ต้นมีความชื้นสูง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำที่เหมาะสมของส้มโอพันธุ์มณีอีสานตามความต้องการของพืช โดยศึกษาอัตราการคายน้ำในส้มโอพันธุ์มณีอีสาน อายุ 5 ปี (เส้นรอบวงลำต้นมีขนาด 41.5 – 60.5 เซนติเมตร) จำนวน 4 ต้น ซึ่งปลูกในแปลงเกษตรกรรม อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ติดตั้งหัวตรวจวัดการเคลื่อนที่ของน้ำในลำต้นที่ลำต้นระดับความสูงจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร เก็บข้อมูลอัตราการคายน้ำทุก 30 นาที ดำเนินการทดลองในเดือนมิถุนายน 2558 พบว่าต้นส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีอัตราการคายน้ำ 49.7-77.1 ลิตรต่อวัน ส่วนความสัมพันธ์ของสภาพอากาศต่ออัตราการคายน้ำพบว่าอัตราการคายน้ำของส้มโอเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและค่าการขาดความดันไอน้ำ (vapor pressure deficit; VPD) เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มของความชื้นสัมพัทธ์ทำให้อัตราการคายน้ำของต้นส้มโอลดลง

คำสำคัญ : การคายน้ำ สภาพอากาศ ส้มโอ

Abstract

The objective of this study was to evaluate the transpiration rate of pummelo 'Manee-Isan' in the well-watered condition. The benefit of this work would be the guideline for optimum water management according to the requirement of plant. The study was done in 4 trees of 5 years old pummelo 'Manee-Isan' (girth ranged from 41.5 to 60.5 centimeters) planted in Kasetsoomboon district, Chaiyaphum province. The sap flow probes were inserted in the trunk at 30 centimeter from soil and collected the transpiration rate data every 30 minutes. This experiment was conducted in June 2015. The result showed that the tree transpiration rate of pummelo 'Manee-Isan' was around 49.7-77.1 liters per day. Moreover, the relationship between climate and transpiration exhibited that the transpiration rate increased according to the increasing of temperature and vapor pressure deficit (VPD), but the increase of relative humidity results in the decrease of tree transpiration.

Keywords : transpiration, climate, pummelo

คำนำ

ความต้องการน้ำของพืชมีความสำคัญต่อการจัดการน้ำให้แก่พืชได้ในปริมาณที่เหมาะสม เพราะการให้น้ำมากหรือน้อยเกินไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น การให้น้ำมากเกินไปในส้มโอพันธุ์ทองดีมีผลทำให้โพแทสเซียมและแคลเซียมในดินถูกชะล้าง (ไชยรัตน์ และคณะ, 2551) ซึ่งส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของส้มโอ วิธีการหนึ่งที่ทำให้ทราบความต้องการน้ำของพืช คือ การหาอัตราการคายน้ำต่อวันของต้นพืช การศึกษาอัตราการคายน้ำในรอบวันในกลุ่มไม้ผลและไม้ยืนต้น เช่น ยางพาราอายุ 9-10 ปี มีอัตราการคายน้ำประมาณ 40-50 ลิตร/ต้น/วัน (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) ส่วนในส้มโอพันธุ์ทองดีอายุ 6 ปี มีอัตราการคายน้ำต่อวันประมาณ 25 ลิตร/ต้น/วัน (สุภัทร และคณะ, 2554) สำหรับวิธีการตรวจวัดอัตราการคายน้ำสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การชั่งน้ำหนักของน้ำที่หายไป (weighting) ถังวัดการใช้น้ำของพืช (lysimeter) และการใช้หัวตรวจวัดติดลำต้น (sap flow probe) เป็นต้น (สุภัทร, 2555) ซึ่งวิธีตรวจวัดที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันซึ่งสามารถทำการวัดอัตราการคายน้ำในระดับแปลงปลูกของเกษตรกร คือ การใช้หัวตรวจวัดติดกับลำต้นแบบ Granier (1985, 1987) ทั้งนี้ Do and Rocheteau (2002) และ Isarangkool Na Ayutthaya et al. (2010) ได้พัฒนาวิธีการตรวจวัดแบบ transient thermal

¹สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

¹Horticultural Section, Faculty of Agriculture, Khon Kean University, Khon Kean 40002.

dissipation method (TTD) กับหัตถตรวจวัดดังกล่าว ทำให้การตรวจวัดอัตราการคายน้ำของไม้ยืนต้นได้ค่าที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยวิธีการดังกล่าวช่วยลดผลกระทบของความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนที่มีผลต่ออุณหภูมิของลำต้นพืช (Do and Rocheteau, 2002) อย่างไรก็ตามอัตราการคายน้ำของพืชนอกจากขึ้นกับสภาพแวดล้อมแล้ว ยังขึ้นกับปัจจัยภายในของต้นพืชด้วย เช่น ชนิดพืช ค่าการชักน้ำของปากใบ (stomata conductance) หรือการปิดเปิดปากใบ ค่าการชักน้ำภายในต้น (whole tree hydraulic conductance) อายุต้น ขนาดใบ จำนวนใบบนต้น และขนาดต้น เป็นต้น

ส้มโอพันธุ์มณีอีสานเป็นส้มโอพันธุ์ใหม่ซึ่งเนื้อผลในส่วนที่รับประทานมีสีแดง มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว อายุผลตั้งแต่ออกดอกถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 200 วัน ซึ่งส้มโอพันธุ์นี้อยู่ระหว่างการวิจัยเพื่อเป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ (สังคม และคณะ, 2554) ส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีถิ่นกำเนิด ณ บ้านบุงสิบลี ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งในการพัฒนาวิธีการผลิตส้มโอพันธุ์นี้ให้ได้คุณภาพดี น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นต้องมีการจัดการที่เหมาะสมตามความต้องการของพืช เพื่อให้ผลผลิตส้มโอมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดต่อไป ซึ่งโดยทั่วไปการคายน้ำของพืชมีผลต่อการสะสมธาตุอาหารบางชนิด เช่น แคลเซียม (Montanaro et al., 2006) ส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตดีขึ้น ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงต้องการศึกษาอัตราการคายน้ำในรอบวันของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน โดยใช้หัตถตรวจวัดติดกับลำต้นตามวิธี TTD เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำที่เหมาะสมตามความต้องการของส้มโอพันธุ์มณีอีสานต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นส้มโอพันธุ์มณีอีสานอายุ 5 ปี ซึ่งมีเส้นรอบวงลำต้นประมาณ 50.5 เซนติเมตร จำนวน 4 ต้น จากสวนของคุณเสมียน นราพล ตำบลโนนทอง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ โดยติดตั้งหัตถตรวจวัดเคลื่อนที่ของน้ำที่โคนต้นของส้มโอสูงจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร ต้นละ 2 หัตถตรวจวัดในทิศเหนือ-ใต้ โดยใช้หัตถตรวจวัดแบบ Granier (1985, 1987) บันทึกข้อมูลทุก 30 นาที ตามวิธี transient thermal dissipation method (Do and Rocheteau, 2002; Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2010) การศึกษาวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในเดือนมิถุนายน 2558 ซึ่งเป็นช่วงที่ดินมีความชื้นสูง และต้นส้มโออยู่ช่วงที่มีการติดผล ส่วนการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใช้เครื่องตรวจอากาศขนาดเล็ก (U23 Pro v2 Temperature/Relative Humidity Data Logger-U23-001, Bourne, MA) บันทึกข้อมูลทุก 30 นาที ทำการคำนวณค่าการขาดความดันไอน้ำ (vapor pressure deficit; VPD) ตามวิธีของ Allen et al. (1998) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและอัตราการไหลของน้ำในท่อด้วยโปรแกรม SPSS 17.0 (SPSS Inc., New York, NY, USA) และโปรแกรม Sigmaplot 10.0 (Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะของสภาพอากาศ

การเก็บข้อมูลสภาพอากาศในช่วงก่อนการดำเนินการวิจัยและช่วงดำเนินการวิจัย พบว่าในช่วงเดือนพฤษภาคม 2558 มีความแห้งแล้งมากไม่มีปริมาณน้ำฝนในช่วงดังกล่าว ประกอบกับอุณหภูมิสูงสุดในรอบวัน (Max_Temp) มีค่าสูงมากและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดในรอบวัน (Min_RH) มีค่าต่ำมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่แล้งมาก ส่วนในช่วงต้นเดือนมิถุนายนมีฝนตกสะสมเท่ากับ 147 มิลลิเมตร (Figure 1) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้เลือกเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงวันที่ 14-23 มิถุนายน 2558 ซึ่งน่าจะเป็นช่วงที่ถือว่าดินมีความชื้นสูง ทำให้อัตราการคายน้ำที่ทำการศึกษานี้ไม่ถูกจำกัดด้วยความแห้งแล้งของดิน ซึ่งในหลายรายงานยืนยันว่าในช่วงที่เกิดภาวะแล้งของดินทำให้อัตราการคายน้ำของพืชลดลง (Wullschlegel et al., 1998; O'Grady et al., 2008; Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) ดังนั้นการศึกษ้อัตราการคายน้ำของพืชตามศักยภาพของพืชนั้นๆ ควรดำเนินการศึกษาในช่วงที่ดินมีความชื้นสูง

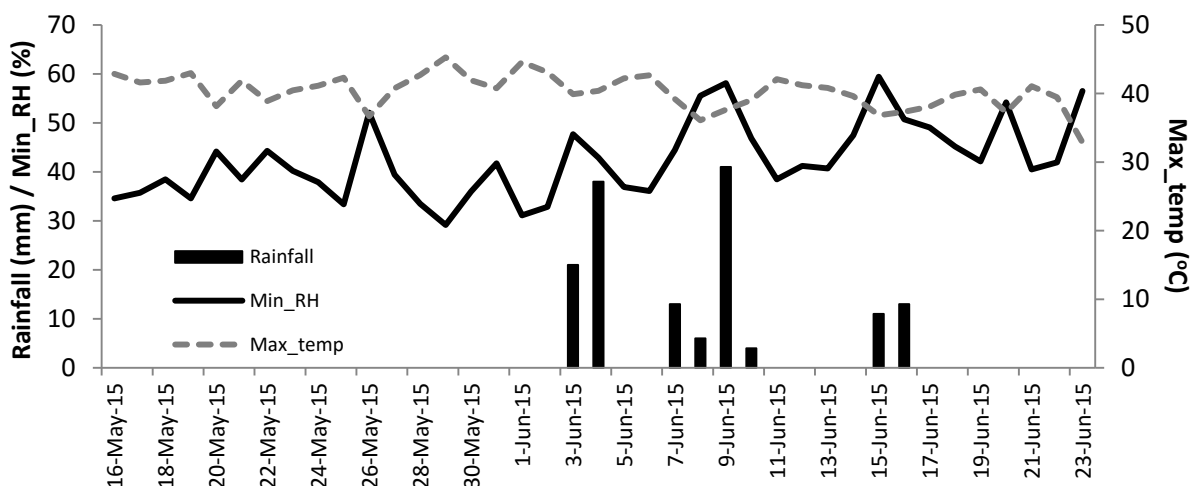


Figure 1 Change of climates: rainfall, maximum temperature (Max_temp) and minimum relative humidity (Min_RH), during mid-May 2015 to mid-June 2015

ลักษณะการคายน้ำของต้นส้มโอในรอบวัน

จากการศึกษาลักษณะการคายน้ำในรอบวันของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน พบว่าการคายน้ำ (sap flux density, Js) ของต้นส้มโอเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า และมีค่าสูงสุดในช่วงเที่ยงวัน หลังจากนั้นอัตราการคายน้ำของต้นส้มโอลดลงในช่วงบ่าย และมีค่าต่ำใกล้ศูนย์ในตอนกลางคืน ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของการเปลี่ยนแปลงค่า VPD (Figure 2) โดยลักษณะการคายน้ำแบบนี้เป็นลักษณะของการคายน้ำของพืชโดยทั่วไปที่มีการเปิดปากใบในตอนกลางวันและปิดปากใบในตอนกลางคืน เช่น กล้วย (Lu et al., 2002) ยูลาลิปดัส (O'Grady et al., 2008) ทุเรียน ลองกอง มังคุด เงาะ (สายัณห์ และชูศักดิ์, 2551) ยางพารา (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) และส้มโอพันธุ์ทองดี (สุภัทร์ และคณะ, 2554)

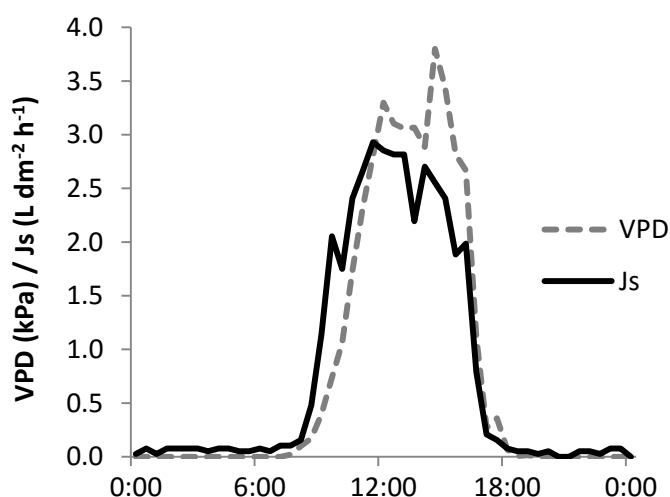


Figure 2 Pattern of diurnal vapor pressure deficit (VPD) and sap flux density (Js) of Pummelo 'Manee-Isan'

ปริมาณการคายน้ำต่อวันของต้นส้มโอพันธุ์ฉีซาน

การศึกษาปริมาณการคายน้ำของต้นส้มโอพันธุ์ฉีซานอายุ 5 ปี ซึ่งมีขนาดเส้นรอบวงลำต้น 41.5-60.5 เซนติเมตร (เส้นรอบวงเฉลี่ย 50.5 เซนติเมตร) พบว่ามีอัตราการคายน้ำต่อวันเท่ากับ 49.7-77.1 ลิตร/วัน (Figure 3) ซึ่งมีอัตราการคายน้ำสูงกว่าอัตราการคายน้ำของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 ปี (ขนาดเส้นรอบวงลำต้น 52.5 เซนติเมตร) มีอัตราการคายน้ำประมาณ 40-45 ลิตร/วัน (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) ส่วนรายงานอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ทองดีอายุ 6 ปี ซึ่งมีเส้นรอบวงประมาณ 48.5 เซนติเมตร พบว่ามีอัตราการคายน้ำประมาณ 25 ลิตรต่อวัน ซึ่งน้อยกว่าการศึกษาวิจัยครั้งนี้ในส้มโอพันธุ์ฉีซานเกือบเท่าตัว อย่างไรก็ตามพบว่าส้มโอพันธุ์ฉีซานมีอัตราการคายน้ำใกล้เคียงกับส้ม mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) ซึ่งมีปริมาณการคายน้ำ 2.1 มิลลิเมตรต่อวันหรือ 63 ลิตร/วัน (Villalobos et al., 2009) ทั้งนี้อัตราการคายน้ำของพืชมีความผันแปรตามลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชหลายประการ เช่น ลักษณะการเปิดปิดปากใบ ค่าการชักนำน้ำในลำต้น จำนวนใบ และขนาดใบ รวมทั้งชนิด (specie) และพันธุ์พืชด้วย (Oren and Pataki, 2001; Motzer et al., 2005; สุภัทร์, 2555) นอกจากนี้พบว่าอัตราการคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉีซานในช่วงที่ดินมีความชื้นสูงมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าการขาดความดันไอน้ำของอากาศ (VPD) (Figure 3) คือ ในวันที่มี VPD สูง การคายน้ำของส้มโอพันธุ์ฉีซานจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งในกรณีนี้ชี้ให้เห็นว่าในช่วงที่ดินมีความชื้นสูงสภาพอากาศจะเป็นปัจจัยหลักในการควบคุมอัตราการคายน้ำของพืช (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011)

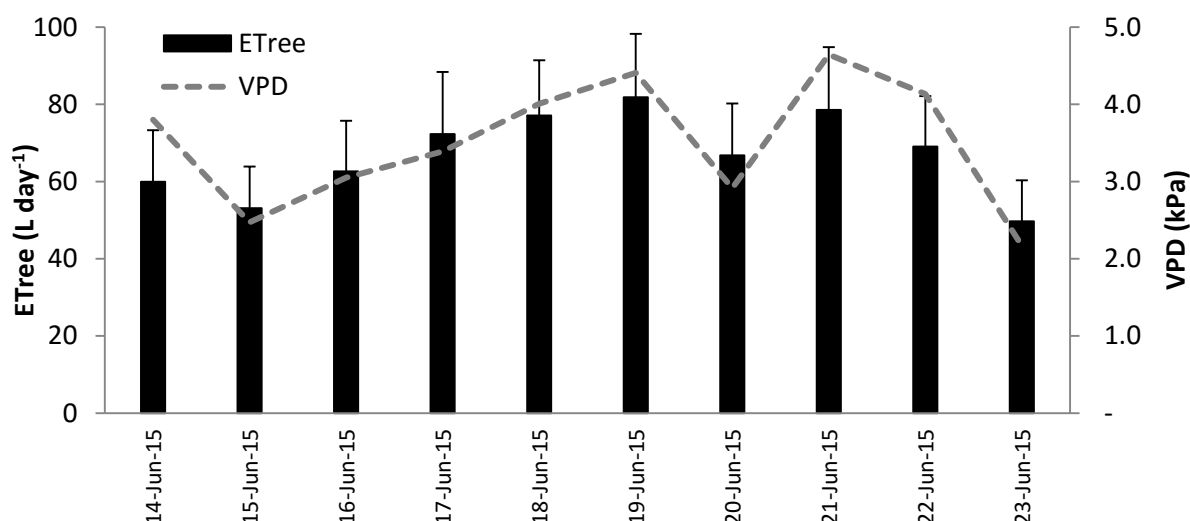


Figure 3 Daily tree transpiration of pummelo 'Manee-Isan' during 14-23 June 2015.

The error bar on vertical bar indicates the standard error.

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับอัตราการไหลของน้ำในท่อน้ำ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการคายน้ำโดยใช้อัตราการไหลของน้ำในท่อน้ำสูงสุด (maximum sap flux density, Max Js) ซึ่งเป็นข้อมูลการคายน้ำในช่วงเที่ยงวันถึงบ่ายโมงเป็นตัวแทนในการศึกษากับสภาพอากาศในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าค่าการขาดความดันไอน้ำ (vapor pressure deficit; VPD) และอุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ Max Js (Figure 4A และ 4B) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้ Max Js ลดลง (Figure 4C) สอดคล้องกับรายงานใน *Quercus glauca* (Huang et al., 2009) ยูคาลิปตัส (O'Grady et al., 2008) และยางพารา (Isarangkool Na Ayutthaya et al., 2011) ซึ่ง VPD มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ ดังนั้นเมื่อสภาพอากาศร้อนแห้ง (VPD สูง) ทำให้ส้มโอพันธุ์ฉีซานมีอัตราการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น (Figure 4A) ดังนั้นการให้น้ำแก่พืชเพื่อชดเชยการสูญเสียน้ำของพืชผ่านกระบวนการคายน้ำจะมีความผันแปรกับสภาพอากาศ คือ ถ้าอากาศร้อนและแห้งส่งผลให้พืชมีอัตราการคายน้ำสูง เกษตรกรจำเป็นต้องมีการให้น้ำแก่พืชในปริมาณมากขึ้น

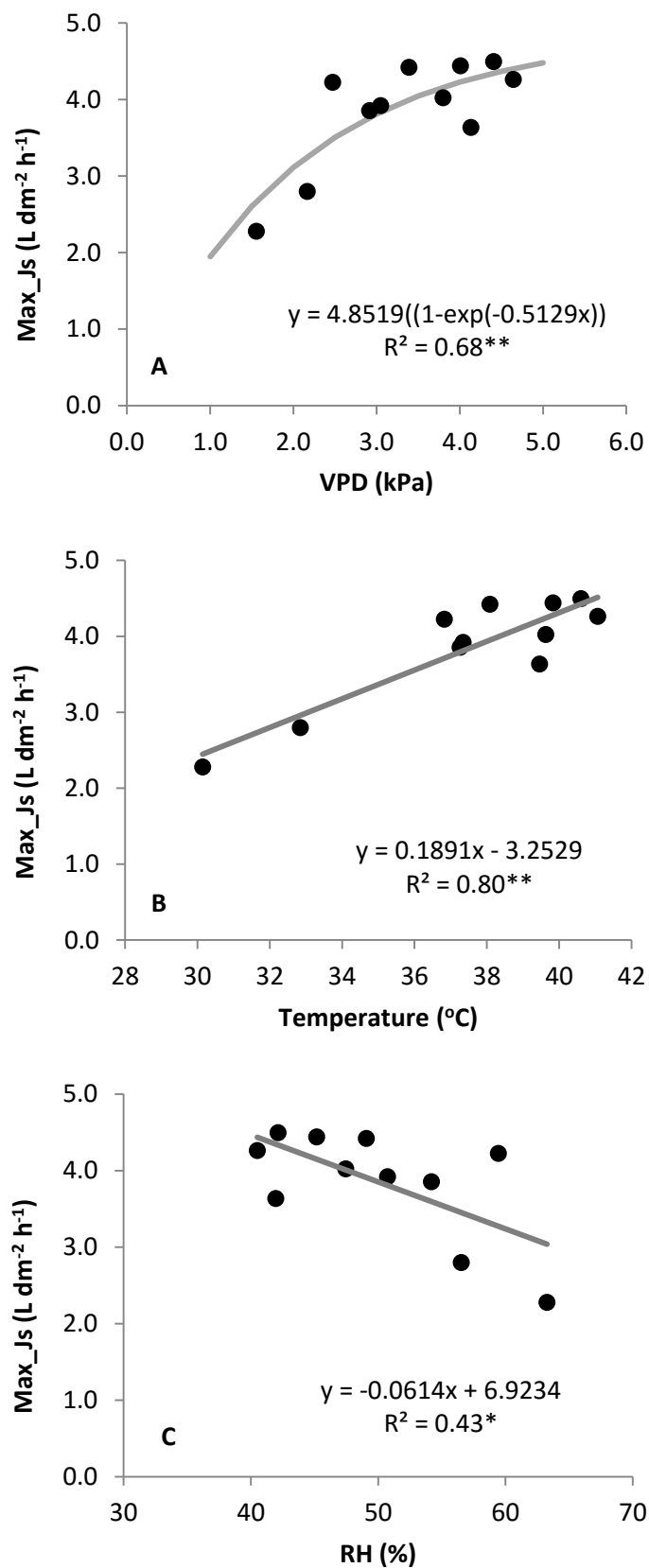


Figure 4 Relationship between A) maximum sap flux density (Max Js) and vapor pressure deficit (VPD), B) Max Js and temperature and C) Max Js and Relative humidity (RH). *and ** indicted the regression at probability at 95% and 99%, respectively.

สรุป

ส้มโอพันธุ์มณีอีสานอายุ 5 ปี ซึ่งมีเส้นรอบวงลำต้น 50.5 เซนติเมตร มีอัตราการคายน้ำ 49.7-77.1 ลิตรต่อวัน และจากความสัมพันธ์ของสภาพอากาศต่ออัตราการคายน้ำ พบว่าอุณหภูมิและค่าการขาดความดันไอน้ำ (vapor pressure deficit; VPD) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการคายน้ำของส้มโอ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการคายน้ำของต้นส้มโอลดลง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้ทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) และกลุ่มวิจัยไม้ผลในภาคตะวันออก เชียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และเครือข่ายขอบคุณคุณสมเียน นราพล เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ในความอนุเคราะห์พื้นที่ปลูกส้มโอพันธุ์มณีอีสานสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ไชยรัตน์ ทศกร, สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา, สังคม เศรษฐวงศ์เสถียร, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และเกษสุตา เดชภิมล. 2551. วิธีการให้น้ำต่อคุณลักษณะของดิน ธาตุอาหาร และการเจริญเติบโตของส้มโอ. ว. วิทย. กษ. 39(3) (พิเศษ): 134-137.
- สังคม เศรษฐวงศ์เสถียร, สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน, พัชริน สงศรี และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2554. การศึกษาต้นแบบการผลิตส้มโอในภาคตะวันออกเชียงเหนือ โดยใช้ส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่นเป็นกรณีศึกษาและการพัฒนาศักยภาพส้มโอเนื้อสีแดงเพื่อเป็นส้มโออัตลักษณ์ของ จังหวัดชัยภูมิ. รายงานฉบับสมบูรณ์, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 87น.
- สายัณห์ สดุดี และ ชูศักดิ์ ลิ้มสกุล. 2551. ปัจจัยที่จำกัดการวัดการไหลของน้ำโดยวิธีพลัสความร้อนในต้นไม้ผลเขตร้อน.ว. วิทย. กษ. 39(3) (พิเศษ): 187-190.
- สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2555. การประมาณความต้องการน้ำของไม้ยืนต้นเศรษฐกิจเพื่อการให้น้ำที่เหมาะสม. เกษตร. 40: 279-290.
- สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา, สมยศ มีทา, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน, พัชริน สงศรี และสังคม เศรษฐวงศ์เสถียร. 2554. อัตราการคายน้ำในรอบวันและต่อวันของต้นส้มโอพันธุ์ทองดี. ว. วิทย. กษ. 42 (พิเศษ): 495-498.
- Allen, R.G., L.S. Pereir, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome. 290p.
- Do, F. and A. Rocheteau. 2002. Influence of natural temperature gradients on measurements of xylem sap flow with thermal dissipation probes. 2. Advantages and calibration of a non-continuous heating system. Tree Physiol. 22: 649-654.
- Granier, A. 1985. Une nouvelle méthode pour la mesure des flux de sève dans le tronc des arbres. Ann. For. Sci. 42: 193-200.
- Granier, A. 1987. Evaluation of transpiration in a Douglas-fir stand by means of sap flow measurement. Tree Physiol. 3: 309-320.
- Huang, Y., P. Zhao, Z. Zhang, X. Li, C. He, and R. Zhang. 2009. Transpiration of *Cyclobalanopsis glauca* (syn. *Quercus glauca*) stand measured by sap-flow method in a karst rocky terrain during dry season. Ecol. Res. 24: 791-801.
- Isarangkool Na Ayuthaya, S., F.C. Do, K. Pannengetch, J. Junjittakarn, J.-L. Maeght, A. Rocheteau, and H. Cochard. 2010. Transient thermal dissipation method of xylem sap flow measurement: multi-species calibration and field evaluation. Tree Physiol. 30: 139-148.
- Isarangkool Na Ayuuthaya S., F.C. Do, K. Pannengetch, J. Junjittakarn, J.-L. Maeght, A. Rocheteau, and H. Cochard. 2011. Water loss regulation in mature *Hevea brasiliensis*: effects of intermittent drought in the rainy season and hydraulic regulation. Tree Physiol. 31: 751-762.
- Lu, P., K. Woo and Z. Liu. 2002. Estimation of whole-plant transpiration of bananas using sap flow measurement. J. Exp. Bot. 53: 1771-1779.
- Montanaro G., B. Dichio, C. Xiloyannis and G. Celano. 2006. Light influences transpiration and calcium accumulation in fruit of kiwifruit plants (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*). Plant Sci. 170: 520-527.
- Motzer, T., N. Munz, M. Kuppers, D. Schmitt and D. Anhu. 2005. Stomatal conductance, transpiration and sap flow of tropical montane rain forest trees in the southern Ecuadorian Andes. Tree Physiol. 25: 1283-1293.
- O'Grady, A.P., D. Worledge and M. Battaglia. 2008. Constrains on transpiration of *Eucalyptus globulus* in southern Tasmania, Australia. Agric. For. Meteorol. 148: 453-465.
- Oren, R. and D.E. Pataki. 2001. Transpiration in response to variation in microclimate and soil moisture in southeastern deciduous forests. Oecologia. 127: 549-559.

- Wullschleger, S.T., P.J. Hanson and T.J. Tschaplinski. 1998. Whole-plant water flux in understory red maple exposed to altered precipitation regimes. *Tree Physiol.* 18: 71-79.
- Ilalobos, F.J, L. Testi and M.F. Moreno-Perez. 2009. Evaporation and canopy conductance of citrus orchards. *Agri. Water Manag.* 96: 565-573.

อิทธิพลของไคโตซานและฟิล์มพลาสติกต่อคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีในระหว่างการเก็บรักษา

Effect of chitosan and plastic film on quality of 'Thong Dee' Pummelo during storage

ราไฟ นามพิลา¹ นันทน์ลิน บัวจันทร์¹ สมยศ มีทา¹ สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา¹ พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน¹ และสังคม เตชะวงศ์เสถียร¹
Rumpai Nampila Nammalin Buajan Somyot Meetha¹ Supat Isarangkool Na Ayuttaya¹
Pongsak Yangyuen and Sungcom Techawongstien

บทคัดย่อ

ส้มโอพันธุ์ 'ทองดี' เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 7 เดือนหลังจากดอกบานซึ่งเคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 2% และฟิล์มพลาสติกเปรียบเทียบกับที่ไม่เคลือบผิว ส้มโอทุกกรรมวิธีเก็บไว้ที่ 10 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ผลการศึกษาพบว่าส้มโอที่เคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ให้ผลดีที่สุดคือมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าส้มโอที่ไม่เคลือบผิว นอกจากนี้ยังพบว่าส้มโอที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานและฟิล์มพลาสติกมีอายุการเก็บรักษานาน 50 วัน อย่างไรก็ตามส้มโอที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานและฟิล์มพลาสติกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับผลที่ไม่ได้เคลือบต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

คำสำคัญ: ส้มโอ ไคโตซาน ฟิล์มพลาสติก

Abstract

The 'Thong Dee' pummelo fruits, harvested at 7 months after full bloom were coated with 2% chitosan and plastic film compared with uncoated fruits (control). The pummelo in all treatments were stored at 10 °C and room temperature (25 °C). The results showed that pummelo coated with plastic film and stored at 10 °C had lower weight loss than control. The pummelo fruits coated with chitosan and plastic film had storage time of 50 days. However, pummelo coated with 2% chitosan and plastic film were not significantly different in total soluble solid and titratable acidity.

Keywords: pummelo chitosan plastic film

คำนำ

ส้มโอ (*Citrus maxima* (Burm.) Merrill.) อยู่ในวงศ์ Rutaceae เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่ทุกคนรู้จัก เนื่องจากสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทยและมีผลผลิตตลอดทั้งปี มีหลายสายพันธุ์ให้เลือก เป็นผลไม้ที่มีขนาดผลใหญ่ มีคุณค่าทางอาหารสูง มีรสหวานและมีกลิ่นเฉพาะตัว ส้มโอยังมีคุณสมบัติพิเศษที่ได้เปรียบผลไม้ชนิดอื่นๆ คือ มีเปลือกหนาป้องกันการกระทบกระเทือนได้ดี ส่วนประกอบของผิวเปลือกมีต่อมน้ำมันช่วยรักษาความสดไว้ได้นาน จึงสะดวกในการขนส่ง นอกจากนี้จะเป็นที่นิยมบริโภคกันภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย ส้มโอเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วโลก (Kale and Adsule, 1995) และเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย มีมูลค่าการส่งออกมากกว่า 137 ล้านบาทต่อปี (OAE, 2013) ดังนั้นจึงควรหาแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาส้มโอ ซึ่งปัญหาที่สำคัญของส้มโอในระหว่างการเก็บรักษาและการส่งออกคือ การสูญเสียน้ำหนัก ทำให้ผลเหี่ยว ซึ่งจากการที่ผลส้มโอเกิดการขาดน้ำทำให้มีอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น ทำให้ไปเร่งปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ เปลือกผลเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและการเกิดโรค การเก็บรักษาที่อุณหภูมิเหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตสด การใช้สารเคลือบผิวจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและลดการเสื่อมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวได้

สารเคลือบผิวผักและผลไม้ที่ใช้กันในปัจจุบันมักเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติเช่น จากพืชและสัตว์ นิยมใช้กับผลผลิตทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ผลผลิตมีความมั่นใจถึงคุณค่าของผู้ซื้อ การใช้สารเคลือบผิวส้มโอนอกจากจะช่วยให้ผิวส้มโอสดและสวยงามแล้ว สามารถยืดอายุการเก็บรักษาส้มโอได้ด้วย โดยทั่วไปการเคลือบผิวส้มโอเป็นการใช้สารประเภทขี้ผึ้ง (wax) สำหรับสารเคลือบผิวที่นิยมใช้กับพืชตระกูลส้มจะเป็นพวกสารเคลือบสังเคราะห์เช่น Citrus shine และ Stra-Fresh 360 (ดวงพร, 2541) แต่สารเคลือบผิวนี้มีราคาแพงและผู้บริโภคยังมีความสงสัยเกี่ยวกับความปลอดภัยเมื่อนำผลไม้ไปบริโภค จึง

¹ สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

ได้เกิดแนวความคิดที่จะใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์เช่น แป้ง น้ำมันพืช และเจลาติน เป็นต้น ไคโตซาน (Chitosan) เป็นสารพอลิเมอร์ที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติพบมากในโครงสร้างของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น เปลือกปู กุ้ง หรือแกนปลาหมึก เป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล มีคุณสมบัติเหมาะต่อการทำสารเคลือบผิว เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติมีความสามารถในการเกิดฟิล์มที่ดี มีคุณสมบัติในการกันการซึมผ่านก๊าซได้ดีแต่มีคุณสมบัติกันการซึมผ่านไอน้ำได้ต่ำ (Chieng et al., 2007; Eissal, 2007)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเก็บรักษาคุณภาพของส้มโอเพื่อการส่งออก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง ซึ่งแปรผันตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีภายในเซลล์สูงขึ้น ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาผลไม้ลดลง ดังนั้นการเก็บรักษาส้มโอที่อุณหภูมิต่ำจึงเป็นอีกช่องทางในการรักษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของส้มโอ ถ้าเก็บผลผลิตที่ผ่านการเคลือบผิวไว้ในอุณหภูมิสูงหรือเก็บรักษานานเกินไปจะทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและจะส่งผลให้เกิดการ สะสมเอทานอลในผล (दनय, 2534) แต่ถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำเกินไป จะทำให้ส้มโอเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ดังนั้นการเก็บรักษาส้มโอจึงควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ

การใช้ไคโตซานและอุณหภูมิต่ำกับผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยวแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มในการรักษาคุณภาพและยืดอายุผลผลิตผลไม้ได้ โดยมีการนำไคโตซานมาใช้เป็นสารเคลือบผิว เพื่อชะลอการสุกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตผลไม้ ซึ่งสามารถช่วยลดการเน่าเสียหรือเสื่อมสภาพได้ เช่น ในกล้วยไข่ (มยุรี และสุธิกา, 2551) การใช้ไคโตซานความเข้มข้นสูงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะละกอบที่อุณหภูมิ 12 °C ได้นาน 5 สัปดาห์ (Warsi, 2012) การใช้ไคโตซานเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษามังคุดที่ 13 °C ได้นาน 30 วัน (ชัยรัตน์และคณะ, 2543) ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองที่ 18 °C ได้นาน 10-12 วัน (รัตนาและคณะ, 2550) และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาสตรอเบอรี่ที่ 1 °C ได้นาน 12 วัน (กมลวรรณ, 2543) นอกจากนี้การเคลือบผิวเงาะด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75% ช่วยรักษาคุณภาพเงาะเก็บที่ 13 °C ได้นาน 14-16 วัน (พูนทรัพย์, 2544) ไคโตซานช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดในเงาะได้ เมื่อเก็บในอุณหภูมิ 25 และ 10 °C (Martinez-Castellanos et al., 2009)

ในการทำการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไคโตซานและฟิล์มเคลือบผิวต่อคุณภาพส้มโอพันธุ์ทองดีที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เพื่อสามารถนำไปประยุกต์กับการเก็บรักษาส้มโอในเชิงการค้าและใช้เป็นข้อมูลประกอบในการนำสารเคลือบผิวไปประยุกต์กับพืชชนิดอื่น ๆต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดี จากสวนเกษตรกร อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ คัดเลือกผลส้มโอที่มีความแก่ 80% มีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีตำหนิและร่องรอยการทำลายของแมลง และนำส้มโอมาล้างทำความสะอาด โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 6 กรรมวิธีคือ 1) ไม่เคลือบผิว (25 °C) (control) 2) ไคโตซานที่ความเข้มข้น 2% (25 °C) 3) ฟิล์มพลาสติกชนิดยืด (25 °C) 4) ไม่เคลือบผิว (10 °C) 5) ไคโตซานที่ความเข้มข้น 2% (10 °C) 6) ฟิล์มพลาสติกชนิดยืด (10 °C) บรรจุในตะกร้าพลาสติกนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 °C) และส่วนหนึ่งนำไปวางที่อุณหภูมิ 10 °C ความชื้น 90-95% สุ่มส้มโอมาวเคราะห์คุณภาพทุก 10 วัน กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์การสูญเสีย น้ำหนัก (% weight loss) การเปลี่ยนแปลงสี โดยการวัดค่า L* a* และ b* ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity) และ ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ (total soluble solids)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเก็บรักษาส้มโอพันธุ์ทองดีทุกการทดลองเกิดการสูญเสียน้ำหนักโดยแปรผันตามระยะเวลาและอุณหภูมิของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การเคลือบผิวส้มโอด้วยไคโตซานความเข้มข้น 2% และฟิล์มพลาสติกชนิดยืด สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักในผลเช่นเดียวกับการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานในส้มสายน้ำผึ้งที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลน้อย (กฤติพงษ์ และ ธนะชัย, 2553) โดยพบว่า เมื่อเก็บนาน 30 วัน ส้มโอที่ไม่ได้เคลือบผิว (control) มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ ไคโตซานความเข้มข้น 2% และฟิล์มพลาสติกชนิดยืด ตามลำดับ (Figure 1A) คุณภาพทางเคมีส้มโอในทุกกรรมวิธีมีคุณภาพทางเคมีไม่แตกต่างกัน โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน ส้มโอมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 12.3 °Brix สอดคล้องกับรายงานของกฤติพงษ์ และ ธนะชัย (2553) ที่ว่าสารเคลือบผิวส้มโอไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ 0.63 (Figure 1B,C) สอดคล้องกับการทดลองของปริดา (2536) และ กฤติพงษ์ และ ธนะชัย (2553) รายงานว่า การเคลือบใช้สารเคลือบผิวส้มโอไม่ทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำส้มคั้นแตกต่างจากชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงสีส้มโอพันธุ์ทองดีมีผลเป็นสีเขียวเหลืองตั้งแต่ขณะที่เก็บเกี่ยวถึงนั้นจึงมีการเปลี่ยนสีผิวเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา โดยค่า L^* , a^* และ b^* ของส้มโอในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า L^* จะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่า L^* 53.43 และเมื่อเก็บนาน 50 วัน ค่า L^* เพิ่มขึ้นเป็น 55.18 (Figure 2A) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ค่า a^* และ b^* ก็เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยค่า a^* เพิ่มขึ้นจาก -6.67 เป็น -1.45 (Figure 2B) และค่า b^* เพิ่มขึ้นจาก 34.32 เป็น 38.66 (Figure 2C) ซึ่งหมายถึงเมื่อเก็บนานขึ้นผลส้มโอจะมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น (Figure 3) สอดคล้องกับรายงานของกฤติพงษ์ และ ธนะชัย (2553) พบว่าเก็บรักษาผลส้มโอไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน ส้มโอที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีผิว สารเคลือบผิวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองได้ เสาวภา และ อีรพงษ์ (2551)

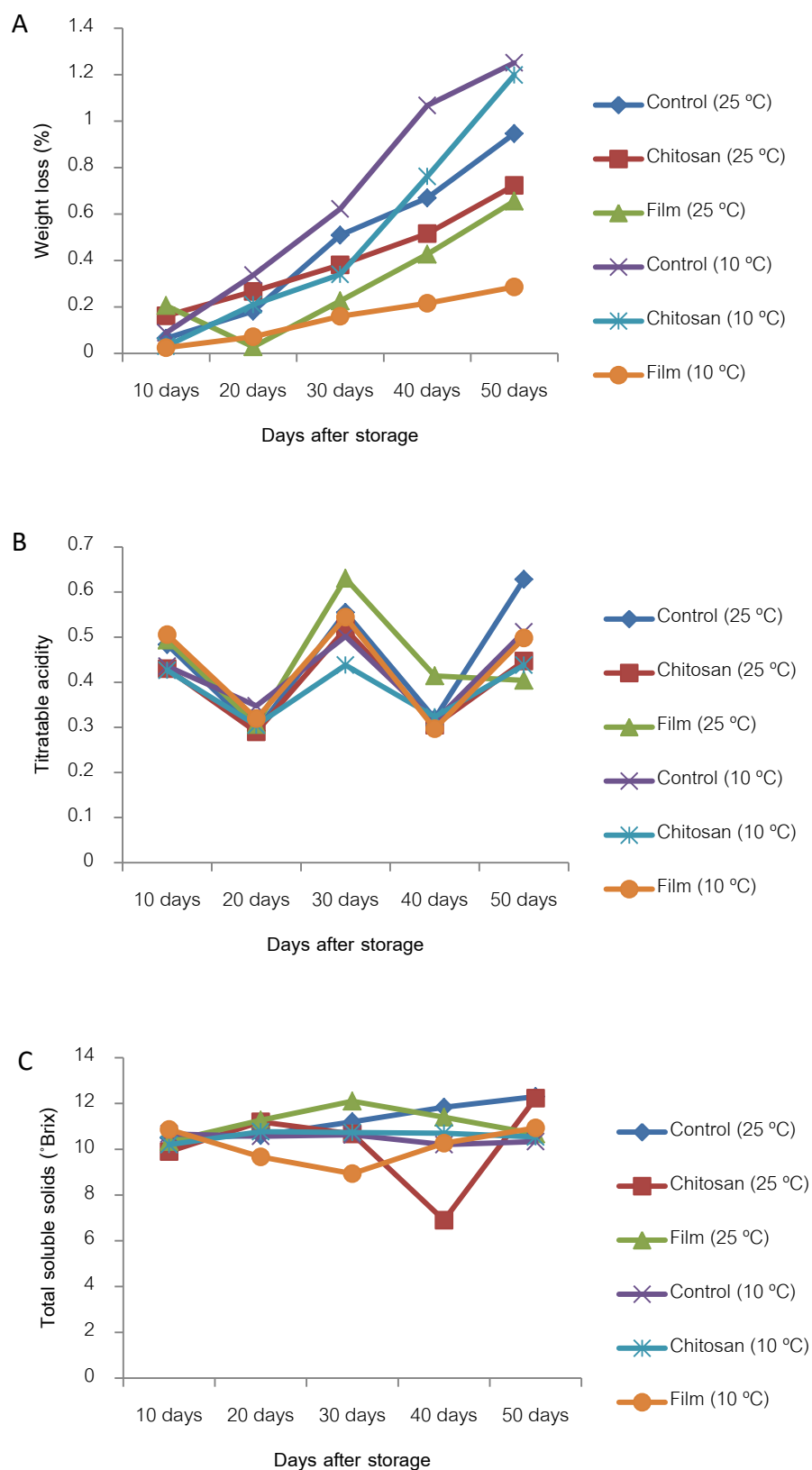


Figure 1 Weight loss percentage (A) Titratable Acidity (B) and Total Soluble Solid (C) in 'Thong Dee' pummelo fruit coated with chitosan and films coating during storage at 10 and 25 °C for 50 days.

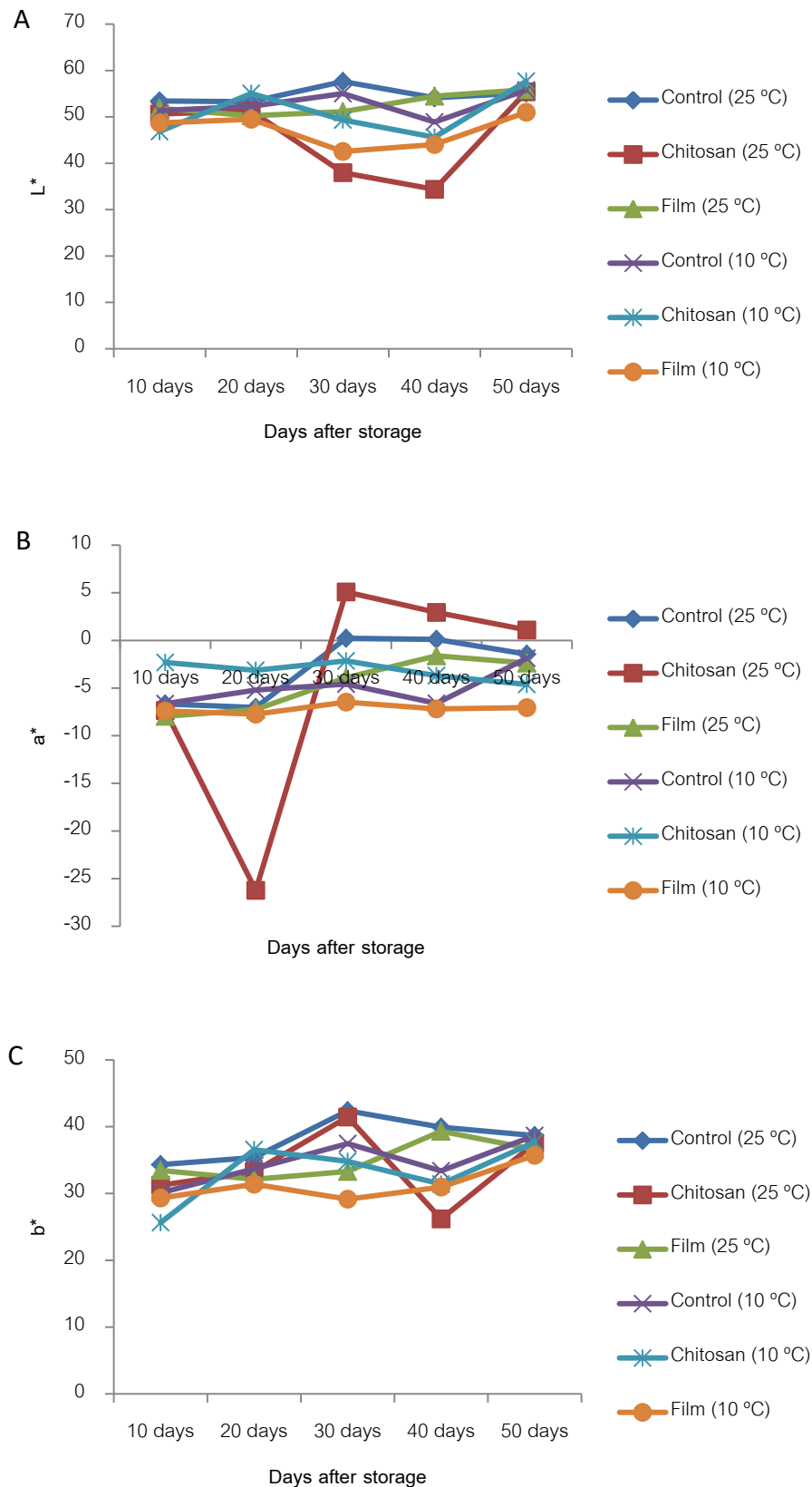


Figure 2 L* (A) a* (B) and b* (C) in 'Thong Dee' pummelo fruit coated with chitosan and films coating during storage at 10 and 25 °C for 50 days.



Figure 3 Peel and pulp colour in 'Thong Dee' pummelo fruit coated with chitosan and films coating during storage at 10 and 25 °C for 50 days.

สรุปผลการทดลอง

การเคลือบผิวส้มโอด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 2% และฟิล์มพลาสติกชนิดยืดเก็บที่อุณหภูมิ 10 °C ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไดเทรทได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สามารถรักษาคุณภาพของส้มโอได้ดีกว่าการไม่เคลือบผิว โดยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาไม่พบกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ ส้มโอที่เคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดยืดเก็บที่อุณหภูมิ 10 °C สามารถรักษาคุณภาพของส้มโอได้ดีที่สุด และเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 °C) ส้มโอที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 2% และฟิล์มพลาสติกชนิดยืด ไม่พบการเน่าของผลเมื่อเก็บนาน 50 วัน ส่วนส้มโอที่ไม่ได้เคลือบผิวสามารถเก็บได้ 30 วัน ในขณะที่ส้มโอที่เคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดยืดเก็บที่อุณหภูมิ 10 °C สามารถเก็บรักษาได้นาน 50 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยไม้ผลสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และโครงการระบบการผลิตส้มโอคุณภาพดีเพื่อสร้างอัตลักษณ์ของส้มโอชัยภูมิ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนและเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤติพงษ์ ไพบูลย์สมบัติ และธนชัย พันธุ์เกษมสุข. 2553. ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วารสารเกษตร. 26 (1): 69-78.
- กมลวรรณ ชูชีพ. 2543. ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อคุณภาพของสตอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- จรัญญา พงศ์ธร, ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์ และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2550. ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพการเก็บรักษาซึ่งที่อุณหภูมิต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 38 (6): 226-229.
- ชัยรัตน์ นันทภักดิ์ ดวงพร สารมาศ และอนุรดี วิทยาปัญญานนท์. 2543. การเคลือบผิวมังคุดด้วยไคโตซาน. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- ดวงพร อมิตรัตน์. 2541. วิทยาการก่อนและหลังเก็บเกี่ยวส้มโอ. ศูนย์วิจัยพืชสวนพัจิตร. กรมวิชาการเกษตร. หน้า. 64-87.
- พูนทรัพย์ พาดิเกบุตร. 2544. ผลของความชื้นสัมพัทธ์และสารเคลือบผิวต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- มยุรี กระจ่ายกลาง และสุธิกา สมวรรณ. 2551. ผลของไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39 (3 พิเศษ): 9-12.
- รัตดา สุทธยาคม อาริรัตน์ การุณสถิตย์ชัย และประจักษ์ อุดมศรี. 2550. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ตราสีทอง. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเดิม ปี 2550. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 200-211
- เสาวภา ไชยวงศ์ และ ธีรพงษ์ เทพกรณ์. 2551. ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของส้มโอพันธุ์ทองดีในระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39 (3 พิเศษ): 287-290
- Chieng, P.J., F. Sheu and F.H. Yang. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Journal of Food Engineering. 78: 225-229.
- Eissal, H.A.A. 2007. Effect of Chitosan Coating on Shelf Life and Quality of Fresh-cut Mushroom. Journal of Food Quality. 30: 623-645.
- Martinez-Castellanos, G., K. Shirai, P.C. elayo-Zaldivar, L.J. Perez-Flores and J.D. Sepulveda-Sanchez. 2009. Effect of Lactobacillus plantarum and Chitosan in the Reduction of Browning of Pericarp Rambutan (Nephelium lappaceum), Food Microbiology. 26: 444-449.
- Warsi, A.A. 2012. Novel Edible Coating for Tropical Fruits as an Alternative to Synthetic Fungicide. The University of Nottingham, Malaysia

อิทธิพลของการผสมข้ามที่มีผลต่อการติดผลของส้มโอทองดี

Influence of Cross Pollination on Fruit setting of Pummelo cv. Thong Dee

ประวิทย์ ธรรมทะ¹, สมยศ มีทา¹, ราไพ นามพิลา¹, สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา¹
 สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร¹ และสังคม เตชะวงศ์เสถียร¹

บทคัดย่อ

ส้มโอเป็นพืชผสมข้ามที่มีความสำคัญในพื้นที่เขตร้อนและกึ่งร้อน มีการปลูกเป็นระบบเชิงเดี่ยวจึงไม่มีความหลากหลายทางสายพันธุ์กรรมภายในสวน เนื่องจากความหลากหลายทางพันธุ์กรรมในสวนต่ำจึงทำให้อัตราการติดผลลดลง ดังนั้นเพื่อให้การติดผลที่เพิ่มขึ้นจะต้องมีการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน จึงได้มีการวางแผนการผสมข้ามในส้มโอ 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ทองดี (ผสมภายในต้น), พันธุ์ทองดีผสมข้ามกับพันธุ์ทองดีต่างต้นกัน, พันธุ์ทองดีผสมข้ามกับพันธุ์ทับทิมสยาม และพันธุ์ทองดีผสมข้ามกับพันธุ์มณีอีสาน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design : RCBD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 10 ดอก ทำการเก็บผลเปอร์เซ็นต์การติดผล 8 สัปดาห์หลังการผสมเกสร พบว่าพันธุ์ทองดีผสมข้ามกับพันธุ์มณีอีสาน มีการติดผลที่สูงที่สุด และการผสมภายในต้นของพันธุ์ทองดี การติดผลที่น้อยที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าส้มโอพันธุ์ทองดีต้องได้รับการผสมข้ามพันธุ์จึงจะเพิ่มการติดผล โดยพันธุ์มณีอีสานเป็นพันธุ์ที่ถ่ายละอองเกสรแล้วทำให้อัตราการติดผลเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ปฏิสนธิ พัฒนาผล

Abstract

Pummelo is an important cross pollination fruit in tropical and subtropical areas. The monoculture system, of pummelo cv. Thong Dee, Which is not diverse cultivar in the grower orchard. Due to low genetic diverse , resulted the rate in fruit setting low. Thus, to facilitate fruit setting, cross pollination of 3 pummelo cultivars were designed, ie. cv. Thong Dee (selfing), cv. Thong Dee x cv. Thong Dee(cross-pollination), cv. Thong Dee x cv. Ruby of Siam and cv. thong Dee x cv. Manee Esaan. The experiment was conducted in Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications, 10 flowers per replication. Percentage of fruit setting were observed at 4 and 8 week after pollination. The results showed that the cv.Thong Dee x cv. Manee Esaan exhibited highest fruit setting while self pollination gave lowest. This finding indicated that cv. Thong Dee need to cross pollination for enhance fruit setting and cv. Manee Ee-saan showed the good pollinator cultivar for Thong Dee.

Keywords : pummelo cv. Manee Ee-saan, fertilization, fruit development

บทนำ

ส้มโอพันธุ์ทองดี เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 5 หมื่นไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 4-5 หมื่นตัน/ปี (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555) แต่มีปริมาณผลผลิตเพียง 10-20 เปอร์เซ็นต์ของการออกดอกเท่านั้น ซึ่งการได้ผลผลิตต่ำเป็นปัญหาจากการติดผลจำนวนน้อย และการร่วงของผลอ่อน เกษตรกรแก้ปัญหาโดยปลูกส้มโอทองดีเป็นระบบเชิงเดี่ยวเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตที่สูงขึ้นและง่ายต่อการจัดการ ส่งผลให้ขาดความหลากหลายทางพันธุ์กรรมภายในสวน ซึ่งต้องการละอองเกสรจากสายพันธุ์อื่นกระตุ้นเพื่อการพัฒนาผล เมื่อขาดความหลากหลายทางพันธุ์กรรมจึงทำให้ผลอ่อนร่วง การติดผลของส้มโอในฤดูกาลปกติ 1 เดือนแรกจะติดผล 100% หลังจากนั้นจะหลุดร่วงเพิ่มสูงขึ้น (รัตวุฒิ, 2553) ไม่ผลส่วนใหญ่ต้องการการถ่ายเรณูผสมข้าม (cross pollination) จึงเกิดการติดผลและให้ผลที่สมบูรณ์ (ทรงพล, 2530) โดยเฉพาะส้มโอที่ได้รับการถ่ายละอองเกสรของส้มโอต่างสายพันธุ์จะมีการปฏิสนธิและติดผลที่สูง เช่น ส้มโอพันธุ์หอมหัดใหญ่ (วิจิตต์, 2539) ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผลของส้มโอพบการศึกษา ลักษณะชีววิทยาของดอก ที่เหมาะแก่การถ่ายละอองเกสร (วิจิตต์และไมตรี, 2537) ความมีชีวิตของละอองเกสร (สุทินและรดาพร, 2554) กระบวนการเกิดการปฏิสนธิ (ลักขณา, 2546) และสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการติดผล แต่การที่จะทำการปลูกส้มโอต่างสายพันธุ์เพื่อให้ถ่ายละอองเกสรให้กับส้มโอทองดี ต้องมีการศึกษาว่าสายพันธุ์ใดที่จะเหมาะสมที่จะทำให้ส้มโอทองดีติดผลเพิ่มขึ้นและมีคุณภาพที่ดี ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษารุ่นนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของ

การผสมข้ามที่มีผลต่อการติดผลของส้มโทองดีเพื่อตรวจสอบการถ่ายเรณู แบบผสมตัวเองและการผสมข้ามพันธุ์ เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตของส้มโทองดี

อุปกรณ์และวิธีการ

ผสมส้มโทองดีโดยการถ่ายละอองเกสรด้วยมือ (hand pollination) โดยใช้ส้มโทองดี ในแปลงของเกษตรกร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เป็นต้นแม่และพันธุ์พ่อใช้ละอองเกสรของส้มโทองดีพันธุ์ฉีซานและพันธุ์ทับทิมสยาม ดังรายละเอียดของหน่วยทดลอง

กรรมวิธีที่ 1 ส้มโทองดี x ส้มโทองดี (ผสมภายในต้น)

กรรมวิธีที่ 2 ส้มโทองดี x ส้มโทองดี (ต่างต้น)

กรรมวิธีที่ 3 ส้มโทองดี x ส้มโทองดีทับทิมสยาม

กรรมวิธีที่ 4 ส้มโทองดี x ส้มโทองดีพันธุ์ฉีซาน

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design : RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ดอก ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน 2558 โดยสำรวจต้นที่สมบูรณ์และคัดเลือกดอกที่สมบูรณ์พร้อมบานในอีก 1-2 วัน หลังจากนั้นทำการตอนดอก (emasculatation) โดยใช้ปากคีบ (forceps) ดึงอับเรณูเพศผู้ที่อยู่รอบเกสรเพศเมียออกให้หมด (Lupe et.al, 1991) เพื่อป้องกันการผสมข้ามที่ไม่ต้องการด้วยการใช้ลากลิดคลุมไว้ การเก็บรวบรวมเรณูของต้นพ่อ ทำการเก็บจากดอกที่กำลังบานและปล่อยเรณูแล้ว และเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำกว่าจะทำการผสม (สุทินและระดาพร, 2554) ขั้นตอนการผสมข้าม ทำการเปิดลากลิดที่คลุมดอกส้มโทองดีที่เป็นพันธุ์แม่ออกแล้วทำการนำเรณูที่เตรียมไว้โดยการถ่ายเรณูลงบนปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกส้มโทองดี แล้วคลุมลากลิดอย่างเดิมเพื่อป้องกันการผสม ทำเครื่องหมายคู่ผสม วันและเวลาในการผสมข้าม ทำจนครบทุกคู่ผสม

การประเมินการติดผล โดยเก็บข้อมูลเฉพาะผลที่มีการพัฒนาผลที่สมบูรณ์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้หาค่าเฉลี่ยของการติดผลในแต่ละคู่ผสม วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม STAT 8

ผลและวิจารณ์การทดลอง

เปอร์เซ็นต์การติดผลของการผสมข้ามที่มีผลต่อการติดผลของส้มโทองดี พบว่าการติดผลในสัปดาห์ที่ 4 หลังการผสมข้าม คู่ผสมที่ 3 (ส้มโทองดีผสมข้ามกับส้มโทองดีพันธุ์ฉีซาน) และ คู่ผสมที่ 4 (ส้มโทองดีผสมข้ามกับส้มโทองดีทับทิมสยาม) ให้ค่าการติดผลสูงสุด คือ 77.5% และ 70.0% ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 8 หลังการผสมข้าม คู่ผสมที่ 4 ให้ค่าการติดผลสูงสุด 75.0% ในขณะที่การผสมภายในสายพันธุ์ (คู่ผสมที่ 1 และ 2) ให้ค่าการติดผลที่น้อยที่สุด 5.0% และ 10.0% (Table 1)

Table 1 Percentage of fruit setting of four crosses at four and eight weeks afterpollination at Pummelo Chaiyaphum orchard, Chaiyaphum Province, Thailand during February - April 2014

cross pollination	fruit setting (%)	
	week 4	week8
1 cv. Thong Dee (selfing)	47.50 b	5.00 c
2 cv. Thong Dee x cv. Thong Dee (cross-pollination)	45.00 b	10.00 c
3 cv. Thong Dee x cv. Ruby of siam	70.00 a	37.50 b
4 cv. thong Dee x cv. Manee Ee-saan	77.50 a	75.00 a
CV %	22.82	23.53
LSD 0.05	2.11	1.15

การติดผลของส้มโอทองดีในฤดูกาลปกติ พบว่าในเดือนแรกจะมีการติดผล 100% หลังจากนั้นการหลุดร่วงจะเพิ่มสูงขึ้น (รัตวุฒิ, 2553) โดยเฉพาะคู่ผสมที่ผสมภายในสายพันธุ์เดียวกันผลจะหลุดร่วงสูงกว่าคู่ผสมข้ามสายพันธุ์ วิจิตต์ (2539) พบว่าการผสมข้ามระหว่างส้มโอหอมหาคือใหญ่กับส้มโอพันธุ์คลาน มีการติดผลสูงกว่าการผสมภายในสายพันธุ์ Heslop-Harrison (1980) พบการถ่ายเรณูแบบผสมตัวเองหรือต้นเดียวกัน จะให้ติดผลน้อยกว่าการผสมข้าม ดังนั้นการผสมข้ามจึงเหมาะสมกับส้มโอ ซึ่งโดยธรรมชาติการผสมข้ามจะเกิดขึ้นโดยอาศัยแมลงในการผสมข้าม โดยดอกส้มโอจะมีน้ำหวานภายในดอก ล่อแมลงที่ช่วยผสมเกสรคือ แมลงวันผลไม้ ชันโรง (อิสมะแอและวิจิตต์, 2550) และปัจจัยที่มีผลต่อการผสมข้าม คือ ช่วงระยะเวลา ซึ่งเกษตรกรผู้จะพร้อมในการถ่ายเรณูในช่วงเวลา 10.00น. แต่เกษตรกรเมียจะพร้อมรับการผสมในช่วงเวลา 14.00 น. โดยมีการหลั่งสารเมือก (exudate) บริเวณยอดเกสรเพศเมีย (stigma) (วิจิตต์และไมตรี, 2537) การผสมข้ามทำให้เกิดการติดเมล็ดและส้มโอที่ได้รับการผสมข้ามมีการหลุดร่วงน้อย (วิจิตต์, 2535) นอกจากนี้ วิจิตต์ (2539) รายงานว่า การผสมข้ามของส้มโอหอมหาคือใหญ่ที่ได้รับการถ่ายเรณูกับส้มโอพันธุ์คลานและส้มโอพันธุ์สีดอกคำให้ค่าการติดผลสูงสุดเช่นกัน

สรุปผลการทดลอง

ส้มโอพันธุ์ทองดีเหมาะกับการผสมข้ามกับส้มโอพันธุ์อื่น การผสมข้ามเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตส้มโอให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น และการผสมภายในสายพันธุ์ของส้มโอทองดีส่งผลให้ปริมาณผลิตต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

- ทรงพล สมศรี. 2530. การศึกษาการผสมเกสรทุเรียนชนิดนี้ ก้านยาวโดยใช้เกสรตัวผู้พันธุ์ต่างๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 60 หน้า
- รัตวุฒิ พึ่งไทย. 2553. ลักษณะช่อดอกต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.
- ลักขณา รักษาพันธ์ เสาวลักษณ์ สุริยาภณานนท์ และวิทยา สุริยาภณานนท์. 2546. กระบวนการการเกิดปฏิสนธิใน ฝรั่งส้มโชกุน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 วันที่ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546 กรุงเทพฯ หน้า 109-116. วิจิตต์ วรรณชิต. 2539. ผลของการถ่ายละอองเกสรที่มีผลต่อการปฏิสนธิและการติดผลของส้มโอหอมหาคือใหญ่. วารสาร สงขลานครินทร์ วทป.18(3) : 287-292
- วิจิตต์ วรรณชิตและไมตรี แก้วทับทิม. 2537. ลักษณะสัณฐานวิทยา และชีววิทยาของดอกส้มโอพันธุ์หอมหาคือใหญ่. วารสารสงขลานครินทร์ 16(3) : 335-341
- สุทิน พรหมโชติ และรดาพร พยัฆพา. 2554. ความมีชีวิตของการออกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่เพื่อเก็บ รักษาที่อุณหภูมิต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 13(3) : 26-30

- อิสมะแอ เจ๊ะหลง และวิจิตต์ วรรณชิต. 2550. ชีววิทยาดอกและการถ่ายละอองเรณูของส้มจุก. ว. เกษตร 25(1): 58-73
- Heslop- Harrison, J 1980. Selfincompatibility: Phenomenology and physiology. Proc. Roy. Soc. London. Series B. 218: 371-395
- Lupe; A., D.Eisikowitch, and P. Brosh. 1991. Pollination in Murcott cultivar of citrus the influence on seed number and productivity. Acta Horticulture. 288 : 275-277

ผลของการห่อผลต่อคุณภาพผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีและมณีอีสาน

Effect of fruit bagging on qualities of pummelo cvs. Thong Dee and Manee-Esan

สมยศ มีทา¹ สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา¹ พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน¹ ราโพ นามพิลา¹ และสังคม เตชะวงศ์เสถียร¹
Somyot Meetha¹ Supat Isarangkool Na Ayutaya¹ Pongsak Yangyuen¹ Rampai Nampila¹ and Sungcom Techawongstein¹

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะของการห่อผลต่อคุณภาพบางประการของผลผลิตส้มโอ (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) พันธุ์ทองดีและพันธุ์มณีอีสาน การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของการห่อผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีผิวและคุณภาพภายในของผลผลิตส้มโอ ทำการศึกษาในสวนของเกษตรกร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ มีการห่อผลส้มโอโดยใช้ถุงห่อผลทางการค้า ห่อผลที่อายุ 3 เดือน เปรียบเทียบกับการไม่ได้รับการห่อผล พบว่าการห่อผลมีผลทำให้สีผิวมีความสม่ำเสมอมากขึ้น น้ำหนักผล เส้นรอบวงผล และปริมาตรผล ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อระยะเก็บเกี่ยว ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และวิตามินซี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการห่อผลและการไม่ห่อผล

คำสำคัญ: ส้มโอ การห่อผล คุณภาพผลผลิต

Abstract

The effect of fruit bagging on qualities of pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) cvs. Thong Dee and Manee-Esan was studied. The aim of this work was to study the peel coloration and internal qualities of fruit. The experiment was conducted in farmer's orchard at Kasetsonbon, Chaiyaphum province. Pummelo fruits were bagged by commercial bags compared with non-bagging treatment. The results showed that the bagging improved the peel color. The bagging had no effect on fruit weight, circumference and volume at harvesting stage. Also, there were not differences were on the total soluble solids, titratable acidity and vitamin c content in both treatments.

Keywords: Pummelo, bagging treatment, fruit quality

คำนำ

ส้มโอเป็นพืชตระกูลส้มที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย และมีพันธุ์ต่างๆ มากมาย ซึ่งมีลักษณะทรงผล รูปร่าง ขนาดของผล สีเปลือก การกระจายตัวของต่อมน้ำมัน และลักษณะอื่นๆ แตกต่างกันไปตามพันธุ์ พื้นที่อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เกษตรกรชาวสวนปลูกส้มโอหลายสายพันธุ์ และมีการศึกษาส้มโอพื้นเมืองพันธุ์ "มณีอีสาน" ที่มีเนื้อสีแดงเข้ม ส่วนสีเปลือกกระยะแรกจะมีสีเขียว เมื่อผลแก่เปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง ซึ่งสีของผิวผลส้มโอไม่สม่ำเสมอเนื่องจากเกษตรกรในกลุ่มนี้มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชค่อนข้างน้อยจนถึงไม่ได้ใช้เลย ทำให้ได้ผลผลิตขนาดเล็กไม่สม่ำเสมอ มีร่องรอยการทำลายของแมลง และมีผลร่วงเป็นจำนวนมาก จากรายงานของสมยศ และคณะ (2554) พบว่า การห่อผลส้มโอพันธุ์ทองดี สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของสีผิวภายนอก ลดการเข้าทำลายของโรคแมลง และลดการใช้สารเคมีในการกำจัดโรคแมลงศัตรู นอกจากนั้นในไม้ผลหลายๆ ชนิด การห่อผลช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิต และลดการตกค้างจากการใช้สารเคมี (Estrada, 2004) ช่วยให้มีสีผิวสวยงดงาม (รัตนรักษ์และพิระศักดิ์, 2554) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการศึกษาศึกษาการห่อผลส้มโอที่มีลักษณะของสีผิวเปลือกเป็นสีเหลืองเป็นที่ทราบแน่ชัด ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาลักษณะของการห่อผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีผิวภายนอกและคุณภาพภายในบางประการของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน โดยเปรียบเทียบกับส้มโอพันธุ์ทองดี เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยการจัดการให้ได้ผลผลิตส้มโอที่มีคุณภาพดีต่อไป

¹ สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

¹ Horticultural section, Department of plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kean University, Khon Kean, 40002.

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองในสวนส้มโอของเกษตรกร พื้นที่บ้านบึงสิบสี่ อำเภอกเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เลือกต้นส้มโอ 2 สายพันธุ์ คือพันธุ์ทองดีและพันธุ์มณีอีสาน (เบอร์เดิม 003) สายพันธุ์ละ 4 ต้น ที่มีขนาดทรงพุ่มและความสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกัน อายุประมาณ 9 ปี สุ่มเลือกผลส้มโอที่มีขนาดของเส้นรอบวงผลประมาณ 10 นิ้ว อายุของผลประมาณ 3 เดือน จำนวนต้นละ 30 ผล กระจายทั่วทรงพุ่ม ดำเนินการห่อผลจำนวน 15 ผลต่อต้น โดยใช้กระดาษห่อผลไม้ตรา "ขุนฟอง" สีขาว ก่อนการห่อมีการฉีดพ่นยาคอนฟิดอร์ เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ ยาไพริดาเบน เพื่อป้องกันกำจัดไร และยาแมนโคเซบ เพื่อป้องกันกำจัดเชื้อรา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 2 กรรมวิธี คือ การไม่ห่อผล (ชุดควบคุม) และการห่อผล บันทึกข้อมูลสีผิวผลและคุณภาพผลผลิต ประกอบด้วย น้ำหนักต่อผล เส้นรอบวง ปริมาตร ความกว้าง ความสูง ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และวิตามินซี นำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาลักษณะของสีผิวผลและสีของเนื้อส้มโอพันธุ์ทองดีและมณีอีสาน พบว่า สีของผิวผลภายนอกของส้มโอทั้งสองสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนสีเนื้อภายในผลของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน (003) จะมีสีแดงเข้ม ส้มโอพันธุ์ทองดีจะมีสีชมพูอ่อน (Figure 1) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการไม่ห่อผล และการห่อผลด้วยกระดาษห่อผลไม้สีขาว ผลของการห่อส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ทำให้สีผิวมีความสว่าง (L^*) มากกว่าการไม่ห่อผล ผลที่ได้รับการห่อมีแนวโน้มของค่า a^* ที่ติดลบมากกว่าผลที่ไม่ห่อ แสดงว่าการห่อผลช่วยให้ผลมีสีเขียวขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามยังไม่พบความแตกต่างระหว่างการห่อและไม่ห่อผลต่อสีของเนื้อผลของส้มโอทั้งสองพันธุ์ (Table 1)



Figure 1 Effect of bagging on fruit color of Thong Dee and Manee-Esan pummelo.

Table 1 Effect of bagging on color (L^* a^* b^*) in peel and pulp of Thong Dee and Manee-Esan pummelo.

Cultivars	Treatments	L^*		a^*		b^*	
		Peel	Pulp	Peel	Pulp	Peel	Pulp
Manee-Esan	Non-bagged	58.17±0.8 b	35.44±1.04	-2.92±1.43	17.76±1.23	35.98±1.93	6.06±1.31
	Bagged	63.54±0.6 a	36.58±0.89	-4.22±1.02	16.21±0.65	40.73±0.64	6.22±0.33
	F-test	**	ns	ns	ns	ns	ns
Thong Dee	Non-bagged	58.70±0.4 a	45.86±1.03	-2.88±1.08	2.07±0.61	40.36±0.80	11.41±0.75
	Bagged	53.8±20.9 b	45.33±0.62	-3.02±1.36	3.49±0.54	38.01±0.65	9.90±0.11
	F-test	**	ns	ns	ns	ns	ns

The values are the means ± standard deviations (n=4)

ns and ** = not significant, significant at $P \leq 0.01$, respectively.

The different letters with in the same column are significantly different at $P \leq 0.01$ by LSD

ผลที่ห่อและไม่ห่อผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มที่การห่อผลในส้มโอทั้งสองสายพันธุ์ส่งผลให้ขนาดของผล น้ำหนักผล และปริมาตรลดลงเล็กน้อย (Table 2) สอดคล้องกับรายงานของสมยศ และคณะ (2554) พบว่าการห่อผลส้มโอพันธุ์ทองดีทำให้ปริมาตรของผลลดลง แต่ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายในของผล ได้แก่ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และวิตามินซี (Table 3) แต่มีแนวโน้มทำให้ปริมาณวิตามินซีในเนื้อส้มโอทั้งสองพันธุ์จะลดลงเล็กน้อยเมื่อได้รับการห่อผล สอดคล้องกับการทดลองของ Xie et al. (2013) ทำการห่อผลส้ม 3 ชนิด (Tarocco, Cara cara และ Lane late) พบว่า การห่อผลมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง ในส้มทั้ง 3 ชนิด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Table 2 Effect of bagging on fruit weight, circumference, volume, fruit width and fruit length of Thong Dee and Manee-Esan pummelo fruit.

cultivars	Treatments	Fruit weight	Circumference	Volume	Fruit width	Fruit length
		(g/fruit)	(cm)	(ml)	(cm)	(cm)
Manee-Esan	Non-bagged	1,255.8±99.1	50.05±1.5	1,885.0±162.7	15.08±0.2	13.02±0.2
	Bagged	1,227.7±80.9	48.45±1.4	1,736.5±153.6	15.45±0.4	13.03±0.3
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns
Thong Dee	Non-bagged	1,516.6±33.24	51.63±1.2	2,035.0±57.1	16.07±0.1	14.82±0.2
	Bagged	1,442.0±145.6	51.18±0.9	2,015.9±142.4	16.02±0.3	14.19±0.3
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns

The values are the means ± standard deviations (n=4)

ns = not significant,

Table 3 Effect of bagging on some qualities of Thong Dee and Manee-Esan pummelo fruit.

Cultivars	Treatments	Axis width (cm)	Pulp thickness (N)	Total soluble solids (° Brix)	Titratable acidity (%)	Vitamin C (mg/100g fresh weight)
Manee-Esan	Non-bagged	3.45±0.39	18.37±1.05	10.57±0.41	0.67±0.04	1.43±0.04
	Bagged	3.22±0.32	18.62±0.51	10.57±0.13	0.68±0.04	1.39±0.02
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns
Thong Dee	Non-bagged	2.81±0.21	18.62±0.52	11.55±0.06	0.48±0.07	1.58±0.03
	Bagged	3.15±0.21	17.96±0.75	11.25±0.26	0.47±0.05	1.53±0.03
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns

The values are the means ± standard deviations (n=4)

ns = not significant.

สรุป

การห่อผลทำให้สีของผลมีความสว่างมากขึ้นและมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งผล สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีได้เป็นอย่างดี ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายในของผลส้มโอ โดยที่ส้มโอพันธุ์นี้อีสาน จะมีสีเหลืองอมเขียวหรือมีสีเหลืองทองมากขึ้น ซึ่งไม่กระทบต่อลักษณะของสีแดงของเนื้อผล ส่วนทางด้านเคมี การห่อผลมีแนวโน้มที่ปริมาณวิตามินซีในเนื้อส้มโอทั้งสองพันธุ์จะลดลงเล็กน้อย แต่ไม่มีความต่างทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) และกลุ่มวิจัยไม้ผลสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณนายเสมียน นราพล เกษตรกรเจ้าของสวนส้มโอ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สำหรับงานวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- รัตนรักษ์ บำรุง และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. 2554. ผลของการห่อผลที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณแคโรทีนอยด์ และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองซึ่งเก็บรักษาอุณหภูมิต่างๆ. วิทยาศาสตร์เกษตร. 42(3) (พิเศษ) : 216-219.
- สมยศ มีทา เสกสรรค์ น้อยแวงพิม พงษ์ศักดิ์ ยั่งยืน และสังคม เตชะวงศ์เสถียร. ระยะเวลาการห่อผลต่อสีและคุณภาพบางประการของผลส้มโอ. แก่นเกษตร. 39 (พิเศษ): 154-158.
- Estrada, E.G. 2004. Effect of fruit bagging on sanitation and pigmentation of six mango cultivars. Acta Hort. 645: 195-199.
- Xie, R.J., L. Zheng., L. Jing., S.L. He., W.P. Xi., Q. Lv., S.L. Yi., Y.Q. Zheng and L. Deng. 2013. The effect of cultivars and bagging on physicochemical properties and antioxidant activity of tree sweet orange cultivars (Citrus sinensis (L.) Osbeck). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 13 (2): 139-147.

ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการผสมเกสรต่อการติดผลของลูกผสมส้มโอพันธุ์มณีอีสานกับส้มโอพันธุ์ทองดี

Appropriate Time of Pollination on Fruit Set of Pummelo cv. Manee Esan Crossed with Pummelo cv. Thong Dee

ประวิทย์ ธรรมทะ¹ สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร¹ และ สังคม เตชะวงศ์เสถียร^{1*}
Thammatha, P.¹, Techawongstien, S.¹ and Techawongstien, S.^{1*}

¹ สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002

¹ Section of Horticulture, Department of Plant Science and Agriculture Resource, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

* Corresponding author: suntec@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การผสมข้ามสายพันธุ์ของส้มโอก็มักประสบปัญหาการผสมไม่ติด อาจเนื่องจากความมีชีวิตของละอองเกสรในช่วงเวลาของการผสม วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่จะละอองเกสรมีชีวิตและช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผสมข้ามระหว่างส้มโอพันธุ์มณีอีสานและส้มโอพันธุ์ทองดี ดำเนินการระหว่างเวลา 7 นาฬิกา ถึง 16 นาฬิกา และตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่า ส้มโอพันธุ์ทองดีเริ่มปลดปล่อยละอองเกสรตั้งแต่วันที่ 9 นาฬิกา โดยช่วงเวลาที่จะละอองเกสรมีความมีชีวิตสูงกว่าร้อยละ 90 อยู่ระหว่าง 9 ถึง 12 นาฬิกา หลังจากนั้นละอองเกสรมีความมีชีวิตลดลงอย่างรวดเร็วและหมดความมีชีวิตที่เวลา 16 นาฬิกา เมื่อทำการผสมข้ามละอองเกสรของส้มโอพันธุ์ทองดีกับส้มโอพันธุ์มณีอีสานในช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ลูกผสมส้มโอพันธุ์มณีอีสานกับส้มโอพันธุ์ทองดีมีการติดผลดีที่สุด มากกว่าร้อยละ 70 ระหว่างเวลา 12 ถึง 14 นาฬิกา

คำสำคัญ: ส้มโอ ความมีชีวิตของละอองเกสร การปลดปล่อยละอองเกสร อะซิโตคาร์มีน การผสมข้าม ลูกผสม

Abstract

Failure of crossing between cultivar of pummelo may be due to pollen viability after anthesis period. Therefore, the objectives of this study on appropriate time of pollination between pummelo cv. Manee Esan crossed with pummelo cv. Thong Dee and pollen viability were conducted between 7 am to 4 pm. The results showed that pollen of pummelo cv. Thong Dee shed between 9 to 16 o'clock. The viability of pollen was found over than 90% between 9 to 12 am. After that time the pollen viability was rapidly decreased till 4 pm which no viability of pollen obtained. Pollination between pummelo cv. Manee Esan and pummelo cv. Thong Dee showed the appropriate time of crossing was 12 am to 2 pm which gave the percentage of fruit set more than 70%.

Keywords: Pummelo, pollen shed, anthesis pollen viability, acetocarmine, cross pollination, hybrid

บทนำ

ปัจจุบันส้มโอเนื้อผลสีแดงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เนื่องจากส้มโอเนื้อผลสีแดงมีคุณค่าโภชนาการโดยเฉพาะมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ชนิด Cyanidin-3-Glucoside (สมิคร และพิรพงศ์, 2558) ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ความจำเสื่อม ความดันโลหิตสูง และเบาหวาน (พิเชษฐ, 2544) ทั้งนี้ในปัจจุบันพบว่าส้มโอเนื้อผลสีแดงที่มีรสชาติตรงตามความต้องการของผู้บริโภคที่เป็นการค้า มีเพียง 2 พันธุ์คือ พันธุ์ทับทิมสยาม (เนื้อผลสีแดง) และพันธุ์ทองดี (เนื้อผลสีชมพู) ในขณะที่ส้มโอเนื้อผลสีแดงที่หลากหลายพบได้ในกลุ่มพันธุ์พื้นเมือง แต่ยังมีรสชาติที่ไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคซึ่งมีรสชาติเปรี้ยวจัด ดิบขม หรือไม่ฉ่ำน้ำ ดังนั้นแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ด้วยการผสมข้ามสายพันธุ์ (Cross pollination) เพื่อเป็นการพัฒนาส้มโอเนื้อแดงสายพันธุ์ใหม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

ปัญหาที่สำคัญของการผสมข้ามของพืชสกุลส้มคือ การไม่ติดผลหรือติดผลน้อย ซึ่งเป็นอุปสรรคในการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาพันธุ์อย่างมาก ทั้งนี้ "ความมีชีวิตของละอองเกสร" เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญโดยมีบทบาทหน้าที่ในการเกิดกระบวนการปฏิสนธิ (ลักขณา, 2546) และ

ถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการจากต้นพ่อแม่เข้ากับต้นแม่ แต่ละองเกอร์ที่อยู่ในสภาพธรรมชาติมีอายุที่สั้นและยังไม่ทราบช่วงเวลาที่เหมาะสม จึงมีการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรทำได้โดยเทคนิคการย้อมสีละอองเกสรด้วย 1 % acetocarmine (สุทิน และระดาพร, 2554) ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว (ลาวัลย์, 2539) และสามารถใช้ในการประเมินละอองเกสรเพิ่มความสำเร็จในการถ่ายละอองเกสรข้ามสายพันธุ์ ความล้มเหลวของการถ่ายละอองเกสรที่ผ่านมาคือ การใช้ละอองเกสรที่ไม่สมบูรณ์หรือมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตที่ต่ำเกินไป ซึ่งไม่ผลให้มีการศึกษาความมีชีวิตก่อนการถ่ายละอองเกสร เช่น ลองกองและกลางสาต (อุไรวรรณ และคณะ, 2542) ส้ม (อรอุษา และคณะ, 2546) และลิ้นจี่ (วรินทร์ และคณะ, 2545) นอกจากนี้อีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จในการถ่ายละอองเกสรคือ ช่วงเวลาของการถ่ายละอองเกสร เพราะหากใช้ละอองเกสรที่มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตที่สูง แต่ช่วงเวลาก่อนการถ่ายละอองเกสรไม่เหมาะสมเกิดการคาบเกี่ยวของความพร้อมของละอองเกสรพันธุ์พ่อ และไข่อ่อนของพันธุ์แม่ กระบวนการปฏิสนธิจึงไม่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการถ่ายละอองเกสรข้ามสายพันธุ์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสร และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการถ่ายละอองเกสร เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ส้มโอเนื้อผลสีแดงในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์

พันธุ์แม่ที่ใช้ในการถ่ายละอองเกสรคือ ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ทั้งนี้ใช้พันธุ์ส้มโอที่แปลงเกษตรกร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ และพันธุ์พ่อคือ ส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ (Table 1)

Table 1 Characteristics of two pummelo parental cultivars used in this experiment

Pummelo	Fruit Characteristics	Genetic resources
Thong Dee	Pink pigment, Sweet and sour	Ban Thaen District, Chaiyaphum Province
Manee Esan	Red pigment, Sweet and sour	Kaset Sombun District, Chaiyaphum Province

ทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี

ทำการสุ่มเก็บละอองเกสรพันธุ์ส้มโอทองดีทุก 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 07.00 ถึงเวลา 16.00 นาฬิกา ในช่วงเดือนมกราคม 2558 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized complete block design : RCBD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 10 ดอก โดยวิธีการย้อมสีด้วย acetocarmine 1% โดยหยดสารละลาย acetocarmine 1 หยด บนสไลด์แล้วเขี่ยละอองเกสรลงจำนวน 1 อับละอองเกสร ทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง สุ่มตรวจนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 ละอองเกสรที่ติดสีแดงเข้มสม่ำเสมอและมีรูปร่างปกติ นับเป็นละอองเกสรที่มีชีวิต ละอองเกสรที่ย้อมไม่ติดสีแดงหรือไม่สม่ำเสมอและมีรูปร่างผิดปกติ นับเป็นละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต แล้วทำการคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรโดยสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = (\text{จำนวนละอองเกสรที่ติดสี} / \text{จำนวนละอองเกสรที่นับทั้งหมด}) \times 100$$

ทดสอบช่วงเวลาของการถ่ายละอองเกสร

ผสมส้มโอโดยการถ่ายละอองเกสรด้วยมือ (hand pollination) ทำการถ่ายละอองเกสรส้มโอทองดีทุก 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 07.00-16.00 นาฬิกา วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 10 ดอก ในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน 2558 ก่อนการผสมทำการสำรวจต้นที่สมบูรณ์คัดเลือกดอกที่สมบูรณ์และพร้อมบานในอีก 1 วัน หลังจากนั้นทำการตอนดอกโดยใช้ปากคีบดึงอับละอองเกสรเพศผู้ที่อยู่รอบเกสรเพศเมียของส้มโอพันธุ์มณีอีสานออกให้หมดตามวิธีการที่รายงานโดย Lupo และคณะ (1991) ใช้สำลีสกัดดอกที่ตอน เพื่อป้องกันการผสมข้าม การเก็บรวบรวมละอองเกสรของต้นพ่อพันธุ์ทองดีที่นำไปใช้ในการถ่ายละอองเกสรคือ ละอองเกสรที่ผ่านการทดสอบความมีชีวิตในช่วงเวลาเดียวกัน ขั้นตอนการผสมข้าม ทำการเปิดสลักที่คลุมดอกส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่เป็นพันธุ์แม่แล้วทำการนำละอองเกสรที่เตรียมไว้โดยการถ่ายละอองเกสรลงบนปลายยอดเกสรเพศเมียของดอกพันธุ์แม่ แล้วคลุมสลักอย่างเดิมเพื่อป้องกันการผสมจากดอก และต้นที่ไม่ต้องการ แล้วทำเครื่องหมายคู่ผสม วันและเวลาในการผสมข้าม ทำจนครบทุกคู่ผสม

การประเมินการติดผลโดยเก็บข้อมูลหลังจากการผสมข้าม 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ โดยเก็บข้อมูลเฉพาะผลที่มีการพัฒนาผลที่สมบูรณ์ นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของการติดผลในแต่ละช่วงเวลาการถ่ายละอองเกสร โดยใช้แผนการทดลองข้างต้น เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม STAT 8

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ทำการเก็บทุก 1 ชั่วโมง ช่วงเวลา 07.00-16.00 นาฬิกา (Table 2) พบว่าระหว่างเวลา 07.00-09.00 นาฬิกา ส้มโอทองดียังไม่ปลดปล่อยละอองเกสร การปลดปล่อยเริ่มตั้งแต่ 09.00 นาฬิกา ความมีชีวิตของละอองเกสรของส้มโอพันธุ์ทองดี ในช่วงเวลา 09.00-11.00 นาฬิกา สูงที่สุด 92-94 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1A) โดยมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผ่านช่วงระยะเวลา 12.00 นาฬิกา และหมดความมีชีวิตในที่สุดเมื่อเวลา 16.00 นาฬิกา (Figure 1B) ซึ่งเมื่อตรวจสอบความมีชีวิตโดยการย้อมสีด้วย acetocarmine ละอองเกสรที่ไม่มีชีวิตจะไม่ติดสี เนื่องจาก acetocarmine จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ละอองเกสรใช้ในการกระบวนการหายใจ และเกิดการติดสีในส่วนของไซโทพลาสซึม และส่วนต่าง ๆ ของละอองเกสร เช่น โครมาติน แป้ง เอนไซม์ (นันทกา, 2536) ดังนั้นช่วงเวลาระหว่าง 09.00 - 12.00 นาฬิกา จึงเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเตรียมละอองเกสรผสมเกสร

Table 2 Percentage of pollen viability of pummelo conducted between 7 am to 4 pm. at Pummelo Chaiyaphum orchard, Chaiyaphum Province, Thailand during January 2015

Timing	Pummelo cv. Manee Esan	Pummelo cv. Thong Dee
07.00 am	0f	0g
08.00 am	0f	0g
09.00 am	95a	92b
10.00 am	93a	94a
11.00 am	92a	93ab
12.00 am	86b	84c
01.00 pm	68c	70d
02.00 pm	40d	52e
03.00 pm	10e	28f
04.00 pm	3f	2g
Mean	48.52	51.30
C.V. (%)	4.91	2.62
LSD 0.05	3.45	1.94

Means within the column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) by LSD

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การติดผลจากการผสมข้ามของส้มโอมณีอีสานทุก 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 07.00-16.00 นาฬิกา (Table 3) พบว่าการติดผลในสัปดาห์ที่ 4 และในสัปดาห์ที่ 8 หลังการผสมข้ามในช่วงเวลาระหว่าง 12.00-14.00 นาฬิกา ให้อัตราการติดผลสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และช่วงเวลาที่ให้ค่าการติดผลที่น้อยที่สุดคือ 16.00 นาฬิกา มีการติดผลเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ หลังจากติดผลได้ 4 สัปดาห์ ถึงสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งเป็นการร่วงของผลช่วงที่ 1 พบว่า ช่วงเวลา 09.00 นาฬิกา ให้เปอร์เซ็นต์การร่วงของผลสูงที่สุด 12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ 16.00 นาฬิกา (5 เปอร์เซ็นต์) และ 10.00 นาฬิกา (4 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับ รัตวุฒิ (2553) ซึ่งรายงานว่าการติดผลของส้มโอทองดีในฤดูการปลูกปี 1 เดือนแรกมีการติดผล 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นพบการร่วงของผลสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์การติดผลร่วมกับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร พบว่า การติดผลช่วงเวลา 09.00-10.00 นาฬิกา ของสัปดาห์ที่ 8 ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลที่ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้จะใช้ละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตที่สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ก็ตาม ตรงกันข้ามการใช้ละอองเกสรที่มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเพียง 28 - 50 เปอร์เซ็นต์ กลับพบการติดผลมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 14.00 นาฬิกา และ 15.00 นาฬิกา สรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร 28 เปอร์เซ็นต์ เป็นความมีชีวิตที่ต่ำสุดที่ยังสามารถให้การติดผลที่สูง

(Figure 2) และพบว่า ช่วงเวลาที่พร้อมของเกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้ในการถ่ายละอองเกสรต่างช่วงเวลากันโดยเกสรเพศผู้จะพร้อมในการถ่ายละอองเกสรในช่วงเวลา 10.00 นาฬิกา และความมีชีวิตของละอองเกสรจะสูงในขณะที่กำลังปลดปล่อยละอองเกสรเต็มที่ (fully dehiscense) ในช่วง 1-2 ชั่วโมงแรกหลังการบานของดอก และเกสรเพศเมียพร้อมในช่วงเวลา 13.00 นาฬิกา ซึ่งใกล้เคียงกับ วิจิตต์ และไมตรี (2537) ที่พบว่า ช่วงเวลาที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการถ่ายละอองเกสร (Effective pollination period : EPP) ตามธรรมชาติเกสรเพศเมียจะพร้อมเวลาประมาณ 14.00 นาฬิกา เนื่องจากเป็นช่วงที่เกสรตัวเมียขับของเหลวออกมามากที่สุด

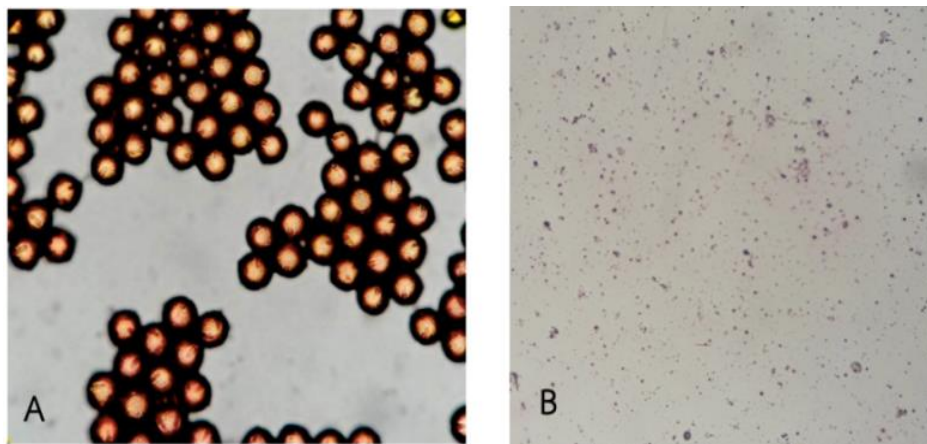


Figure 1 Viability of pollen of pommelo as determined by staining with 1% acetocarmine at different periods of time.
A) 9 to 12 am (showed over 90% of viable pollens) B) 4 pm (showed 0% or non-viable pollen)

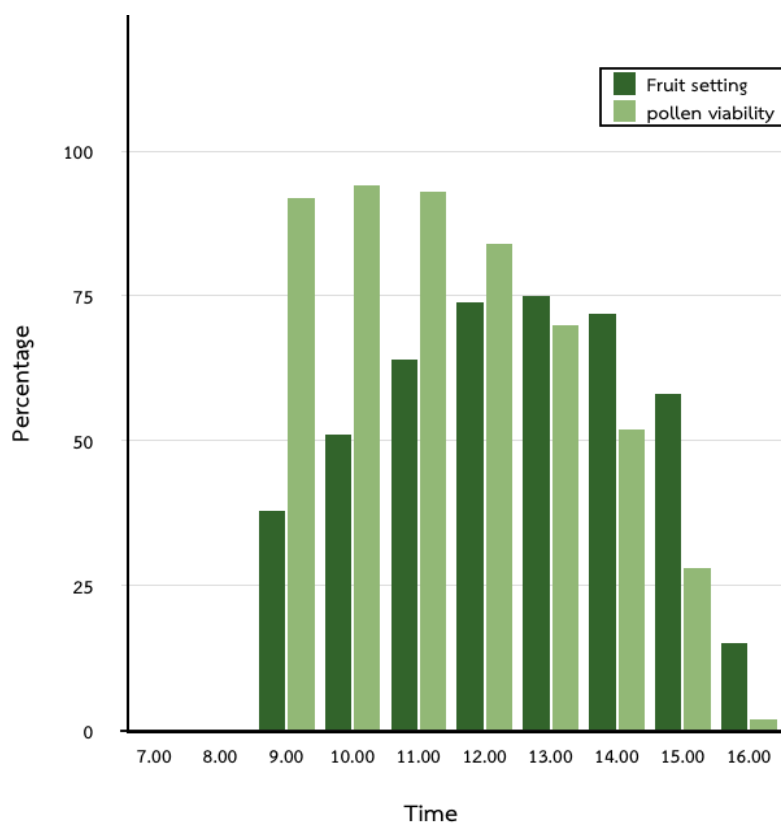


Figure 2 Percentage of pollen viability of pummelo cv. Thong Dee and percentage of fruit setting of pummelo cv. Manee Esan

Table 3 Percentage of fruit setting of crosses of pummelo between Manee Esan and Thong Dee during 7 am to 4 pm after four and eight weeks of pollination at Chaiyaphum orchard, Chaiyaphum province, Thailand during January to April 2015

Timing	Fruit setting	
	week 4	week8
07.00 am	0f	0f
08.00 am	0f	0f
09.00 am	50a	38d
10.00 am	55cd	51c
11.00 am	65b	64ab
12.00 am	74a	74a
01.00 pm	75a	75a
02.00 pm	73a	72a
03.00 pm	60bc	58b
04.00 pm	21e	15e
Mean	47.27	44.70
C.V. (%)	9.99	9.68
LSD 0.05	6.84	6.27

Means within the column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) by LSD

สรุปผล

จากการประเมินความมีชีวิตของละอองเกสร และประเมินช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมข้ามต่อการติดผล สรุปได้ว่าช่วงเวลาที่มิเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมข้ามต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์มณีอีสานคือ ช่วงเวลา 12.00-14.00 นาฬิกา มีการติดผลสูงทั้งสัปดาห์ที่ 4 และ สัปดาห์ที่ 8 อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้ทำการศึกษาปัจจัยของเกสรเพศเมีย ดังนั้น ควรมีการศึกษาความพร้อมของเกสรเพศเมียโดยตรงซึ่งถือว่าเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และกลุ่มวิจัยไม้ผลสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- นันทกา แสงจันทร์. 2536. การศึกษาเบื้องต้นในการเก็บละอองเกสรพริกชี้ฟ้า. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัตภูมิ พึ่งไทย. 2553. ลักษณะช่อดอกต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลาวัลย์ รักสัตย์. 2539. ละอองเกสร. กรุงเทพฯ: โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์.
- ลักขณา รักษ์พันธ์, เสาวลักษณ์ สุริยาภณานนท์ และวิทยา สุริยาภณานนท์. 2546. กระบวนการการเกิดปฏิสนธิใน ไร่ส้มโชกุน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 วันที่ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546 กรุงเทพฯ หน้า 109-116.

- วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม. 2537. ลักษณะสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของดอกส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่. วารสารสงขลานครินทร์ 16(3): 335-341.
- วรินทร์ สุทนดี, พาวิน มะโนชัย, วินัย วิริยะอลงกรณ์, ปฎิภาณ สุทธิกุลบุตร, เสกสันต์ อุสสहतานนท์ และนพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2545. การศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสรลันจี. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยขอนแก่น โรงแรมเจริญธานี หน้า 160.
- พิเชษฐ เทบารุง. 2544. การสกัดแอนโทไซยานินจากมะ. รายงานผลการวิจัย. สถาบันและฝึกอบรมเกษตรสกลนคร. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. สมุทร แก้วสุกแสง และพีรพงศ์ แสงวนวงศ์กุล. 2558. ปริมาณสารออกฤทธิ์ของผลไม้ตระกูลส้มที่ปลูกในภาคใต้. วารสารแก่นเกษตร 43 ฉบับพิเศษ 1: 2558.
- สุทิน พรหมโชติ และรดาพร พัทธมา. 2554. ความมีชีวิตของการงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่เพื่อเก็บ รักษาที่อุณหภูมิต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 13(3): 26-30.
- อุไรวรรณ นามศรี, มงคล แผลภูมิ และจรัสศรี นวลศรี. 2542. ความมีชีวิต และสัณฐานวิทยาของ ละอองเกสรของลองกองดู และลางสาต. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ครั้งที่ 37 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 149-155.
- อรอุษา คำสุข, เสาวณี สุริยาณานนท์, วิทยา สุริยาณานนท์ และนิรันดร์ จันทวงศ์. 2546. การเจริญของละอองเกสรเพศเมียส้มขั้ชชума (Citrus unshiu Marc.) ในสภาพธรรมชาติและสภาพช่วยถ่ายเรณู. การประชุมทางวิชาการวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 125-132.
- Lupe, A., Eisikowitch, D. and Brosh, P. 1990. Pollination in Murcott cultivar of Citrus (Rutaceae), the influence on seed number and productivity. In VI International Symposium on Pollination 288 (pp. 275-277).

ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของ ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

Effect of pruning on yield and quality of pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) cv. Manee-Esan

ธัญญภาณูจน์ สีผึ้ง¹, สมยศ มีทา^{1*}, สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา¹, รำไพ นามพิลา¹, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน¹
และ สังคม เทชะวงศ์เสถียร¹

Tanyakan Seephueng¹, Somyot Meetha^{1*}, Supat Isarangkool Na Ayuttaya¹,
Rumpai Nampila¹, Pongsak Yang yuen¹ and Sungcom Techawongstien¹

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการตัดแต่งกิ่งต่อคุณภาพของผลผลิตส้มโอ (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) พันธุ์มณีอีสาน ทำการศึกษาในสวนของเกษตรกร ในพื้นที่เขตอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) มี 3 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ได้แก่ 1) ตัดแต่งทรงพุ่มโปร่งตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ (Farmer's method) แบบที่ 2 ตัดแต่งแบบควบคุมความสูง ที่ระดับความสูงต้น 4 เมตรจากพื้นดิน (Height control) และแบบที่ 3 ตัดแต่งแบบเปิดยอดกลาง (Open center) ผลการศึกษา พบว่า การตัดแต่งกิ่งแบบควบคุมความสูงทรงพุ่มและแบบเปิดยอดกลาง ทำให้น้ำหนักผล ปริมาตรผล เส้นรอบวง ความสูงและความกว้างของผลสูงกว่าวิธีตัดแต่งแบบเกษตรกร อย่างไรก็ตามการตัดแต่งแบบควบคุมความสูงทรงพุ่มและแบบเปิดยอดกลาง ทำให้ได้ผลผลิตต่อต้นลดลง

คำสำคัญ: การจัดการทรงพุ่ม, ส้มโอเนื้อสีแดง, การควบคุมความสูง

ABSTRACT: The effect of pruning on quality of pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) cv. Manee-Esan, the experiment was conducted in farmer's orchard at Kasetombon, Chaiyaphum province. The experimental design was RCBD (Randomized Complete Block Design) on 3 treatments and 3 replications i.e. 1) Farmer's method 2) Height control 3) Open center. The pruning by height control and open center methods showed greater effect on fruit weight, fruit volume, circumference, fruit height and fruit length than that farmer's method. However, fruit number per tree was lower in the height control and open center methods.

Keywords: canopy arrangement, red flesh pummelo, height control

¹ สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Horticulture section, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: s-meetha@hotmail.com

บทนำ

ส้มโอ *Citrus grandis* (L.) Osbeck เป็นผลไม้ขนาดใหญ่ที่สุดในพืชตระกูลส้ม ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถส่งขายทั้งในประเทศและต่างประเทศ และนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย สามารถเจริญเติบโตได้เร็ว ให้ผลผลิตสูง มีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภค มีเปลือกหนา ทนทานต่อการขนส่งระยะทางไกล สามารถเก็บรักษาได้นาน ส้มโอพันธุ์เมืองเป็นส้มโอพันธุ์พื้นเมือง พบในเขตอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ มีลักษณะเด่นคือ เปลือกจะเป็นสีเหลืองทองเมื่อสุก เปลือกในมีสีส้มชมพู เนื้อมีสีแดงเข้ม มีกลิ่นหอมอ่อนๆ คล้ายผลท้อ ซึ่งปกติแล้วส้มโอมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบตลอดทั้งปี ทำให้มีทรงพุ่มแน่นทึบ ต้นสูง จึงควรมีการตัดแต่งกิ่ง เพื่อให้มีการแตกกิ่งใบใหม่อย่างสม่ำเสมอ และออกดอกติดผลในฤดูถัดมา ทำให้มีการสร้างและสะสมอาหารในต้นมากขึ้น ทั้งยังเกิดดุลยภาพ ระหว่างแหล่งผลิตอาหารของต้น (source) กับการนำไปใช้ในการออกดอกติดผลซึ่งเป็นแหล่งใช้อาหาร (sink) จึงทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น (Domingo et al., 2002) ดังนั้นการจัดการทรงพุ่มที่เหมาะสมจะช่วยให้สะดวกต่อการเข้าปฏิบัติงานลดการใช้สารเคมี และปุ๋ย ต้นส้มโอจะมีการออกดอกติดผลกระจายทั่วทรงพุ่ม คุณภาพผลดีทั้งเรื่องขนาดและรสชาติ การทดลองครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลของการตัดแต่ง ต่อปริมาณ และคุณภาพของส้มโอพันธุ์เมือง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสวนส้มโอที่เหมาะสม และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

คัดเลือกต้นส้มโอพันธุ์เมืองในแปลงของเกษตรกร พื้นที่บ้านบึงลิบสี อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ โดยเลือกต้นส้มโอที่มีขนาดทรงพุ่มและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกันจำนวน 9 ต้น อายุต้นส้มโอ 9 ปี ความสูงของต้นประมาณ 6 เมตร วางแผนการ

ทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) มีวิธีการตัดแต่งทรงพุ่ม 3 แบบคือ แบบที่ 1 ตัดแต่งทรงพุ่มโปร่งตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ (Farmer's method) แบบที่ 2 ตัดแต่งแบบควบคุมความสูงที่ระดับความสูง 4 เมตร จากพื้นดิน (Height control) และแบบที่ 3 ตัดแต่งแบบเปิดยอดกลางให้โปร่ง บริเวณกึ่งกลางทรงพุ่ม (Open center) ตัดแต่งในช่วงเดือนพฤศจิกายน และเก็บผลผลิตเพื่อตรวจวัดคุณภาพที่อายุผล 8 เดือน ทำการเก็บบันทึกข้อมูลปริมาณผลผลิต ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผล, ปริมาตรของผล, เส้นรอบวงผล, ความสูงผล, ความกว้างผล, ความหนาเนื้อ, ความแน่นเนื้อ, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids: TSS), ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity: TA), สัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) ค่าสีผิวผลและเนื้อผลในระบบ $L^* a^* b^*$ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการทดลอง พบว่า ต้นส้มโอที่ได้รับการตัดแต่งแบบควบคุมความสูง และแบบเปิดยอดกลาง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในด้านของน้ำหนักผล ปริมาตร เส้นรอบวง ความสูงผล และ ความกว้างผลของผล แต่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการตัดแต่งแบบเกษตรกร ขนาดของผลโดยภาพรวม พบว่า การตัดแต่งแบบควบคุมความสูงที่ระดับ 4 เมตร จากพื้นดิน มีแนวโน้มของขนาดผลที่ใหญ่กว่าการตัดแต่งแบบเปิดยอดกลางเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความหนาของเนื้อผลส้มโอจากต้นที่ได้รับการตัดแต่งแบบควบคุมความสูงมีค่ามากที่สุด 4.7 ซม. รองลงมาคือการตัดแต่งแบบเปิดยอดกลาง 4.4 ซม. ส่วนต้นส้มโอที่ได้รับการตัดแต่งแบบเกษตรกรมีค่าน้อยที่สุด 4.2 ซม. (Table 1) แสดงให้เห็นว่าการตัดแต่งทั้ง 2 วิธี มีผลทำให้ส้มโอมีขนาดผลที่ใหญ่กว่าการตัดแต่งแบบเดิมที่เป็นวิธีปฏิบัติของเกษตรกร ซึ่งการทดลองในครั้งนี้

นี้สอดคล้องกับการตัดแต่งกิ่งในลำไย โดย ชิตี และคณะ (2557) รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งลำไยในระดับ 25-75 % ทำให้เพิ่มน้ำหนักผล ขนาดผลและเกรด AA มากกว่าการไม่ตัดแต่ง การตัดแต่งกิ่งจะทำให้มีการแตกกิ่งใบใหม่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งกิ่งใบที่แตกใหม่นี้จะเป็นกิ่งที่ออกดอกติดผลในฤดูถัดมา ใบชุดใหม่จะมีการ

สร้างอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้มีการสะสมอาหารในต้นมากขึ้น สามารถรักษาคุณภาพระหว่างความสามารถในการสร้างและการสะสมอาหาร (source) กับการเลี้ยงดูวัยวุฒิที่กำลังเจริญเติบโต (ผลอ่อน) ซึ่งเป็นแหล่งใช้อาหาร (sink) (Domingo *et al.*, 2002) ผลส้มโอจึงมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น

Table 1 Physical properties of pummelo cv. Manee-Esan in different pruning methods.

Treatment	Weight (g/fruit)	Volume (ml)	Circumference (cm)	Fruit Height (cm)	Fruit Width (cm)	Pulp Thickness (cm)
Farmer's Method	1,157.1b±273.0	1,508.3b±354.4	47.1b±5.0	12.1b±0.9	14.6b±1.4	4.2c±0.3
Height Control	1,503.6a±382.9	2,357.9a±626.8	51.5a±3.9	14.3a±2.0	16.5a±1.5	4.7a±0.5
Open Center	1,410.6a±405.6	2,199.8a±712.4	51.5a±5.7	13.8a±1.6	16.3a±1.6	4.4b±0.4
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	24.14	27.12	10.10	10.91	9.31	9.64

The values are the means ± standard deviations (n=10), ** = significant at $P \leq 0.01$

The different letters with in the same column are significantly different at $P \leq 0.01$ by LSD

คุณภาพทางเคมี พบว่า วิธีการตัดแต่งทรงพุ่มมีผลทำให้ความแน่นเนื้อของส้มโอมีความแตกต่างกัน โดยการตัดแต่งแบบเกษตรกรรมจะให้ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด รองลงมาคือการตัดแต่งแบบเปิดกลางยอด และการตัดแต่งแบบควบคุมทรงพุ่มตามลำดับ ปริมาณของน้ำที่ละลายน้ำได้จากต้นที่ได้รับการตัดแต่งแบบเกษตรกรรมมีค่าสูง ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อคำนวณค่าสัดส่วน

ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ซึ่งเป็นค่าคุณภาพในการรับประทานโดยรวม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลส้มโอที่ตัดแต่งแบบเกษตรกรรมมีค่าเท่ากับ 19.01 ซึ่งไม่แตกต่างกับแบบเปิดยอดกลาง มีค่าเท่ากับ 18.75 แต่แตกต่างกันทางสถิติกับการตัดแต่งแบบควบคุมความสูง ซึ่งมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 16.15 (Table 2)

Table 2 Chemical properties of pummelo cv. Manee-Esan in different pruning method.

Treatment	Fruit firmness (N)	TSS (°Brix)	TA (%)	TSS/TA
Farmer's Method	24.13a±2.8	11.11a±0.5	0.58±0.1	19.01
Height Control	11.87c±5.7	9.77c±0.6	0.61±0.1	16.15
Open Center	20.23b±6.5	10.70b±0.6	0.59±0.1	18.75
F-test	**	**	ns	
CV (%)	21.89	5.38	17.94	

The values are the means ± standard deviations (n=10)

ns and ** = not significant, significant at $P \leq 0.01$, respectively.

The different letters with in the same column are significantly different at $P \leq 0.01$ by LSD

ลักษณะของสีผิวผลเมื่อระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลของต้นที่ได้รับการตัดแต่งแบบควบคุมความสูงและเปิดยอดกลางมีค่าความสว่าง (L^*) สูงสุดเท่ากับ 69.96 และ 69.16 ตามลำดับ ส่วนผลที่ได้จากการตัดแต่งแบบเกษตรกรรมมีค่าความสว่างน้อยที่สุด เท่ากับ 64.74

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่า L^* a^* b^* จะเห็นได้ว่า ผลส้มโอที่ได้จากต้นที่มีการตัดแต่งแบบควบคุมความสูงต้น จะให้ลักษณะของสีผลที่มีสีเหลือง ส้มมากกว่าการตัดแต่งแบบอื่นๆ รองลงมาคือผลที่ได้จากต้นที่ตัดแต่งแบบเปิดยอดกลาง และต้นที่มีการตัดแต่งแบบเกษตรกรรม ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Effect of pruning methods on color (L^* a^* b^*) of peel and pulp of Manee-Esan pummelo.

Treatments	L^*		a^*		b^*	
	Peel	Pulp	Peel	Pulp	Peel	Pulp
Farmer's Method	64.74b±3.4	35.01±3.2	0.13b±2.5	16.78±2.5	36.16b±6.0	7.07±2.2
Height Control	69.96a±4.6	33.81±2.5	2.40a±3.3	17.44±2.0	44.04a±3.3	7.42±1.6
Open Center	69.16a±5.2	36.13±4.1	2.55a±2.4	16.47±2.2	36.66b±5.1	7.59±1.9
F-test	**	ns	**	ns	**	ns
CV (%)	6.50	9.55	16.81	13.95	13.15	27.05

The values are the means $\pm$ standard deviations (n=10)

ns and ** = not significant, significant at $P \leq 0.01$, respectively.

The different letters with in the same column are significantly different at $P \leq 0.01$ by LSD

ส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ที่ได้รับการตัดแต่งแบบเกษตรกรรม ให้จำนวนผลมากกว่าการตัดแต่งแบบควบคุมทรงพุ่ม และแบบเปิดยอดกลาง อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลผลิตมาจำแนกตามเกรด พบว่า ต้นที่ตัดแต่งแบบควบคุมความสูงมีเปอร์เซ็นต์ของผลเกรดเอสูงสุด

92% รองลงมา คือแบบเปิดยอดกลาง 81% และแบบเกษตรกรรม 59% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการตัดแต่งแบบควบคุมความสูงและเปิดยอดกลาง ทำให้ลดเปอร์เซ็นต์ของผลที่มีขนาดเล็กลงได้ (Table 4)

Table 4 Total yield and % yield per grade of pummelo cv. Manee-Esan in different pruning methods.

Treatment		Grade A	Grade B	Grade C	Grade D	Total
Yield (fruit/tree)	Farmer's Method	32	12	8	0.5	52.5
	Height Control	23	1	1	0	25
	Open Center	27.5	4	1	1	33.5
Yield (%)	Farmer's Method	61	23	15	1	
	Height Control	92	4	4	0	
	Open Center	82	12	3	3	

Grade A > 46.26 cm.

Grade C 40.64-43.18 cm.

Grade B 43.18-46.26 cm.

Grade D 12.70-40.64 cm.

อย่างไรก็ตามการตัดแต่งกิ่งทั้งสองแบบเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร จะส่งผลทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Menzel *et al.* (2000) ที่พบว่าในช่วง 1-2 ปีแรกหลังการตัดแต่งจะมีผลให้ลำไย และเงาะ มีผลผลิตลดลง ซึ่งผลผลิตที่ลดลงในการทดลองครั้งนี้ เนื่องมาจากการตัดแต่งโดยการควบคุมความสูงต้นจาก 6 เมตร เหลือเพียง 4 เมตร และการตัดแต่งแบบเปิดยอดกลางออกนั้น มีการทำลายส่วนของกิ่งที่เป็นจุดกำเนิดตาออกก่อนข้างมากผลผลิตจึงลดลง แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้มีคุณภาพทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้การควบคุมความสูงของทรงพุ่มยังเป็นการลดการสะสมของโรคแมลง ทำให้ง่ายต่อการจัดการอื่นๆ เช่น การห่อผล การปลิดผล และลดการใช้สารเคมีอีกด้วย

สรุป

วิธีการตัดแต่งกิ่งแบบควบคุมความสูงทรงพุ่มและแบบเปิดยอดกลาง ส่งผลทำให้ลักษณะทางคุณภาพของผลผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ในด้านน้ำหนักผล ปริมาตรผล เส้นรอบวง ความสูงและความกว้างของผล โดยเฉลี่ยสูงขึ้น การตัดแต่งแบบควบคุมความสูงต้นทำให้ผลส้มโอมีสีเหลืองส้มมากกว่าวิธีการอื่นๆ จำนวนผลผลิตที่ได้จากการตัดแต่งทั้งสองแบบเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกรลดลงเล็กน้อย การตัดแต่งแบบเปิดยอดกลางให้เกรดของผลที่มีขนาดใหญ่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับวิธีตัดแต่งแบบเกษตรกรแต่สามารถลดเปอร์เซ็นต์ของผลที่มีขนาดเล็กลงได้

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และกลุ่มวิจัยไม้ผลสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ นายเสมียน นราพล เกษตรกรเจ้าของสวนส้มโอ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สำหรับงานวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- ชิตี ศรีตนทิพย์, ธีรณัฐ เจริญกิจ, พาวิน มะโนชัย, สันติ ช่างเจรจา และยุทธนา เขาสุเมรุ. 2557. ผลของการตัดแต่งกิ่งและไฟแช็คเชื่อมคลอเรตต่อการออกดอกและปริมาณผลผลิตของลำไยพันธุ์ดอ. แก่นเกษตร. 42(ฉบับพิเศษ 3): 260-264.
- Domingo, J.I., L. Ignacio, R.T. Francisco, and T. Manuel. 2002. Regulation of photosynthesis through source-sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. *Physiologia Plantarum*. Vol. 116 (Issue 4) pp. 563-572.
- Menzel, C., T. Olesen, C. McConchie, N. Wiltshire, Y. Diczbalis, and C. Wicks. 2002. Lychee, Longan and Rambutan Optimizing Canopy Management. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Publication Number 00/29. Canberra.

Changing of macronutrients in leaves in yearly growth stages of pummelo

S. Isarangkool Na Ayuttaya, P. Yangyuen, P. Songsri, S. Meetha and S. Techawongstien

Horticultural Section, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, KhonKaen, Thailand.

Abstract

The experiment was conducted to investigate the changes of five macronutrients in leaves including nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg) in different growth stages of pummelo (*Citrus maxima* Merr.). The work was done in 4 farmer's orchards (4 replications) located in Bantan district, Chaiyaphum province, Thailand. Five trees in each orchard were selected for replication. Typical growth stages of pummelo in this area are 1) vegetative phase during the end of August to November; 2) induced flowering by water shortage in early December; 3) flowering in mid-January to early February; and 4) harvesting in July to August. The results showed that the P content was highest in the floral development to bud bursting stage, December-February ($P < 0.001$), while N content was not significantly different in all growth stages. The following immobile nutrient (Ca) in the same leaf flushing set found that the Ca content increased according to leaf age. However, Ca content was highest before flowering. Therefore, the optimum period for leaf sampling should be at 4 to 5 months after flowering. Additionally, the range of N, P, K, Ca and Mg content in the four orchards were 2.47-2.77, 0.14-0.23, 1.73-3.64, 1.43-3.31 and 0.14-0.29%, respectively.

Keywords: *Citrus maxima* Merr., nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium

INTRODUCTION

The best exported cultivar of pummelo from Thailand is 'ThongDee'. It has a pink-red juice sac or pulp that the Chinese culture believes means gold or wealth. Therefore, this cultivar can be exported to China, Hong Kong, Malaysia and other such countries. However, the exportable fruit needs good agricultural practice for premium grade production. An important factor is the fertilizer management according to the plant requirement.

A key issue is maintaining an orchard with trees at optimum leaf nutrient concentration for maximum yield (Raveh, 2013). Nowadays, the leaf nutrient standard is used of optimum fertilizer supply in several fruits. For example, in *Citrus* sp. group, leaf nutrient standard was obtained in many species more than half a century ago (Bathurst, 1943; Chapman, 1949; Reuther and Smith, 1951; Mills and Jones, 1996; Raveh, 2013). However, pummelo, which is a fruit that originated in south-east Asia, had no such leaf nutrient standard.

The concentration of nutrient in leaves depends on species, cultivar, age, position, soil, climate and cultivation practices (Bathurst, 1943; Chapman, 1949; Reuther and Smith, 1951; Taiz and Zeiger, 1991; Mills and Jones, 1996; Raveh, 2013). Thus, the first step that would be done for leaf nutrient standard development in each species should be the understanding of an optimum period for leaf sampling. For example, the recommended guidelines for citrus were developed in the USA and normally related to spring flush leaves that are 4 to 6 months old and also sampled from non-fruiting twigs (Bathurst, 1943; Chapman, 1949; Reuther and Smith, 1951; Mills and Jones, 1996; Obreza et al., 2011). Therefore, this work was carried out to study the changes of 5 macronutrients for a year in several growth stages of pummelo 'ThongDee' planted in Chaiyaphum province, Thailand. The final goal was to indicate the optimum period in a year for leaf sampling.



MATERIALS AND METHODS

Field site and plant material

This experiment was carried out in 4 farmer's orchards from where fruits were exported (4 replications) located in Bantan district (16°21'26"N; 102°22'44"E), Chaityaphum province. Five mature trees (more than 5 years old after planting) in each orchard were selected for a replication (total = 20 trees). The sizes of the trees were around 3-4 m in canopy diameter. The spacing was 6×6 m, with a distance between adjacent canopies about 1-1.5 m. The fertilizer management in all 4 orchards generally done by 3 periods: 1) grade 15-15-15 after fruit harvesting and yearly pruning during August-September, 2) grade 8-24-24 before flowering induction on November and 3) grade 13-13-21 at the fruit age 5-6 months old on May or before harvesting 2-3 months.

Leaf sampling

The leaf samplings were conducted nine times during mid-July 2007 to mid-August 2008. The leaf samplings were linked to yearly growth stages: 1) vegetative phase during end August to November, 2) induced flowering by water shortage in early December, 3) flowering in mid-January to early February and 4) harvesting in July to August. In each period of leaf sampling, the four shoots in each sampled tree were randomly collected by distribution around the canopy. Then, three sampled leaves per shoot were selected from a number of leaves at 3-5 from the terminal shoot. The total of sampled leaves per tree in each period was 12 leaves. The leaf samples were taken to the laboratory immediately, and then cleaned with a damp cloth. They were left in the hot air oven with 65-70°C for 48-72 h, and then ground into powder before digestion.

Nutrient analysis

The digestion process was the wet acid method (Attanandana et al., 1989; Mills and Jones, 1996). Samples were digested by sulfuric acid with sodium sulphate and selenium for nitrogen and phosphorus analyses, while others were digested by sulfuric with nitric acid and perchloric acid for potassium, calcium and magnesium analyses. Nitrogen and phosphorus concentration were analysed by colorimetric using a spectrophotometer (Baethgen and Alley, 1989; Suwanwong, 2004). Potassium concentration was analysed using a flame photometer, while calcium and magnesium concentrations were analysed using an atomic absorption spectrophotometer (Attanandana et al., 1989; Mills and Jones, 1996).

Data analysis

Data on each nutrient was analysed using a one-way analysis of variance (SPSS 11.5, SPSS Inc., New York, USA). Post hoc comparisons of means were performed using the Duncan's test.

RESULTS AND DISCUSSION

Nitrogen

Changing of N concentration in leaves showed slight fluctuations. The raw data ranged from 2.47-2.77% DW (Figure 1A). The comparison of our N concentration with a previous report found that the N concentration ranged closely with the previous value (Mills and Jones, 1996; Raveh, 2013). For consideration on the optimum period for leaf sampling, N maybe was not the main nutrient for indicating the optimum sampling period. However, N concentration in leaves had more variable, high SD, after flowering (mid-February). This variation was maybe caused from the tree using N for the production of flowers and new leaves in this period. Therefore, this period should be not used for collection of the leaf samples for leaf nutrient analysis.

Phosphorus

P concentration in leaves exhibited the highest value (0.22% DW in average) in mid-

January which was a flowering period, while during other periods the P in leaves ranged from 0.14-0.20% DW (Figure 1B). Our result showed that the P concentration in leaves was in the same range with previous information (Mills and Jones, 1996). However, the leaf sampling should not be done during the period of induced flowering to starting of the fruit set.

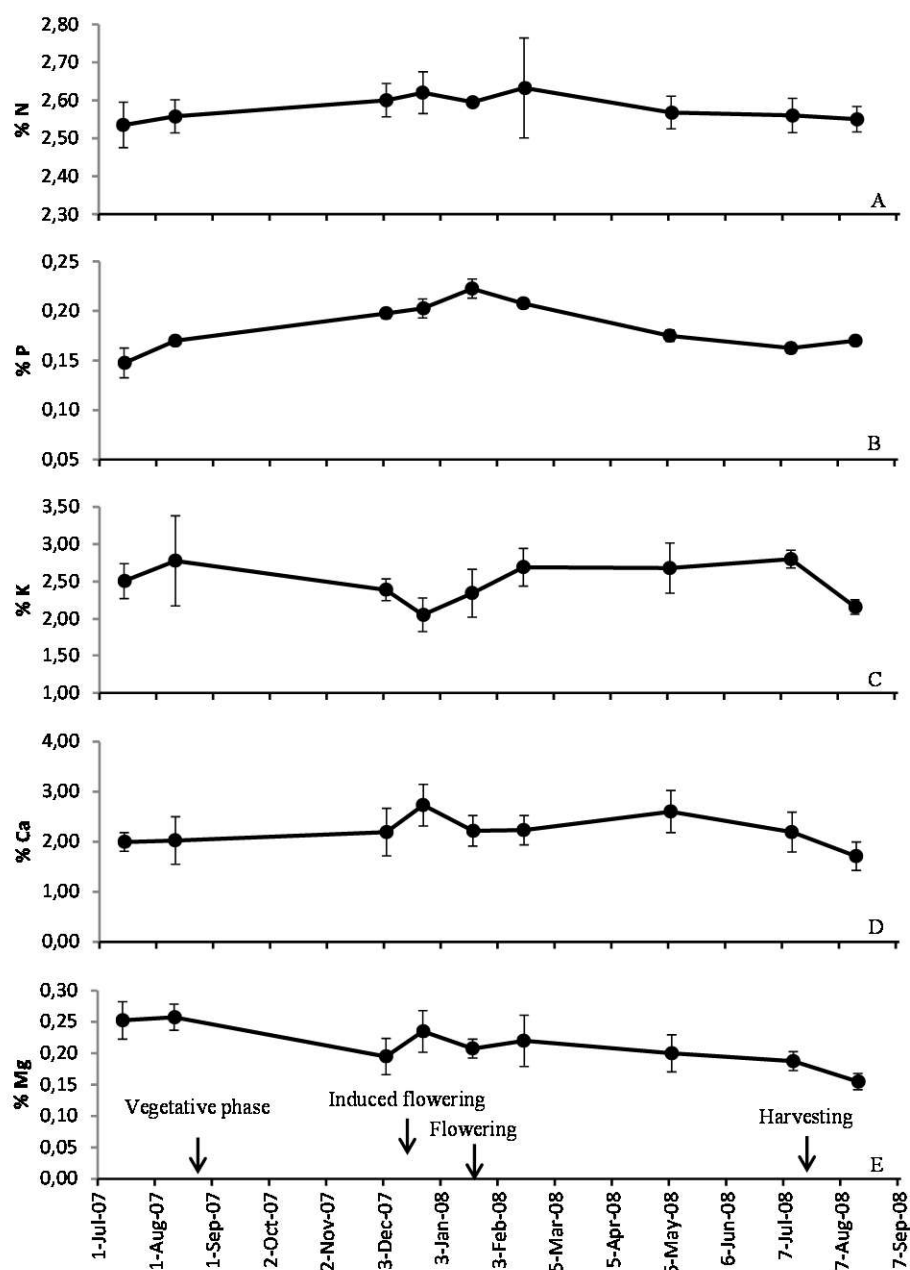


Figure 1. Changing of nutrients; nitrogen (A), phosphorus (B), potassium (C), calcium (D) and magnesium (E), in leaves during yearly growth stage of pummelo ‘ThongDee’.

Potassium

K concentration in leaves was reduced during the stage of induction of flowering until starting of the fruit set (Figure 1C). The value ranged from 1.73-3.64% DW. When comparing the values between this work and the previous report it was found that our data showed higher values than the previous data (Mills and Jones, 1996; Raveh, 2013). This was maybe caused from the fertilizer management practiced in Thailand where the farmers always supply high potassium fertilizer in the stage of flowering induction (8-24-24) and before harvesting (13-13-21) to increase fruit quality. Moreover, several works suggested that the leaf nutrient concentration depended on the type of plant, cultivar, growth stage and also environment (Taiz and Zeiger, 1991; Mills and Jones, 1996; Raveh, 2013).

Calcium

Changing of Ca in leaves seemingly was increased according to the age of the leaf. They ranged between 1.43-3.31% DW (Figure 1D). By observation, Ca in leaves exhibited a higher value in the older orchard than the younger one (data not shown). The data in this work were in the same range as mentioned by Mills and Jones (1996).

Magnesium

The concentration of Mg in leaves (Figure 1E) showed a reducing pattern of concentration according to leaf age. Also, it showed more fluctuations during flowering-fruit setting stage. The range of Mg in leaves was 0.14-0.29% DW, which was slightly lower than previously mentioned by Mills and Jones (1996).

From the pattern of changes in all nutrients, it indicates that the optimum period for leaf sampling should be April to June because in this period, the value of concentration in all nutrients showed a stable value. However, more work needs to be carried out on micronutrients in leaves to clearly define the period of leaf sampling. Nevertheless, the leaf sampling in this work was done from non-fruiting shoots according to Mills and Jones (1996) and Obreza et al. (2011).

Relation of nutrients in leaves

Moreover, the finding of the relationship of each nutrient found that all nutrients had no noticeable relation (data not shown), with the exception that the relationship between N and P was a positive relationship (Figure 2).

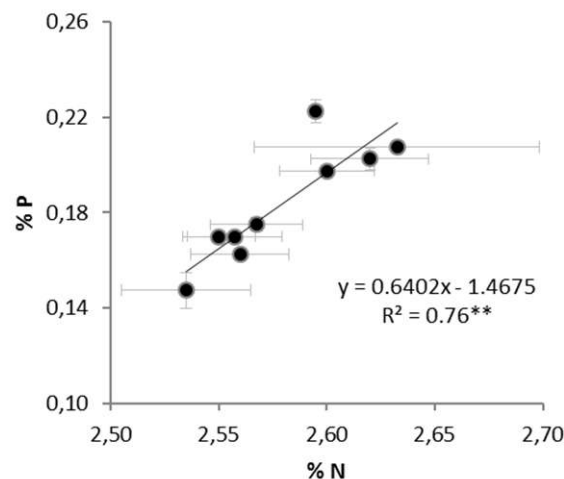


Figure 2. Relationship between phosphorus and nitrogen in leaves of pummelo 'ThongDee'.

CONCLUSIONS

The range of N, P, K, Ca and Mg content in four orchards were 2.47-2.77, 0.14-0.23, 1.73-3.64, 1.43-3.31 and 0.14-0.29%, respectively. The concentration of all leaf nutrients had changed according to growth stage. The optimum period of leaf sampling for nutrient analysis was April to June.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to the Thailand Research Fund (TRF) and Fruit Tree in Northeast Research group, KhonKaen University for financial support. We particularly thank the Land Development Department Region 5 and Dr. Siwaporn Siltechoe for assistance the nutrients analysis.

Literature cited

- Attanandana, T., Chanchareonsook, J., and Jintakanon, S. (1989). Soil and Plant Analysis: Practice and Laboratory Manual (Bangkok: Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University), pp.171.
- Baethgen, W.T., and Alley, M.M. (1989). A natural colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant Kjeldahl digests. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 20 (9-10), 961-969 <https://doi.org/10.1080/00103628909368129>.
- Bathurst, A.C. (1943). New method for estimating the fertilizer requirements of citrus trees. *Farming Soc. Africa.* 18, 323-327.
- Chapman, H.D. (1949). Citrus leaf analysis. Nutrient deficiencies, excesses and fertilizer requirements of soil indicated by diagnostic aid. *Clif. Agr.* 3 (11), 10-14.
- Mills, H.A., and Jones, J.B. (1996). Plant Analysis Handbook II (Georgia: MicroMacro Publishing), pp.422.
- Obreza, T.A., Zekri, M., and Hanlon, E.A. (2011). Soil and leaf tissue testing. In *Nutrition of Florida Citrus Trees*, SL-253, T.A. Obreza, and K.T. Morgan, eds. (Gainesville: Soil and Water Science Department, University of Florida Press), p.24-32.
- Raveh, E. (2013). Citrus leaf nutrient status: A critical evaluation of guidelines for optimal yield in Israel. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 176 (3), 420-428 <https://doi.org/10.1002/jpln.201200411>.
- Reuther, W., and Smith, P.F. (1951). Tissue analysis as an aid in evaluating the nutritional status of citrus trees. *Proc. Rio Grande Val. Hort. Inst.* 5, 34-35.
- Suwanwong, S. (2004). Plant Nutrient Analysis (Bangkok: Kasetsart University Publishing), pp.141.
- Taiz, L., and Zeiger, E. (1991). Plant Physiology (California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.).

Effect of fruit load on yield and quality of pummelo

S. Meetha, S. Techawongstien, S. Isarangkool Na Ayuttaya, P. Songsri and P. Yangyuen

Horticultural Section, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand.

Abstract

The effect of fruit loading on yield and quality of pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck 'Thong Dee') was studied using varied numbers of fruit on the tree. Twelve 13-year-old pummelo trees planted at the farmer's orchard in Chaiyaphum province, northeast of Thailand were selected. The experiment design was a randomized completely block design (RCBD) with 3 fruit thinning systems (4 replications), 0, 10 and 20% fruit thinning from whole fruit number in each tree. The results showed that 20% fruit thinning had the highest grade A fruit size (40.53%). In addition, the fruit drop had the lowest percentage in this treatment. However, fruit thinning had affected the fruit length/circumference and reduced the ascorbic acid content in the juice.

Keywords: hand thinning, crop load, quality, fruit drop, pummelo

INTRODUCTION

Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) is an important tropical fruit crop, and is also famous for its high nutritional value. This species comprises over 20 cultivars, for example, 8 popular cultivars are 'Thong Dee', 'KhaoPaen', 'KhaoPhuang', 'KhaoNamphueng', 'KhaoHom', 'KhaoYai', 'KhaoTaengkwaw' and 'Ta Khoi'. Around 35% of pummelo plantation area in Thailand is utilized for the 'Thong Dee' cultivar (Chomchalow et al., 2008). The main problem of pummelo production is that the size and fruit quality are lower than the standard, 17.2 inch for fruit circumference.

Several studies have indicated that the reducing of fruit number tree⁻¹ increases fruit growth and fruit quality (Girona et al., 2004; Coneva and Cline, 2006; Meland, 2009; Rab et al., 2012). Also, Meland (2009) quoted that by reducing the number of fruits tree⁻¹ increases the relative amount of leaf area per fruit, and hence the availability of photo-assimilates for remaining fruits. This is a balance of source-sink relationships (Kunihisa et al., 2003). Moreover, Girona et al. (2004) reported that the trees which produce a very heavy crop usually have a reduced growth and yield in the next year. It means that the heavy crop load has a continued effect on the plant not only in the most recent years.

Therefore, fruit thinning is an important process for controlling the optimum fruit number tree⁻¹. The techniques for reducing crop load can be achieved by mechanical, hand, or applying plant growth regulators. Thus, this study was to investigate the effect of reducing fruit load of pummelo 'Thong Dee' by hand-thinning on fruit quality and grading.

MATERIAL AND METHODS

Plant material and design

This experiment was carried out at a farmer's orchard in Chaiyaphum province in the northeast of Thailand, using the pummelo 'Thong Dee' grown in bedding with a small canal planting system. Twelve uniform 13-year-old pummelo trees were selected. The spacing was 6×4 m. The experiment design was a randomized completely block design (RCBD) with 3 thinning systems in 4 replications; 0 (control), 10 and 20% fruit thinning from whole fruit number in each tree. The age of fruit was 90 days after fruit set. The period of fruit thinning was carried out during mid-March 2010.

The supply of fertilizer was carried out according to a general specification by spreading around the canopy. The fertilizer program was 1 kg tree⁻¹ of NPK 15:15:15 after pruning in September 2009, and 1 kg tree⁻¹ of NPK 15:15:15 after fruit thinning in April



2010, and then 1 kg tree⁻¹ of NPK 13:13:21 at 1 month before harvesting in July 2010.

Number of fruit

The number of fruit tree⁻¹ in each treatment was counted at the start of the experiment, fruit number between 180-230 fruit tree⁻¹ and after that the number for fruit thinning was calculated from whole fruit number in each tree. The counting of fruit number tree⁻¹ was done again at the harvesting period. The fruit drop was calculated from ratio of fruit number at the start and fruit number at the harvesting period. Also, the grading of product was carried out at the harvesting period.

Physiological characteristics

Twenty fruit samples in each tree (total of 80 fruits) were examined at physiological mature stage (mid-August 2010). All samples were taken to the Postharvest Technology Laboratory, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand immediately. Each fruit was measured for their fruit weight, fruit volume, circumference, fruit width, fruit length, axis width, peel weight, pulp weight, seed weight and firmness. The firmness was tested using a penetrometer (FHT803; United Technology Trade Corp., New York, USA).

Chemical characteristics

The pummelo fruit samples were cut in half and the peel and seeds were removed. The juice was collected by a hand squeezing. The freshly squeezed juice was used to measure the total soluble solids content (TSS) and titratable acidity (TA). A drop of the juice was placed on the prism of a digital refractometer (PAL-1; AtagoCo.Ltd., Japan) and the TSS was read in °Brix. TA measured by 5 mL of juice from each sample was titrated with 0.1 N NaOH and phenolphthalein as an indicator, and the results were expressed as a % age of titratable acidity.

Sugar and organic acid analysis

Juice from the same fruit with used to measurement of TSS and TA. Pulp segments were squeezed and the fleshly squeezed juices were centrifuged at 4,000 rpm for 20 min, the supernatant were then the filtered through 0.45 µm pore size membrane filters and were obtained with 2 mL stored at -20°C until used to analyse for sugars and organic acids. Sugar in the supernatant was analyzed by HPLC (Shimadzu Tokyo, Japan) equipped with Carbohydrate Column and RI detector. The column temperature was 40°C and 75% acetonitrile was used as an eluent at a flow rate of 1.4 mL⁻¹. An Inertsil ODS-3 Column was used for organic acids analysis. 75% acetonitrile was used as an eluent at a flow rate of 0.5 mL⁻¹. Each sugar and organic acid was identified by its retention time and quantified by comparison with peak areas of commercial standards.

RESULTS AND DISCUSSION

Fruit drop and fruit retention

The effect of fruit thinning had an effect on fruit drop; non-thinned trees had the highest fruit drop (35.26%), while 10 and 20% fruit thinning reduced fruit drop (June drop). However, there were no significant differences in the final fruit number (fruit remaining). The average fruit number per tree was around 150 fruits (Figure 1). The high fruit drop related to a balance of source-sink relationships (Kunihisa et al., 2003). Also, fruit drop depended on the carbohydrate availability in citrus trees, for optimum fruitlets on trees (Iglesias et al., 2003).

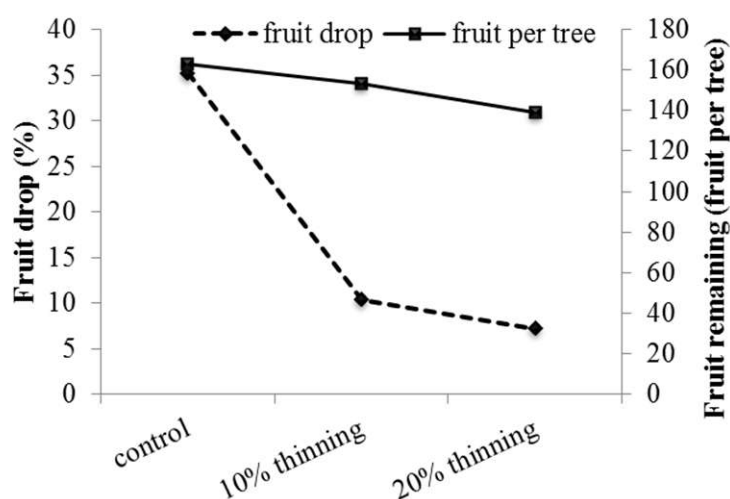


Figure 1. Fruit drop and fruit remaining per tree of 'Thong Dee' pummelo under different fruit load conditions.

Grading and fruit quality

Firstly, the result of grading from fruit size data (Table 1) showed that 20% fruit thinning increased grade A (>18 inch) and grade B (17-18 inch) and also reduced the number of small sized fruit (grade C and D). Heavy crop load tree provided small fruits. This incidence was due to competition between fruits for water and nutrients in the heavy crop load tree. Vock et al. (1997) suggested that fruit size is a major determinant of market price, therefore, fruit must be thinned to maximize returns.

Table 1. Percentage of fruit grade per tree of 'Thong Dee' pummelo under different fruit load conditions.

Thinning	Percentage of fruit grade (%)			
	A	B	C	D
Control	28.73	22.89	20.12	28.26
10%thinning	33.22	26.55	16.94	23.29
20%thinning	40.53	29.02	18.47	11.99

Grade A = circumference > 18 inch, Grade B = circumference 17- 18 inch,
Grade C = circumference 16-17 inch, Grade D = circumference 5- 16 inch.

For fruit quality, the thinning at 10 and 20% of fruit set increased fruit length (Table 2), while other fruit quality parameters showed no significant differences (Table 3). Similarly with grapefruit, Syvertsen et al. (2005) reported that the effect of fruit thinning had increased the sheeppose of the grapefruit. The effects of fruit load on final fruit quality are well known in mandarin (Kubo et al., 2001) peach (Coneva and Cline, 2006), the reducing of fruit load increases fruit quality. Also, Palmer et al. (1997) reported that fruit weight at harvest was negatively correlated with crop load, and fruit weight was the greatest when there was minimum competition between fruit. However, in this experiment the reduction of fruit number by thinning had more effect on only fruit length, caused the number of fruit for hand thinning only 20% from whole fruit number in each tree had no effect on the some physiological and chemical characteristics of 'Thong Dee' pummelo.

Table 2. Effect of fruit loading on some physical characteristics of ‘Thong Dee’ pummelo.

Treatment	Fruit weight (g fruit ⁻¹)	Volume (mL)	Circumference (inch)	Fruit width (cm)	Fruit length (cm)	Axis width (cm)
Control	953.8	1,262	16.43	13.75	11.18 b	2.54
10%thinning	1041.8	1,362	17.20	14.63	12.99 a	2.37
20%thinning	979.1	1,294	17.26	14.03	11.85 ab	2.29
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	12.84	14.13	5.29	6.75	6.45	12.04

ns and *=not significant and significant at $P \leq 0.05$, respectively.

Mean in the same column with the different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 3. Effect of fruit loading on some physiological and chemical characteristics of ‘Thong Dee’ pummelo.

Treatment	Peel weight (g)	Pulp weight (g)	Seed weight (g)	Pulp thickness (N)	TSS (°Brix)	TA (%)
Control	405.36	546.43	13.15	161.25	10.33	0.50
10%thinning	433.68	537.62	24.07	161.56	10.47	0.50
20%thinning	431.15	540.66	24.97	150.94	10.07	0.47
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.60	15.69	41.05	17.27	3.47	7.93

ns =not significant.

Sucrose concentration in juice tended to increase with heavy thinning (Figure 2), whereas ascorbic acid showed a clear reduction in 20% fruit thinning. The citric acid concentration also tended to reduce (Figure 3). Relatedly with previous research in Satsuma mandarin, the sucrose concentration in the juice sacs changes by the degree of crop load. Low crop load (leaf-fruit ratios is more than 50) has a sucrose concentration in the juice higher than the conventional crop load (leaf-fruit ratios is about 25) (Kubo et al., 2001). Sucrose as a translocated sugar from leaves is cleaved in dorsal and septal vascular bundles of the fruit, in which are the terminal unloading sites before the sugar enters the juice sac (Tomlinson et al., 1991), as crop load increased between leaf-fruit ratios of 50 and 13, sucrose increased (Morioka, 1988).

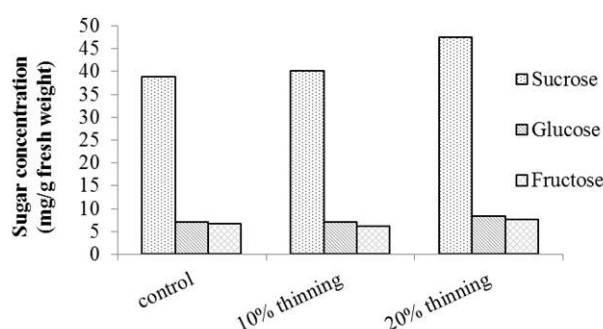


Figure 2. Sugar concentration on juice of pummelo fruit under different fruit load conditions.

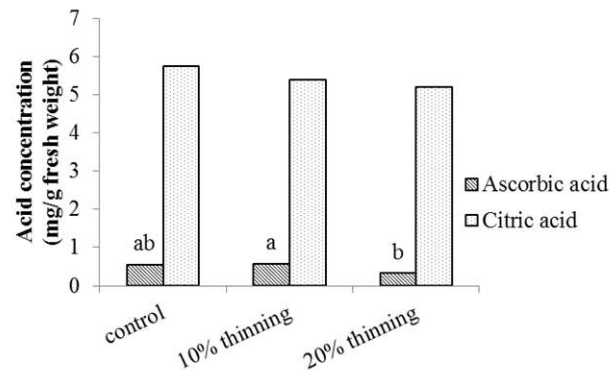


Figure 3. Acid concentration on juice of pummelo fruit under different fruit load conditions.

CONCLUSIONS

The effect of fruit thinning improved fruit size in ‘Thong Dee’ pummelo. 20% fruit thinning from a whole fruit setting gave the highest grade A fruit size and reduced fruit drop, reduced ascorbic acid and tended to increased sucrose in juice.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Thailand Research Fund (TRF), Research Group for Fruit Crops in the Northeast, Khon Kaen University and National Research University Project of Thailand, Office of the Higher Education Commission, through the Food and Functional Food Research Cluster of KhonKaen University for grant of research and presentation supported.

Literature cited

- Chomchalow, N., Somsri, S., and Songkla, P.N. (2008). Marketing and export of major tropical fruits from Thailand. *Assumption University of Thailand Journal* 11 (3), 133–143.
- Coneva, E.D., and Cline, J.A. (2006). Bloom thinners reduce crop load and increase fruit size and quality of peaches. *HortScience* 41 (5), 1253–1258.
- Girona, J., Marsal, J., Arbones, A., and Dejong, T.M. (2004). A comparison of the combined effect of water stress and crop load on fruit growth during different phenological stages in young peach trees. *Horticultural Science & Biotechnology*. 79 (2), 308–315 <https://doi.org/10.1080/14620316.2004.11511766>.
- Iglesias, D.J., Tadeo, F.R., Primo-Millo, E., and Talon, M. (2003). Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. *Tree Physiol.* 23 (3), 199–204 <https://doi.org/10.1093/treephys/23.3.199>. PubMed
- Kubo, T., Hohjo, I., and Hiratsuka, S. (2001). Sucrose accumulation and its related enzyme activities in juice sacs of Satsuma mandarin fruit from trees with different crop loads. *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 91 (3-4), 215–225 [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00262-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00262-X).
- Kunihisa, M., Shunji, I., Hiroshi, Y., and Yoshiko, N. (2003). Effects of fruit load on partitioning of N and C respiration and growth of grapevine root at different fruit stages. *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 91, 215–225.
- Meland, M. (2009). Effect of different crop loads and thinning times on yield, fruit quality, and return bloom in *Malus × domestica* Borkh. ‘Elstar’. *Horticultural Science & Biotechnology. ISAFRUIT Special Issue*, 117–121.
- Morioka, S. (1988). Influence of fruit load and fruit thinning on fruit growth, fruit characters, shoot growth and flower bud formation in the flowering season in mature satsuma mandarin trees. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 57 (3), 351–359 <https://doi.org/10.2503/jjshs.57.351>.
- Palmer, J.W., Giuliani, R., and Adams, H.M. (1997). Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of ‘Braeburn’/M.26 apple trees. *Tree Physiol.* 17 (11), 741–746 <https://doi.org/10.1093/treephys/17.11.741>. PubMed
- Rab, A., Rahman, J., Abdiani, S., Qadim, A., Khattak, M.K., and Nawab, K. (2012). Thinning intensity affects the yield and fruit quality of apricot cv. Trevett. *Pak. J. Bot.* 44 (3), 887–890.

Syvertsen, J.P., Ritenour, M.A., and Vachon, R.C. (2005). Growth condition, crop load and fruit size affect sheeponosin in grapefruit. *Proc. Annu. Meet. Fla. State Hort. Soc.* *118*, 28-34.

Tomlinson, P.T., Duke, E.R., Nolte, K.D., and Koch, K.E. (1991). Sucrose synthase and invertase in isolated vascular bundles. *Plant Physiol.* *97* (3), 1249-1252 <https://doi.org/10.1104/pp.97.3.1249>. PubMed

Vock, N., Turner, J.O., Smith, D., and Mayers, P. (1997). Citrus Information Kit (Nambour, Australia: Center for Subtropical Fruit, Maroochey Research Station).