



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ป่าจ้ายที่มีอิทธิพลต่อการติดผลและการร่วงของผลส้มโอ
พันธุ์ทองดีพื้นที่ลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์นาถ นาถวรานันต์ และคณะ

ธันวาคม 2556

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดผลและการร่วงของผลส้มโอ
พันธุ์ทองดีพื้นที่ลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี

คณะผู้วิจัย

1. ผศ. ดร. พงษ์นาถ นาถวรานันต์

2. ผศ. ดร. เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์

สังกัด

โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ภาควิชาพืชสวน
คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Executive Summary

Project Title: Factor Affecting Fruit Set and Fruit Drop in Pummelo Cultivar ‘Thongdee’ on Nakhon Chaisri River Basin Regions

Less fruit set and fruit drop has been a critical problem of pummelo production in Thailand especially Nakhon Chisri river basin. Many factors have associated in fruit set and fruit drop in pummelo production. Knowing about factor affected fruit set and fruit drop would help farmer in making efficient orchard management to get a good yield and more income.

Objectives: To study factor affecting fruit set and fruit drop in pummelo cultivar ‘Thongdee’ on Nakhon Prathom province area

Methodology:

The project consisted of 4 sub-project as follow:

1. Effect of field temperature and relative humidity on pollen viability and pollen germination of pummelo
2. Effect of pummelo inflorescence type on fruit set
3. Effect of accumulated carbohydrate content and plant nutrient on fruit drop in pummelo
4. Effect of exogenous plant growth regulator application on fruit set and fruit quality in pummelo

Results

The results of this research showed that field temperature and relative humidity had effect on pollen viability and pollen germination. Whereas, the effect of pummelo inflorescence type on fruit set was studied and found that many flower many leaf inflorescence type had highest percent of fruit retention and had higher auxin and gibberellin concentration than the other inflorescence types. Dropped pummelo fruits had smaller fruit size and misshapen compared to the normal ones. Moreover, dropped pummelo fruits had lower carbohydrate concentration and nutrient concentration than the normal ones. 50 % fruit thinning reduced fruit drop, increased

percent of fruit retention, increased carbohydrate concentration in leaf and pummelo fruits. 2, 4 and 6 % of KNO_3 sprayed to the leaf at full bloom, 1 and 2 months after fruit set had no effect on percent of fruit retention and fruit quality but increased leaf nitrogen and potassium concentration. The analysis of plant hormone in dropped pummelo fruits found the lower auxin and gibberellin concentration and the higher ABA concentration than the normal ones. Therefore, the normal fruits had the higher ratio of plant growth promoters (auxin and gibberellin)/plant growth inhibitor (ABA) than the dropped ones. NAA (20 and 40 ppm) and 2,4-D (20 and 40 ppm) were sprayed to the pummelo trees at full bloom stage and 2 months after fruit set. Results revealed that NAA 20 ppm significantly increased percent of fruit retention compared to control. However, 40 ppm and 20 ppm 2,4-D gave the highest leaf carbohydrate concentration. 20 ppm and 40 ppm of NAA application gave the highest TSS compared to the others. Whereas, 40 ppm of 2,4-D gave the highest peel weight and peel thickness. No significant differences in fruit weight, fruit circumference, flesh weight and percent of TA were observed among the treatments. Thus, 20 ppm of NAA can be employed for spraying pummelo flowers at full bloom and two months after fruit set to increase percent of fruit set and fruit retention in pummel cv. Thong Dee.

บทคัดย่อ

ปัญหาการติดผลน้อยและการเกิดผลร่วงในการผลิตส้มโอ เป็นปัญหาที่มีความสำคัญสำหรับการผลิตส้มโอ โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี ทั้งนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดผลและการร่วงของผลประกอบด้วยหลายปัจจัย การทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการติดผลและการร่วงของผลส้มโอ จะช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการสวนส้มโอให้เหมาะสมสำหรับการผลิตส้มโอได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดผลและการร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดีในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี โดยใช้พื้นที่การศึกษาในสวนส้มโอ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดนครปฐม จากผลการวิจัยพบว่า

อุณหภูมิและความชื้นในสวนส้มโอมีความสัมพันธ์ต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีโดยพบว่า อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจะเป็นผลให้ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลง ขณะที่อุณหภูมิในสวนส้มโอไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นเป็นผลให้ความมีชีวิตของละอองเกสรเพิ่มขึ้นและความงอกของละอองเกสรส้มโอลดลง การศึกษาชนิดของช่อดอกต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีพบว่า ช่อดอกประเภทหลายดอกหลายใบมีแนวโน้มมีเปอร์เซ็นต์ผลที่ติดบนต้นสูงที่สุด ทั้งนี้ช่อดอกประเภทช่อดอกที่จำนวนหลายดอกและหลายใบมีความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มออกซินและจิบเบอเรลลินสูงกว่าช่อดอกประเภทอื่น ๆ เมื่อส้มโอเริ่มติดผลและมีการพัฒนาของผลจะเกิดการร่วงของผลโดยผลส้มโอที่ร่วงระหว่างการพัฒนามีรูปร่างภายนอกบิดเบี้ยว ไม่เป็นทรงกลม ขนาดผลเล็กกว่าผลปกติ ผลส้มโอที่ร่วงระหว่างการพัฒนาพบว่ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและปริมาณของธาตุอาหารต่ำกว่าผลปกติที่ติดอยู่บนต้น ซึ่งการปลดผล 50 % สามารถลดการร่วงของผล เพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลและปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบและผลส้มโอพันธุ์ทองดี

การให้สาร KNO_3 ทางใบ เปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้น 2, 4 และ 6 % จำนวน 3 ครั้งคือ ระยะดอกบานเต็มที่ ระยะ 1 เดือน และ 2 เดือนหลังการติดผล ไม่มีผลต่อการเพิ่มการติดผลและคุณภาพของผลส้มโอ แต่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในใบส้มโอ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนพืชในผลที่ร่วงพบว่า ผลส้มโอที่หลุดร่วงระหว่างการพัฒนาของผลมีความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มออกซินและจิบเบอเรลลินต่ำแต่มีความเข้มข้นของสารยับยั้งการเจริญเติบโตกลุ่ม ABA สูง ดังนั้นผลส้มโอปกติที่ติดอยู่บนต้น จึงมีอัตราส่วนระหว่างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืชสูงกว่าผลส้มโอที่ร่วงระหว่างการพัฒนา ขณะที่การให้ออกซินจากภายนอกได้แก่ NAA ความเข้มข้น 20 ppm และ 40 ppm 2,4-D ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm พบจำนวน 2 ครั้งคือ ระยะดอกบานเต็มที่ และ 2 เดือนหลังการติดผล

พบว่า NAA ความเข้มข้น 20 ppm สามารถลดการหลุดร่วงของส้มโอได้เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร แม้ว่าการใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 40 และ 20 ppm สามารถเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอได้สูงที่สุด นอกจากนั้น NAA ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm สามารถเพิ่มค่า TSS ของส้มโอพันธุ์ทองดีได้มากที่สุด ขณะที่การใช้ 2,4-D 40 ppm เป็นผลให้มีน้ำหนักเปลือกและความหนาเปลือกสูงที่สุด ขณะที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักผลส้มโอ เส้นรอบวงของผลส้มโอ น้ำหนักสดและ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ดังนั้นการใช้สาร NAA ความเข้มข้น 20 ppm พบให้กับต้นส้มโอในระยะดอกบานและเมื่อผลมีอายุ 2 เดือนหลังดอกบาน สามารถลดการหลุดร่วงของผลส้มโอและเป็นผลให้เพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลส้มโอที่ติดบนต้นได้

Abstract

Less fruit retention and fruit drop has been a critical problem of pummelo production in Thailand specially Nakhon Chisri river basin. Many factors have associated in fruit retention and fruit drop in pummelo production. Knowing about factor affected fruit set and fruit drop would help farmer in making efficient orchard management. The objective of this research was to investigate factors affecting fruit set and fruit drop in pummelo cultivar ‘Thongdee’ on Nakhon Chaisri river basin regions. The results showed that field temperature and relative humidity did have affect on pollen viability and pollen germination. Whereas, the effect of pummelo inflorescence type on fruit set was studied and found that many flower many leaf inflorescence type had highest percent of fruit retention and had higher auxin and gibberellin concentration than the other inflorescence types. Dropped pummelo fruits had smaller fruit size and misshapen compared to the normal ones. Moreover, dropped pummelo fruits had lower carbohydrate concentration and nutrient concentration than the normal ones. 50 % fruit thinning reduced fruit drop, increased percent of fruit retention, increased carbohydrate concentration in leaf and pummelo fruits. 2, 4 and 6 % of KNO_3 sprayed to the leaf at 1, 2 and 3 months after fruit set had no affect on percent of fruit retention and fruit quality but increased leaf nitrogen and potassium concentration. The analysis of plant hormone in dropped pummelo fruits found the lower auxin and gibberellin concentration and the higher ABA concentration than the normal ones. Therefore, the normal fruits had the higher ratio of plant growth promoter chemicals (auxin and gibberellin)/plant growth inhibitor (ABA) than the dropped ones. NAA (20 and 40 ppm) and 2,4-D (20 and 40 ppm) were sprayed to the pummelo trees at full bloom stage and 2 months after fruit set. Results revealed that 20 ppm of NAA significantly increased percent of fruit retention compared to control. However, 40 ppm and 20 ppm of 2,4-D gave the highest leaf carbohydrate concentration. 20 ppm and 40 ppm of NAA application gave the highest TSS compared to the others. Whereas, 40 ppm of 2,4-D gave the highest peel weight and peel thickness. No significant differences in fruit weight, fruit circumstance, flesh weight and percent of TA were observed between treatments. Thus, 20 ppm of NAA can be employed for spraying pummelo flowers at full bloom and two months after fruit set to increase percent of fruit set and retention.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	iii
Abstract	v
สารบัญ	vi
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	ix
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
วิธีการดำเนินการวิจัย	14
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	26
สรุปผลการวิจัย	68
เอกสารอ้างอิง	69

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	การงอกของหลอดละอองเกสรสั้มโอพันธุ์ทองดี ที่ระยะเวลาต่าง ๆ
ตารางที่ 2	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนสั้มโอทั้ง 3 สวน
ตารางที่ 3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients: r) ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตและความงอกของหลอดเกสรสั้มโอพันธุ์ทองดีในช่วงการผลิदनอกฤดูกาล
ตารางที่ 4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients: r) ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตและการงอกของหลอดเกสรสั้มโอพันธุ์ทองดีในช่วงการผลิदनฤดูกาล
ตารางที่ 5	ค่าเฉลี่ยความมีชีวิตและความงอกของหลอดเกสรสั้มโอพันธุ์ทองดีใน 5 ชนิดช่อดอก ในช่วงการผลิदनอกฤดูกาล
ตารางที่ 6	ค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของหลอดเกสรสั้มโอพันธุ์ทองดีใน 5 ชนิดช่อดอก จากสวนสั้มโอ 2 สวน ในช่วงการผลิदनฤดูกาล
ตารางที่ 7	ค่าเฉลี่ยความงอกของหลอดเกสรสั้มโอพันธุ์ทองดีใน 5 ชนิดช่อดอก จากสวนสั้มโอ 2 สวน ในช่วงการผลิदनฤดูกาล
ตารางที่ 8	เปอร์เซ็นต์การติดผลจากช่อดอกชนิดต่าง ๆ เมื่อผลมีอายุประมาณ 3 เดือน หลังดอกบานในสั้มโอพันธุ์ทองดีที่มีการออกดอกในฤดูกาลในเขตอำเภอสามพราณ จังหวัดนครปฐม
ตารางที่ 9	ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืชในดอกชนิดต่างๆ ของดอกสั้มโอพันธุ์ทองดี
ตารางที่ 10	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลของผลปกติและผลที่ร่วงระหว่างการพัฒนาของผล
ตารางที่ 11	ผลของการผลิตผลต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของสั้มโอพันธุ์ทองดี
ตารางที่ 12	ผลของการผลิตผลต่อขนาดผลของสั้มโอพันธุ์ทองดี
ตารางที่ 13	ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบสั้มโอระหว่างการพัฒนาของผลสั้มโอพันธุ์ทองดี
ตารางที่ 14	ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมและน้ำหนักรวมในเปลือกและเนื้อสั้มโอพันธุ์ทองดี

สารบัญตาราง (ต่อ)

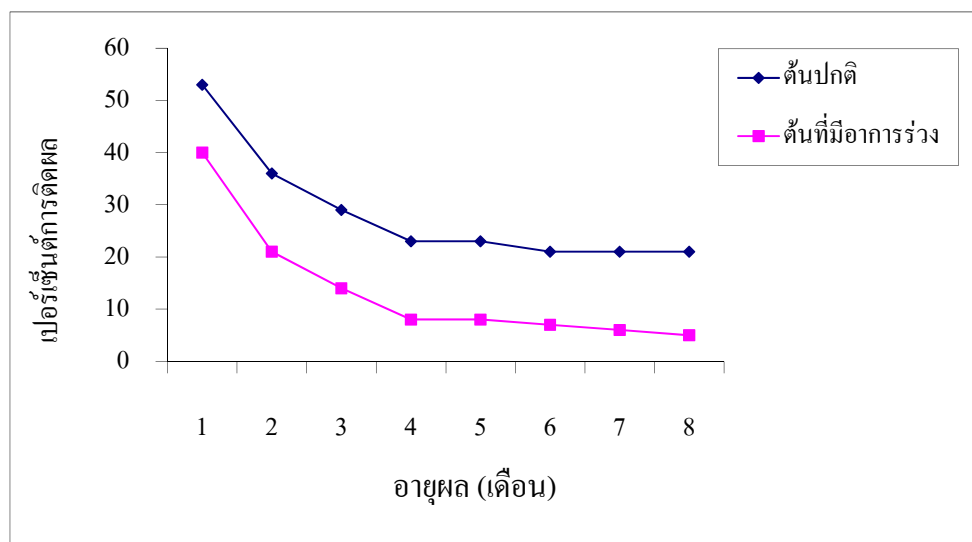
	หน้า
ตารางที่ 15 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	55
ตารางที่ 16 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	56
ตารางที่ 17 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	56
ตารางที่ 18 ผลของการผลิตผลต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี	57
ตารางที่ 19 ผลของ KNO_3 ต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี	59
ตารางที่ 20 ผลของ KNO_3 ต่อขนาดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีในระยะเก็บเกี่ยว	59
ตารางที่ 21 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	60
ตารางที่ 22 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	61
ตารางที่ 23 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	61
ตารางที่ 24 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	62
ตารางที่ 25 ผลของ KNO_3 ต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี	62
ตารางที่ 26 ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืช (ppm) ในผลส้มโอที่ร่วงและผลปกติ	65
ตารางที่ 27 ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืช (ppm) ในเปลือกและเนื้อผลส้มโอที่ร่วงและผลปกติเมื่อผลมีอายุ 4 เดือน หลังดอกบาน	65
ตารางที่ 28 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี	67
ตารางที่ 29 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อขนาดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี	68
ตารางที่ 30 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	69
ตารางที่ 31 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี	70

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	เปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีจากการศึกษาในโครงการระยะแรก เปรียบเทียบระหว่างต้นส้มโอปกติกับต้นส้มโอที่มีอาการขั้วเหลือง	1
ภาพที่ 2	ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ (ก) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (ข) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (ค) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ (ง) และช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ (จ)	17
ภาพที่ 3	ผลส้มโอที่มีรูปร่างผลไม่สมบูรณ์และมีแนวโน้มที่จะหลุดร่วง	19
ภาพที่ 4	การงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีที่ระยะเวลาต่าง ๆ	26
ภาพที่ 5	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในสวนส้มโอกับความมีชีวิตของละอองเกสร ส้มโอพันธุ์ทองดี (รวมข้อมูลจากการศึกษานอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิต)	29
ภาพที่ 6	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับความมีชีวิตของละออง เกสรส้มโอพันธุ์ทองดี (รวมข้อมูลจากการศึกษานอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิต)	30
ภาพที่ 7	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับความงอกของละออง เกสรส้มโอพันธุ์ทองดี (รวมข้อมูลจากการศึกษานอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิต)	31
ภาพที่ 8	การติดผลในระยะ 1-2 สัปดาห์หลังดอกบานของช่อดอกชนิดหลายดอกหลายใบ ในส้มโอพันธุ์ทองดี	38
ภาพที่ 9	สภาพแปลงส้มโอพันธุ์ทองดีในสวนที่ 1 (ก) และสวนที่ 2 (ข)	39
ภาพที่ 10	ลักษณะผลส้มโอพันธุ์ทองดีในสวนที่ 1 (ก) และสวนที่ 2 (ข)	39
ภาพที่ 11	ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในช่อดอกแต่ละชนิด	44
ภาพที่ 12	การขยายขนาดผลส้มโอของส้มโอผลปกติและส้มโอผลหลุดร่วงระหว่างการ พัฒนาของผล	46
ภาพที่ 13	เปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล	47
ภาพที่ 14	ลักษณะภายนอกและภายในของผลส้มโอที่ร่วงเมื่ออายุผลประมาณ 1 เดือน	48
ภาพที่ 15	ลักษณะภายนอกและภายในของผลส้มโอที่ร่วงเมื่ออายุผลประมาณ 2 เดือน	49
ภาพที่ 16	ลักษณะภายนอกและภายในของผลส้มโอที่ร่วงเมื่ออายุผลประมาณ 3 และ 4 เดือน	50
ภาพที่ 17	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในผลร่วงและผลปกติของส้มโอพันธุ์ทองดี	51
ภาพที่ 18	ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลส้มโอที่ร่วง และผลปกติของส้มโอพันธุ์ทองดี	51

คำนำ

ส้มโอ เป็นไม้ผลที่มีศักยภาพในการส่งออก เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี มีรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ อีกทั้งส้มโอเป็นผลไม้ที่มีเปลือกหนา ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่เสียคุณภาพ ทนทานต่อการกระทบกระเทือนระหว่างขนส่งได้ในระยะทางไกล โดยเฉพาะการส่งออกไปตลาดต่างประเทศ ดังนั้นจึงเป็นผลไม้อีกหนึ่งชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตเพื่อการส่งออก อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันผลผลิตส้มโอในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐมมีปริมาณลดลงทั้งในเขตอำเภอนครชัยศรีและอำเภอสสามพราน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่การผลิตลดลงและต้นส้มโอให้ผลผลิตน้อยลง การที่ต้นส้มโอให้ผลผลิตลดน้อยลงอาจจะมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการติดผล เช่น ปัจจัยด้านการผสมเกสร ความสมบูรณ์ของต้นส้มโอ การจัดการธาตุอาหารและปุ๋ยไม่เหมาะสม ระดับฮอร์โมนภายในต้นไม่เหมาะสม โรคและแมลง ตลอดจนสภาพแวดล้อม เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีบทบาทร่วมกันต่อการติดผลและการร่วงของผล โดยมิได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงปัจจัยเดียว โดยปกติต้นส้มโอจะเกิดการร่วงของผลมากในช่วงระหว่าง 3 เดือนแรกของการพัฒนาผลเป็นผลให้เปอร์เซ็นต์การติดผลลดลงอย่างมากในช่วงดังกล่าว (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีจากการศึกษาในโครงการระยะแรกเปรียบเทียบระหว่างต้นส้มโอปกติกับต้นส้มโอที่มีอาการร่วงเหลือง (พงษ์นำถ, 2552)

ดังนั้นการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการติดผลและการควบคุมการร่วงของผลส้มโอจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการสวนที่เหมาะสมและได้วิธีการที่สามารถนำไปใช้ในสวนเพื่อลดการหลุดร่วงของผลส้มโอซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและพัฒนาคุณภาพของส้มโอในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดผลและการควบคุมการหลุดร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม

ตรวจเอกสาร

ลักษณะพฤกษศาสตร์ของส้มโอ

ส้มโอที่ชื่อสามัญว่า Pummelo shaddock ซึ่งเป็นชื่อที่แผลงมาจากชื่อส้มโอในภาษาดัชนี่ว่า “pummelose” ประเทศในแถบหมู่เกาะอินเดียตะวันตกนิยมเรียกส้มโอว่า shaddock ตามชื่อของ Captain Thromas Shaddock ซึ่งเป็นผู้ว่าราชการของเกาะโซเมอร์ ระหว่างปี ค.ศ. 1637-1641 และเป็นผู้นำพันธุ์ ส้มโอเข้าไปปลูกยังหมู่เกาะอินเดียตะวันตก ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Citrus grandis* Obs. เป็นพืชในตระกูล Rutaceae ซึ่งเป็นพืชตระกูลส้ม มีลักษณะพฤกษศาสตร์ดังนี้

ลำต้น ส้มโอเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง มีทรงต้นสูงประมาณ 5-15 เมตร ภายในทรงพุ่มมีกิ่งก้านสาขาแตกออกมากมาย และกิ่งโน้มลง กิ่งขณะที่ยังอ่อนจะมีขนสั้นๆ ปกคลุมอยู่ กิ่งเหนียวไม่หักง่าย

ใบ มีขนาดใหญ่ กว้าง 2-12 เซนติเมตร ยาว 5 –20 เซนติเมตร รูปร่างคล้ายรูปไข่ยาว ๆ หรือรูปโล่ ส่วนของฐานใบแหลมป้านหรือกลม ปลายใบมักมีรอยเว้าเล็กน้อย ก้านใบมีขนาดใหญ่ มีลักษณะคล้ายรูปไข่หัวกลับค่อนข้างยาว มีความกว้างประมาณ 0.3–7 เซนติเมตร ฐานปีกแคบ ปลายปีกรูปหัวใจ

ดอก มีดอกขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-7 เซนติเมตร อาจเกิดเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อที่บริเวณซอกใบ ช่อดอกมีจำนวน 2 –10 ดอก ดอกประกอบด้วยชั้นของกลีบเลี้ยงจำนวน 3-5 กลีบติดกัน ชั้นกลีบดอกมีจำนวน 4-5 กลีบ มีเกสรตัวผู้จำนวน 20-25 อันเชื่อมติดกันเป็นกลุ่ม 4-5 กลุ่ม เกสรตัวเมียมีรังไข่ประมาณ 11-16 ช่อง

ผล มีรูปร่างค่อนข้างกลม ผลมีขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-13 เซนติเมตร สีเขียวเมื่ออ่อนและจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองหรือสีเหลืองทองเมื่อแก่ เปลือกหนาประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร อ่อนนุ่มสีขาวหรือสีชมพู เนื้อของแต่ละกลีบจะแยกออกจากกันได้ง่าย ภายในมีน้ำรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยว

เมล็ด เมล็ดมีขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงเล็กสุด มีสีเขียวอมเหลือง ผิวเมล็ดจะมีลักษณะเป็นร่องลึก ในเมล็ดเดียวจะเพาะได้เป็นต้นกล้าเพียงต้นเดียวเท่านั้น

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดผล

การติดผล คือ การเจริญของรังไข่ หลังจากการได้รับการถ่ายละอองเกสร (pollination) และมีการปฏิสนธิ (fertilization) จะทำให้มีการติดผลขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผลของไม้ผลทั่วไปมีอยู่หลายประการได้แก่

1. สัตว์ส่วนเพศดอก

สัตว์ส่วนเพศดอก คือ สัตว์ส่วนระหว่างดอกเพศผู้ต่อดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกเพศเมีย โดยทั่วไปดอกสมบูรณ์เพศและดอกเพศเมียนั้นที่สามารถพัฒนาเป็นผลได้ ถ้าได้รับการผสมเกสร ดังนั้นถ้าดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกเพศเมียมีอัตราส่วนที่เหมาะสม จะช่วยให้มีโอกาสติดผลได้มากขึ้น

2. การผสมเกสร

หมายถึง การที่ละอองเกสรตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย แล้วละอองเกสรจะงอกหลอดละอองเกสรพร้อมมีการสร้างเชื้อสืบพันธุ์เพศผู้ ซึ่งเข้าไปผสมกับเชื้อสืบพันธุ์เพศเมียเกิดการปฏิสนธิแล้วเจริญเป็นคัพภะและผลต่อไป การผสมเกสรจึงถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญของการติดผล ซึ่งการผสมเกสรจะประสบผลสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับ การมีพาหะในการถ่ายละอองเกสร เช่น แมลง และลม เป็นต้น ช่วงเวลาในการผสมเกสรที่เหมาะสมและมีการงอกของหลอดละอองเกสรสูง ซึ่งการงอกของหลอดละอองเกสรจะเป็นการนำเชื้อเพศผู้เข้าผสมกับเชื้อเพศเมียในรังไข่

สภาพแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงแดด จะเป็นปัจจัยสำคัญและมีผลต่อการติดผล เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปก็อาจจะส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการติดผล คือ มีผลต่ออัตราส่วนเพศดอก ความมีชีวิตของหลอดละอองเกสร การแตกของอับหลอดละอองเกสร ความสามารถในการงอกของหลอดละอองเกสร ความพร้อมของดอกในการผสมเกสร โดยเฉพาะอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อความมีชีวิตของหลอดละอองเกสร (Pollen viability) และการงอกของหลอดละอองเกสร จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิมีผลต่อความมีชีวิตของหลอดละอองเกสร ถ้าหลอดละอองเกสรได้รับอุณหภูมิหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมจะเป็นผลให้หลอดละอองเกสรตายและไม่สามารถงอกหลอดละอองเกสรได้ เช่น ในลิ้นจี่พบว่า หลอดละอองเกสรของลิ้นจี่จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Lin, 1995)

ส้มโอที่ปลูกในภาคกลางจะเริ่มออกดอกระหว่างเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนมีนาคม โดยเฉพาะในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จะออกดอกมากที่สุดเรียกว่าส้มปี และจะมีดอกออกมาประปรายในเดือนอื่น ๆ เรียกว่าส้มทวาย ดอกที่ออกมานี้จะเจริญจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 8-9 เดือน ซึ่งเดือนสิงหาคมและกันยายนจะเป็นฤดูที่ส้มแก่มากที่สุด (ชวัช, 2533) แต่สภาพแวดล้อมของประเทศไทยนั้นแล้งไม่จืดนัก ประกอบกับมีฝนตกและการรดน้ำเป็นผลให้ส้มโอทยอยแตกใบอ่อนและออกดอกติดผลประปรายอยู่เสมอ จึงทำให้มีส้มโอทยอยสู่ตลาดเกือบตลอดปี ในประเทศเขตอบอุ่นและเขตหนาวที่วงจรของฤดูกาลชัดเจน คือ ฤดูฝน (ใบไม้ผลิ) ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว หมุนเวียนกันไปนั้นในฤดูหนาวส้มจะหยุดพักตัว พอถึงฤดูใบไม้ผลิ ส้มจะแตกใบอ่อน และออกดอกเต็มทั้งต้นพร้อมกัน

ถึงแม้ว่าส้มโอจะออกดอกได้เป็นจำนวนมาก แต่การที่จะให้ดอกโตจนบานติดผลและเจริญไปจนเก็บผลได้นั้นมีไม่มากนัก เนื่องจากสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงแดด เป็นปัจจัยสำคัญและมีผลต่อการติดผล ดังนั้นการออกดอกของส้มโอในช่วงระยะที่มีอากาศเปลี่ยนแปลง เช่น กระทบหนาวหรืออากาศร้อนมากกว่าปกติจะเป็นผลทำให้มีการหลุดร่วงของดอกได้มากเหมือนกัน การร่วงของดอกอาจเนื่องมาจากอากาศร้อน อากาศยิ่งร้อนยิ่งเร่งให้ร่วงมากขึ้น และเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปก็จะมีผลต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรได้เช่นกัน โดยที่เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป จะมีผลต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรคือ ถ้าละอองเกสรได้รับอุณหภูมิสูงจะทำให้ละอองเกสรมีอัตราเมตาบอลิซึมที่สูงขึ้นจึงเกิดการเสื่อมสภาพและมีการงอกของละอองเกสรต่ำ เช่น ในแก้วมังกร พบว่า ความงอกของละอองเกสรมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาละอองเกสรในสภาพห้องเป็นเวลา 10 วัน นอกจากนั้นยังพบว่า การเก็บรักษาละอองเกสรส้มโอพันธุ์ขาวทองดี พบว่า ที่อุณหภูมิต่ำระดับ - 80 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าละอองเกสรที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ -20 องศาเซลเซียส อย่างชัดเจน อาจเนื่องจากการเก็บรักษาละอองเกสรในสภาพอุณหภูมิต่ำมีผลช่วยลดกระบวนการเมตาบอลิซึมของละอองเกสรให้ช้าลงจึงสามารถยืดอายุความงอกของละอองเกสรได้นานกว่าการเก็บในอุณหภูมิต่ำที่น้อยกว่า (สุพล และ สุทิน, 2552)

ดอกส้มสามารถเกิดขึ้นได้ 3 ลักษณะด้วยกันซึ่งแต่ละลักษณะจะมีผลต่อการติดผลที่ต่างกัน (รวี, 2542) ดังนี้

- 1) ดอกที่เกิดจากยอดอ่อนที่ผลิขึ้นมาใหม่ ซึ่งปกติส้มจะมีการออกดอกในลักษณะนี้จัดเป็นดอกที่มีคุณภาพสูงสุด เนื่องจากมีใบที่เกิดขึ้นใหม่มาช่วยเลี้ยงดอกและผลได้
- 2) ดอกที่เกิดจากตาข้างของใบแก่ การออกดอกแบบนี้ส่วนใหญ่สืบเนื่องมาจากแบบแรกนั้นมีการติดผลที่ล้มเหลวจะด้วยสาเหตุใดก็ตามเมื่อเป็นเช่นนี้ตาข้างสำรองก็สามารถผลิเป็นดอกใหม่ขึ้นมาแทนได้ คุณภาพของดอกแบบนี้จัดเป็นระดับรองจากแบบแรก
- 3) ดอกที่เกิดจากกิ่งที่ไม่มีใบ ส่วนใหญ่เกิดจากการลด vegetative growth ด้วยการปลิดใบออกจึงทำให้เกิดการออกดอกขึ้น อย่างไรก็ตามดอกเหล่านี้มักพบเป็นดอกตัวผู้เนื่องจากอาหารมีไม่เพียงพอสำหรับการสร้างเกสรตัวเมียโอกาสที่จะติดผลจึงมีต่ำมาก

โดย Moss (1969) ได้จัดลักษณะช่อดอกของส้มออกเป็น 5 ลักษณะดังนี้คือ

- 1) ช่อดอกที่มีดอกหลายดอกและมีใบหลายใบ ดอกชนิดนี้อาจจะเกิดมาจากดอกที่เกิดจากยอดอ่อนที่ผลิขึ้นมาใหม่ตามกรณีแรกที่ถูกกล่าวไว้ข้างต้น
- 2) ช่อดอกที่มีดอกหลายดอก แต่ไม่มีใบ ดอกชนิดนี้อาจเกิดจากกรณีที่ 3 ที่ดอกเกิดจากกิ่งที่ไม่มีใบตามที่ได้อ้างไว้ข้างต้น

3) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ ดอกชนิดนี้อาจจะเกิดมาจากดอกที่เกิดจากยอดอ่อนที่ผลิขึ้นมาใหม่ตามกรณีแรกที่กำลังกล่าวไว้ข้างต้น

4) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและมีหลายใบ ดอกชนิดนี้อาจจะเกิดมาจากดอกที่เกิดจากยอดอ่อนที่ผลิขึ้นมาใหม่ ตามกรณีแรกที่กำลังกล่าวไว้ข้างต้น

5) ช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ ดอกชนิดนี้อาจเกิดจากกรณีที่ 3 ที่ดอกเกิดจากกิ่งที่ไม่มีใบตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

นอกจากนั้นยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรจะมีค่าสูงสุดในวันแรกของการบาน ในมะม่วงพบว่า ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส เกสรเพศผู้จะตายหมด อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อความมีชีวิตของละอองเกสรมะม่วงอยู่ระหว่าง 15-33 องศาเซลเซียส (Issarakraisila and Considine, 1994) ความงอกของละอองเกสรบ๊วยจะลดลงที่อุณหภูมิ 10 หรือต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (Suzuki et al., 1993) เพราะอุณหภูมิไปมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ต่างๆในกระบวนการงอกของละอองเกสร ถ้าอุณหภูมิไม่เหมาะสมทำให้การทำงานของเอนไซม์มีประสิทธิภาพต่ำลง นอกจากนั้น ศยามล (2543) ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความมีชีวิตของละอองเกสรของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่โดยการย้อมสีอะซีโตคาร์มินพบว่า การเก็บรักษาละอองเกสรไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถรักษาความมีชีวิตไว้ได้นานกว่าที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส สำหรับการศึกษาใน apricot และ sweet cherry พบว่าการงอกของละอองเกสรต่ำที่สุดเมื่ออุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของละอองเกสรอยู่ระหว่าง 15- 20 องศาเซลเซียส (Pirlak, 2002)

อย่างไรก็ตาม ในส้มโอพันธุ์ทองดียังไม่มีรายงานเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสร โดยเฉพาะเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ประกอบกับในปัจจุบันได้เกิดภาวะโลกร้อนซึ่งเป็นผลให้มีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นทุกปี นอกจากนั้น ข้อมูลจากการศึกษาในแปลงของเกษตรกรพบว่า ต้นส้มโอที่ออกดอกล่าช้ากว่าช่วงการออกดอกปกติในฤดูกาลคือช่วงเดือนธันวาคม-มกราคมนั้นจะมีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำลง ซึ่งอาจเป็นได้ว่าในระยะดังกล่าวเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิไม่เหมาะสมสำหรับการงอกของละอองเกสร ดังนั้น การศึกษาถึงระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสร ส้มโอจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการสวนส้มโอของเกษตรกร

3. ระดับฮอร์โมนภายในต้น

ฮอร์โมนภายในต้นพืชมีผลต่อสัดส่วนของเพศดอกและการพัฒนาของผล ซึ่งพืชโดยทั่วไปนั้นจิบเบอเรลลินเป็นสารที่กระตุ้นการเจริญของดอกเพศผู้ ออกซินและเอทิลีนเป็นสารกระตุ้นการเจริญของดอกเพศเมีย หลังจากที่เกิดการปฏิสนธิจะเกิดเมล็ดขึ้น ซึ่งจะเป็นแหล่งสร้าง

ออกซิน จิบเบอเรลลินและไซโตไคนิน การที่เมล็ดมีฮอร์โมนทั้ง 3 ชนิดอยู่มาก จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของอาหารทั้งคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโน จากส่วนอื่นๆ ของพืชมายังเมล็ด จึงเป็นผลให้เมล็ดและเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ เมล็ดได้รับอาหารมากขึ้นและเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการขยายขนาดของเซลล์ ทำให้การเติบโตของผลเป็นปกติ การติดผลจึงเกิดขึ้น

3.1 ออกซิน มีหน้าที่ในการกระตุ้นการขยายขนาดและการยึดตัวของเซลล์ จากการศึกษาปริมาณของ IAA ในผลลึ้นจึงพบว่าปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วง 3 สัปดาห์แรกของการพัฒนาผล แต่ในช่วงที่ลักษณะเจริญระดับของ IAA จะลดลง (Liu, 1986) ซึ่งในระยะนี้จะมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักรวมอย่างรวดเร็ว จึงพบการร่วงของผลค่อนข้างมากในระยะนี้ จึงน่าจะเกี่ยวข้องกับการลดลงของออกซินทำให้ปริมาณไม่เพียงพอต่อการเจริญและพัฒนาของผล หรือในมะม่วงพบว่า ผลมะม่วงในระยะ 3 สัปดาห์แรกของการติดผลมีอัตราการเจริญต่ำและเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลสูงมาก ซึ่งตรงกับช่วงที่เมล็ดมีออกซิน อยู่ต่ำ ทำให้มีการสะสมอาหารในเมล็ดน้อยลง

3.2 ไซโตไคนิน มีหน้าที่ในการควบคุมการแบ่งเซลล์ของพืช โดยเฉพาะในช่วงแรกของการพัฒนาผลเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ การใช้ไซโตไคนินสังเคราะห์ในไม้ผล ส่วนใหญ่เป็นการใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพผลในด้านขนาดและน้ำหนัก

3.3 จิบเบอเรลลิน เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีหน้าที่ในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์หรือการยึดตัวของเซลล์ ซึ่งจิบเบอเรลลินสังเคราะห์ที่มีการศึกษากันมากคือ GA_3 แต่การศึกษาในไม้ผลส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงคุณภาพผลในด้านขนาดและน้ำหนัก แต่ในลองกองมีการรายงานว่าการใช้ GA_3 พ่นที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์มีผลต่อการเพิ่มความยาวช่อดอกและช่อผล ทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงขึ้น นอกจากนั้นในการศึกษาในส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่พบว่า การฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ให้แก่ช่อดอกในระยะหลังดอกบาน 2-3 วัน (ระยะกลีบดอกร่วง) สามารถเพิ่มค่าการติดผลและการเจริญเติบโตของผลอ่อนได้ (สมคิด, 2545)

4. ความสมบูรณ์ของต้น

ความสมบูรณ์ของต้นไม้ผลอาจจะพิจารณาจากการได้รับปริมาณธาตุอาหารอย่างครบถ้วนและมีการสะสมอาหารชนิดคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้จากการสังเคราะห์แสงอย่างพอเพียงในช่วงก่อนการออกดอกและติดผล ซึ่งธาตุอาหารต่างๆ และปริมาณอาหารสะสมดังกล่าวจะถูกใช้ในการเจริญพัฒนาของดอกและผล หากต้นไม่มีความสมบูรณ์ก็อาจทำให้ต้นไม้ผลมีการติดผลน้อย

4.1 ธาตุอาหารพืช การได้รับธาตุอาหารอย่างพอเพียงทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหาร ย่อมทำให้ต้นไม้ผลมีการสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ตามมา โดยเกณฑ์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของไม้ผลนั้นนิยมใช้ค่ามาตรฐานการ

วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโบเป็นตัวบ่งชี้ เช่น ไนลีนจี มะม่วง มังคุด และลองกอง เป็นต้น หากค่าที่วิเคราะห์ได้มีธาตุใดธาตุหนึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานก็แสดงว่าไม้ผลนั้นได้ธาตุอาหารดังกล่าวไม่พอเพียงต่อการเจริญเติบโต

4.2 ปริมาณอาหารสะสม ไม้ผลโดยทั่วไปต้องการอาหารเพื่อใช้ในการเจริญทางกิ่งใบ และการออกดอกและการติดผล โดยอาศัยการสังเคราะห์แสงที่ใบในส่วนของการคลอโรพลาสต์และเคลื่อนย้ายไปสู่เซลล์ต่างๆ ในรูปของน้ำตาลซูโครส (Sivak *et al.*, 1989) ซึ่งจากการรายงานในไม้ผลหลายชนิดพบว่า มีการสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งในปริมาณสูงก่อนการออกดอก เช่น ส้มเปลือกอ่อน มะม่วง และลิ้นจี่ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สูงและระดับไนโตรเจนที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมการเจริญและพัฒนาของดอกและผล (Bernier *et al.*, 1981) ในมะม่วงได้มีการศึกษาพบว่าการเตรียมดินมะม่วงให้มีความอุดมสมบูรณ์สูงเพื่อให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในดินมากพอจะเป็นผลให้มะม่วงมีการติดผลได้ดีกว่าดินที่ไม่สมบูรณ์ ถ้าดินขาดคาร์โบไฮเดรตก็จะส่งผลถึง

การร่วงของผล

การติดผลของไม้ผล คือ การเจริญของรังไข่หลังจากการถ่ายละอองเรณู (pollination) ซึ่งดอกจะได้รับการผสมเกสรและเกิดการปฏิสนธิ (fertilization) เกิดตามมา เป็นผลให้มีการติดผลขึ้น หลังจากนั้นผลจะมีการพัฒนาและเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงระยะการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามระหว่างการพัฒนาของผลนั้นจะมีการหลุดร่วงของผล ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ เช่น การมีอาหารสะสมภายในดินไม่เพียงพอ เป็นผลให้ดินไม่มีความสมบูรณ์ เช่น ในมะม่วงพบว่า เมื่อดอกได้รับการผสมแล้ว ยังมีการร่วง ซึ่งมีสาเหตุมาจากที่เอบริโอขาดแคลนอาหาร ดังนั้นดินที่สมบูรณ์สูงจึงมีโอกาสติดผลได้มากกว่าดินที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งมีการรายงานว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในเนื้อและเมล็ดของผลมะม่วงที่ไม่ร่วงจะสูงกว่าในผลร่วง นอกจากนั้นการร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยวยังมีสาเหตุจากการขาดธาตุอาหารหรือได้รับธาตุอาหารบางธาตุมากเกินไป เช่น ในท้อพบว่า ผลท้อที่มีการสุกทางสรีรวิทยาแต่ผลที่มีการพัฒนาของสีน้อยจะเกิดการหลุดร่วงเนื่องจากการได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไป (Ryugo, 1988) การหลุดร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยวยังอาจเกิดจากสูญเสียความสมดุลของฮอร์โมนภายในดิน รวมทั้งปัจจัยภายนอกต้นพืชเช่น โครงสร้างของดินไม่เหมาะสมทำให้รากไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติ คุณสมบัติทางเคมีของดินไม่เหมาะสม สูญเสียสมดุลของจุลินทรีย์ ตลอดจนโรคและแมลง

การหลุดร่วงเป็นกระบวนการที่ส่วนของพืชหลุดร่วงออกจากต้น พบได้ทั้งในใบ ดอก ผล เป็นต้น ในผลมักพบว่าการร่วงอยู่ 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 จะพบภายหลังการปฏิสนธิและผลพัฒนามาได้ระยะหนึ่งซึ่งมักมีจำนวนผลบนต้นมาก ต้นไม้ไม่สามารถส่งอาหารเพื่อไปเลี้ยงผลได้เพียงพอผลก็จะหลุดร่วงไป

ระยะที่ 2 เป็นช่วงที่ผลพัฒนามาประมาณครึ่งทางก็เกิดการหลุดร่วงขึ้น เช่น ที่พบในแอปเปิ้ลและสาลี่ เรียกกันว่า June drop เพราะ มักเกิดขึ้นตรงกับเดือนมิถุนายน สันนิษฐานว่าเกิดจากการปฏิสนธิไม่สมบูรณ์ และ/หรือการแก่งแย่งอาหาร

ระยะที่ 3 เป็นระยะการร่วงของผลที่เกิดขึ้นเมื่อผลเจริญเต็มที่แล้ว พร้อมทั้งจะสุกหรือสุกบนต้น ก็จะมีการร่วงเช่นกัน นอกจากนั้น ผลยังหลุดร่วงจากต้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมได้เช่นเดียวกัน (จริงแท้, 2549)

การหลุดร่วงของส่วนต่างๆของพืชนี้ เป็นกระบวนการชราภาพที่ชัดเจนอย่างหนึ่งของพืช และอาจเป็นส่วนหนึ่งของการชราภาพของพืชทั้งต้น ที่มีการควบคุมให้เกิดขึ้นอย่างชัดเจน แต่มีปัจจัยทั้งภายในและภายนอกต้นพืชที่มีอิทธิพลต่อการหลุดร่วง การหลุดร่วงของใบดอกและผล นอกจากจะเกิดขึ้นตามกำหนดเวลาของพืชเอง เช่น เข้าสู่ระยะการวายหรือการชราภาพแล้ว เมื่อได้รับการผสมเกสรหรือเมื่อผลบรรลุนิยามแล้ว ยังอาจเกิดขึ้นได้ในเวลาอื่นๆ ตามสภาพแวดล้อม เช่น ในช่วงแล้งหรือเชื้อโรคเข้าทำลาย ดังนั้นกลไกในการควบคุมการเกิดกระบวนการหลุดร่วงจึงน่าจะมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง

ฮอร์โมนพืชเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของผล ซึ่งมีฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องอยู่หลายชนิด จริงแท้ (2549) ได้สรุปแบบจำลองการหลุดร่วงของผลไว้ว่า ในการหลุดร่วงของผลนั้นมีฮอร์โมนออกซินและเอทิลีนเข้ามาเกี่ยวข้อง และเกี่ยวข้องกับเมล็ดภายในผลด้วย นั่นคือ หลังจากรังไข่ได้รับการผสม เมล็ดจะพัฒนาขึ้นจากเอ็มบริโอซึ่งเป็นแหล่งผลิตออกซิน ออกซินที่เอ็มบริโอผลิตขึ้นจะชักนำให้มีการลำเลียงอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรตเข้ามาจากใบเพื่อการพัฒนาของเมล็ด รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ของผลและออกซินยังถูกส่งออกมายังบริเวณการร่วงทำให้มีปริมาณ ออกซินในเซลล์บริเวณนี้สูงและไม่ตอบสนองต่อเอทิลีน หรือกล่าวได้ว่ามีความไวต่อเอทิลีนต่ำ แต่ถ้าไข่ไม่ได้รับการผสม เช่น ไม่มีการถ่ายเรณู เมล็ดไม่สามารถพัฒนาขึ้นได้หรือในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดความเครียดขึ้น เช่นสภาพที่ขาดน้ำ เมล็ดไม่สามารถพัฒนาการสร้างออกซิน ภายในเมล็ดเกิดขึ้นน้อยลงจึงไม่สามารถชักนำให้มีการลำเลียงสารเข้าสู่ผล ขณะเดียวกันออกซินที่ถูกลำเลียงออกไปยังบริเวณการร่วงมีปริมาณลดลง เอทิลีนถูกกระตุ้นให้มีการสร้างมากขึ้น เซลล์บริเวณนี้จึงตอบสนองต่อเอทิลีนได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดการหลุดร่วงขึ้นได้ หรืออีกกรณีหนึ่ง หากมีการติดผลมากเกินไปอาหารจากต้นและใบส่งมายังผลไม่เพียงพอ เมล็ดไม่สามารถพัฒนาได้ การสร้างออกซินจึงน้อยลงและส่งผลให้เกิดการหลุดร่วงได้เช่นเดียวกัน

ปัญหาการหลุดร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยวนั้นพบในไม้ผลหลายชนิด เช่น มะม่วง แอปเปิ้ล เชอร์รี่ เป็นต้น ในมะม่วงพบว่า ผลที่ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมต่ำกว่าผลที่ติดอยู่บนต้น ขณะที่ *Blanusa et al.*, (2006) ได้ทำการศึกษาสาเหตุการหลุดร่วงของผล sweet cherry พบว่าการได้รับสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (photoassimilate) อย่างจำกัดเป็นสาเหตุสำคัญในการร่วงของผลก่อนระยะสุกแก่ ในแอปเปิ้ลนั้น Ward (2004) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการหลุดร่วงของผลแอปเปิ้ลพบว่า การหลุดร่วงของผลขึ้นอยู่กับปริมาณฮอร์โมนภายใน เนื่องจากการใช้สาร AVG (สารยับยั้งการสร้างเอทิลีน) และ NAA สามารถยับยั้งการหลุดร่วงของผลได้ นอกจากนี้ยังพบว่าผลที่ร่วงจะมีปริมาณของแป้งต่ำกว่าผลที่ติดอยู่บนต้นและต้นที่มีปริมาณของผลอยู่มากจะเกิดการหลุดร่วงเร็วกว่าต้นที่มีปริมาณของผลต่ำ สภาพอากาศยังมีผลต่อการหลุดร่วงเช่นกัน โดยพบว่า อุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวันและปริมาณน้ำจะมีผลต่อการหลุดร่วงมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Stern และ Ben-Arie (2006) ที่รายงานว่า การใช้สารกลุ่มออกซิน ได้แก่ 3,5,6-TPA สามารถลดการหลุดร่วงของผลแอปเปิ้ลได้ ขณะที่การศึกษาในลิ้นจี่พบว่า ABA จะกระตุ้นการหลุดร่วงของผลลิ้นจี่ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับผลของออกซินและการให้ร่มเงามีผลกระตุ้นการหลุดร่วงของผลลิ้นจี่เนื่องจากมีผลลดการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืชและไปกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของ ABA นอกจากนี้ Koukourileou-Petridou (2003) ยังพบว่า การเกิด June drop ของผลอัลมอนจะเกิดพร้อมกับการลดลงของปริมาณ IAA ในผล และจะลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดการร่วงของผล

สำหรับในพืชตระกูลส้มได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการหลุดร่วงของผล พบว่าผลจะเกิดการร่วงเป็นส่วนมากในระหว่างและหลังการออกดอก ซึ่งเป็นการร่วงโดยธรรมชาติ แต่อาจจะมีการร่วงมากขึ้นได้ในสภาพที่เกิดความเครียดน้ำและการขาดธาตุอาหาร ระยะการร่วงของผลอีกระยะหนึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในระยะที่ผลมีขนาดตั้งแต่ pea sized – marble sized และจะเรียกระยะการร่วงนี้ว่า June drop เนื่องจากเกิดขึ้นในช่วงเดียวกับการเกิด June drop ของพืชประเภท deciduous fruit ซึ่งในพืชตระกูลส้มจัดเป็นการร่วงครั้งสำคัญเป็นครั้งสุดท้ายและมีผลในการกำหนดปริมาณของผลผลิต ในการร่วงระยะดังกล่าวนี้พบว่า สภาพความเครียดน้ำและ อุณหภูมิสูงจะสามารถเพิ่มการหลุดร่วงของผลได้ อย่างไรก็ตามยังมีการร่วงของผลส้มเกิดขึ้นได้อีก ซึ่งเรียกว่า การร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (preharvest drop) โดยจะเกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น การทำลายของโรค ความเสียหายจากเครื่องจักร (mechanical damage) หรือบางครั้งอาจเกิดการร่วงที่ไม่ทราบสาเหตุที่เรียกว่า physiological drop (*Wheaton et al.*, 1999)

ขณะที่ Davies and Albrigo (1994) ได้รายงานว่า การหลุดร่วงทางสรีรวิทยา (physiological drop) จะถูกเรียกว่า June drop เช่นเดียวกันและจะเกิดขึ้นเมื่อผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ

0.5 – 2.0 เซนติเมตร โดยมีสาเหตุจากผลที่ติดอยู่บนต้นมีการแก่งแย่งอาหาร น้ำ ฮอร์โมน และสารเมตาโบไลต์อื่นๆ และมีการหลุดร่วงที่รุนแรงมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิของใบอยู่ระหว่าง 35-40 องศาเซลเซียส และอยู่ในสภาวะเกิดความเครียดน้ำ ซึ่งเป็นไปได้ว่าในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพเครียดน้ำมีผลให้เกิดการปิดของปากใบ เป็นผลให้เกิดการลดลงของ CO_2 assimilation ผลจึงเกิดการหลุดร่วง เนื่องจากผลตกอยู่ในสภาพที่สมดุลของคาร์บอนติดลบหรือมีการใช้อาหารมากกว่าการได้รับอาหาร ดังนั้นการใช้ระบบการให้น้ำแบบ overhead sprinkling เพื่อลดอุณหภูมิจึงนำมาใช้ในบางพื้นที่เพื่อลดการหลุดร่วงทางสรีรวิทยา นอกจากนั้นระดับของฮอร์โมนและปริมาณคาร์โบไฮเดรตอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการร่วงด้วย

Spiegel-Roy และ Goldschmidt (1996) ได้สรุปการร่วงของผลในพืชตระกูลส้มไว้ว่า การร่วงของผลจะเกิดขึ้นได้ 2 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นการร่วงของผลที่มีขนาดเล็ก (fruitlet) ซึ่งเป็นการร่วงตามธรรมชาติของต้นไม้ผลเพื่อลดจำนวนผลที่มีมากเกินไปบนต้น ส่วนในระยะที่สองเป็นการร่วงของผลที่แก่แล้ว (mature fruit) เรียกว่า preharvest drop ซึ่งพบการลดลงของปริมาณออกซินที่ส่งมายังผลและพบว่าการใช้ออกซินสังเคราะห์สามารถยับยั้งการร่วงของผลในระยะนี้ได้

ขณะที่ Ruiz *et al.*, (2001) กล่าวว่า การหลุดร่วงของพืชตระกูลส้มในระยะผลอ่อนนั้นไม่ได้มีสาเหตุจากการขาดคาร์โบไฮเดรต แต่การร่วงของผลในระยะปลายของการพัฒนานั้นเกิดจากการขาดปริมาณคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากมีปริมาณซูโครสในใบลดต่ำลง และเกิดจากการแก่งแย่งอาหารระหว่างผลที่กำลังพัฒนา นอกจากนั้นระดับของฮอร์โมนภายในยังเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการหลุดร่วงของผลส้ม โดยพบว่า ABA และกรดจัสโมนิค ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชจะมีผลต่อการหลุดร่วงของผลส้ม ผลส้มที่เกิดการหลุดร่วงนั้นจะมีอัตราส่วนของสารเร่งการเจริญเติบโตต่อสารยับยั้งการเจริญเติบโตต่ำกว่าผลที่ติดอยู่บนต้น นอกจากนั้นชนิดของดอกยังมีความเกี่ยวข้องกับการร่วงของผลส้มและระดับฮอร์โมนอีกด้วย โดย Sagee และ Erner (1991) และ Hofman (1988) ได้รายงานไว้ใน sweet orange พันธุ์ Valencia และ Shamouti นั้น ผลที่เกิดจากช่อดอกปนใบ (leafy inflorescence) จะมีการพัฒนาที่เร็วและสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ดีกว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบ (leafless inflorescence) ซึ่งจะมีการเจริญที่ช้าและมีแนวโน้มมักจะร่วงไปตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการพัฒนาผล เมื่อวิเคราะห์ฮอร์โมนพืชพบว่าผลที่เกิดจากช่อดอกปนใบจะมีความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินไม่แตกต่างจากผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบ แต่ผลที่เกิดจากช่อดอกปนใบจะมีความเข้มข้นของ ABA น้อยกว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบ ดังนั้นผลที่เกิดจากช่อดอกปนใบจึงมีอัตราส่วนระหว่าง GA/ABA สูงกว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุให้ผลที่เกิดจากช่อดอกปนใบมีการติดผลที่ดีกว่า

ในส้มโอนั้นจากการสำรวจชนิดของช่อดอกส้มโอในสวนส้มโอพบว่าสามารถแบ่งชนิดของช่อดอกส้มโอได้เป็น 5 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ 1. ช่อดอกที่มีหลายดอกและมีใบหลายใบ 2. ช่อดอกมีจำนวนดอกหลายดอกแต่ไม่มีใบ 3. ดอกที่มีใบ 2-3 ใบ 4. มีดอก 1 ดอกแต่มีใบหลายใบ 5. มีดอก 1 ดอกแต่ไม่มีใบ โดยช่อดอกที่พบส่วนใหญ่เป็นช่อดอกไม่มีใบ ซึ่งดอกแต่ละชนิดนั้นอาจจะมีความสามารถในการติดผลที่แตกต่างกันและอาจจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของฮอร์โมนพืชภายในต้นพืช ดังนั้นการทราบถึงชนิดของช่อดอกที่เหมาะสมสำหรับการติดผลของส้มโอจะเป็นประโยชน์ในการเลือกปลูกช่อดอกที่มีความสามารถในการพัฒนาเป็นผลได้น้อยออกไป เพื่อลดการใช้อาหารสะสมของการพัฒนาดอกชนิดนั้นและเพื่อรักษาปริมาณอาหารสะสมเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาของผลได้มากขึ้น

การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตจากภายนอกจึงสามารถลดการหลุดร่วงของผลได้ เช่น การใช้สาร 2,4-DP ก่อนการร่วงของผลก็จะสามารถลดการร่วงของผลใน sweet orange ได้ (Agusti *et al.*, 2006) หรือ การใช้สาร 2,4-D กับพืชตระกูลส้มสามารถยับยั้ง การร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (preharvest fruit drop) ได้ (Anthony และ Coggins, 1999)

จากผลการศึกษาในไม้ผลชนิดต่างๆ และพืชตระกูลส้มอื่นๆ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชและปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในต้นพืชเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการติดผลและการร่วงของผล การร่วงของผลจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราส่วนของฮอร์โมนที่เร่งการเจริญเติบโตของผลต่อสารยับยั้งการเจริญเติบโตของผลต่ำและผลจะร่วงเมื่อต้นไม้ผลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผลและเกิดจากการแก่งแย่งอาหารของผลที่กำลังพัฒนา การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตจากภายนอกเช่น สารในกลุ่มออกซินสามารถลดการร่วงของผลได้ในไม้ผลหลายชนิด นอกจากนั้นการปลิดผลบางส่วนออกไปจะเป็นลดการแก่งแย่งอาหารระหว่างผลที่กำลังพัฒนาเป็นวิธีการหนึ่งเพื่อลดการร่วงของผลเนื่องจากการแก่งแย่งอาหารและยังช่วยให้ผลที่ติดอยู่บนต้นมีการพัฒนาที่ดี มีขนาดใหญ่ เป็นการเพิ่มคุณภาพของผลผลิต

ในการผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีนั้นยังไม่มีการศึกษาถึงผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชต่อการติดผลและการร่วงของผลอย่างชัดเจน แม้ว่าจะมีการศึกษาในส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ พบว่า การฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ให้แก่ช่อดอกในระยะหลังดอกบาน 2-3 วัน (ระยะกลีบดอกร่วง) สามารถเพิ่มค่าการติดผลและการเจริญเติบโตของผลอ่อนได้ (สมคิด, 2545) ดังนั้นการวิจัยถึงผลของการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจากภายนอกเพื่อลดการร่วงของผลส้มโอจึงเป็นวิธีการหนึ่งในการช่วยลดการหลุดร่วงของผลส้มโอได้

นอกจากนั้นการใช้ธาตุอาหารบางชนิดยังสามารถเพิ่มการติดผลและคุณภาพของผลผลิตในการผลิตไม้ผลหลายชนิดเช่น การใช้ธาตุโพแทสเซียมพ่นให้กับต้นไม้ผลทางใบ โดยมี

การศึกษาในไม้ผลหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น Abd El-Fatah et al. (2008) ได้พ่นสาร KNO_3 2 % ให้กับต้นพลับเมื่อผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 เซนติเมตร สามารถเพิ่มน้ำหนักผลได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผล (Soing, 1999) และยังสามารถซึมผ่านทางใบได้ง่าย (California Fertilizer Association, 1998) สอดคล้องกับการศึกษาใน pistachio ซึ่งพบว่าการใช้ธาตุโพแทสเซียมสามารถเพิ่มคุณภาพของผลและปริมาณผลผลิตได้ สำหรับในพืชตระกูลส้มนั้นพบว่า K เป็นธาตุที่พืชต้องการมากที่สุด รองจาก N และมีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของพืชตระกูลส้ม โดยพบว่าเมื่อต้นส้มมีการติดผลมากเกินไปจะมีผลให้ปริมาณธาตุ K ลดน้อยลง ซึ่งการให้ปุ๋ย K สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืชตระกูลส้มได้เมื่อเพิ่มปริมาณธาตุ K ในใบให้อยู่ระหว่าง 1.5 – 1.7 % (Chapman, 1968; Malavolta, 1992) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Lenz (2000) ซึ่งพบว่าปริมาณของธาตุ K ในยอดและใบจะลดลงเมื่อต้นส้ม (*Citrus madurensis*) มีการติดผลเพิ่มมากขึ้น (fruit load) นอกจากนี้ยังพบว่า การให้สาร KNO_3 ทางใบกับ grapefruit จะสามารถลดการหลุดร่วงของผลผลิตได้ (Brosh et al, 1975) และสาร KNO_3 ยังมีประสิทธิภาพสูงกว่า K_2SO_4 ในการเพิ่มขนาดผลและปริมาณธาตุ K ในใบของส้ม “Shamouti” (Erner et al., 1993) ในส้ม Valencia orange พบว่าต้นส้มที่ได้รับสาร KNO_3 จะมีปริมาณของผลผลิตต่อต้นและมีขนาดของผลใหญ่กว่าต้นควบคุม (Boman, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาใน ‘Sunburst tangerine’ ที่พบว่าต้นที่ได้รับสาร KNO_3 จะมีขนาดผลที่ใหญ่กว่าต้นควบคุม (Boman, 2002) ในส้ม Mandarin โดยการศึกษาของ El-Otmani (2004) พบว่า การพ่นสาร KNO_3 ความเข้มข้น 5 % ระหว่างระยะ June drop จะสามารถเพิ่มขนาดของผลได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการศึกษาถึงผลของสาร KNO_3 ในพืชตระกูลส้มหลายชนิดดังกล่าว แต่ในส้มโอนั้นยังขาดการศึกษาถึงความชัดเจนถึงผลของสาร KNO_3 ต่อการติดผลและคุณภาพของผล อย่างไรก็ตาม ถ้าผลการศึกษาในส้มโอพบว่าสารโพแทสเซียมในเตรทสามารถเพิ่มการติดผลและเพิ่มคุณภาพของผลส้มโอได้ แสดงว่าโพแทสเซียมในเตรทอาจจะมีผลกระตุ้นการติดผลและการพัฒนาของผลส้มโอโดยอาจจะมีผลในด้านการเพิ่มธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจน โดยเฉพาะในรูปของไนเตรท ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชและจำเป็นต่อการติดผลและการพัฒนาของผล แต่ถ้าสารโพแทสเซียมในเตรทไม่มีผลในการเพิ่มการติดผลและการพัฒนาของผลส้มโออาจจะเป็นได้ว่า สารโพแทสเซียมจะใช้ได้ผลดีเมื่อต้นไม้ผลอยู่ในสภาวะที่ขาดแคลนธาตุโพแทสเซียมเท่านั้น ถ้าต้นส้มโอที่ได้รับสารโพแทสเซียมในเตรทที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมอย่างเพียงพอแล้วการใช้สารโพแทสเซียมในเตรทจึงไม่ได้ช่วยเพิ่มการพัฒนาของผลหรืออาจจะเนื่องมาจากช่วงระยะเวลาในการให้สารอาจจะไม่เหมาะสม

วิธีการดำเนินการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรส้มโอ

สภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นมีอิทธิพลอย่างมากต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรพืช ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการติดผล ดังนั้นถ้าสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงการบานของดอกส้มโอไม่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเกสร โอกาสติดผลย่อมน้อยลง นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างช่วงการบานของดอกยังอาจจะมีผลต่อการงอกของละอองเกสร โดยเฉพาะการออกดอกนอกฤดูกาลซึ่งเป็นช่วงที่อากาศมีความชื้นสูง ดังนั้นการทราบถึงผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่อละอองเกสรของดอกส้มโอจะสามารถช่วยให้เกษตรกรกำหนดระยะเวลาการออกดอกของส้มโอได้อย่างเหมาะสมทั้งในและนอกฤดูกาล

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอที่มีต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี

การศึกษา

การศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อความมีชีวิตและการงอกของหลอดละอองเกสรดำเนินการโดย

นำละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีในระยะดอกบานจาก 5 ชนิดช่อดอก ได้แก่ ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ (ภาพที่ 1ก) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (ภาพที่ 1ข) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (ภาพที่ 1ค) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ (ภาพที่ 1ง) และช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ (ภาพที่ 1จ) จากสวนส้มโอใน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ที่ออกดอกในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม 2554 มาตรวจสอบความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแปลง โดยสภาพสวนส้มโอจะมีการปลูกแบบขกร่อง หลังร่องกว้างประมาณ 2 เมตร อายุต้นส้มโอประมาณ 10 ปี ระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 4 เมตร

สำหรับการตรวจสอบการงอกของละอองเกสรนั้นเนื่องจากระยะเวลาที่เหมาะสมในการเลี้ยงละอองเกสรเพื่อตรวจนับการงอกมีความแตกต่างกันตามชนิดและพันธุ์พืช โดยยังไม่มีข้อมูลว่าละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีเมื่อนำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์แล้วจะงอกในเวลากี่ชั่วโมง จึงนำละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงละอองเกสรสูตร Brewbaker and Kwack (1963) ที่มีความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส 10 % ด้วยวิธี hanging drop ตรวจสอบการงอกของละอองเกสรทุก

ชั่วโมง เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการตรวจนับการงอกของละอองเกสร โดยเป็นเวลาที่ละอองเกสรมีจำนวนงอกสูงสุดและความยาวของหลอดละอองเกสรไม่ยาวมากจนเป็นอุปสรรคต่อการตรวจนับ

นำละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีในระยะดอกบานจาก 5 ชนิดช่อดอก เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 จากสวนส้มโอในเขต อ.สามพราน จ.นครปฐม จำนวน 2 สวน ที่ออกดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มาทดสอบความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสร และบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแปลง สวนส้มโอทั้ง 2 สวน เป็นส้มโอพันธุ์ทองดี มีลักษณะการปลูกแบบยกร่อง หลังร่องกว้างประมาณ 2 เมตร อายุต้นส้มโอประมาณ 8 ปี ระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 4 เมตร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์และจัดสิ่งทดลองแบบแฟกทอเรียล ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยสวนส้มโอ มี 2 สวน และปัจจัยชนิดช่อดอก มี 5 ชนิดช่อดอก โดยมีวิธีการตรวจสอบความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

เมื่อถึงระยะดอกบาน ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ของส้มโอในช่วงเช้าเพื่อทดสอบการงอกและความมีชีวิตของละอองเกสร พร้อมทั้งบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในสวนส้มโอ ณ วันและเวลาที่ดอกบานและเก็บตัวอย่างละอองเกสร โดยจะทำการทดลองเป็นระยะตลอดช่วงการบานของดอกและทำการศึกษารอบคลุมช่วงของการผลิตส้มโอในฤดูและนอกฤดูกาล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับการงอกและความมีชีวิตของละอองเกสร

การวัดผล

1. บันทึกเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตการงอกของละอองเกสรส้มโอ ตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรด้วยวิธีการย้อมสี (staining method) โดยหยดสี acetocarmine ความเข้มข้น 1% ลงบนแผ่นสไลด์ 1-2 หยด เชียละอองเกสรลงบนสีย้อมที่หยดไว้ จากนั้นใช้ไม้จิ้มฟันเปียกให้ละอองเกสรกระจายทั่วทั้งสีย้อม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover slip) พยายามอย่าให้เกิดฟองอากาศ ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ตรวจนับการติดสีของละอองเกสรภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 400 เท่า ละอองเกสรที่ถือว่ามีชีวิตจะติดสีแดงเข้มของสีย้อม มีขนาดกลมโต ไม่บิดเบี้ยว ตรวจสอบจำนวน 7 สไลด์ต่อชนิดช่อดอก โดยสุ่มนับจำนวน 3 บริเวณต่อ 1 สไลด์ แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่งอก}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับ}} \times 100$$

2. การทดสอบความงอกของละอองเกสร ตรวจสอบความงอกของละอองเกสร ด้วยวิธี hanging drop โดยใช้อาหารสังเคราะห์สำหรับเลี้ยงละอองเกสรสูตร Brewbaker and Kwack (1963) ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 10% โดยหยดอาหารสังเคราะห์ลงบนกระจกปิดสไลด์ (cover slip) 1 หยด ใช้ไม้จิ้มฟันเขี่ยละอองเกสรใส่ลงในอาหารที่หยดไว้ แล้วหยดน้ำบริเวณขอบกระจกปิดสไลด์ เป็นจุดเล็ก ๆ ทั้ง 4 มุมของกระจกปิดสไลด์ นำสไลด์คลุมวางคว่ำบนกระจกปิดสไลด์โดยให้อาหาร อยู่ตรงกลางหลุมแล้วพลิกสไลด์ขึ้น จากนั้นนำสไลด์ไปวางในภาชนะปิดที่ภายในมีกระดาษทิชชู ชุ่มน้ำอยู่ ใช้ไม้จิ้มฟันรองก่อนแล้วค่อยเอาสไลด์วางลงไป วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิภายในสวนส้มโอ ประมาณ 3-4 ชั่วโมง จึงสุ่มนับจำนวนละอองเกสรที่งอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 400 เท่า [เนื่องจากได้ทำการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ละอองเกสรส้มโอมีการงอกสูงสุดเมื่อบ่มทิ้งไว้ที่ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยที่หลอดละอองเกสรยังไม่ยาวมากจนพันกัน ทำให้สามารถนับ ได้สะดวก (ตารางผนวกที่ 1)] โดยละอองเกสรที่ถือว่างอกนั้นจะต้องมีหลอดละอองเกสรงอก ออกมายาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองเกสร แต่ละชนิดช่อดอกจะตรวจสอบจำนวน 7 สไลด์ สุ่มนับสไลด์ละ 3 บริเวณ แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่มีชีวิต}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับ}} \times 100$$

จากการทดสอบผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อการงอกและความมีชีวิตของ ละอองเกสรถ้าพบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระยะดอกบานจะเป็น ประโยชน์สำหรับการแนะนำเกษตรกรเพื่อกำหนดช่วงของการออกดอกได้อย่างเหมาะสมทั้งการ ผลิตในฤดูกาลและนอกฤดูกาล แต่ถ้าไม่พบความสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าวแสดงว่าการงอกและ ความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอไม่ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ เปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรจะสามารถผลิตส้มโอทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาลได้ โดยไม่ต้อง คำนึงถึงความเหมาะสมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และการติดผลที่แตกต่างกันนั้นไม่ได้มี ผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

นำข้อมูลความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการของ Duncan's new Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้น สัมพัทธ์กับความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation analysis)

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาชนิดของดอกส้มโอต่อการติดผลในส้มโอพันธุ์ทองดี

เนื่องจากดอกส้มโอนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 5 ชนิด ได้แก่ 1. ดอกที่มีหลายดอกและมีใบหลายใบ 2. มีจำนวนดอกหลายดอกแต่ไม่มีใบ 3. ดอกที่มีใบ 2-3 ใบ 4. มีดอก 1 ดอกแต่มีใบหลายใบ 5. มีดอก 1 ดอกแต่ไม่มีใบ ช่อดอกที่พบส่วนใหญ่เป็นช่อดอกไม่มีใบ ซึ่งลักษณะของดอกทั้ง 5 ชนิดที่แตกต่างกันนี้ อาจมีผลต่อการติดผลที่แตกต่างกัน



ก.



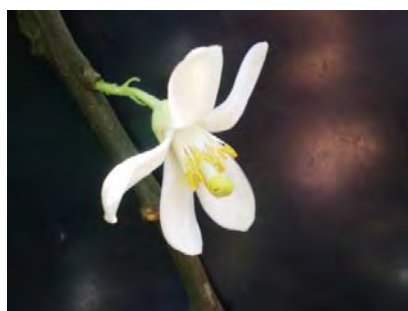
ข.



ค.



ง.



จ.

ภาพที่ 2 ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ (ก) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (ข) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (ค) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ (ง) และช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ (จ)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของช่อดอกลักษณะต่าง ๆ ต่อการติดผล

วิธีการทดลอง

1. เลือกช่อดอกส้มโอทั้ง 5 ชนิดชนิดละ 100 ช่อดอก ที่มีอายุใกล้เคียงกัน เพื่อใช้ในการติดตามการติดผลจากช่อดอกที่เลือกไว้และสุ่มเลือกช่อดอกส้มโอทั้ง 5 ชนิด ชนิดละ 20 ช่อดอกในระยะดอกบานเต็มที่โดยจำนวนช่อดอกทั้ง 5 ชนิดจะกระจายอยู่บนต้นส้มโอจำนวน 10 ต้น (10 ช่อดอก/ชนิดช่อดอก/ต้น) เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกลุ่มสารกระตุ้นการเจริญเติบโตได้แก่ ออกซินและจิบเบอเรลลินและกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืชได้แก่กรดแอบไซซิกด้วยวิธีของ Kelen *et. al* (2004) ตามขั้นตอนการวิเคราะห์ที่แสดงไว้ในภาคผนวก ทั้งนี้เมื่อเก็บช่อดอกจากแปลงเกษตรกรแล้วจะนำส่วนของช่อดอกบรรจุในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างแล้วแช่ในภาชนะที่บรรจุน้ำแข็งเพื่อนำไปยังห้องปฏิบัติการ เมื่อถึงห้องปฏิบัติการจะนำส่วนของช่อดอกทั้งช่อดอกเก็บรักษาไว้ที่ตู้เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสเพื่อรอการวิเคราะห์ตามขั้นตอนที่แสดงไว้ในภาคผนวก

2. นำช่อดอกแต่ละชนิดในระยะดอกบานเต็มที่มาวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมด้วยวิธี Nelson's procedure

3. บันทึกจำนวนการร่วงของดอกและปริมาณการติดผลโดยนับจำนวนผลที่ร่วงและการพัฒนาของผลจากช่อดอกที่คัดเลือกไว้ (ใช้ช่อดอกที่เลือกไว้พร้อมกับช่อดอกที่ใช้ในข้อ 1 และ 2) ทุก 2 สัปดาห์ในระยะ 3 เดือนแรก จากนั้นจะวัดปริมาณการติดผลเดือนละ 1 ครั้ง จนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยเลือกและติดสัญลักษณ์ช่อดอกส้มโอพันธุ์ทองดีที่สมบูรณ์ 5 ชนิดช่อดอก ได้แก่ 1) ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ 2) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ 3) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ 4) ช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ และ 5) ช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ จากสวนส้มโอในเขต อ.สามพราน จำนวน 2 สวน ที่ออกดอกในฤดูกาลปกติช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 ชนิดช่อดอกละ 40 ช่อ แบ่งเป็นสวนละ 20 ช่อ หลังจากนั้น 3 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่ผลส้มโอจะไม่หลุดร่วงอีก จึงติดตามข้อมูลการติดผลนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของจำนวนช่อที่ติดผล

4. ทดสอบความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรของดอกส้มโอแต่ละชนิดตามวิธีการเช่นเดียวกับกิจกรรมที่ 1 โดยเก็บดอกส้มโอระยะดอกบานจาก 1) ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ (ภาพที่ 2 ก) 2) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (ภาพที่ 2 ข) 3) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (ภาพที่ 2 ค) 4) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ (ภาพที่ 2 ง) และ 5) ช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ (ภาพที่ 2 จ) จากต้นส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีความสมบูรณ์แข็งแรงในเขตลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี จากนั้นนำมาตรวจสอบความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรพร้อมกับบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ [Completely Randomized Design]

(CRD)] จำนวน 7 ซ้ำ (สไลด์) ต่อทรีทเมนต์ แต่ละทรีทเมนต์สุ่มนับความมีชีวิตและการงอกจำนวน 3 ไมโครสโคปิกฟิลด์ นำข้อมูลความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กิจกรรมที่ 3 อิทธิพลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมและธาตุอาหารพืชต่อการร่วงของผลส้มโอ

ในระหว่างการพัฒนาของผลส้มโอจะมีความต้องการปริมาณธาตุอาหารพืชและอาหารสะสมที่ต่างกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต โดยในระหว่างการพัฒนาของผลส้มโอนั้นจะมีผลส้มโอบางส่วนเกิดการหลุดร่วงไป ซึ่งสาเหตุหนึ่งของการร่วงอาจเกิดจากการมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงผลหรืออาจจะเกิดจากการมีปริมาณธาตุอาหารพืชบางธาตุไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุจากการไว้ผลมากเกินไปในปีที่ผ่านมา เป็นผลให้ผลส้มโอมีการพัฒนาที่ผิดปกติหรือมีรูปร่างผลที่ไม่ได้รูปทรง (แสดงดังรูป) และเกิดการหลุดร่วงได้



ภาพที่ 3 ผลส้มโอที่มีรูปร่างผลไม่สมบูรณ์และมีแนวโน้มที่จะหลุดร่วง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมและธาตุอาหารพืชต่อการร่วงและการพัฒนาของผลส้มโอ

การศึกษา แบ่งการศึกษออกเป็น 2 กิจกรรมย่อยดังนี้

3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมและปริมาณธาตุอาหารพืชกับการร่วงของผลส้มโอ

วัตถุประสงค์ เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมและปริมาณธาตุอาหารพืชต่อการติดผลและการพัฒนาผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

วิธีการทดลอง

1. คัดเลือกต้นส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีความอุดมสมบูรณ์จำนวน 5 ต้น ที่มีอายุใกล้เคียงกัน จากนั้นสุ่มเลือกช่อดอกส้มโอที่ออกใกล้เคียงกันและเป็นดอกชนิดเดียวกันได้แก่ ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ จากกิ่งที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 40 ช่อต่อต้นรวม 200 ช่อดอก เพื่อติดตามการพัฒนาของผลส้มโอ

2. เก็บตัวอย่างใบส้มโอในตำแหน่งที่ติดกับช่อดอกเป็นระยะโดยเริ่มเก็บตัวอย่างในช่วงก่อนการติดผลจนกระทั่งผลช่วงการร่วงของผลส้มโอตามธรรมชาติ (ประมาณ 3 เดือน หลังติดผล) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธี Nelson's procedure และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ด้วยวิธีของกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน (2544) และ ทศนีย์ อัดตะนันท์และจรงค์ จันทรเจริญสุข (2542)

3. จากช่อดอกที่เลือกไว้ จะสังเกตการพัฒนาของผลเพื่อแบ่งผลออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผลที่จะติดอยู่บนต้นกับผลส้มโอที่มีรูปทรงผลไม่สมบูรณ์หรือมีการเจริญเติบโตช้าแสดงให้เห็นถึงสัญญาณการร่วงของผล เพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างผลทั้ง 2 กลุ่มเป็นระยะตั้งแต่ระยะเริ่มติดผลจนกระทั่งพ้นระยะการร่วงของผลตามธรรมชาติ จากนั้นนำตัวอย่างผลมาแยกเป็น 2 ส่วนคือส่วนเปลือกและส่วนเนื้อผล นำมาอบแห้งแล้วชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างและปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K เพื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากผลปกติกับผลร่วง

4. วัดการเจริญเติบโตของผลส้มโอเปรียบเทียบระหว่างผลส้มโอที่คาดว่าจะร่วงกับผลปกติโดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลทุก 2 สัปดาห์ในระยะ 3 เดือนแรกจากนั้นวัดเดือนละ 1 ครั้งกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยวัดจากผลเดิมทุกครั้ง

5. ศึกษาลักษณะภายนอกและภายในของผลที่ร่วงเปรียบเทียบกับผลปกติได้แก่ รูปร่างของผลและลักษณะการพัฒนามะลึภายในของผล

6. บันทึกจำนวนการร่วงของผลทุก 2 อาทิตย์ ตลอดช่วง 3 เดือนแรกของการพัฒนาผลซึ่งเป็นช่วงที่มีการหลุดร่วงของผลสูง จากนั้นจะบันทึกการร่วงของผลทุก 1 เดือน

3.2 ผลของการผลิตผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบและการร่วงของผล

การติดผลและการหลุดร่วงของผลในไม้ผลทั่วไปจะได้รับอิทธิพลจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมภายในต้นพืช รวมทั้งในพืชตระกูลส้ม ดังนั้นเพื่อเป็นการยืนยันถึงอิทธิพลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมต่อการติดผลและการหลุดร่วงของผลส้มโอ การผลิตผลบางส่วนออกไปเพื่อเป็นการตัดแปลง source-sink ในต้นส้มโอจะเป็นการทดลองที่สามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบและการร่วงของผลส้มโอได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการผลิตผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบและการร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

วิธีการทดลอง

1. คัดเลือกต้นส้มโอที่มีขนาดและอายุใกล้เคียงกันจำนวน 10 ต้น
2. ต้นส้มโอแต่ละต้นจะคัดเลือกกิ่งที่มีขนาดใกล้เคียงกันและมีจำนวนดอกชนิดมีหลายดอกและหลายใบใกล้เคียงกันจำนวน 4 กิ่งต่อต้นรอบทรงพุ่ม โดยแบ่งเป็นกิ่งที่มีการผลิตผลออก 50 % จำนวน 2 กิ่ง และกิ่งที่ไม่ได้รับการผลิตผลจำนวน 2 กิ่ง ดำเนินการผลิตผลออกจำนวน 50 % เมื่อผลมีอายุ 1 สัปดาห์หลังการติดผล

บันทึกผลการทดลอง

1. สุ่มเลือกผลส้มโอจากกิ่งที่ได้รับการผลิตผลและกิ่งที่ไม่ได้รับการผลิตผลเพื่อใช้วัดการเจริญของผล (เส้นผ่าศูนย์กลางและเส้นรอบวง) และเปอร์เซ็นต์การติดผลทุก 2 สัปดาห์ในระยะ 3 เดือนแรก หลังจากนั้นจะบันทึกผลเดือนละ 1 ครั้งจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
2. วัดปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้
3. สุ่มผลส้มโอที่มีอายุพร้อมเก็บเกี่ยวจำนวน 4 ผลต่อ treatment มาวิเคราะห์คุณภาพของผลส้มโอ ได้แก่ น้ำหนักผลและขนาดผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในเปลือกและเนื้อผล
4. สุ่มเก็บใบส้มโอที่เจริญเติบโตเต็มที่จากกิ่งที่ได้รับการผลิตผลและไม่ได้รับการผลิตผลมาวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบที่ติดกับช่อดอกเป็นระยะทุก 2 เดือนจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลด้วยวิธี Nelson's procedure

3.3 ผลของโพแทสเซียมในตรพต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

จากการศึกษาในพืชตระกูลส้มพบว่า ผลส้มที่ร่วงจะมีการสะสมธาตุอาหารในช่อดอกที่น้อยกว่าช่อดอกที่มีผลปกติ ดังนั้นการมีธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผล โดยเฉพาะในระยะที่มีการติดผลเป็นจำนวนมาก จนเกิดการแก่งแย่งธาตุอาหารระหว่างผล จึงเป็น

สาเหตุหนึ่งของการร่วงของผลส้ม โดยเฉพาะชาดุนโตรเจนและโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อการให้ผลผลิตของไม้ผลรวมทั้งพืชตระกูลส้ม เป็นอันดับหนึ่งและสองตามลำดับ ดังนั้นการเพิ่มธาตุอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผลจึงอาจช่วยลดการหลุดร่วงของผลได้ สารโพแทสเซียมในเตรทเป็นสารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้ในการลดการหลุดร่วงของผล เพิ่มการติดผลและขนาดผลในพืชตระกูลส้มหลายชนิด อย่างไรก็ตามยังไม่พบข้อมูลการใช้สารดังกล่าวในการผลิตส้มโอ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของสาร โพแทสเซียมในเตรทต่อการติดผลและคุณภาพผลส้มโอพันธุ์ทองดี

วิธีการทดลอง

1. คัดเลือกต้นส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีอายุและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกันในส่วนเดียวกันจำนวน 10 ต้น

2. คัดเลือกกิ่งส้มโอขนาดใกล้เคียงกันซึ่งมีจำนวนช่อดอกส้มโอชนิดหลายดอกหลายใบที่มีอายุและปริมาณช่อดอกใกล้เคียงกันจำนวน 4 กิ่ง ต่อต้น จากต้นส้มโอที่คัดเลือกไว้เพื่อใช้ในการติดตามการติดผล การพัฒนาผลและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารและปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วและเป็นชุดใบที่อยู่ชิดกับช่อดอก

3. พ่นสารโพแทสเซียมในเตรทความเข้มข้น 0, 2, 4 และ 6 % แก่ใบและช่อดอกส้มโอในกิ่งที่ทำการคัดเลือกไว้จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่ ระยะเวลาหลังดอกบาน ผลมีอายุ 1 เดือน และผลมีอายุ 2 เดือน หลังการติดผล ความเข้มข้นละ 1 กิ่ง/ต้น (รวม 10 กิ่ง/ความเข้มข้น) โดยพ่นสารในช่วงเช้าเวลา 7.00-9.00 น. วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design

บันทึกผล

1. สุ่มเลือกผลส้มโอจากแต่ละ treatment เพื่อใช้วัดการเจริญของผล (เส้นผ่าศูนย์กลางและเส้นรอบวง) และเปอร์เซ็นต์การติดผลทุก 2 สัปดาห์ในระยะ 3 เดือนแรก หลังจากนั้นจะบันทึกผลเดือนละ 1 ครั้งจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

2. วัดปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้

3. สุ่มผลส้มโอที่มีอายุพร้อมเก็บเกี่ยวจำนวน 4 ผลต่อ treatment มาวิเคราะห์คุณภาพของผลส้มโอ ได้แก่ น้ำหนักผล ขนาดผล น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเนื้อ และความหนาของเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ใดเตรทได้

4. สุ่มเก็บใบส้มโอจากกิ่งที่ได้รับสารมาวิเคราะห์ธาตุ N, P และ K และปริมาณของคาร์โบไฮเดรตสะสมเดือนละ 1 ครั้ง หลังจากพ่นสารละลายจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลเพื่อวิเคราะห์

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธี Nelson's procedure และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ด้วยวิธีของกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน (2544) และ พัทธินัย อัคระนันท์และจรงค์ จันทร์เจริญสุข (2542)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

กิจกรรมที่ 4 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชต่อการติดผลและคุณภาพของผลส้มโอ

การมีปริมาณฮอร์โมนภายในพืชไม่เหมาะสมหรือมีความไม่สมดุลกันระหว่างฮอร์โมนพืชในกลุ่มของสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืชก็อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งของการหลุดร่วงของผล โดยเฉพาะฮอร์โมนในกลุ่มส่งเสริมการเจริญเติบโต เช่น ออกซินและจิบเบอเรลลิน จะมีบทบาทต่อการเจริญและพัฒนาของผล หากปริมาณและสัดส่วนความสมดุลของสารกลุ่มดังกล่าวกับสารในกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตไม่เหมาะสมก็อาจจะมีผลต่อการร่วงของผล การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชจากภายนอกจึงอาจจะช่วยลดการร่วงของผลส้มโอได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชต่อการติดผลและคุณภาพผลส้มโอ
การศึกษาแบ่งเป็น 2 กิจกรรมย่อยดังนี้

กิจกรรมย่อย 4.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฮอร์โมนพืชระหว่างการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชระหว่างการพัฒนาของผลส้มโอ

วิธีการทดลอง

1. คัดเลือกช่อดอกส้มโอที่มีอายุใกล้เคียงกันเพื่อติดตามการติดผลเพื่อให้ได้ผลที่มีอายุใกล้เคียงกันจากนั้นเลือกผลที่มีอายุใกล้เคียงกันจำนวน 10 ผลต่อต้น จำนวน 5 ต้น รวม 50 ผล
2. เก็บตัวอย่างผลส้มโอตั้งแต่ช่วงอายุ 2 สัปดาห์หลังการติดผลเป็นระยะทุก 2 สัปดาห์ใน ระยะ 3 เดือนแรก จากนั้นจะเก็บตัวอย่างผลเดือนละ 1 ครั้ง ถึงอายุที่พร้อมเก็บเกี่ยว เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซินและกรดแอบไซซิก (ABA) ด้วยวิธีการของ Kelen *et. al* (2004)

3. ในระหว่างการพัฒนาของผล จะเก็บผลส้มโอที่ร่วงในระหว่างการพัฒนาของผลกับผลปกติที่มีอายุใกล้เคียงกันเพื่อมาวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซินและ ABA พร้อมทั้งอัตราส่วนระหว่างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืช

จากผลการทดลองในกิจกรรมย่อยที่ 1 จะทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนพืชในกลุ่มกระตุ้นการเจริญเติบโตพืช คือ ออกซินและกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตพืช คือ กลุ่ม ABA

กับการ หลุดร่วงของผลส้มโอ การทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนพืชทั้ง 2 กลุ่มและบทบาทต่อการร่วงของผลจะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การแก้ไขปัญหาการร่วงของผล โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชจากภายนอก

กิจกรรมย่อย 4.2 ผลของสาร 2,4-D และ NAA ต่อการยับยั้งการหลุดร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

จากกิจกรรมย่อยที่ 4.1 จะทำให้ทราบถึงผลของฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซินและABA ที่มีต่อการร่วงของผล ซึ่งการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชจากภายนอกแก่ต้นส้มโอเพื่อปรับสมดุลของฮอร์โมนพืชภายในต้นให้เหมาะสมกับการติดผลและพัฒนาผลเป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการหลุดร่วงของผลในไม้ผลหลายชนิดรวมทั้งในพืชตระกูลส้มชนิดอื่น ๆ ซึ่งนิยมใช้สารในกลุ่มออกซิน โดยพบการศึกษาในพืชตระกูลส้มหลายชนิดที่มีการใช้สาร 2,4-D ในการลดการหลุดร่วงของผล

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของ สาร 2,4-D และ NAA จากภายนอกต่อการติดผลและคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

ดำเนินการศึกษาโดยพ่นสาร 2,4-D และ NAA ความเข้มข้น 20 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้กับกิ่งส้มโอที่อยู่ภายในต้นเดียวกัน ความเข้มข้นละ 1 กิ่ง เปรียบเทียบกับกิ่งที่ไม่พ่นสาร โดยทำการทดลองจำนวน 5 ต้น โดยพ่นสารจำนวน 2 ครั้ง คือระยะดอกบานและเมื่อผลมีอายุ 2 เดือนหลังดอกบาน จากนั้นบันทึกผลดังนี้

1. สุ่มเลือกผลส้มโอจากแต่ละ treatment เพื่อใช้วัดการเจริญเติบโตของผลจำนวน 10 ผล และเปอร์เซ็นต์การติดผลทุก 2 สัปดาห์ในระยะ 3 เดือนแรก จากนั้นจะวัดเดือนละ 1 ครั้ง จนกระทั่งเก็บเกี่ยว

2. วัดปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ต่อ treatment โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ (ดำเนินการเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต)

3. สุ่มผลส้มโอที่มีอายุพร้อมเก็บเกี่ยวจำนวน 4 ผลต่อ treatment มาวิเคราะห์คุณภาพของผลส้มโอ ได้แก่ น้ำหนักผล ขนาดผล น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเนื้อ และความหนาของเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (ดำเนินการเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต)

4. สุ่มเก็บใบเจริญเต็มที่แล้วจากต้นส้มโอที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชมาเพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธี Nelson's procedure และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ด้วยวิธีของกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน (2544) และ ทศนีย์ อัดตะนันท์และจรงค์ จันทรเจริญสุข

(2542) ทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง โดยเก็บครั้งแรกก่อนการฟันสารและหลังจากฟันสารควบคุมการเจริญเติบโตให้กับต้นส้มโอแล้วเดือนละ 1 ครั้ง

พื้นที่ทำการวิจัย

สวนส้มโอพันธุ์ทองดีในเขตอำเภอ นครชัยศรี และอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
จำนวน 3 สวนได้แก่

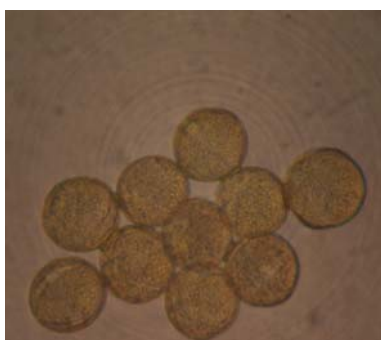
- | | | |
|-------------------------|-----------|--------------|
| 1. สวนคุณสมชาย ภูปีแก้ว | ด. บางเตย | อ. สามพราน |
| 2. สวนคุณสมพงษ์ โถคำ | ด. บางเตย | อ. สามพราน |
| 3. สวนคุณบุญส่ง ไทยทวี | ด. บางเตย | อ. สามพราน |
| 4. สวนคุณทิม ไทยทวี | ด. บางพระ | อ. นครชัยศรี |

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

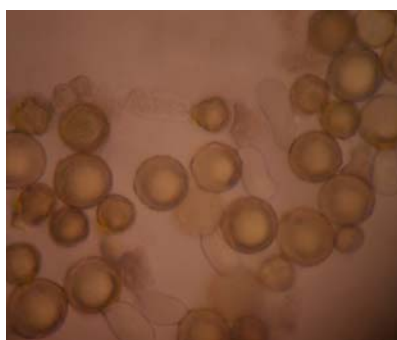
กิจกรรมที่ 1 การศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรส้มโอ

1.1 การทดสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการตรวจนับละอองเกสร

นำละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี มาทดสอบความงอกด้วยวิธี hanging drop โดยใช้อาหารสังเคราะห์สูตร Brewker and Kwack (1969) ความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส 10 % พบว่า ละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีเริ่มงอกเมื่อบ่มทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ที่ 3 ชั่วโมงมีจำนวนละอองเกสรที่งอกจำนวนน้อยที่ 4 ชั่วโมง มีจำนวนละอองเกสรงอกสูงสุด โดยที่หลอดละอองเกสรยังไม่ยาวมากจนเป็นอุปสรรคต่อการนับ และที่ 5 ชั่วโมง มีจำนวนละอองเกสรงอกสูงสุด แต่หลอดละอองเกสรยาวมากจนเป็นอุปสรรคต่อการนับ ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการเลี้ยงละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อตรวจนับการงอก คือ 4 ชั่วโมง



ระยะ 0-1 ชั่วโมง



ระยะ 2-3 ชั่วโมง



ระยะ 4 ชั่วโมง

ภาพที่ 4 การงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 1 การงอกของหลอดละอองเกสรสัณโพนธ์ทองดี ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	การงอกของละอองเกสร
0	ไม่พบ
1	ไม่พบ
2	หลอดละอองเกสรเริ่มงอก
3	จำนวนละอองเกสรที่งอกยังมีจำนวนน้อย
4	จำนวนละอองเกสรงอกสูงสุด โดยหลอดละอองเกสรไม่ยาวมากจนเป็นอุปสรรคต่อการนับ
5	จำนวนละอองเกสรงอกสูงสุด แต่หลอดละอองเกสรยาวมากจนเป็นอุปสรรคต่อการนับ

1.2 ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับความมีชีวิตและการงอกของหลอดละอองเกสรสัณโพนธ์ทองดี

จากการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอทั้งในช่วงการผลิตนอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิต (ตารางที่ 2) แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับความมีชีวิตและการงอกของหลอดละอองเกสรสัณโพนธ์ทองดีในช่วงการผลิตนอกฤดูกาล (ออกดอกเดือนตุลาคม 2554) พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแปลงไม่มีความสัมพันธ์กับความมีชีวิตและการงอกของหลอดละอองเกสร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอทั้ง 3 สวน

สวนส้มโอ	ช่วงการผลิต	วัน เดือน ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)
1	นอกฤดูกาล	30/9/2011	32	71
		2/10/2011	32	68
		4/10/2011	29	82
		6/10/2011	29	85
2	ในฤดูกาล	1/2/2013	35	84
		4/2/2013	34	86
		6/2/2013	32	80

ตารางที่ 2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอทั้ง 3 สวน (ต่อ)

สวนส้มโอ	ช่วงการผลิต	วัน เดือน ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)
2	ในฤดูกล	8/2/2013	34	84
		11/2/2013	32	87
3	ในฤดูกล	11/2/2013	35	84
		12/2/2013	34	86
		13/2/2013	32	80
		14/2/2013	34	84
		15/2/2013	32	87

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients: r) ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีในช่วงการผลิตนอกฤดูกล (ตุลาคม พ.ศ 2554)

	ความมีชีวิตของละอองเกสร	ความงอกของละอองเกสร
อุณหภูมิ	0.11 ns	0.08 ns
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.06 ns	-0.18 ns

หมายเหตุ: ns คือ ค่า r ไม่แตกต่างจาก 0 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

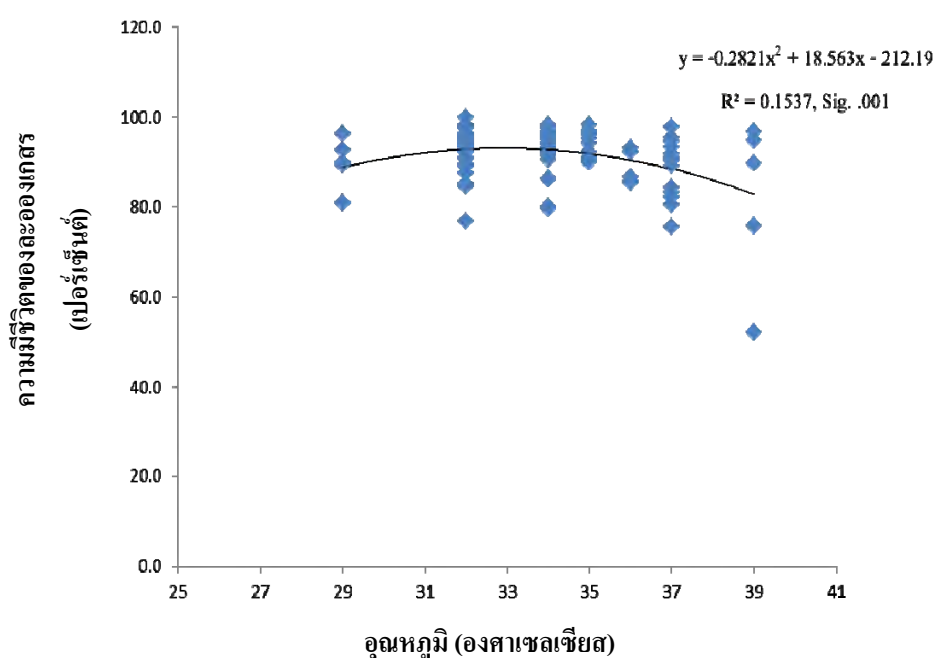
สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรส้มโอทองดีในช่วงการผลิตในฤดูกล (ออกดอกเดือนกุมภาพันธ์ 2556) พบว่า ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแปลงไม่มีความสัมพันธ์กับความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients: r) ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตและการออกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีในช่วงการผลิตในฤดูกาล (ออกดอกเดือนกุมภาพันธ์ 2556)

	ความมีชีวิตของละอองเกสร	ความงอกของละอองเกสร
อุณหภูมิ	-0.03 ns	0.23 ns
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.07 ns	-0.14 ns

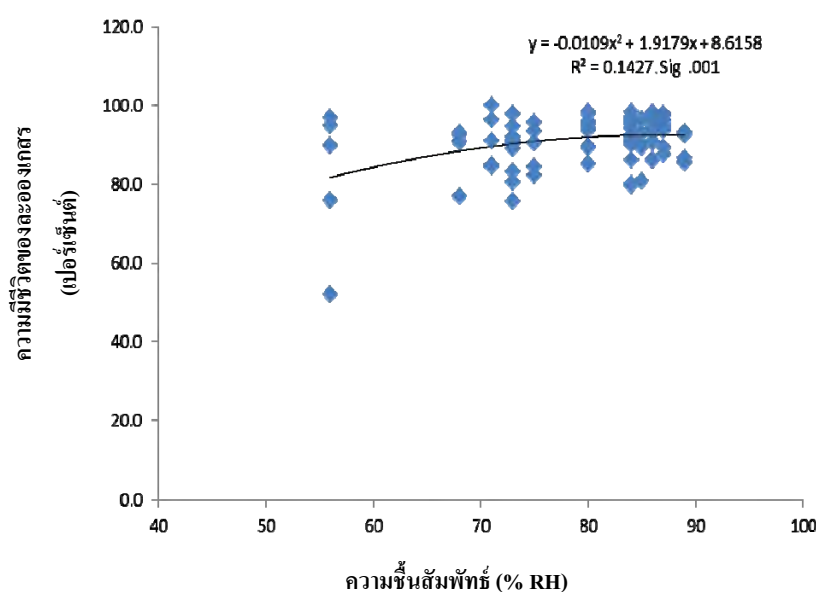
หมายเหตุ: ns คือ ค่า r ไม่แตกต่างจาก 0 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนสัมพันธ์กับความมีชีวิตของละอองเกสรและความงอกของละอองเกสร โดยรวมข้อมูลทั้งนอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิตเข้าด้วยกันพบว่า อุณหภูมิในส่วนสัมพันธ์กับความมีชีวิตของละอองเกสรมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบสมการ quadratic (ภาพที่ 5) โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นความมีชีวิตของละอองเกสรจะเพิ่มขึ้นในระยะแรกแต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอีกจะเป็นผลให้ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลง ขณะที่อุณหภูมิในส่วนสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์กับเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร

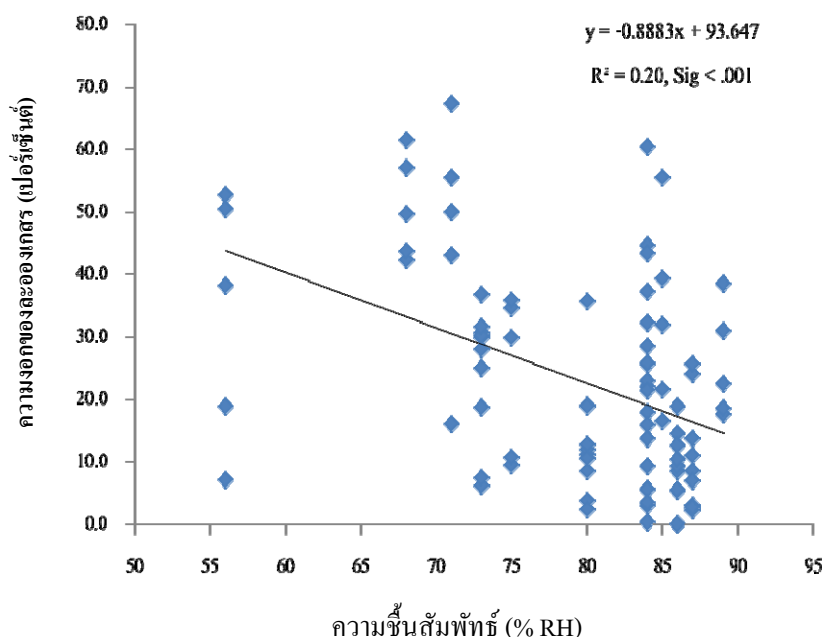


ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในส่วนสัมพันธ์กับความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี (รวมข้อมูลจากการศึกษานอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิต)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในสวนส้มโอกับความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรส้มโอพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อความมีชีวิตของละอองเกสรในลักษณะความสัมพันธ์แบบ quadratic (ภาพที่ 6) โดยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นเป็นผลให้ความมีชีวิตของละอองเกสรเพิ่มขึ้น ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในสวนส้มโอมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความงอกของละอองเกสร(ภาพที่ 7) โดยเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นจะเป็นผลให้ความงอกของละอองเกสรส้มโอลดลง



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี (รวมข้อมูลจากการศึกษานอกฤดูการผลิตและในฤดูการผลิต)



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี (รวมข้อมูลจากการศึกษานอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิต)

แม้ว่าจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับความมีชีวิตของละอองเกสรและความงอกของละอองเกสรทั้งนอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิตจะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกัน แต่เมื่อรวมข้อมูลทั้งนอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิตเข้าด้วยกันกลับพบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอกับความมีชีวิตของละอองเกสรและความงอกของละอองเกสรแสดงดังภาพที่ 5-7 นั้น อาจเป็นได้ว่า ข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉพาะนอกฤดูกาลหรือในฤดูกาลนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากระยะเวลาการบานของดอกส้มโอมีระยะเวลาดสั้น ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวจะมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2) อาจเป็นผลให้วิเคราะห์ไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัด แต่เมื่อรวมข้อมูลจากนอกฤดูกาลและในฤดูกาลผลิตเข้าด้วยกันจึงเป็นผลให้ช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มมากขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงพบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตของละอองเกสรและความงอกของละอองเกสรที่เด่นชัดมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในลิ้นจี่และมะม่วงที่พบว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความมีชีวิตของละอองเกสร เช่น ในลิ้นจี่ พบว่า ละอองเกสรจะมีเปอร์เซ็นต์การออกสูงสุดที่ 25 องศาเซลเซียส (Lin, 1995) ในมะม่วง พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อความมีชีวิตของละอองเกสรอยู่ระหว่าง 15-33 องศาเซลเซียส (Issarakraisila and Considine, 1994) เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความมีชีวิตของละอองเกสรและความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination, r^2) มีค่าไม่สูงนักคืออยู่ระหว่าง 0.15-0.20 อาจเนื่องมาจากระยะเวลาการบานของดอกส้มโอพันธุ์ทองดีนั้นค่อนข้างสั้นประมาณ 7 วัน ทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่บันทึกในแปลงนั้นมีค่าใกล้เคียงกันและในการศึกษาครั้งนี้ใช้อุณหภูมิในสวนส้มโอที่บันทึกได้ในขณะนั้น เมื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จึงพบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีที่ไม่สูงมาก แต่ถ้ามีการศึกษาด้วยการกำหนดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้มีความแตกต่างกันมากในห้องปฏิบัติการเพื่อดูผลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอก็น่าจะได้ความสัมพันธ์ที่มีค่าความสัมพันธ์ที่สูงมากขึ้นและชัดเจนมากขึ้น ขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในสวนส้มโอกับความงอกของละอองเกสร อาจจะเนื่องมาจากช่วงของอุณหภูมิที่บันทึกได้อยู่ในช่วง 30-37 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจจะในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของละอองเกสรส้มโออยู่แล้ว

ดังนั้นจากการศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรพบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแปลงมีอิทธิพลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นกว่า 35 องศาเซลเซียส จะเป็นผลให้ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลง ช่วงอุณหภูมิในสวนส้มโอระหว่าง 30-37 องศาเซลเซียส ไม่มีผลกระทบต่อการงอกของละอองเกสร ความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอที่เพิ่มมากขึ้นจะมีผลให้ความมีชีวิตของละอองเกสรเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ความงอกของละอองเกสรจะลดลง

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาชนิดของดอกส้มโอต่อการติดผลในส้มโอพันธุ์ทองดี

2.1 ผลของชนิดช่อดอกต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี

2.1.1 การผลิตนอกฤดูกาล

ความมีชีวิตของละอองเกสร

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีจากดอกที่เก็บมาจากช่อดอก 5 ชนิด ประกอบด้วย 1) ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ 2) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ 3) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ 4) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ และ 5) ช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ ด้วยการย้อมสี พบว่า ละอองเกสรของส้มโอพันธุ์ทองดีทั้ง 5 ชนิดช่อดอกมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) โดยแต่ละชนิดช่อดอก

ดอกมีค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของละอองเกสร ดังนี้ ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ (88.35%) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (88.92%) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (90.42%) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ (91.55%) และ ช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ (87.04%) (ตารางที่ 5)

การงอกของละอองเกสร

จากการทดสอบความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดี ทั้ง 5 ชนิดช่อดอกด้วยวิธี hanging drop ในอาหารสังเคราะห์สูตร Brewbaker and Kwack (1963) ความเข้มข้นของน้ำตาล 10% พบว่าละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีทั้ง 5 ชนิดช่อดอกมีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) โดยแต่ละชนิดช่อดอกมีค่าเฉลี่ยการงอกของละอองเกสร ดังนี้ ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ (36.76%) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (49.10%) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (37.81%) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ (45.62%) และช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ (43.68%) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีใน 5 ชนิดช่อดอก ในช่วงการผลิตนอกฤดูกาล (ตุลาคม พ.ศ 2554)

ชนิดช่อดอก	ความมีชีวิตของละอองเกสร (%)	ความงอกของละอองเกสร (%)
ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ	88.35	36.76
ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ	88.92	49.10
ช่อดอกที่มีใบ 2 หรือ 3 ใบ	90.42	37.81
ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ	91.55	45.62
ช่อดอกที่มี 1 ดอก ไม่มีใบ	87.04	43.68
*P - value	ns	ns

* ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.1.2 ช่วงการผลิตในฤดูกาล

การตรวจสอบความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีในช่วงการผลิตในฤดูกาลจากดอกที่เก็บมาจากช่อดอก 5 ชนิด จากสวนส้มโอ 2 สวน ในเขตอำเภอสามปราชญ์ จังหวัดนครปฐม พบว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุด (89.13%) ส่วนช่อดอกชนิดอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนี้ ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ (94.75%) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (95.38%) ช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ (93.23%) และช่อดอกที่มี 1

ดอกไม่มีใบ (94.38%) นอกจากนี้ยังพบว่าดอกส้มโอพันธุ์ทองดีที่เก็บมาจาก 2 สวนมีค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของละอองเกสรต่างกัน โดยสวนที่ 1 มีค่ามากกว่าเท่ากับ 94.60% สวนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.14% (ตารางที่ 6) สำหรับการงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีใน 5 ชนิดช่อดอกนั้น มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน โดยแต่ละชนิดช่อดอกมีค่าเฉลี่ยการงอกของละอองเกสร ดังนี้ ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ (16.41%) ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ (15.32%) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (18.04%) ช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ (11.122%) และช่อดอกที่มี 1 ดอกไม่มีใบ (14.91%) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีใน 5 ชนิดช่อดอก จากสวนส้มโอ 2 สวน ในช่วงการผลิตในฤดูกาล (กุมภาพันธ์ พ.ศ 2556)

ชนิดช่อดอก	ความมีชีวิตของละอองเกสร (%)		ค่าเฉลี่ยชนิดช่อดอก** ($P < 0.01$)
	สวนที่ 1	สวนที่ 2	
ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ	89.38	88.88	89.13 b
ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ	95.78	93.72	94.75 a
ช่อดอกที่มีใบ 2 หรือ 3 ใบ	96.56	94.20	95.38 a
ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ	96.10	90.36	93.23 a
ช่อดอกที่มี 1 ดอก ไม่มีใบ	95.20	93.56	94.38 a
*ค่าเฉลี่ยสวน ($P = 0.03$)	94.60 x	92.14 y	

* ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความงอกของละอองเกสรสัณโพนธุ์ทองดีใน 5 ชนิดช่อดอก จากสวนส้มโอ 2 สวน ในช่วงการผลิตในฤดูกลาง (กุมภาพันธ์ พ.ศ 2556)

ชนิดช่อดอก	ความงอกของละอองเกสร (%)		ค่าเฉลี่ยชนิดช่อดอก ($P = 0.82$)*
	สวนที่ 1	สวนที่ 2	
ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ	15.44	17.38	16.41
ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ	21.64	9.00	15.32
ช่อดอกที่มีใบ 2 หรือ 3 ใบ	25.64	10.44	18.04
ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ	15.98	6.26	11.12
ช่อดอกที่มี 1 ดอก ไม่มีใบ	17.56	12.26	14.91
**ค่าเฉลี่ยสวน ($P = 0.03$)	19.25 a	11.07 b	

* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการศึกษาผลของชนิดช่อดอก ต่อความมีชีวิตและการงอกของละอองเกสรสัณโพนธุ์ทองดีที่มีการผลิตในและนอกฤดูกาล สรุปได้ว่า ชนิดช่อดอกไม่ส่งผลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรสัณโพนธุ์ทองดี และพบว่าดอกสัณโพนธุ์ทองดีที่เก็บมาจากสวนที่มีสภาพดินและสภาพสวนต่างกันมีความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรต่างกัน

จากการศึกษาผลของชนิดช่อดอก 5 ชนิด ได้แก่ ช่อดอกที่มีหลายดอกและหลายใบ (ภาพที่ 1ก) ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (ภาพที่ 1ข) ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ (ภาพที่ 1ค) ช่อดอกที่มี 1 ดอกและหลายใบ (ภาพที่ 1ง) และช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ (ภาพที่ 1จ) ต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรสัณโพนธุ์ทองดีในช่วงการผลิตนอกฤดูกาลและในฤดูกาล ในเขตอำเภอนครชัยศรีและอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ตามลำดับ ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน คือ ชนิดช่อดอกไม่มีผลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรสัณโพนธุ์ทองดีที่มีการผลิตทั้งในและนอกฤดูกาล ซึ่งจากรายงานผลการศึกษาลักษณะช่อดอก 5 ชนิด ได้แก่ ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ ช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ ช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ และช่อดอกที่มี 1 ดอกไม่มีใบ ต่อการติดผลของสัณโพนธุ์ทองดี พบว่า ชนิดช่อดอกต่างกันมีการติดผลแตกต่างกัน โดยชนิดช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด (รัศมุติ, 2553) ดังนั้นการที่ชนิดช่อดอกต่างกันมีการติดผลต่างกันั้น ไม่ได้มีสาเหตุมาจากละอองเกสรมีชีวิตและความงอกต่างกัน แต่อาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความสมบูรณ์ของต้นส้มโอ การปฏิบัติดูแลรักษา สภาพสวน

เป็นต้น สอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าดอกส้มโอพันธุ์ทองดีที่เก็บมาจาก 2 สวน ในเขตอำเภอสามพราน มีค่าเฉลี่ยทั้งความมีชีวิต (ตารางที่ 6) และความงอก (ตารางที่ 7) ของละอองเกสรต่างกัน ซึ่งจากการสังเกตสภาพต้นและสภาพแปลงพบว่า สวนที่มีค่าเฉลี่ยความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรสูงกว่านั้นมีอายุต้นน้อยกว่า ขนาดต้นเล็กกว่า แสงแดดสามารถส่องได้ถึงภายในทรงพุ่ม และสภาพต้นค่อนข้างสมบูรณ์ ในขณะที่สวนที่มีค่าเฉลี่ยความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรน้อยกว่านั้นขนาดต้นใหญ่ ทึบ แสงแดดส่องถึงภายในทรงพุ่มน้อย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีการผลิตทั้งในและนอกฤดูกาล

อย่างไรก็ตามในชนิดช่อดอกที่มีหลายดอกนั้นมีทั้งดอกกลางและดอกข้างหลายดอก ซึ่ง รัตวุฒิ (2553) พบว่า ดอกกลางของส้มโอพันธุ์ทองดีมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงกว่าดอกข้าง ในขณะที่การทดลองครั้งนี้เป็นการสุ่มดอกมา ซึ่งอาจมีทั้งดอกกลางและดอกข้างที่ถูกสุ่มศึกษา ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรระหว่างดอกกลางและดอกข้างในช่อดอกที่มีหลายดอกชนิดต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีชัดเจนมากยิ่งขึ้น

นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาข้อมูลความงอกของละอองเกสรดอกส้มโอทั้งการผลิตในช่วงนอกฤดูกาลผลิตและในฤดูกาลผลิตพบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในช่วงนอกฤดูกาลผลิต (กันยายน – ตุลาคม พ.ศ 2554) มีค่า 42.59 % ขณะที่ดอกที่ออกในช่วงในฤดูกาลผลิต (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ 2556) มีค่าเฉลี่ยความงอกของละอองเกสรในส่วนที่ 1 และ 2 คือ 19.25 และ 11.07 % ซึ่งเห็นได้ว่าช่วงฤดูกาลผลิตน่าจะมีส่วนต่อความงอกของละอองเกสร โดยอาจจะเป็นผลมาจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนขณะดอกบานที่มีความแตกต่างกันในช่วงการผลิตที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากผลการทดลองที่ 1 ซึ่งพบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในสวนกับความงอกของละอองเกสร อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างดอกส้มโอในช่วงนอกฤดูกาลผลิตเป็นการเก็บตัวอย่างในช่วงปี 2554 ขณะที่การเก็บตัวอย่างในฤดูกาลผลิตเป็นการเก็บตัวอย่างในปี 2556 ทั้งนี้สวนที่เก็บตัวอย่างในปี 2556 นั้นได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมเมื่อปลายปี 2554 นอกจากนั้นตัวอย่างช่อดอกยังมาจากพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกันนั่นคือ การเก็บตัวอย่างช่อดอกของช่วงนอกฤดูกาลผลิตนั้นมาจากพื้นที่อำเภอนครชัยศรี ขณะที่ตัวอย่างช่อดอกในช่วงฤดูกาลผลิตนั้นมาจากพื้นที่ปลูกอำเภอสามพราน ปัจจัยที่แตกต่างกันนี้อาจจะมีผลต่อความงอกของละอองเกสรได้เช่นเดียวกัน

2.2 ผลของชนิดช่อดอกต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

จากการติดตามการติดผลของส้มโอพันธุ์ ‘ทองดี’ ทั้ง 5 ชนิดช่อดอกจากสวนส้มโอจำนวน 3 สวน ในพื้นที่อำเภอสามปราน พบว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ และช่อดอกที่มี 1 ดอกหรือหลายดอกแต่มีใบ 2-3 ใบ มีแนวโน้มติดผลมากกว่าช่อดอกชนิดอื่น ๆ โดยแต่ละชนิดช่อดอกมีค่าเฉลี่ยการติดผล ดังนี้ ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ 37 % ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ 26 % ช่อดอกที่มี 1 ดอกหรือหลายดอกแต่มี 2-3 ใบ 27 % ช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ 21 % และช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ 18 % นอกจากนี้ยังพบว่าสวนที่ 3 และ สวนที่ 1 มีแนวโน้มการติดผลมากกว่าสวนที่ 2 โดยสวนที่ 3 และสวนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการติดผลเท่ากับ 33 % และ 29 % ตามลำดับ ขณะที่สวนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการติดผล 15 % (ตารางที่ 8)

อย่างไรก็ตามข้อมูลการติดผลนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบการติดผลในระยะที่ผลส้มโอมีอายุ 5 เดือน หลังดอกบานแล้ว ซึ่งเป็นระยะที่ไม่มีการร่วงของผลอีก ซึ่งจากการสังเกตการติดผลในระยะ 1-2 สัปดาห์แรกหลังดอกบาน พบว่า ทุกชนิดช่อดอกมีการติดผลสูงมาก ถึงแม้จะเป็นช่อดอกย่อยในชนิดช่อดอกที่มีหลายดอกก็ตาม (ภาพที่ 8) แต่หลังจากนั้นจะเกิดการร่วงของผลเป็นจำนวนมาก คงเหลือแต่ผลจากดอกที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางช่อดอกเท่านั้น ทั้งนี้สวนที่ 3 และ 1 มีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์การติดผล (33 และ 29 %) สูงกว่าสวนที่ 2 (15 %) ซึ่งจากการสังเกตสภาพต้นและสภาพแปลงพบว่า สวนที่ 3 และ สวนที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการติดผลมากกว่าสวนที่ 2 นั้นสวนที่ 3 และ สวนที่ 1 มีอายุต้นน้อยกว่า ขนาดต้นเล็กกว่า แสงแดดสามารถส่องได้ถึงภายในทรงพุ่ม และสภาพดินค่อนข้างสมบูรณ์ (ภาพที่ 9 ก) ในขณะที่สวนที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการติดผลน้อยกว่านั้นพบว่ามีความชื้นในดินสูง ทึบ แสงแดดส่องถึงภายในทรงพุ่มน้อย (ภาพที่ 9 ข) นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่าผลของสวนที่ 1 มีความสมบูรณ์มากกว่าสวนที่ 2 (ภาพที่ 10)

จึงเห็นได้ว่าเมื่อนำข้อมูลจากทั้ง 3 สวนมาเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การติดผลพบว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุดคือ 38 % สำหรับช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ ช่อดอกที่มี 1 ดอกหรือหลายดอกแต่มี 2-3 ใบ และช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ มีการติดผลใกล้เคียงกันและช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบมีการติดผลน้อยที่สุด

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การติดผลจากช่อดอกชนิดต่าง ๆ เมื่อผลมีอายุประมาณ 3 เดือนหลังดอกบาน
ในส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีการออกดอกในฤดูกาลเขตอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

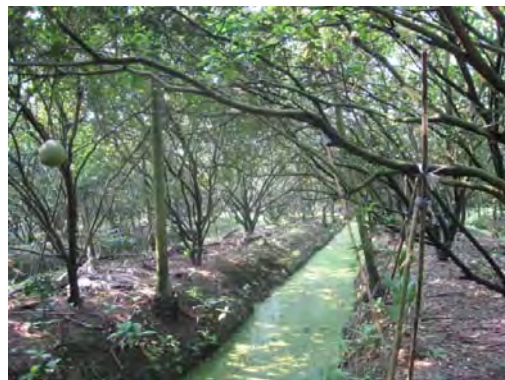
ชนิดช่อดอก	เปอร์เซ็นต์การติดผล			ค่าเฉลี่ยชนิดช่อดอก
	สวนที่ 1	สวนที่ 2	สวนที่ 3	
ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ	35	20	56	37
ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ	25	15	38	26
ช่อดอกที่มีหลายดอกมีใบ 2 หรือ 3 ใบ	40	20	22	27
ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ	35	10	19	21
ช่อดอกที่มี 1 ดอก ไม่มีใบ	11	12	30	18
ค่าเฉลี่ยสวน	29	15	33	



ภาพที่ 8 การติดผลในระยะ 1-2 สัปดาห์หลังดอกบานของช่อดอกชนิดหลายดอกหลายใบในส้มโอพันธุ์ทองดี



(ก)



(ข)

ภาพที่ 9 สภาพแปลงส้มโอพันธุ์ทองดีในสวนที่ 1 (ก) และสวนที่ 2 (ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 10 ลักษณะผลส้มโอพันธุ์ทองดีในสวนที่ 1 (ก) และสวนที่ 2 (ข)

จากการติดตามการติดผลของส้มโอพันธุ์ ‘ทองดี’ ทั้ง 5 ชนิดช่อดอกใน 3 สวน ที่ทำการศึกษาในระยะแรก พบว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ และช่อดอกที่มี 1 ดอกหรือหลายดอกแต่มีใบ 2-3 ใบ มีแนวโน้มติดผลมากกว่าช่อดอกชนิดอื่น ๆ โดยแต่ละชนิดช่อดอกมีค่าเฉลี่ยการติดผล ดังนี้ ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ 37 % ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ 26 % ช่อดอกที่มี 1 ดอกหรือหลายดอกแต่มี 2-3 ใบ 27 % ช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ 21% และช่อดอกที่มี 1 ดอกแต่ไม่มีใบ 18% นอกจากนี้ยังพบว่าสวนที่ 3 มีแนวโน้มการติดผลมากกว่าสวนที่ 1 และ 2 โดยสวนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการติดผลเท่ากับ 33 % ขณะที่สวนที่ 1 และสวนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการติดผลเท่ากับ 29 % และ 15 % ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกและมีใบ

หลายใบมีแนวโน้มของการติดผลสูงที่สุด แต่เมื่อแยกพิจารณาจากแต่ละสวนจะพบความแปรปรวนอย่างมากของเปอร์เซ็นต์การติดผลในแต่ละชนิดช่อดอก ซึ่งเป็นไปได้ว่าเปอร์เซ็นต์การติดผลที่แตกต่างกันระหว่างชนิดของช่อดอกอาจจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านอื่น ๆ มากกว่าเป็นผลโดยตรงของประเภทช่อดอก เช่น ความสมบูรณ์ของต้นและการดูแลสวน เป็นต้น ซึ่งสวนที่ 3 และสวนที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การติดผลใกล้เคียงกันคือ 33 และ 29 % ขณะที่สวนที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำประมาณ 15 % โดยจากการสังเกตพบว่าสวนที่ 3 และ 1 มีสภาพของต้นส้มโอที่สมบูรณ์และการดูแลสวนที่ดีกว่าสวนที่ 2 ทั้งนี้จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุดซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ รัตวุฒิ (2553) ซึ่งรายงานว่าชนิดช่อดอกที่มีใบ 2-3 ใบ มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างของสภาพสวนและความสมบูรณ์ของต้น

อย่างไรก็ตามข้อมูลการติดผลนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบการติดผลในระยะที่ผลส้มโอมีอายุ 3 เดือน หลังดอกบานแล้ว ซึ่งเป็นระยะที่ไม่มีการร่วงของผลอีก ซึ่งจากการสังเกตการติดผลในระยะ 1-2 สัปดาห์แรกหลังดอกบาน พบว่า ทุกชนิดช่อดอกมีการติดผลสูงมาก ถึงแม้จะเป็นดอกย่อยในชนิดช่อดอกที่มีหลายดอกก็ตาม (ภาพที่ 8) แต่หลังจากนั้นจะเกิดการร่วงเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่คงเหลือแต่ผลจากดอกกลางเท่านั้น สอดคล้องกับงานของ รัตวุฒิ (2553) ที่ทำการตรวจสอบการติดผลของส้มโอพันธุ์ ‘ทองดี’ ในช่วงฤดูกาลปกติ พบว่าในช่วงเดือนแรกมีการติดผลสูงถึง 100 % หลังจากนั้นจะมีการหลุดร่วงจำนวนมาก การที่ผลจากดอกกลางมีการหลุดร่วงน้อยกว่าผลจากดอกข้าง อาจเป็นเพราะดอกกลางมีความสมบูรณ์มากกว่าและมีการบานก่อนดอกข้าง ทำให้มีโอกาสผสมเกสรและติดผลก่อน ผลจากดอกกลางจึงมีสภาพเป็น sink ที่แรงกว่า จึงมีความสามารถในการดึงอาหารไปใช้ได้มากกว่า จึงเกิดการหลุดร่วงน้อยกว่าผลจากดอกข้าง

การศึกษาของ Monselise (1986) ในพีชวงศ์สัมพันธ์พบว่าการร่วงของผลเกิดขึ้นสองบริเวณ คือ บริเวณรอยต่อระหว่างก้านผล (peduncle) กับกิ่ง จะเป็นการร่วงของผลในระยะ 2-3 สัปดาห์หลังดอกบาน ในขณะที่ผลที่มีอายุมากกว่า 4-5 สัปดาห์ การร่วงจะเกิดขึ้นบริเวณข้อผลกับบริเวณก้านผล สาเหตุของการร่วงของผลคาดว่าเกี่ยวข้องกับปริมาณของฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ABA ซึ่งจะพบมากในระยะผลส้มร่วง มีการทดลองฉีดพ่น ABA ซึ่งพบมากในระยะดอกบานพบว่า มีผลทำให้ผลร่วงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพบว่า ABA มีผลทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ IAA ในบริเวณ abscission zone ซึ่ง IAA ชักนำไปให้เกิดการสร้างเอทิลิน โดยเอทิลินจะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ cellulase และ polygalacturonase เกิดขึ้นตรงบริเวณข้อผลที่จะร่วง จึงควรมีการตรวจสอบปริมาณ ABA เพื่อให้ได้ข้อมูลว่ามีความเกี่ยวข้องกับการร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดีหรือไม่

การที่ส้มโอพันธุ์ ‘ทองดี’ มีการหลุดร่วงสูง อาจเนื่องมาจากการมีอาหารสะสมภายในต้นที่ไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้มีการติดผลที่น้อยลง เช่นในงานวิจัยของ Chapman (1968) และ Malavolta (1992) พบว่า การเพิ่มปริมาณธาตุโพแทสเซียม ในใบพืชช่วงสัปดาห์ประมาณ 1.5-1.7% จะช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืชช่วงสัปดาห์ให้สูงขึ้นได้จากข้อมูลการติดผลที่พบว่าชนิดช่อดอกต่างกันมีแนวโน้มติดผลต่างกัน แต่ไม่พบว่าละอองเกสรมีค่าการงอกต่างกันนั้น แสดงว่าการที่ชนิดช่อดอกต่างกันติดผลต่างกันไม่ได้มีสาเหตุมาจากปัจจัยของละอองเกสร แต่อาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความสมบูรณ์ของต้นส้มโอ การปฏิบัติดูแลรักษา สภาพสวน เป็นต้น ซึ่งจากการสังเกตสภาพต้นและสภาพแปลงพบว่า สวนที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการติดผลมากกว่าสวนที่ 2 โดยสวนที่ 1 นั้นมีอายุต้นน้อยกว่า ขนาดต้นเล็กกว่า แสงแดดสามารถส่องได้ถึงภายในทรงพุ่ม และสภาพต้นค่อนข้างสมบูรณ์ (ภาพที่ 9 ก) ในขณะที่สวนที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการติดผลน้อยกว่านั้นพบว่ามีขนาดต้นใหญ่ทึบ แสงแดดส่องถึงภายในทรงพุ่มน้อย (ภาพที่ 9 ข) นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่าผลของสวนที่ 1 มีความสมบูรณ์มากกว่าสวนที่ 2 (ภาพที่ 10) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีการผลิตทั้งในและนอกฤดูกาล จึงควรมีการทดลองปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ซึ่งอาจเป็นไปได้ที่จะส่งผลให้ช่อดอกต่างกันติดผลต่างกัน

จากการศึกษาผลของชนิดช่อดอกต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีการออกดอกในฤดูกาลในเขตอำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดนครพนม สรุปได้ว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีแนวโน้มติดผลมากกว่าช่อดอกชนิดอื่น ๆ โดยปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการติดผล ได้แก่ ความสมบูรณ์ของต้นส้มโอ การปฏิบัติดูแลรักษา สภาพสวน จึงควรมีการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกลุ่มสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืชในช่อดอกส้มโอ

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืชในกลุ่มสารกระตุ้นการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน (IAA) และจิบเบอเรลลิน (GA) และสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืช (ABA) ในระยะดอกบานเต็มที่พบว่า ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ มีปริมาณของ IAA สูงที่สุดคือ 2.95 ppm รองลงมาคือ ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ 2.33 ppm ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่มีใบ 2-3 ใบ 0.37 ppm ช่อดอกที่มี 1 ดอก ไม่มีใบ 0.23 ppm และ ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ ตรวจไม่พบ (ตารางที่ 10) สำหรับฮอร์โมนกลุ่ม GA พบว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีความเข้มข้นของ GA สูงที่สุด คือ 2.65 ppm รองลงมาได้แก่ ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่มีใบ 2-3 ใบ 2.36 ppm ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ 1.85 ppm ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบมีความเข้มข้นของ GA 1.06 ppm ขณะที่ช่อดอกที่มี 1 ดอก

ไม่มีใบมีความเข้มข้นของ GA ต่ำที่สุดคือ 1.01 ppm (ตารางที่ 9) ขณะที่ช่อดอกส้มโอทุกชนิดตรวจไม่พบฮอร์โมนในกลุ่ม ABA

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืชในดอกชนิดต่าง ๆ ของดอกส้มโอพันธุ์ทองดี

ประเภทของดอก	IAA (ppm)	GA (ppm)	ABA (ppm)
ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ	2.33	2.65	ND
ช่อดอกที่มีหลายดอกไม่มีใบ	ND	1.06	ND
ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่มีใบ 2-3 ใบ	0.37	2.36	ND
ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ	2.95	1.85	ND
ช่อดอกที่มี 1 ดอก ไม่มีใบ	0.23	1.01	ND

ND = non detectable

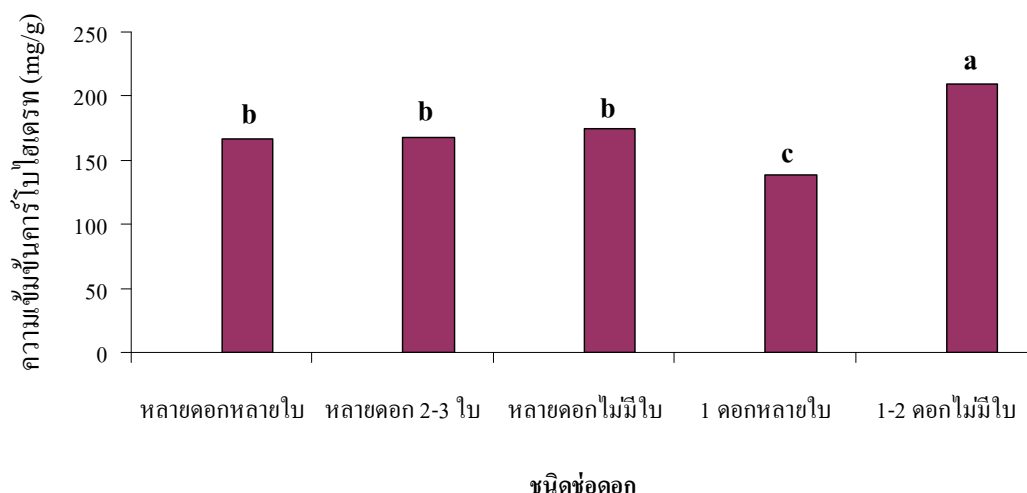
จากผลการทดลองพบว่า ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ มีความเข้มข้นของฮอร์โมน IAA และ GA ในปริมาณที่สูงทั้ง 2 ชนิด (2.33 และ 2.65 ppm) ขณะที่ช่อดอกประเภทอื่นๆ บางชนิดมีความเข้มข้นของ IAA สูง แต่มี GA ต่ำ เช่น ช่อดอกที่มี 1 ดอก หลายใบ (2.95 และ 1.85 ppm) หรือบางชนิดมี GA สูงแต่มี IAA ต่ำ เช่น ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่มีใบ 2-3 ใบ (2.36 และ 0.37 ppm) ซึ่งจากการที่ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดในปริมาณที่สูงนี้สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การติดผลที่ช่อดอกชนิดนี้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุด เมื่อเทียบกับช่อดอกประเภทอื่นๆ (ตารางที่ 10) ดังนั้นปริมาณฮอร์โมนที่สูงทั้ง 2 ชนิดอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลให้ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากฮอร์โมนในกลุ่มออกซินและจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนที่มีสมบัติกระตุ้นการเจริญเติบโตได้แก่ การแบ่งเซลล์และการยืดยาวของเซลล์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของผล นอกจากนั้นฮอร์โมนทั้ง 2 กลุ่มยังมีผลช่วยในการติดผลของไม้ผล (พงษ์นาค, 2549) การที่ช่อดอกประเภทช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีฮอร์โมนทั้ง 2 กลุ่มในความเข้มข้นที่สูง จึงเป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับการติดผลและการพัฒนาของผลส้มโอ นอกจากนั้นยังมีการรายงานว่าชนิดของดอกยังมีความเกี่ยวข้องกับการร่วงของผลส้ม และระดับฮอร์โมนอีกด้วย โดย Sagee และ Erner (1991) และ Hofman (1988) ได้รายงานไว้ใน sweet orange พันธุ์ Valencia และ Shamouti นั้น ผลที่เกิดจากช่อดอกที่มีใบ (leafy inflorescence) จะมีการพัฒนาที่เร็วและสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ดีกว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบ (leafless inflorescence) ซึ่งจะมีการเจริญที่ช้าและมีแนวโน้มว่าจะร่วงไปตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการพัฒนาผล ดังนั้นการที่ช่อดอกส้มโอประเภทหลายดอกหลายใบมีใบจำนวนมากจึงน่าจะช่วยให้

เกิดการสร้างฮอร์โมนที่จำเป็นต่อการติดผลทั้ง 2 กลุ่มได้มากกว่าช่อดอกที่ไม่มีใบ สำหรับการตรวจไม่พบฮอร์โมนกลุ่ม ABA ในช่อดอกอาจจะเนื่องมาจากเก็บช่อดอกในระยะดอกบานซึ่งเป็นระยะที่ดอกกำลังพัฒนาไปสู่ผล เป็นระยะที่กำลังเจริญเติบโตจึงต้องการฮอร์โมนในกลุ่มกระตุ้นการเจริญเติบโตได้แก่ ออกซินและจิบเบอเรลลิน แต่ฮอร์โมนกลุ่ม ABA เป็นสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตและพบมากในดอกและผลที่ร่วง จึงตรวจไม่พบ ABA ในระยะดอกบาน

บทบาทของออกซินต่อการติดผลนั้นได้มีการสรุปว่า ภายหลังจากรังไข่ได้รับการผสม เมล็ดจะพัฒนาขึ้นจากเอ็มบริโอซึ่งเป็นแหล่งผลิตออกซิน ออกซินที่เอ็มบริโอผลิตขึ้นจะชักนำให้มีการลำเลียงอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรตเข้ามาจากใบเพื่อการพัฒนาของเมล็ด รวมทั้งส่วนอื่นๆของผลและออกซินยังถูกส่งออกมายังบริเวณการร่วงทำให้มีปริมาณออกซินในเซลล์บริเวณนี้สูงและไม่ตอบสนองต่อเอทิลิน หรือกล่าวได้ว่ามีความไวต่อเอทิลินต่ำ แต่ถ้าไข่ไม่ได้รับการผสม เช่น ไม่มีการถ่ายเรณู เมล็ดไม่สามารถพัฒนาขึ้นได้หรือในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดความเครียดขึ้น เช่นสภาพที่ขาดน้ำ เมล็ดไม่สามารถพัฒนา การสร้างออกซินภายในเมล็ดเกิดขึ้นน้อยลงจึงไม่สามารถชักนำให้มีการลำเลียงสารเข้าสู่ผล ขณะเดียวกันออกซินที่ถูกลำเลียงออกไปยังบริเวณการร่วงมีปริมาณลดลง เอทิลินถูกกระตุ้นให้มีการสร้างมากขึ้น เซลล์บริเวณนี้จึงตอบสนองต่อเอทิลินได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดการหลุดร่วงขึ้นได้ (จริงแท้, 2549) ซึ่งจากการศึกษาในแอปเปิ้ลโดย Ward (2004) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการหลุดร่วงของผลแอปเปิ้ลพบว่า การหลุดร่วงของผลขึ้นอยู่กับปริมาณฮอร์โมนภายใน เนื่องจากการใช้สาร AVG (สารยับยั้งการสร้างเอทิลิน) และ NAA สามารถยับยั้งการหลุดร่วงของผลได้ สำหรับฮอร์โมนกลุ่ม GA นั้น พบว่าในส้มโอพันธุ์หอมหาวใหญ่พบว่า การฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ให้แก่ช่อดอกในระยะหลังดอกบาน 2-3 วัน (ระยะกลีบดอกร่วง) สามารถเพิ่มค่าการติดผลและการเจริญเติบโตของผลอ่อนได้ (สมคิด, 2545)

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมของช่อดอกแต่ละชนิดในระยะดอกบานเต็มที่

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในช่อดอกแต่ละชนิดเมื่อดอกบานเต็มที่พบว่า ช่อดอกแต่ละชนิดมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในช่อดอกที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยช่อดอกประเภทมีดอก 1 ดอก ไม่มีใบ มีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในช่อดอกสูงที่สุด คือ 210 mg.g^{-1} รองลงมาได้แก่ ช่อดอกที่มีหลายดอกแต่ไม่มีใบ (175 mg.g^{-1}) ช่อดอกที่มีหลายดอกมีใบ 2-3 ใบ (168 mg.g^{-1}) ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบ (167 mg.g^{-1}) และช่อดอกที่มี 1 ดอกหลายใบ (139 mg.g^{-1}) มีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตต่ำที่สุด (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในช่อดอกแต่ละชนิด

ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่นัยสำคัญ .05 เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT)

การที่ช่อดอกที่มีหลายดอกหลายใบมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมระดับที่สูงแม้จะไม่สูงที่สุดก็ตาม สอดคล้องกับความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มออกซินและจิบเบอเรลลินที่พบในปริมาณสูงในช่อดอกประเภทนี้ ทั้งนี้การที่ช่อดอกมีปริมาณของฮอร์โมนทั้ง 2 กลุ่มในปริมาณที่สูง โดยเฉพาะออกซินนั้นจะช่วยชักนำให้มีการลำเลียงอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรตเข้ามาจากใบเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาของดอกและส่วนของผลที่กำลังจะพัฒนา การที่ช่อดอกมีใบจำนวนมากใบจึงอาจจะเป็นแหล่งในการสร้างอาหารสำหรับการพัฒนาของผลในระยะหลังการติดผลได้มากกว่าช่อดอกที่ไม่มีใบหรือมีใบจำนวนน้อยแม้ว่าช่อดอกลักษณะดังกล่าวจะมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสูงเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 11) แต่มีความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินและจิบเบอเรลลินน้อยกว่าช่อดอกประเภทหลายดอกหลายใบ ความสามารถในการดึงอาหารเข้ามาเลี้ยงส่วนของดอกและผลจึงต่ำกว่า นอกจากนั้นแม้ว่าช่อดอกที่ไม่มีใบหรือมีใบจำนวนน้อยจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง แต่ถ้าถูกนำไปใช้แล้วหมดแล้ว มีการดึงอาหารมาจากส่วนอื่นๆ ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร เช่น ใบที่อยู่ใกล้กับช่อดอกได้น้อย ก็อาจจะเป็นผลให้เกิดการขาดแคลนอาหารได้ เป็นผลให้เกิดการหลุดร่วงของผล สำหรับส่วนของใบส้มโอที่อยู่ห่างจากช่อดอกที่มีจำนวนใบเป็นจำนวนมากนั้น อาจจะมีผลในการช่วยส่งอาหารมาเลี้ยงส่วนของผลระหว่างการพัฒนาของผลได้ แต่เนื่องจากอยู่ห่างจากช่อดอกออกไป จึงอาจจะมีผลน้อยกว่าใบที่อยู่ติดกับช่อดอก เนื่องจากช่อดอกและผลส้มโอจะดึงอาหารมาจากแหล่งสร้างอาหารที่ใกล้กว่าก่อนจากนั้นจึงดึงต่อเนื่องเป็นทอดๆ ไปยังใบแก่ที่อยู่

ห่างออกไป เพราะฉะนั้นการที่ช่อดอกมีใบที่อยู่ใกล้ช่อดอกจำนวนหลายใบจึงเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่จะส่งไปเลี้ยงผลส้มโอได้มากกว่า

ดังนั้นเมื่อมีอาหารจำนวนมากลำเลียงไปยังดอกซึ่งกำลังพัฒนาไปเป็นผล จึงเป็นผลให้มีความเพียงพอสำหรับการพัฒนาของผล เป็นผลให้ช่อดอกประเภทหลายดอกหลายใบมีเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลต่ำกว่าช่อดอกประเภทอื่นๆ ได้ สอดคล้องกับ Sagee และ Erner (1991) และ Hofmann (1988) ซึ่งรายงานว่าใน sweet orange พันธุ์ Valencia และ Shamouti นั้น ผลที่เกิดจากช่อดอกที่มีใบ (leafy inflorescence) จะมีการพัฒนาที่เร็วและสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ดีกว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบ (leafless inflorescence) ซึ่งจะมีการเจริญที่ช้าและมีแนวโน้มที่จะร่วงไปตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการพัฒนาผล ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ฮอร์โมนพืชในผลส้มโอพบว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่มีใบจะมีความเข้มข้นของ จิบเบอเรลลินไม่แตกต่างจากผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบ แต่ผลที่เกิดจากช่อดอกที่มีใบจะมีความเข้มข้นของ ABA น้อยกว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบ ดังนั้นผลที่เกิดจากช่อดอกที่มีใบจึงมีอัตราส่วนระหว่าง GA/ABA สูงกว่าผลที่เกิดจากช่อดอกที่ไม่มีใบซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุให้ผลที่เกิดจากช่อดอกที่มีใบมีการติดผลที่ดีกว่า สำหรับ

ดังนั้นการศึกษานี้ของดอกส้มโอต่อการติดผลในส้มโอพันธุ์ทองดีสามารถสรุปได้ว่าชนิดช่อดอกไม่มีผลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีการผลิตทั้งในและนอกฤดูปลูก ขณะที่ช่อดอกประเภทหลายดอกหลายใบมีแนวโน้มในการติดผลสูงกว่าช่อดอกประเภทอื่นๆ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากช่อดอกประเภทหลายดอกหลายใบมีความเข้มข้นของฮอร์โมนทั้งกลุ่มของออกซินและจิบเบอเรลลินในปริมาณที่สูง และมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในส่วนช่อดอกสูงที่สุด ซึ่งทั้งความเข้มข้นของฮอร์โมนและความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตที่สูงเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการติดผล

กิจกรรมที่ 3 อิทธิพลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมและธาตุอาหารพืชต่อการร่วงของผลส้มโอ

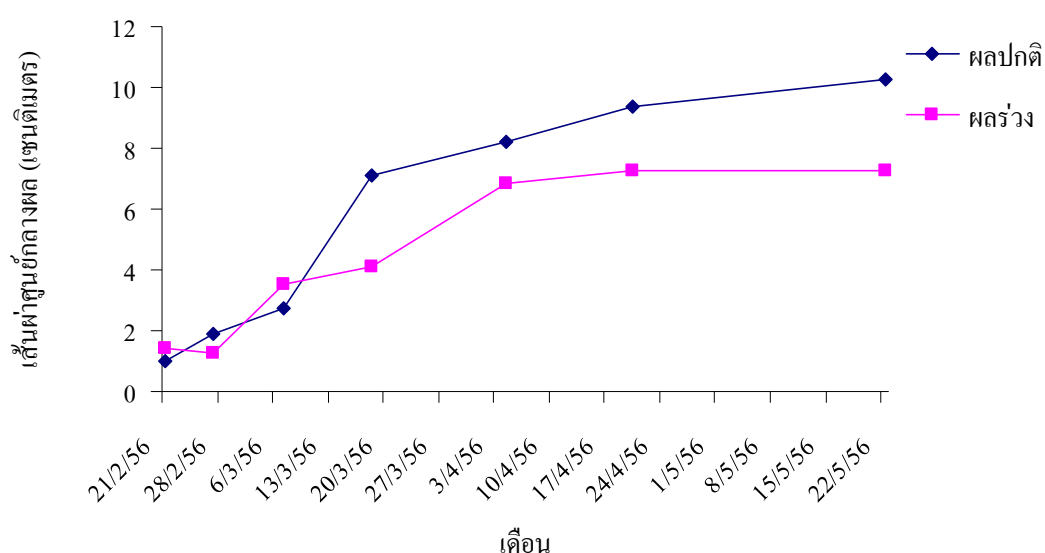
3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมและปริมาณธาตุอาหารพืชกับการร่วงของผลส้มโอ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมต่อการร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้มโอที่เป็นผลปกติที่ติดอยู่บนต้นมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางผลของผลส้มโอที่ร่วง จากผลที่มีอายุใกล้เคียงกัน โดยผลปกติเริ่มมีเส้นผ่านศูนย์กลางผลใหญ่กว่าผลส้มโอที่ร่วงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อผลมีอายุประมาณ 3 เดือนหลังดอกบาน โดยผลปกติมีเส้นผ่านศูนย์กลางผล 7.1 เซนติเมตร ขณะที่ผลร่วงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล

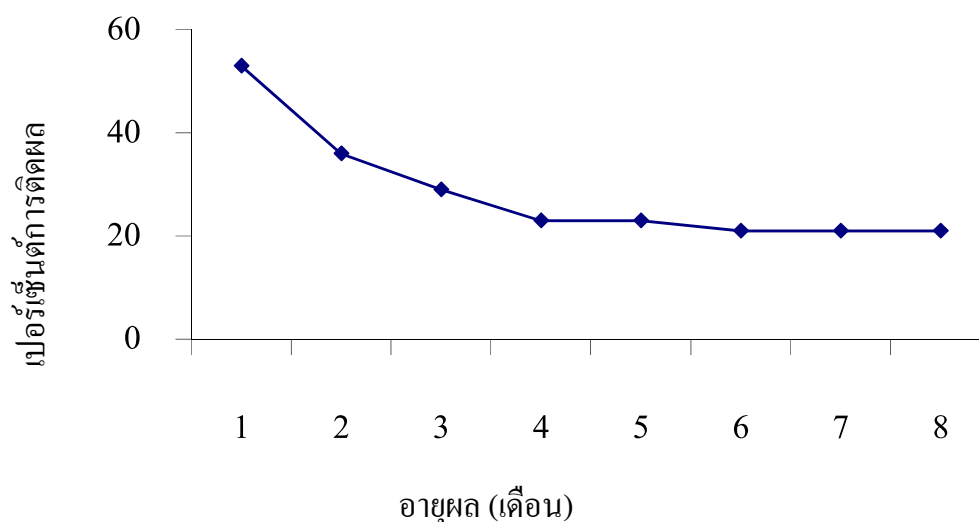
4.1 เซนติเมตร (ตารางที่ 10) และเมื่อผลมีอายุประมาณ 5 เดือนหลังดอกบานผลปกติมีเส้นผ่าศูนย์กลางผล 10.25 เซนติเมตร ขณะที่ผลร่วงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 7.25 เซนติเมตร ทั้งนี้การเพิ่มขนาดผลเริ่มมีอัตราลดลงและเริ่มคงที่เมื่อผลส้มโอมีอายุประมาณ 6 เดือนหลังดอกบาน (ภาพที่ 12) สำหรับการศึกษาการหลุดร่วงของผลส้มโอพบว่า ส้มโอจะมีเปอร์เซ็นต์การติดผลลดลงตลอดช่วงการพัฒนาของผลโดยมีการหลุดร่วงอย่างมากในระยะ 4 เดือนหลังการติดผล จากนั้นอัตราการร่วงของผลจะลดลงและคงที่เมื่อผลมีอายุประมาณ 5 เดือน (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 10 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลของผลปกติและผลที่ร่วงระหว่างการพัฒนาของผล

ลักษณะผล	ขนาดผล (เซนติเมตร)						
	21/2/56	27/2/56	7/3/56	18/3/56	4/4/56	20/4/56	22/5/56
ผลปกติ	0.98	1.88	2.75	7.1	8.23	9.35	10.25
ผลร่วง	1.44	1.24	3.53	4.1	6.8	7.25	7.25
t-test	0.67	0.55	0.43	0.04	0.03	0.03	0.04

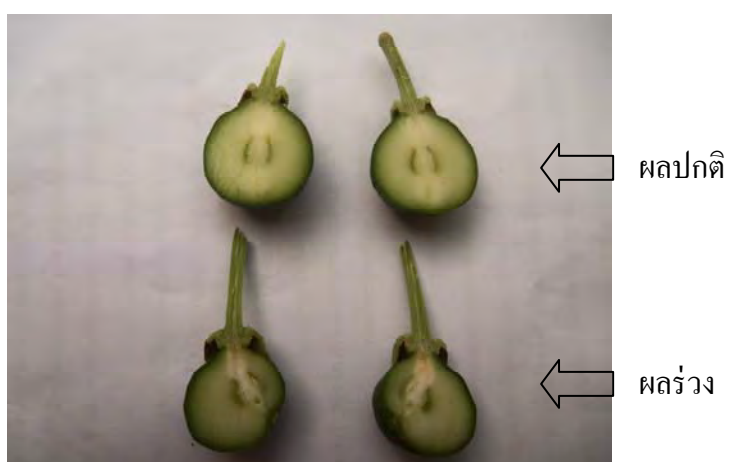


ภาพที่ 12 การขยายขนาดผลส้มโอของผลปกติและผลหลุดร่วงระหว่างการพัฒนาของผล



ภาพที่ 13 เปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

จากการสังเกตลักษณะของผลส้มโอที่เกิดการร่วงระหว่างการพัฒนาของผลพบว่า ผลส้มโอที่ร่วงจะมีลักษณะผลภายนอกที่มีรูปทรงเบี้ยว ไม่เป็นทรงกลม ขณะที่ผลปกติจะมีทรงผลเป็นรูปทรงกลมแป้น แม้ว่าผลที่ร่วงในระยะแรกของการพัฒนาจะมีขนาดของผลใกล้เคียงกับผลปกติ ดังข้อมูลในตารางที่ 11 แต่พบว่าผลที่ร่วงในระยะหลังของการพัฒนาดังแต่เดือนที่ 3 หลังดอกบาน ผลจะมีขนาดเล็กกว่าผลปกติ และมีรูปทรงบิดเบี้ยว (ภาพที่ 14) สำหรับการสังเกตลักษณะภายในของผลส้มโอที่ร่วงพบว่า มีการสร้างเนื้อน้อยกว่าผลปกติ และมีการสร้างเนื้อทั้ง 2 ด้านของผลไม่เท่ากัน เปลือกหนา มีการสร้างเมล็ดน้อย (ภาพที่ 15-16)



ภาพที่ 14 ลักษณะภายนอกและภายในของผลส้มโอที่ร่วงเมื่ออายุผลประมาณ 1 เดือน

ลักษณะภายนอก
ของผลปกติ



ลักษณะภายนอก
ของผลผลร่วง



ลักษณะภายใน
ของผลร่วง

ลักษณะภายใน
ของผลปกติ



ลักษณะภายใน
ของผลร่วง



ภาพที่ 15 ลักษณะภายนอกและภายในของผลส้มโอที่ร่วงเมื่ออายุผลประมาณ 2 เดือน



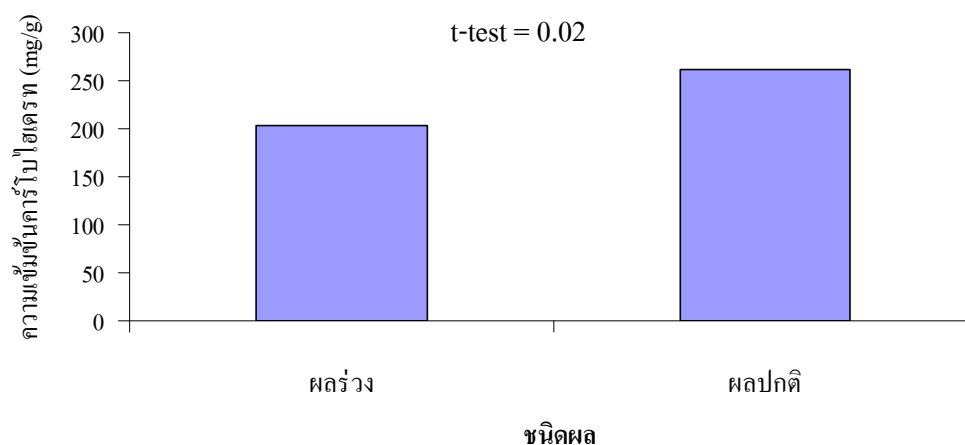
ผลอายุ 3 เดือน



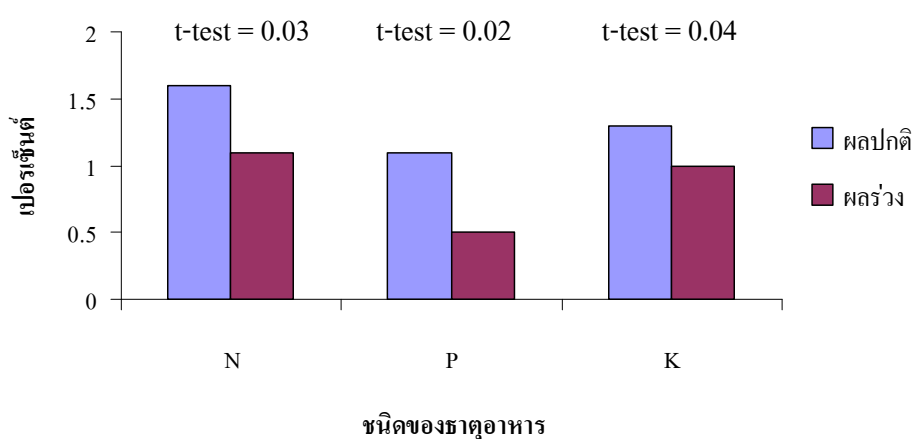
ผลอายุ 4 เดือน

ภาพที่ 16 ลักษณะภายนอกและภายในของผลส้มโอที่ร่วงเมื่ออายุผลประมาณ 3 และ 4 เดือน

สำหรับความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในผลพบว่า ผลปกติมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในผลส้มโอปกติ (262 mg/g) สูงกว่าผลส้มโอที่หลุดร่วง (203 mg/g) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 17) ขณะที่ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมพบว่า ผลส้มโอปกติมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (1.6, 1.1 และ 1.3 % ตามลำดับ) สูงกว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (1.1, 0.5 และ 1.0 %) ของผลส้มโอที่ร่วง (ภาพที่ 18) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 17 ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในผลร่วงและผลปกติของส้มโอพันธุ์ทองดี



ภาพที่ 18 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลส้มโอที่ร่วงและผลปกติของส้มโอพันธุ์ทองดี

จากผลการศึกษาการร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดีพบว่า ผลที่เกิดการร่วงจะมีขนาดของผลเล็กกว่าผลปกติและมีรูปร่างของผลบิดเบี้ยวไม่เป็นทรงกลม เมื่อเทียบกับผลปกติ ซึ่งลักษณะอาการภายนอกนี้สามารถใช้เป็นข้อสังเกตในการคาดหมายถึงผลที่จะหลุดร่วงได้ ทั้งนี้สอดคล้องกับข้อมูลของเกษตรกรที่ใช้การสังเกตลักษณะเบื้องต้นของผลที่จะหลุดร่วงจากรูปทรงของผลส้มโอ เมื่อพิจารณาถึงความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในส่วน of ผลพบว่า ผลส้มโอที่หลุดร่วงมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมต่ำกว่าผลส้มโอปกติ จึงอาจจะเป็นได้ว่าผลส้มโอที่เกิด

การหลุดร่วงในระยะแรกของการพัฒนาผลส้มโอเกิดจากการได้รับปริมาณอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผลส้มโอ โดยอาจจะเกิดจากแก่งแย่งอาหารระหว่างผลส้มโอที่มีมากเกินไปในต้นส้มโอหรืออาจจะเกิดจากต้นส้มโอที่ไม่สมบูรณ์เป็นผลให้มีอาหารสะสมน้อยเกินไปไม่พอเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผลส้มโอ สอดคล้องกับทฤษฎีการหลุดร่วงของผลไม้ที่แบ่งการหลุดร่วงของผลไม้เป็น 3 ระยะ โดยการร่วงของผลระยะที่ 1 จะพบภายหลังการปฏิสนธิและผลพัฒนามาได้ระยะหนึ่งซึ่งมักมีจำนวนผลบนต้นมาก ต้นไม้ไม่สามารถส่งอาหารเพื่อไปเลี้ยงผลได้เพียงพอผลก็จะหลุดร่วงไป เนื่องจากปริมาณอาหารสะสมหรือปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นปัจจัยที่สำคัญในการติดผลของผลไม้ ทั้งนี้ไม้ผลหลายชนิดพบว่า การสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งในปริมาณสูงก่อนการออกดอก เช่น ส้มเปลือกอ่อน มะม่วง และลิ้นจี่ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สูงและระดับไนโตรเจนที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมการเจริญและพัฒนาของดอกและผล (Bernier *et al.*, 1981) ในมะม่วงได้มีการศึกษาพบว่า การเตรียมต้นมะม่วงให้มีความอุดมสมบูรณ์สูงเพื่อให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในต้นมากพอจะเป็นผลให้มะม่วงมีการติดผลได้ดีกว่าต้นที่ไม่สมบูรณ์ ถ้าต้นขาดคาร์โบไฮเดรตก็จะสลัดผลทิ้ง

นอกจากนั้นยังพบอีกว่าผลส้มโอที่ร่วงระหว่างการพัฒนาของผลยังมีความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำกว่าผลปกติ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของผลที่ผิดปกติของผลที่กำลังจะเกิดการร่วงของผล จึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ไปยังผลส้มโอต่ำกว่าปกติ อย่างไรก็ตามการที่ผลส้มโอเกิดการหลุดร่วงของผลอาจจะมิสาเหตุจากการที่ต้นส้มโอมีปริมาณของธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผล แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ส่วนของใบส้มโอจากการศึกษาในการทดลองอื่นในงานวิจัยที่ใช้ต้นส้มโอในสวนเดียวกันพบว่า ปริมาณของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบอยู่ในระดับที่เหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารของส้มโอพันธุ์ทองดี ซึ่งมีค่ามาตรฐานของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ที่ 2.7-2.9 %, 0.18-0.21 % และ 2.4-3.5 % ตามลำดับ (พงษ์นาค, 2554) เพราะฉะนั้นการหลุดร่วงของผลส้มโอสำหรับการศึกษานี้จึงไม่น่าเป็นผลมาจากการขาดแคลนธาตุอาหารหรือได้รับธาตุอาหารมากเกินไป จนไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสม แม้ว่าจะมีการรายงานในไม้ผลบางชนิด เช่น ท้อ ซึ่งพบว่า ผลท้อที่มีการสุกทางสรีรวิทยาแต่ผลที่มีการพัฒนาของสีน้อยจะเกิดการหลุดร่วงเนื่องจากการได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไป (Ryugo, 1988) ดังนั้นการหลุดร่วงของผลส้มโอจึงน่าจะเป็นผลมาจากการแก่งแย่งอาหารระหว่างผลส้มโอเพื่อการเจริญเติบโตหรือการที่ต้นส้มโอไม่สมบูรณ์พอที่จะสร้างอาหารสะสมเพื่อการเลี้ยงผลส้มโอได้ สอดคล้องกับ Iglesias *et al* (2003) ที่รายงานว่า การติดผลของพืชตระกูลส้มขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตภายในต้นส้ม นอกจากนี้ยังพบว่าผลที่ร่วงจะมี

ปริมาณของแป้งต่ำกว่าผลที่ติดอยู่บนต้นและต้นที่มีปริมาณของผลอยู่มากจะเกิดการหลุดร่วงเร็วกว่าต้นที่มีปริมาณของผลต่ำ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณอาหารสะสมในต้นหรือการลดการแก่งแย่งอาหารระหว่างผล เช่น การปลิดผลส้มโอออกบางส่วนจึงน่าจะเป็นแนวทางในการลดการหลุดร่วงของผลส้มโอได้

3.2 ผลของการปลิดผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบและการร่วงของผล

การศึกษาผลของการปลิดผลลง 50 % ต่อเปอร์เซ็นต์ผลที่เหลือยู่บนต้นเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยวของส้มโอพันธุ์ทองดีโดยทำการปลิดผล 50 % จากปริมาณผลที่ติดระยะแรกและให้ผลที่เหลืติดอยู่บนต้นในวันที่ 27/2/56 เป็น 100 % พบว่า การปลิดผล 50 % สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลที่เหลืติดอยู่บนต้นของส้มโอพันธุ์ทองดีได้ตลอดระยะการพัฒนาดของผล ทั้งนี้การปลิดผล 50 % มีเปอร์เซ็นต์ผลที่เหลืติดอยู่บนต้นในระยะ 7 เดือน หลังติดผล (วันที่ 21/7/56) ประมาณ 40 % ซึ่งสูงกว่าการไม่ปลิดผลที่มีเปอร์เซ็นต์ผลที่เหลืติดอยู่บนต้น 20.0 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และพบว่า การปลิดผล 50 % มีเปอร์เซ็นต์ผลที่เหลืติดอยู่บนต้นลดลงในระยะ 1 เดือนแรก หลังการติดผลเพียง 38 % ขณะที่การไม่ปลิดผลมีเปอร์เซ็นต์ผลที่เหลืติดอยู่บนต้นลดลงถึง 63 % (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลของการปลิดผลต่อเปอร์เซ็นต์ผลที่เหลืบนต้นของส้มโอพันธุ์ทองดี (ตัวเลขในวงเล็บแสดงจำนวนผลที่อยูบนต้นต่อจำนวนผลทั้งหมดเฉลี่ยต่อกิ่ง)

การปลิดผล	เปอร์เซ็นต์ผลที่เหลือยู่บนต้น							
	27/2/56*	7/3/56	18/3/56	4/4/56	20/4/56	22/5/56	22/6/56	21/7/56
ปลิดผล 50 %	100 (5/5)	80.00 (4/5)	62.00 (3/5)	43.00 (2/5)	40.0 (2/5)	40.0 (2/5)	40.0 (2/5)	40.0 (2/5)
ไม่ปลิดผล	100 (7/7)	58.00 (4/7)	37.00 (3/7)	31.00 (2/7)	29.0 (2/7)	29.0 (2/7)	20.0 (1/7)	20.0 (1/7)
t-Test		0.03	0.04	0.3	0.4	0.4	0.04	0.05

* วันที่ปลิดผลส้มโอเหลือ 50 %

สำหรับการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโอพบว่า การปลิดผล 50 % และการไม่ปลิดผลไม่มีผลต่อขนาดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี (ตารางที่ 12) โดยผลส้มโอจากการปลิดผล 50 % มีเส้นผ่าศูนย์กลางผล 12.9 เซนติเมตร ขณะที่ผลส้มโอจากการไม่ปลิดผลมีเส้นผ่าศูนย์กลางผล 12.6 เซนติเมตร

ตารางที่ 12 ผลของการผลิตผลต่อขนาดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

การผลิตผล	เส้นผ่าศูนย์กลางผล (เซนติเมตร)							
	27/2/56*	7/3/56	18/3/56	4/4/56	20/4/56	22/5/56	22/6/56	21/7/56
ผลิตผล 50 %	1.9	3.18	4.93	8.85	9.90	11.0	12.25	12.9
ไม่ผลิตผล	2.1	3.52	5.71	9.14	10.6	11.85	12.00	12.6
t-Test	0.4	0.3	0.06	0.64	0.32	0.32	0.75	0.63

* วันที่ผลิตผลส้มโอเหลือ 50 %

สำหรับผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอระหว่างการพัฒนาของผลพบว่า ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาผลจะไม่มี ความแตกต่างกันของความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตในใบระหว่างการผลิตผลและไม่ผลิตผล แต่จะพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบระหว่างการผลิตผลและการไม่ผลิตผล จากตัวอย่างใบวันที่ 4/4/56, 22/6/56 และ 21/7/56 หรือผลมีอายุประมาณ 4, 6 และ 7 เดือน ตามลำดับ โดยใบส้มโอจากกิ่งที่มีการผลิตผล 50 % มีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรต 128.92 mg.g^{-1} ซึ่งสูงกว่าใบส้มโอจากกิ่งที่ไม่มีการผลิตผลที่มีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรต 102.90 mg.g^{-1} ในวันที่ 21/7/56 (ตารางที่ 13) ซึ่งสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การคิดผล

ตารางที่ 13 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอระหว่างการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

การผลิตผล	ความเข้มข้นคาร์โบไฮเดรต (mg.g^{-1})				
	27/2/56*	18/3/56	4/4/56	22/6/56	21/7/56
ผลิตผล 50 %	102.24	91.67	81.80	82.18	128.92
ไม่ผลิตผล	103.76	94.52	73.56	66.84	102.90
t-Test	0.70	0.56	0.03	0.04	0.005

* วันที่ผลิตผลส้มโอเหลือ 50 %

อย่างไรก็ตาม การผลิตผลส้มโอไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในเปลือกและเนื้อผลส้มโอ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมและน้ำหนักแห้งในเปลือกและเนื้อส้มโอพันธุ์ทองดี

การผลิตผล	น้ำหนักแห้ง (%)		ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (mg/g)	
	เปลือกส้มโอ	เนื้อส้มโอ	เปลือกส้มโอ	เนื้อส้มโอ
ผลิตผล 50 %	24.62	12.22	361.20	886.45
ไม่ผลิตผล	25.87	12.05	356.81	902.35
t-Test	ns	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สำหรับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในใบส้มโอพบว่า การผลิตผล 50 % มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุในใบส้มโอจากกิ่งที่มีการผลิตผลสูงกว่ากิ่งที่ไม่มีการผลิตผล (ตารางที่ 15-17) โดยใบส้มโอจากกิ่งที่มีการผลิตผลมีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม คือ 3.16, 0.24 และ 3.21% ตามลำดับ ขณะที่ใบส้มโอจากกิ่งที่ไม่มีการผลิตผลมีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมคือ 2.82, 0.20 และ 2.32 % ตามลำดับ เมื่อผลมีอายุประมาณ 7 เดือน

ตารางที่ 15 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

การผลิตผล	ความเข้มข้นของไนโตรเจน				
	27/2/56 ^{1/}	18/3/56	4/4/56	22/6/56	21/7/56
ผลิตผล 50 %	2.72	2.90	3.05	3.12	3.16
ไม่ผลิตผล	2.70	2.64	2.70	2.84	2.82
t-Test	ns	ns	*	*	*

^{1/} วันที่ผลิตผลส้มโอเหลือ 50 %

*แตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

^{ns} ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 16 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

การผลิตผล	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส				
	27/2/56 ^{1/}	18/3/56	4/4/56	22/6/56	21/7/56
ผลิตผล 50 %	0.19	0.21	0.23	0.25	0.24
ไม่ผลิตผล	0.18	0.20	0.19	0.21	0.20
t-Test	ns	ns	*	*	*

^{1/} วันที่ผลิตผลส้มโอเหลือ 50 %

*แตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

^{ns} ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 17 ผลของการผลิตผลต่อความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

การผลิตผล	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม				
	27/2/56 ^{1/}	18/3/56	4/4/56	22/6/56	21/7/56
ผลิตผล 50 %	2.23	2.34	2.94	3.08	3.21
ไม่ผลิตผล	2.24	2.37	2.20	2.10	2.32
t-Test	0.5	0.6	0.05	0.04	0.03

^{1/} วันที่ผลิตผลส้มโอเหลือ 50 %

*แตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

^{ns} ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการวิเคราะห์คุณภาพของผลส้มโอพบว่า การผลิตผลไม่มีผลต่อคุณภาพของผลส้มโอทั้งด้านของน้ำหนักผล เส้นรอบวง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ผลของการผลิตผลต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

การผลิตผล	น้ำหนักผล (กรัม)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)	TA (%)	TSS (°Brix)
ผลิตผล 50 %	821.30	41.09	0.56	12.38
ไม่ผลิตผล	853.49	41.53	0.54	12.12
t-Test	ns	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากผลการศึกษาการผลิตผลต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี ด้วยการผลิตผลจำนวน 50 % พบว่ามีผลให้ส้มโอมีการหลุดร่วงของผลน้อยลงเมื่อเทียบกับการไม่ผลิตผล จึงทำให้มีผลคงเหลือบนต้นมากขึ้นเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยว ขณะที่การผลิตผลไม่ส่งผลต่อขนาดของผลส้มโอ และคุณภาพของผลส้มโอในระยะพร้อมเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งของผล และปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในผลส้มโอ แสดงว่า ผลส้มโอที่ติดอยู่บนต้นทั้งต้นที่มีการผลิตผลและไม่มีการผลิตผลมีการเจริญเติบโตและการใช้อาหารเพื่อการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเห็นได้จากการมีขนาดผล คุณภาพของผล น้ำหนักแห้งและปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในผลไม่แตกต่างกัน แต่การที่การผลิตผลส้มโอ 50 % มีเปอร์เซ็นต์ผลที่ติดอยู่บนต้นมากกว่าการไม่ผลิตผล และมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบมากกว่าการไม่ผลิตผลแสดงว่าการผลิตผลช่วยลดการแก่งแย่งอาหารระหว่างผลส้มโอ จึงเป็นผลให้มีอาหารสะสมไปเลี้ยงผลส้มโอที่อยู่บนต้นอย่างเพียงพอ จึงเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของผลลดลง และมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบจากกิ่งที่มีการผลิตผลสูงกว่ากิ่งที่ไม่มีการติดผล นอกจากนี้การที่มีปริมาณของอาหารสะสมในใบเหลืออยู่มากยังเป็นข้อดีที่สามารถแก้ไขปัญหาการติดผลน้อยลงในฤดูกาลผลิตต่อไปได้อีกด้วย ทั้งนี้การศึกษผลของการผลิตผลบางส่วนเพื่อเพิ่มปริมาณการติดผลของไม้ผลนั้นได้มีรายงานในไม้ผลหลายชนิด ในลำไยมีการผลิตผลโดยเหลือผลไว้ 100 และ 150 ผลต่อพื้นที่ผิวทรงพุ่มสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตและความยาวของผลและความหนาของผลลำไยได้ นอกจากนี้ Guardiola และ Garcia-Luis (2000) ยังรายงานว่า การผลิตผลในพืชตระกูลส้มสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตและขนาดผลได้

อย่างไรก็ตาม ผลส้มโอจากการผลิตผลและไม่ผลิตผลมีขนาดผลที่ไม่แตกต่างกัน แต่การผลิตผลมีแนวโน้มให้ผลที่มีขนาดใหญ่กว่า ประกอบกับการผลิตผลให้เปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ติดบนต้นเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยวสูงกว่าไม่ผลิตผล ดังนั้นเกษตรกรที่ทำการผลิตผลส้มโอจึงมีจำนวน

ผลส้มโอเพื่อการจำหน่ายผลส้มโอได้มากกว่าและผลมีแนวโน้มที่มีขนาดใหญ่กว่าผลที่ได้จากต้นที่ไม่ผลิตผล ดังนั้นเกษตรกรจึงมีโอกาสดำเนินการปลูกส้มโอสูงกว่าเมื่อใช้ต้นทุนการผลิตเท่ากับเกษตรกรที่ไม่ผลิตผลส้มโอ เช่น ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับปุ๋ยและสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น และแม้ว่าจำนวนผลที่เหลืออยู่จริงบนต้นส้มโอระหว่างการปลูกและไม่ผลิตผลอาจจะไม่มีความแตกต่างกันแต่การปลูกยังมีประโยชน์ในการป้องกันต้นส้มโอทรุดโทรมเนื่องจากการติดผลมากเกินไป เนื่องจากต้นส้มโอต้องส่งอาหารสะสมไปเลี้ยงผลเป็นจำนวนมากซึ่งจะช่วยทำให้ต้นส้มโอมีความสมบูรณ์แข็งแรงและให้ผลผลิตได้อย่างสม่ำเสมอทุกปี โดยเห็นได้จากการปลูกผลออก 50 % มีผลให้ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบและความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในส่วนของใบสูงกว่าการไม่ผลิตผล

การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้แสดงจำนวนผลจริงที่เหลือบนต้นเมื่อผลส้มโอถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยว แต่เลือกแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลที่เหลืออยู่บนต้น ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนผลบนต้นเมื่อเริ่มผลิตผลระหว่างต้นที่มีการปลูกและไม่ปลูกมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะส่งผลถึงจำนวนผลที่เหลือบนต้นเมื่อเก็บเกี่ยว ดังนั้นผู้วิจัยจึงพิจารณาว่าแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์จึงน่าจะแสดงผลได้ชัดเจนมากกว่า

3.3 ผลของโพแทสเซียมในتراتต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

ผลของการใช้สารโพแทสเซียมในترات (KNO_3) ต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีพบว่า การใช้สาร KNO_3 ความเข้มข้น 2, 4 และ 6 % ไม่มีผลเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของการติดผลอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดระยะการพัฒนาของผลส้มโอ แม้ว่าการใช้ KNO_3 ความเข้มข้น 2 % มีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์การติดผล (14.27 %) สูงกว่าไม่ใช้สารหรือ control (13.14 %) เมื่อผลมีอายุประมาณ 7 เดือน (21/7/56) ก็ตาม (ตารางที่ 19) นอกจากนั้นการใช้สาร KNO_3 ยังไม่มีผลต่อการเพิ่มขนาดของผลส้มโอในระยะเก็บเกี่ยวโดยพบว่า การใช้ KNO_3 ความเข้มข้น 2, 4 และ 6 % ให้ผลส้มโอที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 12.18, 11.85 และ 11.95 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่การไม่ใช้สาร (control) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 12.11 เซนติเมตร (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 19 ผลของ KNO_3 ต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

ความเข้มข้นของสาร	เปอร์เซ็นต์การติดผล							
	27/2/56	7/3/56	18/3/56	4/4/56	20/4/56	22/5/56	22/6/56	21/7/56
Control	34.38	16.36	15.10	13.14	13.14	13.14	13.14	13.14
KNO_3 2 %	20.33	14.27	14.27	14.27	14.27	14.27	14.27	14.27
KNO_3 4 %	17.98	10.36	8.69	8.10	7.26	7.26	7.26	7.26
KNO_3 6 %	29.42	11.72	11.72	11.72	11.71	11.71	10.67	10.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

ตารางที่ 20 ผลของ KNO_3 ต่อขนาดผลของส้มโอพันธุ์ทองดีในระยะเก็บเกี่ยว

ความเข้มข้นของสาร	เส้นผ่าศูนย์กลางผล (เซนติเมตร)
Control	12.11
KNO_3 2 %	12.18
KNO_3 4 %	11.85
KNO_3 6 %	11.95
F-test	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

ขณะที่การใช้สาร KNO_3 ทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอระหว่างการพัฒนาของผลโดยการใช้สาร KNO_3 ความเข้มข้น 2, 4 และ 6 % เป็นผลให้ใบมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบ 97.66, 94.20 และ 98.19 mg.g^{-1} ขณะที่การไม่ใช้สารให้ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสม 93.40 mg.g^{-1} จากใบส้มโอในระยะของผลส้มโอพร้อมเก็บเกี่ยว (21/7/56) (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

ความเข้มข้นของสาร	ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรต (mg.g^{-1})				
	21/2/56	7/3/56	4/4/56	22/6/56	21/7/56
Control	106.16	82.88	64.05	87.30	93.40
KNO_3 2 %	103.25	84.19	68.88	91.92	97.66
KNO_3 4 %	107.41	85.09	67.97	87.97	94.20
KNO_3 6 %	103.72	84.72	69.06	92.96	98.19
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

ผลของการให้สาร KNO_3 ต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบส้มโอ พบว่า การให้สาร KNO_3 เพิ่มความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในใบส้มโอเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ให้สาร KNO_3 แต่ไม่มีผลในการเพิ่มความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในใบส้มโอ (ตารางที่ 22-24) ทั้งนี้จะเริ่มพบความแตกต่างของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในใบส้มโอเมื่อผลมีอายุประมาณ 2 เดือนโดยการให้สาร KNO_3 ความเข้มข้น 6 % มีผลให้มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงที่สุดคือ 3.1 และ 3.31 % ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ KNO_3 ความเข้มข้น 4 % (3.2 และ 2.99 %) และ 2 % (3.1 และ 2.68 %) และการไม่ใช้สารมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่ำที่สุด (2.8 และ 2.46 %) ขณะที่ใบส้มโอที่เก็บวันที่ 21/7/56 พบว่า การใช้สาร KNO_3 ความเข้มข้น 6 % มีผลให้มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 3.5 และ 3.5 % ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ การใช้สาร KNO_3 ความเข้มข้น 4 % (3.2 และ 3.21 %) และ 2 % (2.8 และ 3.10 %) และการไม่ใช้สารมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่ำที่สุด (2.7 และ 2.8 %)

ตารางที่ 22 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

ความเข้มข้นของสาร	ความเข้มข้นของไนโตรเจน (mg.kg^{-1})				
	21/2/56	7/3/56 ^{1/}	4/4/56 ^{1/}	22/6/56 ^{1/}	21/7/56 ^{1/}
Control	2.7	2.8c	2.9c	2.7c	2.7c
KNO_3 2 %	2.8	3.1b	3.0bc	2.8c	2.8c
KNO_3 4 %	3.0	3.2b	3.2b	3.3b	3.2b
KNO_3 6 %	3.1	3.5a	3.6a	3.5a	3.5a
F-test	ns	*	*	*	*

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่าง

ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 23 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

ความเข้มข้นของสาร	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (mg.kg^{-1})				
	21/2/56	7/3/56	4/4/56	22/6/56	21/7/56
Control	0.18	0.20	0.21	0.23	0.21
KNO_3 2 %	0.19	0.21	0.21	0.24	0.22
KNO_3 4 %	0.20	0.20	0.23	0.24	0.20
KNO_3 6 %	0.19	0.22	0.23	0.25	0.22
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

ตารางที่ 24 ผลของ KNO_3 ต่อความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

ความเข้มข้นของสาร	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (mg.kg^{-1})				
	21/2/56	7/3/56 ^{1/}	4/4/56 ^{1/}	22/6/56 ^{1/}	21/7/56 ^{1/}
Control	2.44	2.46c	2.60c	2.75c	2.80c
KNO_3 2 %	2.56	2.68b	2.81bc	2.96c	3.10bc
KNO_3 4 %	2.76	2.99a	3.25b	3.31b	3.21b
KNO_3 6 %	2.70	3.31a	3.40a	3.45a	3.50a
F-test	ns	*	*	*	*

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT)

ผลของการใช้สาร KNO_3 ต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดีพบว่า การใช้สาร KNO_3 ความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อน้ำหนักผล เส้นรอบวง น้ำหนักเปลือก น้ำหนักเนื้อ ความหนาเปลือก TA และ TSS ของส้มโอพันธุ์ทองดี (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 ผลของ KNO_3 ต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

ความเข้มข้นของสาร	น้ำหนักผล (กรัม)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	ความหนาเปลือก (มิลลิเมตร)	TA (%)	TSS ($^{\circ}\text{Brix}$)
Control	896.74	42.88	393.61	503.13	16.42	0.52	11.59
KNO_3 2 %	865.24	42.05	374.20	491.04	16.14	0.48	11.90
KNO_3 4 %	820.03	41.40	321.98	570.06	15.87	0.52	11.88
KNO_3 6 %	957.63	43.67	424.00	533.63	15.73	0.57	11.50
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

จากผลการศึกษาการใช้สาร KNO_3 ต่อการติดผลและคุณภาพผลส้มโอพันธุ์ทองดีพบว่า การใช้สาร KNO_3 ทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การติดผล คุณภาพของผล ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสม แต่มีผลในการเพิ่มความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ทั้งนี้ การใช้ KNO_3 ไม่มีผลในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลในส้มโอพันธุ์ทองดีสำหรับการวิจัยครั้งนี้ อาจจะเนื่องมาจากความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้นส้มโออยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตามมาตรฐานธาตุอาหารในส้มโอซึ่งค่ามาตรฐานของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ที่ 2.7-2.9 %, 0.18-0.21 % และ 2.4-3.5 % ตามลำดับ (พงษ์นาถ, 2554) เนื่องจากเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมตลอดจนฟอสฟอรัสจากใบส้มโอพบว่า แม้ว่าใบส้มโอที่ไม่ได้รับสาร KNO_3 (control) ก็มีความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของส้มโอ ดังนั้นแม้ว่าการใช้สาร KNO_3 จะสามารถเพิ่มความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมได้ แต่เมื่อต้นส้มโอมีความเข้มข้นของธาตุอาหารอยู่ในช่วงที่เหมาะสมอยู่แล้ว ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นจึงไม่มีผลส่งเสริมการติดผลของส้มโอได้ อย่างไรก็ตามผลการวิจัยในส้มโอนี้มีความแตกต่างจากการวิจัยในพืชอื่นๆ ที่พบว่าการใช้ KNO_3 สามารถเพิ่มการติดผลได้ เช่น ในมะม่วง (Sanyal, Biswas, & Mitra, 1996) Acid lime (Thirugnanavel *et al.*, 2007) Abd El-Fatah *et al.* (2008) ได้พ่นสาร KNO_3 2 % ให้กับต้นพลับเมื่อผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 เซนติเมตร สามารถเพิ่มน้ำหนักผลได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผล (Soing, 1999) และยังสามารถซึมผ่านทางใบได้ง่าย (California Fertilizer Association, 1998) การให้สาร KNO_3 ทางใบกับ grapefruit จะสามารถลดการหลุดร่วงของผลผลิตได้ (Brosh *et al.*, 1975) และสาร KNO_3 ยังมีประสิทธิภาพสูงกว่า K_2SO_4 ในการเพิ่มขนาดผล และปริมาณธาตุ K ในใบของส้ม “Shamouti” (Erner *et al.*, 1993) ในส้ม Valencia orange พบว่า ต้นส้มที่ได้รับสาร KNO_3 จะมีปริมาณของผลผลิตต่อต้นและมีขนาดของผลใหญ่กว่าต้นควบคุม (Boman, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาใน ‘Sunburst tangerine’ ที่พบว่าต้นที่ได้รับสาร KNO_3 จะมีขนาดผลที่ใหญ่กว่าต้นควบคุม (Boman, 2002) ในส้ม Mandarin โดยการศึกษาของ El- Otmani (2004) พบว่า การพ่นสาร KNO_3 ความเข้มข้น 5 % ระหว่างระยะ June drop จะสามารถเพิ่มขนาดของผลได้

ความแตกต่างของผลการวิจัยครั้งนี้กับผลการทดลองในพืชอื่น ๆ หรือในพืชตระกูลส้มอื่น ๆ ที่ได้มีการรายงานมานั้น อาจจะเนื่องมาจากระดับธาตุอาหารในต้นพืชในการทดลองอื่น ๆ อาจไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสม เมื่อมีการเพิ่มปริมาณของธาตุอาหารโดยใช้ KNO_3 จึงเป็นผลให้

สามารถเพิ่มปริมาณการติดผลได้และขนาดผลได้ หรืออาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างพืช ในการตอบสนองต่อสาร นอกจากนั้นเนื่องจากในการศึกษารั้งนี้ได้มีการพ่นสาร KNO_3 ในระยะ ดอกบาน ผลมีอายุ 1 เดือน และ ผลมีอายุ 2 เดือน โดยแบ่งพ่นหลายความเข้มข้นในต้นเดียวกัน จึง อาจเป็นได้ว่า K^+ เกิดการเคลื่อนย้ายข้ามกิ่งได้ เพราะ K^+ เป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้เร็วมากภายในต้นพืช โดยเคลื่อนที่ได้ทั้งในท่อน้ำและท่ออาหารประกอบกับ K^+ จะถูกส่วนของผลใช้ได้อย่างรวดเร็ว จึง อาจจะไม่มีการชะลอการพัฒนารูปแบบของผล ด้วยเหตุผลทางทฤษฎีทั้ง 2 ประการนี้จึงอาจ เป็นผลให้ผลของการใช้ KNO_3 ไม่ชัดเจนในการศึกษารั้งนี้

อย่างไรก็ตามได้มีการรายงานว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการใช้สาร KNO_3 กับพืช ตระกูลส้มควรอยู่ระหว่าง 1-4 % แต่สมควรใช้เพื่อการแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารของต้นพืชและมี ปริมาณของธาตุอาหารต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมและพืชแสดงอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา

ดังนั้นการใช้สาร KNO_3 ระดับความเข้มข้น 2, 4 และ 6 % พ่นที่ใบส้มโอไม่มีผลต่อการเพิ่ม เปรอร์เซ็นต์การติดผลและคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี แต่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของธาตุ อาหารไนโตรเจน และโพแทสเซียมในใบส้มโอ

กิจกรรมที่ 4 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชต่อการติดผลและคุณภาพของผล

ส้มโอ

กิจกรรมย่อย 4.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฮอร์โมนพืชระหว่างการพัฒนาของผล ส้มโอพันธุ์ทองดี

จากการวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน ได้แก่ สาร indole acetic acid (IAA) และกลุ่มจิบเบอเรลลิน (gibberellin, GA) ซึ่งเป็นสารกลุ่มกระตุ้นการเจริญเติบโตพืชกับกลุ่มสาร ยับยั้งการเจริญเติบโตพืชได้แก่ Absciscic acid (ABA) ในผลส้มโอปกติและผลส้มโอที่เกิดการหลุด ร่วงในผลที่มีอายุตั้งแต่ 1 และ 3 เดือนหลังการติดผล พบว่า ส้มโอผลปกติจะมีปริมาณของฮอร์โมน พืชกลุ่ม GA และ IAA สูงกว่าส้มโอผลร่วง ขณะที่ส้มโอผลที่ร่วงมีปริมาณสาร ABA สูงกว่าส้มโอ ผลปกติ (ตารางที่ 26) ขณะที่ในส้มโอที่มีอายุ 4 เดือน ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนพืชทั้ง 3 กลุ่มแยกเป็นส่วนเปลือกส้มโอและเนื้อส้มโอ พบว่า ส่วนของเปลือกและเนื้อผลส้มโอปกติมี ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืชกลุ่ม GA (2.52 และ 4.20 ppm ตามลำดับ) สูงกว่าส่วนของเปลือกและ เนื้อผลส้มโอที่ร่วง (2.03 และ 0.84 ppm ตามลำดับ) (ตารางที่ 27) สำหรับฮอร์โมนกลุ่มออกซินพบว่า ส่วนของเปลือกและเนื้อส้มโอผลปกติมีความเข้มข้นของ IAA (2.63 และ 3.85 ppm) สูงกว่าส่วน ของเปลือกและเนื้อส้มโอของผลร่วง (2.07 และ 1.45 ppm) สำหรับความเข้มข้นของ ABA พบว่า

ผลส้มโอที่ร่วงมีความเข้มข้นของ ABA ในส่วนของเปลือก (5.28 ppm) สูงกว่าผลปกติ (0.39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 26 ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืช (ppm) ในผลส้มโอที่ร่วงและผลปกติ

ชนิดผล	21/2/56				27/2/56				7/3/56			
	IAA	GA	ABA	(IAA+GA)	IAA	GA	ABA	(IAA+GA)	IAA	GA	ABA	(IAA+GA)
	/ABA				/ABA				/ABA			
ผลร่วง	1.98	0.71	1.094	2.46	1.19	1.15	0.371	6.31	1.32	2.35	0.354	10.37
ผลปกติ	2.39	1.44	0.317	11.97	2.18	1.54	0.273	13.63	1.79	4.80	0.192	34.33
t-test	0.05	0.03	0.02	< 0.01	0.04	0.05	0.04	< 0.01	0.05	0.02	0.03	< 0.01

ตารางที่ 27 ความเข้มข้นของฮอร์โมนพืช (ppm) ในเปลือกและเนื้อผลส้มโอที่ร่วงและผลปกติเมื่อผลมีอายุ 4 เดือน หลังดอกบาน

ส่วนของผล	ชนิดผล	IAA	GA	ABA	(IAA+GA)/ABA
เปลือก	ผลปกติ	2.63	2.52	0.39	13.21
	ผลร่วง	2.07	2.03	5.28	0.78
	t-test	0.03	0.04	0.01	< 0.01
เนื้อ	ผลปกติ	3.85	4.20	nd	-
	ผลร่วง	1.45	0.84	nd	-
	t-test	0.02	0.02		

nd = non-detectable

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลิน และสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืชชนิด ABA ระหว่างผลปกติที่ติดอยู่บนต้นและผลที่ร่วงเมื่อมีอายุผลใกล้เคียงกันพบว่า ผลปกติที่ติดอยู่บนต้นมีความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มออกซินและจิบเบอเรลลินสูงกว่าผลส้มโอที่ร่วง ขณะที่ผลร่วงมีฮอร์โมนพืชกลุ่ม ABA สูงกว่าผลปกติ ทั้งนี้เนื่องจากฮอร์โมน ABA นั้นเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งส่วนของพืชจะสร้างฮอร์โมนชนิดนี้ขึ้นมาปริมาณมากเมื่อพืชหรือส่วนของพืชนั้นเกิดการหลุดร่วง ประกอบกับการลดลงของฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน ได้แก่ IAA และกลุ่มจิบเบอเรลลิน ได้แก่ GA ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช จึงเป็นผลให้เกิดการหลุดร่วงของผลส้มโอ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในไม้ผล

ชนิดอื่น เช่น การศึกษาในลิ้นจี่พบว่า ABA จะกระตุ้นการหลุดร่วงของผลลึ้นจีซึ่งให้ผลตรงข้ามกับผลของออกซินและการให้ร่มเงามีผลกระตุ้นการหลุดร่วงของผลลึ้นจีเนื่องจากมีผลลดการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืชและไปกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของ ABA นอกจากนี้ Koukourileou-Petridou (2003) ยังพบว่า การเกิด june drop ของผลอัลมอนจะเกิดพร้อมกับการลดลงของปริมาณ IAA ในผล และจะลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดการร่วงของผล นอกจากนี้ในการศึกษาในพืชตระกูลส้มพบว่า ระดับของฮอร์โมนภายในยังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการหลุดร่วงของผลส้ม โดยพบว่า ABA และกรดจัสโมนิก เป็นฮอร์โมนพืชที่มีผลต่อการหลุดร่วงของผลส้มและพบว่าผลส้มที่เกิดการหลุดร่วงนั้นจะมีอัตราส่วนของสารเร่งการเจริญเติบโตต่อสารยับยั้งการเจริญเติบโตต่ำกว่าผลที่ติดอยู่บนต้น (Pozo, 2001) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฮอร์โมนนี้อาจจะเกี่ยวเนื่องกับการที่ผลได้รับปริมาณอาหารเพื่อการเจริญเติบโตไม่เพียงพอ ซึ่งสภาพดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้ผลมีการสร้างฮอร์โมน ABA เพิ่มมากขึ้น ขณะที่ IAA และ GA ลดลง จึงเกิดการร่วงของผลส้มโอขึ้น นอกจากนี้ยังมีการสรุปบทบาทของออกซินและเอทิลีนต่อการติดผลและความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารสะสมไว้ว่า ภายหลังจากรังไข่ได้รับการผสม เมล็ดที่พัฒนาขึ้นจะเป็นแหล่งผลิตออกซิน ออกซินที่เอ็มบริโอผลิตขึ้นจะชักนำให้มีการลำเลียงอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรตเข้ามาจากใบเพื่อการพัฒนาของเมล็ด รวมทั้งส่วนอื่นๆของผลและออกซินยังถูกส่งออกมายังบริเวณการร่วงทำให้มีปริมาณออกซินในเซลล์บริเวณนี้สูงและไม่ตอบสนองต่อเอทิลีนหรือกล่าวได้ว่ามีความไวต่อเอทิลีนต่ำ แต่ถ้าไข่ไม่ได้รับการผสม เช่น ไม่มีการถ่ายเรณู เมล็ดไม่สามารถพัฒนาขึ้นได้หรือในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดความเครียดขึ้น เช่นสภาพที่ขาดน้ำ เมล็ดไม่สามารถพัฒนา การสร้างออกซินภายในเมล็ดเกิดขึ้นน้อยลงจึงไม่สามารถชักนำให้มีการลำเลียงสารเข้าสู่ผล ขณะเดียวกันออกซินที่ถูกลำเลียงออกไปยังบริเวณการร่วงมีปริมาณลดลง เอทิลีนถูกกระตุ้นให้มีการสร้างมากขึ้น เซลล์บริเวณนี้จึงตอบสนองต่อเอทิลีนได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดการหลุดร่วงขึ้นได้ (จริงแท้, 2549) ซึ่งจากการสังเกตลักษณะภายในของผลส้มโอที่ร่วงระหว่างการพัฒนาจะเป็นที่น่าสังเกตว่า ผลที่ร่วงระหว่างการพัฒนามีการสร้างเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ จึงอาจเป็นผลให้มีการสร้างออกซินได้น้อย จึงเกิดการหลุดร่วงของผล

ดังนั้นการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชประเภทสารเร่งการเจริญเติบโตพืช เช่น สารในกลุ่มออกซินจากภายนอก เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน จึงอาจจะเป็นวิธีการหนึ่งในการลดการหลุดร่วงของผลส้มโอได้ โดยควรพ่นสารให้กับดอกส้มโอในระยะดอกบานและเมื่อผลส้มโอยังอ่อนอยู่เช่น เมื่อผลมีอายุ 1-2 เดือนหลังดอกบาน

กิจกรรมย่อย 4.2 การศึกษาผลของการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชต่อการติดผลและคุณภาพผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

การศึกษาผลของการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกลุ่มออกซินได้แก่ สาร NAA ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm และ สาร 2,4-D ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm ด้วยการพ่นที่ใบของส้มโอพันธุ์ทองดี จำนวน 2 ครั้ง คือระยะดอกบาน และระยะ 1 เดือนหลังการติดผล พบว่า การใช้สาร NAA ความเข้มข้น 20 ppm สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลที่ติดอยู่บนต้น (percent of fruit retention) มากกว่าการไม่ใช้สารและการใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้สาร NAA ความเข้มข้น 20 ppm, 40 ppm, 2,4-D 20 ppm, control และ 2,4-D 40 ppm มีเปอร์เซ็นต์การติดผล 14.84, 12.26, 9.57, 4.60 และ 2.11 % ตามลำดับ เมื่อผลมีอายุประมาณ 7 เดือน (21/7/56) (ตารางที่ 28) อย่างไรก็ตาม ขณะที่ผลมีอายุ 2 เดือน การใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 มีผลให้เปอร์เซ็นต์ผลที่ติดอยู่บนต้น แต่เมื่อผลมีอายุประมาณ 5 เดือน (22/5/56) การใช้สาร NAA 20 ให้เปอร์เซ็นต์ผลที่ติดอยู่บนต้นสูงที่สุด (ตารางที่ 28)

สำหรับผลของสาร NAA และ 2,4-D ต่อขนาดผลพบว่า การใช้สาร NAA และ 2,4-D ทั้ง 2 ความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเพิ่มขนาดของผลส้มโอตั้งแต่ผลส้มโอมีอายุตั้งแต่ 4-7 เดือน (20/4/56 - 21/7/56) แม้ว่าในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาผลเมื่อผลมีอายุประมาณ 2 เดือน (27/2/56) การใช้ NAA 20 ppm ให้ขนาดผลส้มโอสูงที่สุด (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 28 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

ความเข้มข้น ของสาร (ppm)	เปอร์เซ็นต์การติดผล								
	12/2/56	21/2/56 ^{1/}	27/2/56 ^{1/}	18/3/56	4/4/56	20/4/56	22/5/56 ^{1/}	22/6/56 ^{1/}	21/7/56 ^{1/}
NAA 20	100	25.55ab	19.28bc	14.83	14.83	14.83	14.84a	14.84a	14.84a
NAA 40	100	27.18ab	16.67bc	13.17	12.26	12.26	12.26ab	12.26ab	12.26ab
2,4-D 20	100	47.65a	37.17ab	16.74	10.67	9.57	9.57abc	9.57abc	9.57abc
2,4-D 40	100	52.51a	46.20a	16.73	9.38	7.56	2.11c	2.11c	2.11c
control	100	13.81b	10.02c	4.72	4.60	4.60	4.60bc	4.60bc	4.60bc
F-test		*	*	ns	ns	ns	*	*	*

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่าง

ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 29 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อขนาดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

ความเข้มข้นของสาร (ppm)	เส้นผ่าศูนย์กลางผล (เซนติเมตร)								
	21/2/56 ^{1/}	27/2/56 ^{1/}	7/3/56 ^{1/}	18/3/56 ^{1/}	4/4/56	20/4/56	22/5/56	22/6/56	21/7/56
NAA 20	2.69a	4.20a	5.81a	7.66a	9.61	10.02	12.19	12.24	12.30
NAA 40	2.41ab	3.33ab	5.06a	7.44a	10.05	10.76	12.76	12.76	12.76
2,4-D 20	2.14ab	3.26ab	4.76a	6.31a	8.96	10.11	11.39	11.64	12.25
2,4-D 40	1.55b	1.77c	2.97b	4.09b	8.52	9.74	12.45	12.62	12.62
control	1.60b	2.33bc	4.45a	7.20a	8.77	9.90	10.88	11.56	11.68
F-test	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT)

ผลของการใช้สาร NAA และ 2,4-D ต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในส่วนขอใบส้มโอพบว่า การใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 40 (112.43 mg.g⁻¹) และ 20 ppm (101. 83 mg.g⁻¹) สามารถเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอได้สูงกว่าการไม่ใช้สาร (82.97 mg.g⁻¹) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บตัวอย่างใบเมื่อผลมีอายุประมาณ 6 เดือน เช่นเดียวกับใบที่เก็บตัวอย่างเมื่อผลมีอายุประมาณ 7 เดือน พบว่า การใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 40 (104.86 mg.g⁻¹) และ 20 ppm (96. 55 mg.g⁻¹) สามารถเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอได้สูงกว่าการไม่ใช้สาร (78.44 mg.g⁻¹) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 30) ขณะที่ไม่มีมีความแตกต่างของความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบระหว่างการใช้น้ำ 20 และ 40 ppm กับการไม่ใช้สาร (control) แม้ว่าจะมีแนวโน้มสูงกว่าการไม่ใช้สารก็ตาม

ตารางที่ 30 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอพันธุ์ทองดีระหว่างการพัฒนาของผล

ความเข้มข้น ของสาร (ppm)	ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสม (mg/g)				
	21/2/56	7/3/56 ^{1/}	4/4/56 ^{1/}	22/6/56 ^{1/}	21/7/56
NAA 20	105.75	83.89ab	99.66a	94.05bc	90.44bc
NAA 40	102.42	82.33ab	89.58b	89.73bc	85.98bc
2,4-D 20	104.08	101.87a	99.81a	101.83ab	96.55ab
2,4-D 40	116.20	99.95a	99.27a	112.43a	104.86a
control	94.40	75.31b	90.61ab	82.97c	78.44c
F-test	ns	*	*	*	*

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT)

สำหรับผลของการใช้สาร 2,4-D และ NAA ต่อคุณภาพของผลส้มโอพบว่า การใช้สารทั้ง 2 ชนิดในทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อน้ำหนักของผล เส้นรอบวงของผล น้ำหนักเนื้อและเปอร์เซ็นต์ TA แต่การใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm และ 20 ppm ให้น้ำหนักเปลือกสูงที่สุดคือ 435.55 และ 358.57 กรัม ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ การใช้สาร NAA 40 ppm, NAA 20 ppm และ การไม่ใช้สาร (control) คือ 333.56, 328.43 และ 298.92 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 31)

การใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm ให้ความหนาเปลือกสูงที่สุดคือ 20.25 มิลลิเมตร แตกต่างจากการไม่ใช้สารที่มีความหนาเปลือก 16.15 มิลลิเมตร ขณะที่การวิเคราะห์ปริมาณ TSS พบว่า การใช้ NAA ความเข้มข้น 20 ppm (13.05 °Brix), NAA ความเข้มข้น 40 ppm (11.98 °Brix), และการไม่ใช้สาร (11.50 °Brix) มีค่า TSS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้สาร NAA ความเข้มข้น 20 ppm ให้ค่า TSS สูงกว่า การใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 20 ppm (10.20 °Brix) และ 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm (10.00 °Brix) (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 ผลของ 2,4-D และ NAA ต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

ชนิดสาร	น้ำหนักผล (กรัม)	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)	น้ำหนักเปลือก (กรัม) ^{1/}	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	ความหนา เปลือก (มิลลิเมตร) ^{1/}	TA (%)	TSS (°Brix) ^{1/}
NAA 20 ppm	769.49	40.00	328.43b	441.06	14.43bc	0.48	13.05a
NAA 40 ppm	769.80	40.40	333.56b	436.25	13.92c	0.73	11.98ab
2,4-D 20 ppm	715.45	36.07	358.57ab	357.18	17.18b	0.90	10.20b
2,4-D 40 ppm	763.00	41.30	435.55a	327.45	20.25a	0.85	10.00b
control	648.30	38.00	298.92b	349.38	16.15bc	0.70	11.50ab
F-test	ns	ns	*	ns	*	ns	*

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple range test (DMRT)

จากผลการศึกษาการใช้สาร 2,4-D และ NAA ต่อการติดผลและคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี พบว่า การใช้สาร NAA 20 และ 40 ppm ให้เปอร์เซ็นต์ผลที่ติดอยู่บนต้นสูงที่สุด ขณะที่การใช้สาร NAA และ 2,4-D ทั้ง 2 ความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเพิ่มขนาดของผลส้มโอตั้งแต่ผลส้มโอมีอายุตั้งแต่ 4-7 เดือน ขณะที่การใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 40 และ 20 ppm สามารถเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบส้มโอได้สูงกว่าการไม่ใช้สาร ขณะที่ไม่มีมีความแตกต่างของความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบระหว่างการใช้น้ำ NAA ทั้ง 20 และ 40 ppm กับการใช้สาร (control) แม้ว่าจะมีแนวโน้มสูงกว่าการไม่ใช้สารก็ตาม การใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm และ 20 ppm ให้น้ำหนักเปลือกสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ การใช้สาร NAA 40 ppm, NAA 20 ppm และการไม่ใช้สาร (control) การใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm ให้ความหนาเปลือกสูงที่สุด ขณะที่การวิเคราะห์ปริมาณ TSS พบว่า การใช้ NAA ความเข้มข้น 20 ppm ให้ค่า TSS สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ NAA ความเข้มข้น 40 ppm, ไม่ใช้สาร, 2,4-D ความเข้มข้น 20 ppm และ 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm ซึ่งจากผลการศึกษาเห็นได้ว่าการใช้น้ำ NAA ในส้มโอพันธุ์ทองดี สามารถเพิ่มปริมาณผลที่ติดบนต้นได้ดีกว่าการใช้ 2,4-D ซึ่งเห็นได้จาก NAA 20 และ 40 ppm ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุด แต่เมื่อพิจารณาจากความเข้มข้นของสารที่ใช้ การใช้ความเข้มข้น 20 ppm มีความเหมาะสมที่สุดในด้านการประหยัดปริมาณสาร NAA ทั้งนี้ผลการศึกษาครั้งนี้อาจจะแตกต่างจากการศึกษาในพืช

ชนิดอื่น ๆ หรือพืชตระกูลส้มอื่น ๆ ที่พบว่า การใช้ 2,4-D สามารถเพิ่มการติดผลได้ เช่น การใช้สาร 2,4-DP ก่อนการร่วงของผลแก่จะสามารถลดการร่วงของผลใน sweet orange ได้ (Agusti *et al.*, 2006) หรือ การใช้สาร 2,4-D กับพืชตระกูลส้มสามารถยับยั้ง การร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (preharvest fruit drop) ได้ (Anthony และ Coggins, 1999) นอกจากนั้น Modise *et al.*, (2009) ยังรายงานว่า การใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 20 mg.L⁻¹ สามารถลดการหลุดร่วงของผล navel orange ได้ แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นเป็น 30 และ 40 mg.L⁻¹ จะเพิ่มการหลุดร่วงของผล ดังนั้นความเข้มข้นของ 2,4-D ที่เหมาะสมสำหรับ novel orange ควรอยู่ระหว่าง 16-20 mg.L⁻¹

ดังนั้นการใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm กับส้มโอพันธุ์ทองดีแต่ไม่สามารถลดการหลุดร่วงของผลส้มโอได้ อาจจะเนื่องมาจากการใช้ความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม โดยอาจจะเป็นความเข้มข้นที่สูงเกินไปสำหรับส้มโอ จึงเป็นผลให้ไม่สามารถลดการหลุดร่วงของผลได้ และ การใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm ยังมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ผลที่ติดบนต้นน้อยกว่าผลที่ไม่ได้ รับสารอีกด้วย แม้ว่า การใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm จะมีผลให้มีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตสะสมในใบสูงกว่าการใช้ NAA ก็ตาม นอกจากนั้นอาจเกิดจากระยะของการใช้สาร 2,4-D ที่อาจไม่เหมาะสม เนื่องจากมีรายงานว่า การใช้สาร 2,4-D ที่เหมาะสมสำหรับการลดการหลุดร่วงของผลนั้นควรจะใช้ในระยะกลางของการเจริญของผลจะสามารถลดการหลุดร่วงของผลได้ แต่ในการวิจัยครั้งนี้มีการใช้สาร 2,4-D ในระยะดอกบานและเมื่อผลมีอายุ 2 เดือนหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตของผล ทั้งนี้ความแตกต่างของชนิดพืชในการตอบสนองต่อสารอาจจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ใช้ 2,4-D ไม่สามารถลดการหลุดร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

ขณะที่การใช้ NAA ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm สามารถลดการหลุดร่วงของผลส้มโอได้มากที่สุด ทั้งที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกลุ่มออกซินเช่นเดียวกับ 2,4-D และใช้ความเข้มข้นระดับเดียวกับ 2,4-D อาจจะเนื่องมาจาก 2,4-D เป็นสารที่มีฤทธิ์ของออกซินสูงกว่า NAA (พงษ์นาค, 2549) จึงมีความเป็นพิษต่อพืชได้ง่ายกว่า NAA ดังนั้นเมื่อใช้ความเข้มข้นเท่ากัน สาร 2,4-D จึงแสดงความเป็นพิษได้ง่ายกว่าสาร NAA ทั้งนี้ผลของการใช้ NAA ต่อการลดการหลุดร่วงของพืชได้มีรายงานในพืชหลายชนิด Ward (2004) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการหลุดร่วงของผลแอปเปิ้ลพบว่า NAA สามารถยับยั้งการหลุดร่วงของผลได้ Bankar และ Prasad (1990) รายงานว่า การใช้ NAA ความเข้มข้น 10, 20 และ 30 ppm สามารถลดการหลุดร่วงของผล berry cv. Gola ในมะเขือเทศมีรายงานว่า การใช้ NAA สามารถเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศได้ โดยมีการใช้ NAA ในระยะดอกบานสามารถลดการหลุดร่วงของผลได้โดยเพิ่มความเข้มข้นของออกซินในส่วนของดอกและผล และการพ่นสาร NAA ยังเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนใบได้อีกด้วย

(Alam and Khan, 2002) ในมะม่วงมีรายงานว่า การใช้ NAA ความเข้มข้น 25 ppm พบให้กับมะม่วงในระยะดอกบานเต็มที่ จะเพิ่มการติดผลมะม่วงได้ (Nkansah *et al.*, 2012) นอกจากนั้นในฝรั่งพบว่า การใช้สาร NAA ความเข้มข้น 45 ppm สามารถลดการหลุดร่วงของผลฝรั่งได้มากที่สุดและเพิ่มผลผลิตได้สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ 30, 60, 75 และ 90 ppm ซึ่ง Agrawal และ Dikshit (2008) ได้สรุปว่า NAA จะมีผลในการช่วยให้เกิดการยืดยาวของเซลล์โดยการขยายขนาดของแวคิวโอลและความยืดหยุ่นของผนังเซลล์หลังจากการเพิ่มขึ้นของ cell wall plasticity จึงเป็นผลให้ช่วยเพิ่มการติดผลได้

นอกจากนั้นการใช้ NAA ความเข้มข้น 20 ppm ให้ค่า TSS ของส้มโอพันธุ์ทองดีสูงที่สุดสอดคล้องกับ การศึกษาของ Nkansah *et al.*, (2012) ในมะม่วงที่พบว่า การใช้สาร NAA ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm สามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลได้ นอกจากนั้นจากการศึกษาในฝรั่งยังพบว่า การใช้ NAA ความเข้มข้น 45 ppm สามารถเพิ่มค่า TSS ได้สูงที่สุด Eecher *et al* (1981) รายงานว่า NAA สามารถเพิ่มค่า soluble solid ของแอปเปิ้ล สำหรับการใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm และ 20 ppm ให้น้ำหนักเปลือกสูงที่สุดและการใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm ให้ความหนาเปลือกสูงที่สุด อาจจะเนื่องมาจากสาร 2,4-D มีฤทธิ์ของออกซินสูง ซึ่งออกซินเป็นฮอร์โมนที่มีคุณสมบัติในการช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ จึงเป็นผลให้มีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์มากกว่า treatment อื่น ๆ และส่วนของเปลือกอาจจะเป็นส่วนที่ได้รับผลของสารก่อนส่วนอื่นหรือดูดซึมสารเอาไว้ได้มากกว่า จึงเป็นผลให้น้ำหนักของเปลือกและความหนาของเปลือกผลส้มโอที่ได้รับสาร 2,4-D ความเข้มข้น 40 ppm สูงกว่า treatment อื่น ๆ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลของการใช้ 2,4-D และ NAA ต่อการติดผลและคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดีแล้ว การใช้ NAA ความเข้มข้น 20 ppm มีความเหมาะสมที่สุดในการลดการหลุดร่วงของผลแต่ไม่มีผลต่อคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ทองดี

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการติดผลและการร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี พื้นที่ลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี สามารถสรุปได้ว่า

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนส้มโอซึ่งมีความสัมพันธ์กับความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรส้มโอ ชนิดของช่อดอก ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในส่วนใบและผลส้มโอ อัตราส่วนระหว่างฮอร์โมนพืชในกลุ่มสารกระตุ้นการเจริญเติบโตพืช (ออกซินและจิบเบอเรลลิน) และกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืช (ABA) และ ปริมาณธาตุอาหารพืช ในผลส้มโอ
2. การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินชนิด NAA ความเข้มข้น 20 ppm พ่นให้กับส้มโอในระยะดอกบานและเมื่อผลมีอายุประมาณ 1-2 เดือน จะสามารถลดการหลุดร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี
3. การปลิดผลส้มโอลง 50 % สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลที่ติดอยู่บนต้นและลดการหลุดร่วงของผลส้มโอพันธุ์ทองดี
4. การใช้สาร KNO_3 ความเข้มข้น 2-6 % ไม่มีผลในการลดการหลุดร่วงของผลส้มโอแต่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมในใบส้มโอพันธุ์ทองดี
5. ผลส้มโอที่หลุดร่วงระหว่างการพัฒนาของผลมีความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มออกซินและจิบเบอเรลลินต่ำแต่มีความเข้มข้นของสารยับยั้งการเจริญเติบโตกลุ่ม ABA สูง
6. ผลส้มโอปกติที่ติดอยู่บนต้น จะมีอัตราส่วนระหว่างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโตพืชสูงกว่าผลส้มโอที่ร่วงระหว่างการพัฒนา

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับส้มโอ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. เอกสารวิชาการคู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- กาญจนา สุทธิกุล. 2547. คู่มือการผลิตส้ม. กรุงเทพฯ: เลขาธิการเกษตร.
- จรัสแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการหายใจของพืช. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์และจรัสกร จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พงษ์นาด นาวรอนันต์ กัญญา สอนสนธิ และสุวิมล เรืองศรี. 2552. การศึกษาสาเหตุการร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในรอบปีของส้มโอพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้งในเขตลุ่มแม่น้ำ นครชัยศรี-แม่กลอง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- พงษ์นาด นาวรอนันต์. 2549. สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- รัตวุฒิ พึ่งไทย. 2553. ลักษณะข้อดอกต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- ศยามล กาญจนปกรณ์. 2543. ผลของการย้ายละอองเกสรต่อการติดผล การติดเมล็ดและคุณภาพผลส้มโอพันธุ์หอมหาวใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สมคิด ดำน้อย. 2545. อิทธิพลของกรดจิบเบอเรลลิกต่อการติดผลและการพัฒนาผลอ่อนของส้มโอพันธุ์หอมหาวใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร และ สุรนนต์ สุภัทรพันธุ์. 2533. การเปลี่ยนตามฤดูกาลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในกิ่งและใบของต้นกีวีฟรุตพันธุ์บุญโน.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 24:136-144.

Abd El-Fatah, D.M., S.A. Mohamed and O.M. Ismail. 2008. Effect of biostimulants, etrel, boron and potassium nutrient on fruit quality of “Costata” persimmon. **Aus. J. Basic and Appli. Sci.** 2(4): 1432-1437.

Agrawal, S. and S.N. Dikshit. 2008. Studies on the effect of plant growth regulators on growth and yield of sapota (*Achras sapota* L.) cv. cricket ball. **Indian J. Agric. Res.**, 42(3): 207-211.

Agostini, J.P. 1992. **Etiology and epidemiology of postbloom fruit drop of citrus**. Ph.D Thesis, University of Florida. 163 p.

Alam, S.M. and M.A. Khan. 2002. Fruit yield of tomato as affected by NAA spray. **Asian J. Plant Sci.**, 1(1): 24.

Anthony, M.F. and C.W. Coggin Jr. 1999. The efficacy of five forms of 2,4-D in controlling preharvest fruit drop in citrus. **Sci. Hort.** 81(3): 267-277.

Arakawa, O., 1988. Characteristics of color development in some apple cultivars: changes in anthocyanin synthesis during maturation as affected by bagging and light quality. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** 57 (3), 373–380.

Bankar, G.J. and R.N. Prasad. 1990. Effect of gibberellic and NAA on fruit set. **Progressive Horticulture**, 22(1-4): 60-62.

Bernier, G., Kinet, J.-M., and R.M. Sachs. 1981. **The Physiology of Flowering**, Vol. I (Boca Raton: CRC Press.

Blanusa, T., Else, M.A., Davies, W.J. and Atkinson, C.J. 2006. Regulation of sweet cherry abscission: the role of photoassimilation, sugars and abscisic acid. **J. Hort. Sci. Bio.** 81: 613–620.

- Boman, B.J. 2001. Foliar nutrient sprays influence yield and size of 'valencia' orange. **Proc. Fla. Stata Hort. Soc.** 114: 83-88.
- Boman, B.J. 2002. KNO₃ foliar application to 'sunburst' tangerine. **Proc. Fla. Stata Hort. Soc.** 115: 6-9.
- Bould, C. 1966. Leaf analysis of deciduous fruits. p. 651 – 684. *In* N.F. Childers (ed.) **Nutrition of Fruit Crops: Temperate, Subtropical, Tropical**. Rutgers-The State University of New Jersey.
- Brewbaker, J.L. and B.H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. **Amer. J. Bot.** 50: 859-865.
- Brosh, P., Y. Oren and M. Shani. 1975. Preharvest autumn drop of grapefruit in central area. **Alon haNotea** 29: 506-509.
- California Fertilizer Association. 1998. **Western Fertilizer Handbook**, second horticultural edition, Sacramento, CA. 362 p.
- Chang, W.N. and B.P. Jan. 2003. **Citrus Production. A manual for Asian farmers**. The Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region.
- Chapman, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus, *In*: **The citrus industry**, Revised edition, University of California Press. Berkeley. CA, p.127-289.
- Chapman, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. pp. 127-289. *In*: **The citrus industry** Ed: W. Reuther vol II Revised edition, University of California Press. Berkeley. CA, USA.
- Davies, F.S. and L. G. Albrigo. 1994. **Citrus**. CABI.
- El-Otmani, M. *et al.* 2004. Effect of gibberellic acid, urea and KNO₃, on yield and on composition and nutritional quality of Clementine Mandarin fruit juice. **Acta Hort.** 632: 149-157.

- Erner, Y., Kaplan, Y., B. Artzi and M. Hamou. 1993. Increasing citrus fruit size using Auxins and potassium. **Acta Hort.** 329: 112-119.
- Forshey, C.G. 1986. Chemical fruit thinning of apples. **New York's food and life science bulletin.** 116: 1-7.
- Guardiola, J.L. and A. García-Luis. 2000. Increasing fruit size in Citrus thinning and stimulation of fruit growth. **Plant Growth Regulation**, 31(1-2): 121-132.
- Hofman, P.J. 1988. Absciscic acid and gibberellins in the fruitlets and leaves of Valencia orange in relations to fruit growth and retention. **Proc. Int. Soc. Citriculture** 1: 355- 362.
- Hussein, A.A., Abdel-Rahman, A.G. and R.B., Ahmed. 1994. Effectiveness of fruit bagging on yield and fruit quality of pomegranate (*Punica granatum* L.). **Ann. Agric. Sci.** 32, 949–957.
- Iglesias, D.J., Tadeo, F.R., Primo-Millo, E. and M. Talon. 2003. Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. **Tree Physi.** 23, 199–204.
- Issarakraisila, M. and J.A. Considine. 1994. Effects of temperature on pollen viability in mango cv. 'Kensington'. **Ann. Bot.** 73: 231-240.
- Kelen, M., Demiralay, E.C., Sen, S. and G. Ozkan. 2004. Separation of absciscic acid, Indole-3-acetic acid, Gibberellic acid in 99 R (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) and Rose Oil (*Rosa damascene* Mill) by reversed phase liquid chromatography. **Turk. J. Chem**, 28: 603-610.
- Koen, T.J. and G. Smart. 1983. **Leaf Analysis in Litchis**. Citrus Sub-Trop. Fruit Res. Inst. 2p.
- Koukourileou-Petridou, M.A. 2003. The relation between the levels of extractable and diffusible IAA in almond fruits and their 'June drop'. **Plant Growth Reg.** 39: 107-112.
- Leece, D.R. and A.R. Gilmour. 1974. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 2 Seasonal changes in the leaf composition of peach. **Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb.** 114: 822 – 827.

- Lenz, F. 2000. Effects of fruit load on the nutrient uptake and distribution in citrus trees. **Acta Hort.** 531: 115-120.
- Lin, M.W. 1995. Studies on the preharvest fruit dropping of litchi cv. Yu-Her-Pao. **Hort. Abst.** 65(2): 207.
- Liu, J. 1986. **Studies on the changes of endogenous indole acetic acid and gibberellin during litchi fruit development.** MS thesis. South China Agr. Univ. Guangzhou.
- Malavolta, E. 1992. Leaf analysis in Brazil-present and perspectives. **Proceeding of the Society of Citriculture** 2: 570-574.
- Marschner, H. 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** 2nd edition. Academic Press New York. 889p.
- Monselise, S.P. 1986. Citrus, In: **Handbook of Fruit set and Development**, S.P. Monselise (ed.), Boca Raton, FL: CRC Press, p. 87-108.
- Moss, G.I. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **J. Hort. Sci.** 44: 311-320.
- Nkansah, G. O., Oforu-Anim, J. and A. Mawuli. 2012. Gibberellic Acid and Naphthalene Acetic Acid Affect Fruit Retention, Yield and Quality of Keitt Mangoes in the Coastal Savanna Ecological Zone of Ghana. **Amer. J. Plant Physio**, 7 (6): 243-251.
- Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1997. **Plant Analysis: An Interpretation Manual**, 2nd ed. CSIRO Publishing, Victoria Australia.
- Sagee, O and Y. Erner. 1991. Gibberellins and abscisic acid contents during flowering and fruit set of 'Shamouti' orange. **Sci. Hort.** 48 (1-2): 29-39.
- Soing, P. 1999. **Fertilisation des vergers: Environnement et qualite.** CTIFL, Paris. 86 pp.
- Stern, R.A and R. Ben-Arie. 2006. Effect of the synthetic auxin 3,5,6-TPA on pre-harvest drop, fruit quality and maturation of 'Delicious' and 'Jonathan' apples. **Acta. Hort.** 774: 356-362.

- Ward, D.L. 2004. **Factors affecting preharvest fruit drop of apple**. Ph.D thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University. 143 p.
- Wei-Hai Yang, Xiao-Chuan Zhu, Jian-Hua Bu, Gui-Bing Hu, Hui-Cong Wang, Xu-Ming Huang. 2009. Effects of bagging on fruit development and quality in cross-winter off-season longan. **Sci. Hort.** 120: 194–200
- Xu, J.Z., Lu, M.Y., Fu, Z.H., Huang, D.J., Huang, G.X., Xue, J.J., Lu, K.R., Li, Y.C., 2003. Effect of bagging on fruiting and fruit quality of *Litchi chinensis* Sonn. cv. Feizixiao. **J. Guangxi Agric. Biol. Sci.** 22 (2), 100–102
- Zekri, M., Obreza T. and A. Schumann. 2005. **Increasing efficiency and reducing costs of citrus nutritional programs**. University of Florida, Florida.

ภาคผนวก

สารเคมีและวิธีการวิเคราะห์ฮอร์โมนในส่วนต่าง ๆ ของดอกและผลส้มโอ

สารเคมี

Acetonitrile
Sodium hydroxide
Phosphoric acid
Potassium dihydrogen orthophosphate
di- Potassium dihydrogen orthophosphate
Methanol, Ethyl acetate
Hydrochloric acid
Diethyl ether
Sodium sulfate

ขั้นตอนการสกัด

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 4 กรัม
2. บดตัวอย่างด้วยโกร่งให้ละเอียดโดยใช้ 70 % methanol เป็นตัวทำละลาย และนำเข้าเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ข้ามคืน
3. นำสารสกัดมากรองผ่านกระดาษกรอง และระเหย 70 % methanol ออก โดยใช้เครื่อง evaporator
4. นำสารสกัดปรับ pH เป็น 8.5 ด้วย 0.1 M phosphate buffer และแยกชั้นด้วยสาร ethyl acetate 3 ครั้ง โดยแยกสาร ethyl acetate ออก
5. นำสารสกัดปรับ pH เป็น 2.5 ด้วย 1 N HCl และแยกชั้นด้วยสาร diethyl ether 3 ครั้ง โดยเก็บสาร diethyl ether ไว้ และนำมารองเพื่อเอาน้ำออกด้วย sodium sulfate
6. นำสาร diethyl ether ที่ได้ ทำการระเหยแห้งด้วยเครื่อง evaporator โดยฮอร์โมนที่ได้อยู่ในภาชนะ
7. นำภาชนะล้างด้วยสาร mobile phases 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นกรองใส่ vials เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนการแบ่งตัวอย่าง ดอกส้มโอ ในการวิเคราะห์

Ex หลายดอกหลายใบ



ชั่ง 4 กรัม



บดตัวอย่างด้วย MeOH 50 ml.



แยกชั้นด้วย Ethyl acetate ในอัตราส่วน 1:1 3 ครั้ง (เก็บส่วนของสารละลายไว้)



แยกชั้นด้วย Diethyl ether ในอัตราส่วน 1:1 3 ครั้ง (เก็บส่วนของ Diethyl ether)



1

2

3



นำเข้าเครื่อง evaporation เพื่อให้ Diethyl ether ระเหยออกจนแห้ง





ละลายด้วย โมบายนั เฟส 1 ml

กรอง ใส่ขวด



นำเข้าเครื่อง HPLC เพื่อวิเคราะห์ฮอร์โมน