

ลักษณะทางสัณฐานและขนาดของผลส้มโอที่ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวจากอาการขั้วเหลือง  
Morphology Characteristics and Fruit Size of Preharvest Dropped Pomelo Fruit  
Caused by Yellow Calyx Symptom

พงษ์นารถ นาถวารานันต์<sup>1\*</sup>

Pongnart Nartvaranant<sup>1\*</sup>

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะทางสัณฐาน และการเจริญเติบโตของผลส้มโอที่มีอาการขั้วเหลืองและร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวในส้มโอพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม พบว่าผลส้มโอทั้ง 2 พันธุ์ ที่เกิดการร่วงของผลจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองก่อนผลปกติ โดยผลปกติ จะเริ่มมีสีเหลืองเมื่ออายุประมาณ 6-7 เดือน ขณะที่ผลที่มีอาการผิดปกติจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่ออายุประมาณ 4-5 เดือน ผลส้มโอที่มีอาการขั้วเหลืองจะมีผลขนาดเล็กและน้ำหนักเบาว่าผลปกติทั้งส่วนของเปลือกและเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) ขณะที่อัตราการเจริญเติบโตของผลที่ร่วงจะช้ากว่าผลปกติเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 หลังจากการติดผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) ทั้งพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้งและจากการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล ส้มโอเมื่อมีอายุประมาณ 6 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่เกิดการหลุดร่วงของผลส้มโอ พบว่าผลส้มโอปกติมีขนาดผลที่ใหญ่กว่า (20.70 เซนติเมตร และ 23.17 เซนติเมตร สำหรับพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง ตามลำดับ) ผลส้มโอที่เกิดอาการผลร่วง (18.99 เซนติเมตร และ 20.55 เซนติเมตร ในพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) นอกจากนั้นยังพบว่า ผลส้มโอที่ร่วงจากอาการขั้วเหลืองมีน้ำหนักเปลือกและน้ำหนักเนื้อต่ำกว่าผลปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) ขณะที่ไม่พบความแตกต่างของจำนวนต่อมน้ำมันที่ผิวผลส้มโอที่เกิดการหลุดร่วงกับส้มโอปกติ สำหรับการเปลี่ยนแปลงบริเวณขั้วผลพบว่า ผลที่มีอาการผิดปกติจะมีการเปลี่ยนสีขั้วผลเป็นสีเหลือง ขณะที่ผลปกติยังคงมีสีเขียวการเปลี่ยนแปลงของสีขั้วผลยังขึ้นกับความรุนแรงของอาการ ซึ่งพบว่าขั้วผลมีสีเหลืองมากขึ้น เมื่อมีความรุนแรงของอาการเพิ่มมากขึ้นและผลดังกล่าวจะหลุดร่วงง่ายกว่าผลปกติ นอกจากนั้น ต้นส้มโอที่มีการร่วงของผลจะมีใบขนาดเล็กและแข็ง แต่ไม่แน่นอนเสมอไป อย่างไรก็ตาม ไม่พบลักษณะผิดปกติที่รากของต้นส้มโอที่เกิดการร่วงของผล

คำสำคัญ: ส้มโอ การร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยว การเจริญเติบโต อาการขั้วเหลือง ลักษณะทางสัณฐานของผล

<sup>1</sup> โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

\* Corresponding author: E-mail: pongnart@yahoo.com

### Abstract

Studies in morphological characteristics and growth of preharvest dropped pomelo fruit caused by yellow calyx symptom in pomelo cultivar Thongdee and Kaonampheung were evaluated in Nakhon Prathom province area. The results showed that peel color of preharvest dropped fruits turned to yellow (4-5 months after fruit set) earlier than normal fruits (6-7 months after fruit set) in both cultivars. Also, fruit growth was measured and found that the preharvest dropped fruits were statistically lower growth than the normal fruits at 3 months after fruit set. Whereas, at 6 months after fruit set which the fruit drop took place, the normal fruits had bigger fruit size (20.70 cm. and 23.17 cm. diameter for Thongdee and Kaonampheung cultivar, respectively) than the preharvest dropped fruits (18.99 cm. and 20.55 cm. diameter for Thongdee and Kaonampheung cultivar, respectively) ( $t < 0.05$ ). Moreover, the preharvest dropped fruits were less peel weight and pulp weight than the normal fruits ( $t < 0.05$ ). However, there was no statistically significant difference in number of oil grand in both cultivars. Changes in morphological characteristic at the calyx of fruit were also studied and found that color of the calyx of preharvest dropped fruits turned to yellow but those of the normal fruits were still green. However, that change depended on the severity of symptom which it clearly showed more yellow color at the calyx of fruits, more severe of the symptom and those fruits dropped easier than the normal one. Whereas, small and harden leaf were found in the preharvest dropped fruit trees but these symptoms were inconsistent. However, there was no abnormal symptom on root of preharvest dropped fruit trees compared to the normal one.

**Keywords:** Pomelo, Preharvest Fruit drop, Growth, Yellow Calyx Symptom, Morphology characteristic

### บทนำ

ส้มโอ (*Citrus maxima* Merr.) เป็นไม้ผลที่มีศักยภาพในการส่งออกของประเทศไทย เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี มีรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ อีกทั้งส้มโอเป็นผลไม้ที่มีเปลือกหนา ยังผลให้สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่เสียคุณภาพ ทนทานต่อการกระทบกระเทือนระหว่างขนส่งได้ในระยะทางไกล โดยเฉพาะการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ดังนั้นจึงเป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตเพื่อการส่งออก แต่เนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในเขตลุ่มน้ำนครชัยศรีซึ่งได้แก่ เขตพื้นที่อำเภอ นครชัยศรีและสามพราน จังหวัดนครปฐม กำลังประสบปัญหาอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา (Physiological disorder) ของผล โดยพบการร่วงของผลในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวที่เกษตรกรเรียกว่า

อาการปล่อยขั้ว โดยมีลักษณะอาการขั้วผลเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งเกษตรกรเรียกว่า อาการขั้วเหลืองและร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1-2 เดือน โดยพบทั้งในพันธุ์ทองดี ขาวน้ำผึ้ง และขาวใหญ่ ซึ่งในสภาพปกติแล้วระยะเวลาเจริญเติบโตของผลส้มโอดังกล่าวจะไม่พบการหลุดร่วงของผลส้มโอตามธรรมชาติ เป็นผลให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตและเกษตรกรสูญเสียรายได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เมื่อพบปัญหาดังกล่าวจะตัดต้นส้มโอทิ้ง เนื่องจากยังไม่สามารถแก้ไขอาการดังกล่าวได้และพบปัญหานี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ตลอดจนไม่ทราบถึงสาเหตุของการเกิดลักษณะอาการผิดปกติดังกล่าวได้อย่างชัดเจน ประกอบกับการเกิดอาการขั้วเหลืองของผลส้มโอนี้มีอาการเบื้องต้นที่แสดงออกอย่างหลากหลายยากต่อการวินิจฉัยทำให้ไม่สามารถแก้ไขได้อย่างเหมาะสมและทันเวลา เนื่องจากในบางครั้งเกษตรกรสังเกตพบอาการผิดปกติดังกล่าวในระยะที่ผลส้มโอใกล้จะร่วงแล้ว ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะอาการผิดปกติทางสัณฐานและการเจริญเติบโตของผลส้มโอที่มีอาการขั้วเหลืองและร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อเป็นข้อมูลในการจำแนกลักษณะผิดปกติของผลส้มโอที่เกิดอาการขั้วเหลืองอันจะนำไปสู่การหาวิธีแก้ไขที่เหมาะสมต่อไป

#### อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษากการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของผลส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่เกิดการร่วงของผลเนื่องจากอาการขั้วเหลืองจะทำการศึกษาโดยใช้สวนส้มโอของเกษตรกรที่ปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้งในสวนเดียวกัน จำนวน 5 สวน ในเขตอำเภอนครชัยศรีและอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม โดยคัดเลือกต้นส้มโอที่มีอายุใกล้เคียงกันประมาณ 6 -7 ปี จำนวน 10 ต้นต่อพันธุ์ต่อสวน แบ่งต้นส้มโอแต่ละพันธุ์ออกเป็น 2 กลุ่มทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (ทรีทเมนต์ที่ 1) คือ ส้มโอปกติ และ กลุ่มที่ 2 (ทรีทเมนต์ที่ 2) คือ ต้นส้มโอที่พบอาการผลร่วงจากอาการขั้วเหลือง กลุ่มละ 5 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized completely block design; RCB) กำหนดให้ 1 สวน คือ 1 ซ้ำ (replication หรือ block) จำนวน 5 ซ้ำ จากนั้นทำการศึกษาลักษณะต่างๆ ได้แก่

*สีผิวของผลส้มโอ* การศึกษาความแตกต่างของสีผิวส้มโอระหว่างผลปกติและผลที่เกิดการร่วงโดยวัดค่าสีในระบบ C.I.E lab เป็นค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ซึ่งเป็นการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยค่า  $L^*$  บรรยายถึงความสว่างจากค่า  $+L^*$  แสดงถึงสีขาว จนถึง  $-L^*$  แสดงสีดำ ค่า  $a^*$  แสดงค่าสีจากสีเขียว ( $-a^*$ ) ไปจนถึงแดง ( $+a^*$ ) ส่วนค่า  $b^*$  จะแสดงค่าสีจากสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) ไปจนถึงสีเหลือง ( $+b^*$ ) โดยเลือกผลปกติจำนวน 10 ผลต่อสวนต่อพันธุ์และผลร่วงจำนวน 10 ผลต่อสวนต่อพันธุ์ รวมผลปกติจำนวน 50 ผลต่อพันธุ์และผลร่วงจำนวน 50 ผลต่อพันธุ์ นำมาตัดชิ้นส่วนของเปลือกส้มโอที่ตำแหน่งกลางผลจากผลที่ร่วงและผลปกติ ขนาด  $1 \times 1$  นิ้ว จำนวน 2 ชิ้นต่อผล จากนั้นนำมาวัดค่าสีโดยใช้เครื่องมือวัดสี Minolta CR-400 โดยบันทึกค่าสีจำนวน 2 ครั้งต่อชิ้นเปลือกในระยะที่ผลมีสีเหลืองทั้งผล (อายุประมาณ 5-6 เดือนหลังติดผล)

*การเจริญเติบโตของผลส้มโอ* ศึกษาการเจริญเติบโตของผลส้มโอที่แสดงอาการผลร่วงตลอดระยะเวลาการพัฒนาของผลจนกระทั่งเกิดการร่วงของผลเปรียบเทียบกับผลปกติ พร้อมกับลักษณะอาการที่แสดงออกของผลที่เกิดการร่วงเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความผิดปกติ โดยเลือกผลซึ่งคาดว่าจะเกิดการหลุดร่วง (อาศัยประสบการณ์ของเกษตรกรในการเลือกผลที่คาดว่าจะร่วง) และผลปกติ ที่มีอายุประมาณ 1 เดือนหลังจากติดผล จำนวน 40 ผลต่อสวนต่อพันธุ์ แบ่งเป็นผลปกติ 20 ผลและผลที่คาดว่าจะร่วง 20 ผลต่อสวนต่อพันธุ์ รวมจำนวนผลปกติ 100 ผลต่อพันธุ์และผลที่คาดว่าจะร่วง 100 ผลต่อพันธุ์ เพื่อวัดการเจริญเติบโตของผล ได้แก่ การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลโดยใช้สายวัดและการพัฒนาของอาการผิดปกติที่ชี้บ่งถึงการร่วงของผลทุก 7 วัน จนถึงระยะที่การเจริญเติบโตของผลคงที่

*น้ำหนักผลส้มโอ* เมื่อเกิดการร่วงของผลส้มโอแล้ว (ประมาณ 6 เดือนหลังการติดผล) จะนำผลที่ร่วงจำนวน 10 ผลต่อสวนต่อพันธุ์ (รวม 50 ผลต่อพันธุ์) มาชั่งน้ำหนักสดและวัดขนาดของผลส้มโอเปรียบเทียบกับผลปกติ ที่มีอายุใกล้เคียงกันจำนวน 10 ผลต่อสวนต่อพันธุ์ (รวม 50 ผลต่อพันธุ์) พร้อมกับแยกส่วนเปลือกและเนื้อส้มโอเพื่อชั่งน้ำหนักสดของทั้ง 2 ส่วนเปรียบเทียบกับผลปกติโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักประเภท digital รุ่น PB3002-S/FACT ยี่ห้อ METTLER TOLEDO

*การศึกษาลักษณะเปลือกของผลส้มโอ* การศึกษาลักษณะเปลือกของผลส้มโอทำโดยเปรียบเทียบจำนวนต่อมไขมันบริเวณเปลือกส้มโอระหว่างผลส้มโอร่วงและผลปกติ เนื่องจากมีข้อสังเกตของเกษตรกร พบว่าผลส้มโอร่วงจะมีต่อมไขมันที่ต่ำกว่าผลปกติ บันทึกปริมาณต่อมไขมันโดยการตัดชิ้นส่วนของเปลือกส้มโอจากผลที่ร่วงและผลปกติ ขนาด 1x1 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้นต่อผล จำนวน 10 ผลต่อสวนต่อพันธุ์ (รวม 50 ผลต่อพันธุ์) แล้วนับจำนวนต่อมไขมันเฉลี่ยต่อพื้นที่ชิ้นเปลือก

*ลักษณะของใบและราก* สังเกตอาการผิดปกติของต้นส้มโอในส่วนของใบจากกิ่งที่ออกในฤดูกาลล่าสุดและส่วนรากของต้นส้มโอเปรียบเทียบระหว่างต้นส้มโอปกติจำนวน 5 ต้น ต่อสวนต่อพันธุ์ (รวมจำนวน 25 ต้นต่อพันธุ์) และต้นส้มโอที่เกิดการร่วงของผลจำนวน 5 ต้นต่อพันธุ์ (รวมจำนวน 25 ต้นต่อพันธุ์)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการทดสอบค่าทางสถิติด้วยสถิติ t-test ชนิด dependent sample t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### **ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

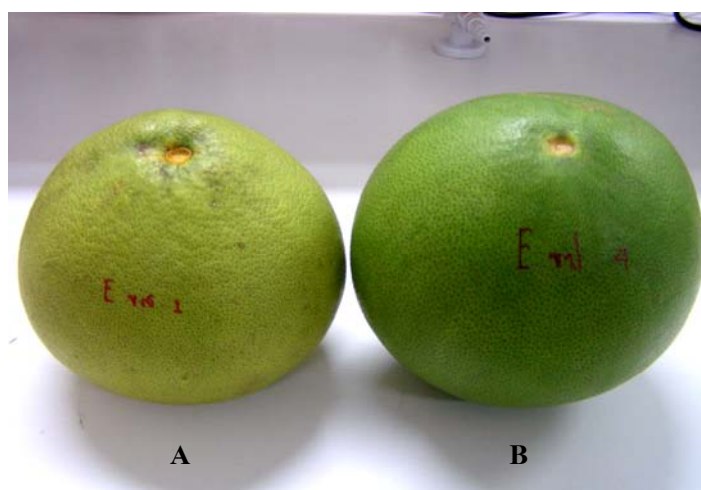
จากการศึกษาลักษณะอาการผิดปกติที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงผลส้มโอที่แสดงอาการขั้วเหลืองและเกิดการหลุดร่วงของผลและการเจริญเติบโตของผลส้มโอตั้งแต่ผลมีอายุประมาณ 1 เดือน หลังติดผลจนกระทั่งผลเกิดการหลุดร่วงซึ่งมีอายุประมาณ 5-6 เดือน พบว่าผลส้มโอทั้ง 2 พันธุ์ ที่เกิดการร่วงของผลมีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเร็วกว่าผลส้มโอปกติ โดยเริ่มมีสีเหลืองปรากฏเมื่อผลอายุประมาณ 6-7 เดือน ขณะที่ผลที่มีอาการผิดปกติจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่ออายุประมาณ 4-5 เดือน (ภาพที่ 1-3)



A

B

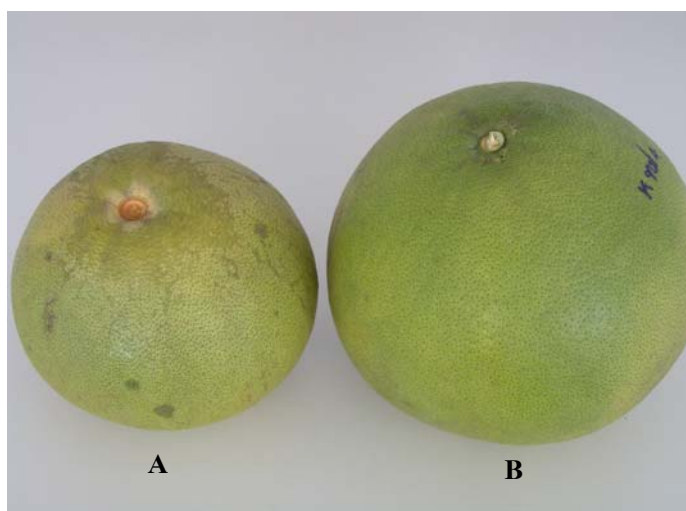
ภาพที่ 1 ผลส้มโอปกติ (A) และผลส้มโอที่เกิดอาการผลร่วง (B) บนต้นส้มโอ



A

B

ภาพที่ 2 ผลที่ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (A) เปรียบเทียบกับผลส้มโอปกติ (B) ของส้มโอพันธุ์ ขาวน้ำผึ้ง



A

B

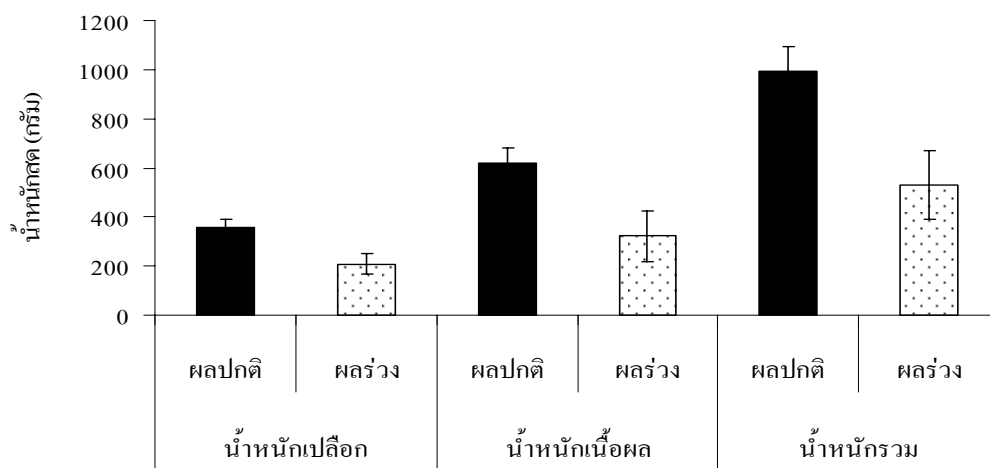
ภาพที่ 3 ผลส้มโอที่ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (A) เปรียบเทียบกับผลปกติ (B) ของส้มโอพันธุ์ทองดี

จากการนำเปลือกของผลส้มโอปกติและผลส้มโอที่เกิดอาการผลร่วงของทั้ง 2 สายพันธุ์มาวัดสีผิวของเปลือกเพื่อยืนยันความแตกต่างของสี โดยวัดค่าสีในระบบ C.I.E. เป็นค่า L\* a\* และ b\* พบว่าพันธุ์ทองดีมีค่า L\* a\* และ b\* ของผลที่เกิดการร่วงคือ 61.03, -9.32 และ 37.73 ซึ่งสูงกว่าค่า L\* a\* และ b\* ของผลปกติ (53.16, -11.10 และ 30.46 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) ขณะที่พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พบว่าผลที่เกิดการร่วงมีค่า L\* a\* และ b\* เท่ากับ 63.24, -11.16 และ 39.94 ซึ่งสูงกว่าค่า L\* a\* และ b\* ของผลปกติ (57.45, -12.95 และ 32.90 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) (ตารางที่ 1) เช่นเดียวกับพันธุ์ทองดี

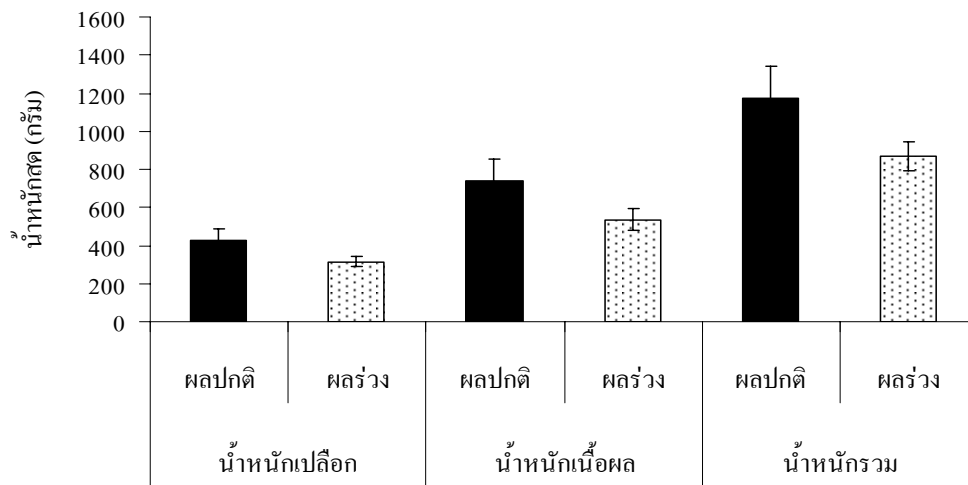
**ตารางที่ 1** ค่าการวัดสีของเปลือกส้มโอพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้งระหว่างผลปกติ (ค่าเฉลี่ยจำนวน 50 ผลต่อพันธุ์) และผลร่วง (ค่าเฉลี่ยจำนวน 50 ผลต่อพันธุ์)

พันธุ์	L*			a*			b*		
	ผลปกติ	ผลร่วง	Sig.	ผลปกติ	ผลร่วง	Sig.	ผลปกติ	ผลร่วง	Sig.
ทองดี	53.16	61.03	< 0.05	-11.10	-9.32	< 0.05	30.46	37.73	< 0.05
ขาวน้ำผึ้ง	57.45	63.24	< 0.05	-12.95	-11.16	< 0.05	32.90	39.94	< 0.05

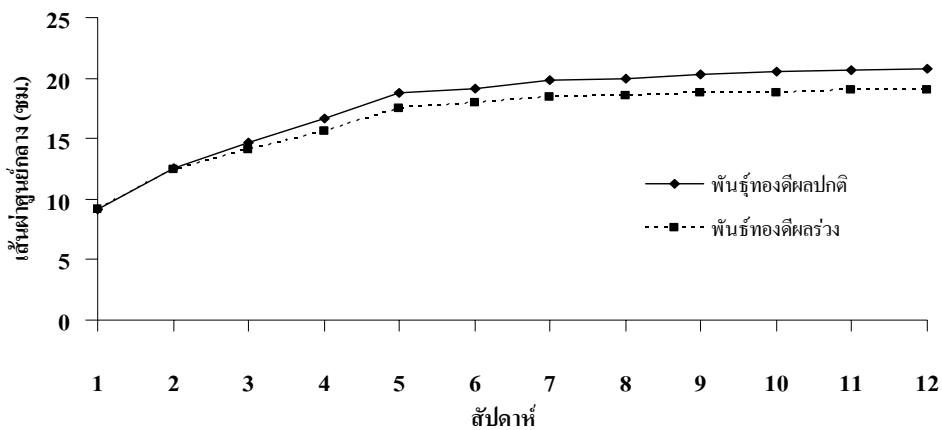
สำหรับการศึกษาขนาดและน้ำหนักผลส้มโอทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าผลที่พบลักษณะอาการผลร่วงจะมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบากว่าผลปกติ ทั้งส่วนของเปลือกและส่วนเนื้อส้มโอและมีการเจริญเติบโตของผลช้ากว่าผลปกติโดยพบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลในช่วง 1-3 เดือนแรกหลังการติดผลจะไม่มีมีความแตกต่างกันระหว่างผลที่เกิดอาการผลร่วงกับผลปกติ แต่เมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 หลังจากการติดผลผลส้มโอที่เกิดอาการร่วงจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลช้ากว่าผลส้มโอปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) (ภาพที่ 4-7)



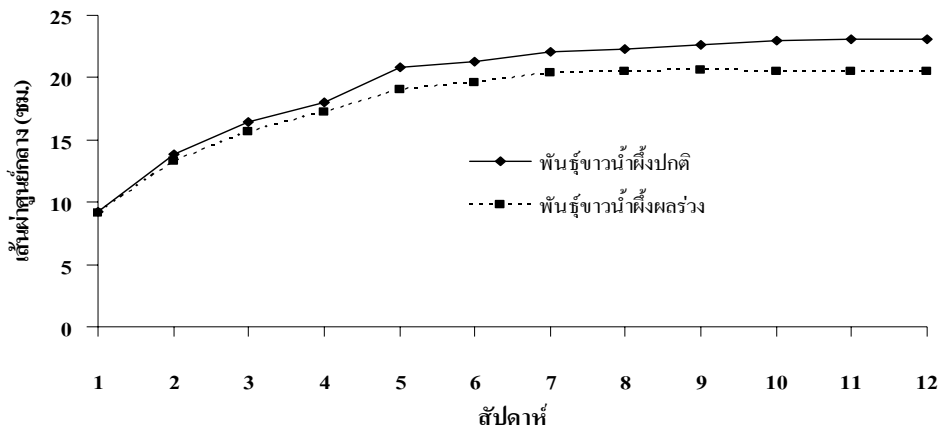
**ภาพที่ 4** น้ำหนักของเปลือก เนื้อ และน้ำหนักผลสด (กรัม) ของส้มโอพันธุ์ทองดีที่ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเปรียบเทียบกับผลปกติ (mean  $\pm$  SD) (ค่าเฉลี่ยจากผลร่วงและผลปกติชนิดละ 50 ผล)



ภาพที่ 5 น้ำหนักของเปลือก เนื้อส้มโอ และน้ำหนักผล (กรัม) ของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่เกิดอาการร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเปรียบเทียบกับผลปกติ (mean  $\pm$  SD) (ค่าเฉลี่ยจากผลร่วงและผลปกติ ชนิดละ 50 ผล)



ภาพที่ 6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโอพันธุ์ทองดีปกติ (ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 100 ผล) เปรียบเทียบกับผลที่แสดงอาการผลร่วง (ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 100 ผล)



ภาพที่ 7 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งปกติ (ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 100 ผล) เปรียบเทียบกับผลที่แสดงอาการผลร่วง (ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 100 ผล)

จากภาพที่ 4 พบว่าเปลือกของผลส้มโอพันธุ์ทองดีผลปกติมีน้ำหนัก (355.80 กรัม) มากกว่าน้ำหนักเปลือกของผลส้มโอที่ร่วง (208.55 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) ขณะที่น้ำหนักเนื้อผล (621.62 กรัม) และน้ำหนักผลรวม (990.85 กรัม) ของผลส้มโอปกติสูงกว่าน้ำหนักเนื้อผล (322.21 กรัม) และน้ำหนักผลรวม (531.35 กรัม) ของผลส้มโอที่ร่วงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ )

ขณะที่ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (ภาพที่ 5) พบว่าผลส้มโอปกติมีน้ำหนักเปลือก (423.36 กรัม) น้ำหนักเนื้อผล (536.71 กรัม) และน้ำหนักผลรวม (1174.74 กรัม) มากกว่าน้ำหนักเปลือก (315.25 กรัม) น้ำหนักเนื้อผล (322.21 กรัม) และน้ำหนักผลรวม (867.33 กรัม) ของผลส้มโอที่ร่วงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ )

สำหรับขนาดของผลส้มโอเมื่ออายุประมาณ 6 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่เริ่มเกิดการหลุดร่วงของผลส้มโอ พบว่าผลส้มโอปกติจะมีขนาดของผลใหญ่กว่า (20.70 เซนติเมตรและ 23.17 เซนติเมตร สำหรับพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง ตามลำดับ) ผลส้มโอที่เกิดอาการผลร่วง (18.99 เซนติเมตร และ 20.55 เซนติเมตร สำหรับพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < 0.05$ ) (ตารางที่ 2)

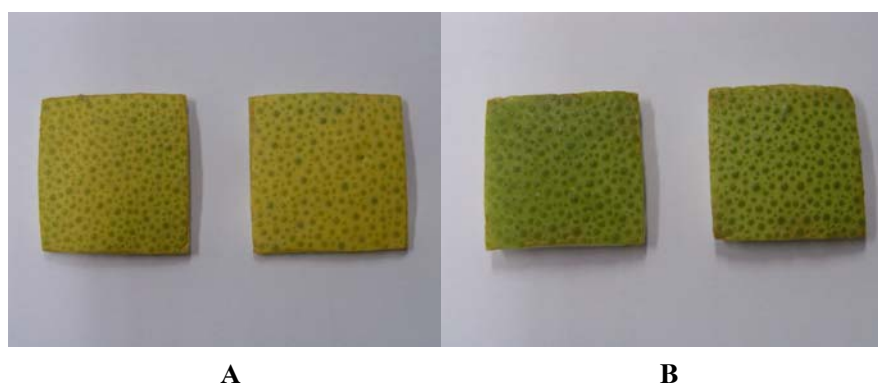
ตารางที่ 2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล (เซนติเมตร) ของส้มโอพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้งเมื่อผลมีอายุ 6 เดือนหลังการติดผลเปรียบเทียบระหว่างผลที่มีอาการผลร่วง (ค่าเฉลี่ยจำนวน 100 ผลต่อพันธุ์) กับผลปกติ (ค่าเฉลี่ยจำนวน 100 ผลต่อพันธุ์)

พันธุ์	ขนาดผลส้มโอ (เซนติเมตร)		
	ผลปกติ	ผลร่วง	Sig.
ทองดี	20.70	18.99	< 0.05
ขาวน้ำผึ้ง	23.17	20.55	< 0.05



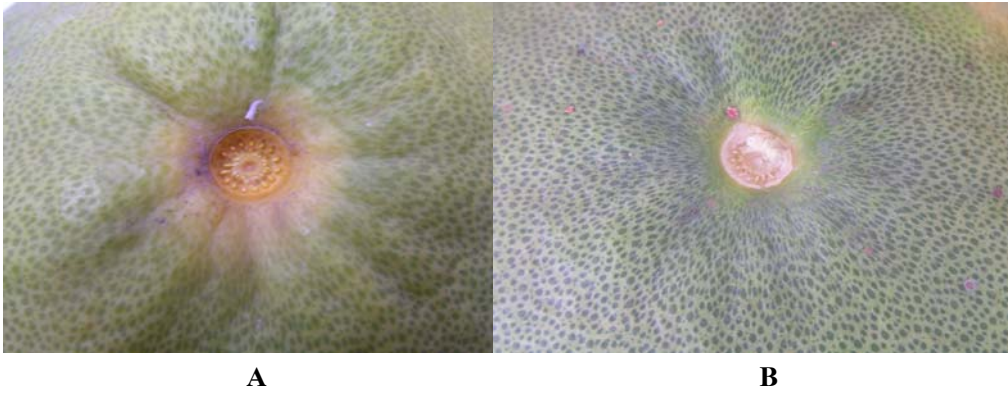
การวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโอพันธุ์ทองดี (ภาพที่ 6) พบว่าส้มโอที่มีอาการผลร่วงจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลต่ำกว่าผลส้มโอปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t < .05$ ) เมื่อผลมีอายุเข้าสู่ระยะประมาณ 3 เดือนภายหลังการติดผล (สัปดาห์ที่ 5) เช่นเดียวกับในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (ภาพที่ 7) และจากการทดลองพบว่าผลส้มโอพันธุ์ทองดีที่มีอาการร่วงจะมีการหยุดการเจริญเติบโตประมาณ สัปดาห์ที่ 7 ภายหลังการติดผลเช่นเดียวกับผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (ภาพที่ 6 และ 7)

สำหรับการศึกษาลักษณะของต่อมน้ำมันพบว่า ต่อมน้ำมันของผลส้มโอที่มีอาการผลร่วงจะมีลักษณะไม่เรียบ มีลักษณะนูน ขรุขระ หรืออาการที่ชาวสวนเรียกว่า “อาการขนลุก” และมีการเรียงตัวที่ห่างกว่าผลปกติ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ลักษณะเปลือกผลส้มโอที่ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (A) เปรียบเทียบกับเปลือกผลปกติ (B)

ขณะที่การศึกษาจำนวนต่อมน้ำมันที่เปลือกของผลส้มโอที่มีอาการผลร่วงและผลปกติ พบว่าจำนวนของต่อมน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ( $t > 0.05$ ) โดยในพันธุ์ทองดีพบว่า ผลปกติมีจำนวนต่อมน้ำมันเฉลี่ย 398.06 และผลที่มีอาการผลร่วงมีจำนวนต่อมน้ำมัน 397.65 ขณะที่พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พบว่าผลปกติมีจำนวนต่อมน้ำมันเฉลี่ย 315.65 ส่วนผลที่มีอาการผลร่วงมีจำนวนต่อมน้ำมันเฉลี่ย 294.61 และจากการสังเกตบริเวณขั้วผล พบว่าผลส้มโอที่มีอาการผิดปกติจะมีอาการขั้วเหลืองอย่างเห็นได้ชัดและหลุดร่วงได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับผลปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าส่วนของขั้วผลจะไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหมดในระยะแรกของการแสดงอาการ แต่จะมีสีเหลืองเพียงบางส่วน หลังจากนั้นขั้วผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น เมื่อมีการพัฒนาของอาการเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งส่วนของขั้วผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหมด (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ลักษณะขั้วผลส้มโอที่ร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (A) เปรียบเทียบกับขั้วผลส้มโอผลปกติ (B)

สำหรับลักษณะของใบส้มโอในต้นที่พบผลส้มโอมีอาการขั้วเหลืองนั้น พบว่าใบจะมีขนาดเล็ก แข็งและชี้ตั้ง แต่ไม่แน่นอนเสมอไป เพราะบางครั้งพบว่าใบจะมีลักษณะปกติ แต่ก็พบว่ามีการผิดปกติเช่นกัน (ภาพที่ 10) ขณะที่รากของต้นส้มโอที่พบอาการผลร่วงเนื่องจากอาการขั้วเหลืองนั้น ไม่พบลักษณะที่ผิดปกติเมื่อเทียบกับรากของต้นส้มโอที่ปกติ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบใบส้มโอระหว่างต้นปกติ (A) กับต้นที่เกิดการร่วงของผล (B)



ภาพที่ 11 ลักษณะรากของต้นส้มโอที่มีผลปกติ (A) กับต้นส้มโอที่เกิดผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (B)

จากการศึกษาลักษณะอาการผิดปกติของผลส้มโอที่เกิดการหลุดร่วงเพื่อใช้เป็นลักษณะบ่งชี้ถึงอาการขั้วเหลืองและการหลุดร่วงของผลส้มโอทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าอาการผลร่วงที่พบทั้งพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้งทั้งในเขตอำเภอสามพราณและนครชัยศรี มีลักษณะอาการเหมือนกันและเมื่อเปรียบเทียบกับผลปกติจะสามารถใช้เป็นดัชนีชี้บ่งหรือสัญญาณแสดงถึงอาการหลุดร่วงของผลซึ่งเกิดจากอาการขั้วเหลืองได้ จากผลการทดลอง พบว่าส้มที่มีอาการร่วงของผลนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองก่อนผลปกติ ซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยสายตาและเมื่อนำเปลือกส้มโอที่เกิดการร่วงและผลปกติมาวัดด้วยเครื่องวัดสี พบว่าเปลือกของผลส้มโอที่ร่วงทั้งของพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้งจะมีค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  สูงกว่าผลส้มโอปกติ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะความแตกต่างของสีเปลือกระหว่างผลส้มโอที่ร่วงกับผลปกติที่สังเกตได้ด้วยสายตา เนื่องจากค่า  $L^*$  แสดงลักษณะความสว่างจากสีขาวถึงสีดำ ถ้าค่า  $L^*$  มีค่ามากจะแสดงค่าสีขาวหรือมีความสว่างของสีมากกว่า ส่วนค่า  $a^*$  แสดงค่าจากสีเขียว ( $-a^*$ ) ถึง สีแดง ( $+a^*$ ) ดังนั้น สีเปลือกของผลที่ร่วงซึ่งมี สีเหลืองจึงมีค่า  $L^*$  และ  $a^*$  สูงกว่าเปลือกส้มโอจากผลปกติ ขณะที่ค่า  $b^*$  จะแสดงค่าสีจากสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) จนถึงสีเหลือง ( $+b^*$ ) ดังนั้น เปลือกของผลส้มโอที่ร่วงซึ่งมีสีเปลือกที่เหลืองมากกว่าสีเปลือกของผลปกติจึงมีค่า  $b^*$  สูงกว่าเปลือกส้มโอปกติ การเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของผิวเปลือกส้มโอที่ร่วงนั้นอาจจะเกิดจากการสลายตัวของเม็ดสีคลอโรฟิลล์เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนจากสีเขียวของเปลือกเป็นสีเหลืองเหมือนกับการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองของผักและผลไม้ทั่วไป (จริงแท้, 2549) รวมทั้งพืชตระกูลส้มที่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อแก่หรือสุกหรือเข้าสู่ระยะชราภาพ (Davies and Albrigo, 1994) แต่จะเกิดขึ้นเร็วกว่าผลปกติ ทั้งนี้ การร่วงของผลเป็นการพัฒนาของผลที่เข้าสู่ระยะชราภาพหรือการวาย (จริงแท้, 2549) และการเปลี่ยนแปลงของสีเขียวของผิวไปเป็นสีเหลืองเป็นลักษณะหนึ่งของการเข้าสู่ระยะชราภาพของผล ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าผลส้มโอที่ร่วงเนื่องจากอาการขั้วเหลืองเข้าสู่ระยะชราภาพเร็วกว่าผลปกติ อาจจะเนื่องจากการได้รับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุของการร่วงของผลไม้หลายชนิดเช่น ปริมาณฮอร์โมนภายในพืช ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณน้ำหรือการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Agostini, 1992) ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (จริงแท้, 2549) ทำให้แสดงอาการขั้วเหลืองและผลส้มโอหลุดร่วงตามมา

นอกจากสีผิวของเปลือกส้มโอที่มีความแตกต่างกันระหว่างผลส้มโอที่ร่วงกับผลปกติแล้วขนาดของผล น้ำหนักของผล และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโอที่ร่วงและผลปกติก็มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยผลส้มโอที่ร่วงจะมีขนาดของผลเล็กกว่าและน้ำหนักของเนื้อผล และส่วนเปลือกเบาว่าผลปกติทั้งพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง สอดคล้องกับข้อสังเกตของเกษตรกรที่ว่าผลส้มโอที่ร่วงจะมีขนาดของผลเล็กและน้ำหนักเบาว่าผลปกติ อาจเนื่องจากการพัฒนาของผลและการสะสมอาหารตลอดจนธาตุอาหารที่ผิดปกติของผลที่เกิดการร่วง จึงทำให้ผลมีขนาดเล็ก ทั้งนี้ เพราะในไม้ผลหลายชนิดและไม้ผลตระกูลส้มได้ มีรายงานการร่วงของผลเนื่องจากระดับของฮอร์โมน

ภายในพืชที่จำเป็นต่อการพัฒนาของผลไม่เหมาะสมเช่น ออกซินและจิบเบอเรลลิน (Davies and Albrigo, 1994; Koukourileou-Petridou, 2003; Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996; Ward, 2004) ปริมาณของธาตุอาหารและปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เหมาะสม (Blanus et al., 2006; Davies and Albrigo, 1994; Ruiz et al., 2001;) ซึ่งเมื่อวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มโอ พบว่าผลส้มโอที่ร่วงเริ่มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 ภายหลังจากติดผลทั้งพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง สอดคล้องกับข้อสังเกตของเกษตรกรที่ให้ข้อมูลว่าระยะดังกล่าวเป็นระยะของการเจริญเติบโตของผลที่จะเริ่มสังเกตเห็นอาการของผลที่ผิดปกติได้อย่างชัดเจน อาจเป็นเพราะว่าระยะดังกล่าวเป็นระยะที่ผล ส้มโอเกิดการขยายตัวของเซลล์ผลอย่างมาก จึงต้องการปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณฮอร์โมนที่เหมาะสมในการขยายขนาดของผล โดย Mehouachi et al., (1995) รายงานว่า ผลส้มที่กำลังพัฒนาอยู่ในสภาวะเป็นแหล่งใช้อาหาร (sink) ระหว่างการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ซึ่งปริมาณน้ำตาลจะมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับการเจริญของผลและมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับการร่วงของผล โดยจะพบการร่วงของผลเมื่อปริมาณน้ำตาลซูโครสลดน้อยลง (Mehouachi et al., 1995; Mehouachi et. al., 2000) สอดคล้องกับ Guardiola, et. al, (1984) ซึ่งรายงานว่ายับยั้งการเจริญเติบโตของผลส้ม navel พันธุ์ Navelate และ Washington ขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังพบว่าการร่วงของผลไม้อาจเกิดจากการแก่งแย่งปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้ำ และฮอร์โมน (Lima and Davies, 1984; Mehouachi et. al., 2000)

Guardiola and Garcia-Luis (2000) รายงานว่า ในพืชตระกูลส้มการให้ออกซินจากภายนอกสามารถเพิ่มขนาดของผลได้ แสดงว่าออกซินมีอิทธิพลต่อการขยายขนาดของผลและพบว่าผลส้มที่ร่วงจะมีปริมาณของออกซินอยู่ปริมาณต่ำ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าในระยะดังกล่าวผลส้มโอที่ร่วงไม่ได้รับปัจจัยดังกล่าวอย่างเพียงพอจึงมีการเจริญเติบโตของผลต่ำกว่าผลปกติ

ลักษณะที่สามารถใช้เป็นข้อสังเกตของการร่วงของผลส้มโอ เนื่องจากอาการขั้วเหลืองอีกประการหนึ่ง คือ ลักษณะของต่อมน้ำมันของผลส้มโอซึ่งพบว่า ต่อมน้ำมันของผลส้มโอที่ร่วงจะมีลักษณะไม่เรียบ มีลักษณะนูน ขรุขระ ที่ชาวสวนเรียกว่า “อาการขนลุก” ซึ่งแตกต่างไปจากส้มโอปกติที่จะมีต่อมน้ำมันที่เรียบและละเอียด ลักษณะของต่อมน้ำมันในผลส้มโอที่เกิดผลร่วงดังกล่าวจะพบทั้งพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างของจำนวนต่อมน้ำมันระหว่างผลส้มโอปกติกับผลส้มโอที่มีอาการร่วงก่อนเก็บเกี่ยว ดังนั้นการที่เกษตรกรให้ข้อมูลว่าต่อมน้ำมันของส้มโอผลที่มีอาการร่วงจะเรียงตัวห่างกว่าผลส้มโอปกตินั้น จึงไม่น่าจะเกิดจากการมีจำนวนต่อมน้ำมันที่น้อยกว่าผลปกติ แต่อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะของต่อมน้ำมันที่นูนขึ้นมา ทำให้ผิวไม่เรียบจึงมองคล้ายกับต่อมน้ำมันเรียงตัวกันห่างกว่าปกติ ทั้งนี้ ถ้าต่อมน้ำมันมีการเรียงตัวกันห่างกว่าปกติจริง จำนวนต่อมน้ำมันต่อพื้นที่ที่ตรวจนับก็ควรจะแตกต่างกัน

อาการผลร่วงอีกประการหนึ่ง คือ อาการข้าวผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเกษตรกรเรียกว่า “อาการข้าวเหลือง” โดยพบว่าบริเวณข้าวของผลที่เกิดการหลุดร่วงจะมีสีเหลืองอย่างชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากข้าวผลของส้มโอปกติที่มีสีเขียวและผลที่มีข้าวสีเหลืองนี้จะหลุดร่วงได้ง่ายกว่าผลปกติ อย่างไรก็ตาม อาการข้าวผลมีสีเหลืองนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีข้าวขึ้นอยู่กับระยะของอาการหรือความรุนแรงของอาการผลร่วง กล่าวคือ เมื่อผลเริ่มมีอาการผลร่วงในระยะเริ่มต้น ส่วนของข้าวผลจะไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหมด แต่จะมีสีเหลืองเพียงบางส่วน แต่เมื่อมีอาการรุนแรงมากขึ้นหรือผลมีอายุมากขึ้นข้าวผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นจนกระทั่งส่วนของข้าวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหมด

อาการที่แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดที่กล่าวมาเป็นอาการที่เกิดที่ผลส้มโอ สำหรับลักษณะผิดปกติที่แสดงออกในส่วนอื่นๆ ของต้นส้มโอ พบว่าจากการสังเกตต้นส้มโอที่มีผลร่วงนั้นพบอาการที่แสดงออกที่ใบคือ ต้นส้มโอบางต้นจะมีใบขนาดเล็ก แข็งกระด้าง แต่ไม่แน่นอนเนื่องจากบางต้นที่พบการร่วงของผลจะมีใบปกติ ดังนั้น อาการที่แสดงออกที่ใบจึงใช้เป็นตัวบ่งชี้อาการผลร่วงได้ไม่แน่นอน ขณะที่ไม่พบอาการผิดปกติใดๆ ที่ส่วนของรากต้นส้มโอที่เกิดอาการผลร่วงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นปกติ ซึ่งมีความแตกต่างจากโรครากเน่าโคนเน่าที่พบในต้นส้มโอ เนื่องจากต้นส้มโอที่เกิดโรครากเน่าโคนเน่าจะเกิดการเน่าที่ส่วนรากและเกิดลักษณะอาการที่เรียกว่า ถอดปลอกของราก คือ รากเน่าและดึงออกได้ง่าย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) รากแขนงหรือรากขนาดโตเน่าเปื่อยยุ่ยและลุกลามไปทั่ว และต้นทรุดโทรม โดยเชื้อสามารถเข้าทำลายรากฝอย รากแขนง และตามโคนต้นสังเกตเห็นได้ว่าอาการใบจะมีสีเหลืองซีดถึงเหลือง โดยเริ่มที่เส้นกลางใบก่อนแล้วลุกลามไปเรื่อยๆ จากโคนใบไปถึงยอด ใบจะเขียวม้วนงอ เมื่อโคนแตกจัดในตอนกลางวันหรือใบเหี่ยวคล้ายขาดน้ำ ใบจะร่วงกิ่งแห้งตาย ถ้าเป็นมากอาจถึงต้นตายได้ (วรรณวาท, 2542) ซึ่งมีความแตกต่างจากอาการที่พบในผลส้มโอที่ร่วงจากอาการข้าวเหลือง ดังนั้น การร่วงของผลส้มโอที่มีอาการข้าวเหลืองนี้ จึงไม่ได้มีสาเหตุมาจากโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora* นอกจากนั้นจากการสังเกตของชาวสวนยังพบว่าในบางครั้งอาการผิดปกติจะแสดงออกที่ใบก่อนเช่น ใบเล็ก แข็ง จากนั้นผลจะเกิดการร่วง บางครั้งพบว่ามีใบปกติแต่สามารถเกิดอาการร่วงของผลได้เช่นกัน ในบางสวนพบว่าจะไม่เกิดผลหลุดร่วงทั้งต้นแต่เกิดเฉพาะบางกิ่งในต้นเดียวกัน ขณะที่ผลจะมีขนาดใกล้เคียงกับผลปกติ

อย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่าลักษณะอาการของผลส้มโอที่ร่วงจากอาการข้าวเหลือง จะมีความแตกต่างจากผลส้มโอปกติอย่างเด่นชัด ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการข้าวเหลืองและก่อให้เกิดการร่วงของผลนั้นยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอนโดยอาจจะเป็นได้หลายสาเหตุ เช่น ปริมาณฮอร์โมนภายในไม่เหมาะสม ปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ได้รับปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตน้อยเกินไป ปริมาณน้ำที่ไม่เหมาะสม การเข้าทำลายของโรคและแมลง ตลอดจนสภาพทางกายภาพและทางเคมีของดินที่ไม่เหมาะสม และการร่วงของผลที่ไม่ทราบสาเหตุ

(Physiological drop) ซึ่งสาเหตุของการเกิดอาการขั้วเหลืองและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลส้มโอที่ร่วงจากอาการขั้วเหลืองนั้นอยู่ระหว่างดำเนินการวิจัย

### สรุปผลการทดลอง

การศึกษาลักษณะอาการผิดปกติและการเจริญเติบโตของผลส้มโอที่เกิดอาการขั้วเหลืองและร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้ถึงความผิดปกติของผลส้มโอสามารถสรุปได้ว่าการร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยวจากอาการขั้วเหลืองของส้มโอพันธุ์ทองดีและขาน้ำผึ้งจะแสดงอาการเมื่อผลส้มโอมีอายุประมาณ 3 เดือน ทั้งในส้มโอพันธุ์ทองดีและขาน้ำผึ้ง โดยขนาดผล น้ำหนักผล และสีของผล สามารถเป็นดัชนีแสดงอาการผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวได้และลักษณะความผิดปกติด้านกิ่งใบ มีความหลากหลาย แต่มักจะพบลักษณะใบมีขนาดเล็กและแข็งกระด้าง ขณะที่รากของต้นส้มโอที่เกิดอาการร่วงของผลไม่พบลักษณะอาการผิดปกติ

### คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนเครื่องมือสำหรับการทำงานวิจัย ตลอดจนเกษตรกรเจ้าของสวนส้มโอทุกท่านที่เอื้อเฟื้อต้นส้มโอ เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2542). ส้มโอ. เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2553 จาก <http://www.doae.go.th/pest/fruit/pummelo/orphy.html>
- จริงแท้ สิริพานิช. (2549). ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 453 หน้า.
- วรรณวาท แก้วคำแสน. (2542). การปลูกส้มโอ. กรมส่งเสริมการเกษตร. เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2553 จาก <http://web.ku.ac.th/agrl/somo/index.html>.
- Agostini, J.P. (1992). Etiology and epidemiology of postbloom fruit drop of citrus. Doctoral dissertation, University of Florida.
- Blanus, T., Else M.A., Davies W. J., & Atkinson, C. J. (2006). Regulation of sweet cherry abscission: the role of photo-assimilation, sugars and abscisic acid. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81, 613–620.
- Davies, F. S., & Albrigo, L. G. (1994). *Citrus*, CAB International, Great Britain. 250 pp.
- Guardiola, J.L., Almela, V., & Barres, M.T. (1988). Dual effects of auxins on fruit growth in Satsuma mandarin. *Scientia Horticulturae*, 34, 228-237.

Guardiola, J.L., & Garcia-Luis, A. (2000). Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. *Plant growth regulation*, 31, 121-132.

Guardiola, J.L., Gonzalez-Ferrer, J., & Agusti, M. (1984). Fruiting pattern and the retranslocation of reserves in the Navelate and the Washington navel oranges. *Proceeding International Society for Citriculture*, 1, 194-200.

Hield, H.Z. & Hilgeman, R.H. (1969). Alternate bearing and chemical fruit thinning of certain citrus varieties. *Proceeding of 1<sup>st</sup> International Citrus Symposium*, 3, 1145-1152.

Koch, N., Theron, K., & Rabe, E. (1996). Fruit size prediction in Clementine and Satsuma mandarin and improvement of Clementine mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit size by 2,4-DP. *Proceeding International Society for Citriculture*, 2, 737-744.

Koukourileou-Petridou, M. A. (2003). The relation between the levels of extractable and diffusible IAA in almond fruits and their 'June drop'. *Plant Growth Regulation*, 39, 107-112.

Mehouachi, J., Iglesias, D.J, Tadeo, F.R., Jagusti, M., Primo-millo, E., & Talon, M. (2006). The role of leaves in citrus fruitlet abscission: Effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75, 79-85.

Mehouachi, J., Iglesias, D.J., Tadeo, F.R., Agusti, M., Primo-Millo, E., & Talon, M. (2000). The role of leaves in citrus fruitlet abscission: effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75, 79-85.

Mehouachi, J., Serna, D., Zaragoza, S., Agusti, M., Talon, M. & Primo-Millo, E. (1995). Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. *Plant science*, 107, 189-197.

Praloran, J.C., Vullin, G., Jacquemond, C., & Despierre, D. (1981). Observations sur la croissance des clementines in Corse. *Fruits*, 36, 755-767.

Ruiz, R., Garcia-Luis, A., Monerri, C., & Guardiola, J.L. (2001). Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. *Annual of Botany*, 87, 805-812.

Spiegel-Roy, P., & Goldschmidt, E. E. (1996). *Biology of Citrus*. Cambridge University Press, Cambridge. 210 pp.

Van Rensburg, P., Shung-Shi, P., Garcia-Luis, A., Fornes, F., & Guardiola, J.L. (1996). Improving crop value in Fino Clementine mandarin with plant growth regulators. *Proceeding International Society for Citriculture*, 2, 970-974.

Ward, D.L. (2004). Factors affecting preharvest fruit drop of apple. Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University.