บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ส้มโอ (*Citrus maxima* Burm. Merrill) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากเนื้อผลมีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และสามารถเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นาน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540) จึงมีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งใน และต่างประเทศ ศูนย์สารสนเทศการเกษตร (2543) รายงานว่า ปริมาณการส่งออกส้มโอของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2542 เท่ากับ 6,432 ตัน คิดเป็นมูลค่า 103 ล้านบาท ตลาดที่สำคัญได้แก่ ฮ่องกง จีน และประเทศแถบยุโรป โดยมีพันธุ์ส้มโอส่งออกที่สำคัญคือ พันธุ์ขาวพวง ขาวแป้น ทองดี ขุนนนท์ และขาวใหญ่ สำหรับส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ (*Citrus maxima* Burm. Merrill cv. Hom Hat Yai) จัดเป็นส้มโอพันธุ์การค้าเฉพาะแห่ง (ณรงค์ โฉมเฉลา, 2528) มีถิ่นกำเนิดและปลูกกันมากในเขตจังหวัดสงขลา ถือเป็นไม้ผลเอกลักษณ์ (product champion) ของจังหวัดสงขลา ลักษณะประจำพันธุ์ที่สำคัญคือ ผลมีขนาดใหญ่ เนื้อผลมีสีชมพูเข้มถึงแดง รสชาติหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นหอมและไม่มีเมล็ด (วิจิตต์ วรรณชิต และคณะ, 2529) ปัจจุบันจังหวัดสงขลามีพื้นที่ปลูกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ประมาณ 5,000 ไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา, 2542) และได้มีการขยายพื้นที่ปลูกจากแหล่งปลูกเดิมไปยังแหล่งปลูกใหม่ในอำเภอต่าง ๆ ของจังหวัดสงขลา และจังหวัดอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงเพิ่มขึ้นเช่น จังหวัดสตูล (จิระนุช ชาญณรงค์กุล, 2541) แต่การผลิตส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มีปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งคือ ปริมาณการติดผลตามธรรมชาติต่ำ เนื่องจากเกิดการร่วงหล่นของผลอ่อนจำนวนมาก ไมตรี แก้วทับทิม และวิจิตต์ วรรณชิต (2538) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ติดผลตามธรรมชาติประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์และเกิดการร่วงหล่นของผลอ่อนในระยะ 1 เดือนแรกหลังการติดผลใหม่สูงมาก สาเหตุอาจเนื่องมาจากปัจจัยภายในต้นที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะฮอร์โมนกลุ่มจิบเบอเรลลิน (Cheikh *et al*., 1997) ซึ่งในธรรมชาติส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่เป็นส้มโอที่ไม่มีเมล็ดสามารถติดผลได้เองโดยไม่มีการผสมพันธุ์ (parthenocarpy) หากให้มีการผสมข้ามพันธุ์หรือผสมข้ามชนิดทำให้เกิดการปฏิสนธิและการติดผลตามธรรมชาติสูงขึ้น แต่ก็จะเกิดมีเมล็ดขึ้นภายในผล ซึ่งจะเป็นลักษณะสำคัญในการกำหนดคุณภาพของผลผลิตให้ต่ำลง (ไมตรี แก้วทับทิม, 2539; ศยามล กาญจนปกรณ์, 2544) เช่นเดียวกับส้มโอที่ไม่มีเมล็ดพันธุ์อื่น ๆ เช่น พันธุ์ขาวพวง (ไพโรจน์

ผลประสิทธิ์, 2513) และพันธุ์มาเทา เวนทัน (Li, 1980) Roy และ Goldschmidt (1996); Talon และคณะ (1992) รายงานว่าฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มจิบเบอเรลลินมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการติดผลของส้มที่ไม่มีเมล็ด และการใช้กรดจิบเบอเรลลิค (GA_3) ฉีดพ่นช่อดอกในระยะการพัฒนาที่เหมาะสมสามารถแก้ปัญหาการร่วงหล่นของผลอ่อน เพิ่มการติดผลและเร่งการเจริญเติบโตผลอ่อนของส้มกลุ่มที่ไม่มีเมล็ดดังกล่าวได้ ดังเช่นที่มีรายงานการใช้ GA_3 เพื่อเพิ่มการติดผลในส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน (Clementine mandarin; *Citrus reticulata* Blanco) ที่ไม่มีเมล็ดพันธุ์ โทพัส (Brosh and Monselise, 1977) พันธุ์ฟิโน (Garcia-Martinez and Garcia-Papi,1979 a) และส้มโอพันธุ์โทสา บันทัน (Nakajima *et al*., 1992) แต่ยังไม่มีการศึกษาอิทธิพลของ GA_3 ต่อการติดผลและการพัฒนาผลอ่อนของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มาก่อน

การตรวจเอกสาร

1. การติดผลและการเจริญเติบโตของผลส้ม

การติดผล (fruit set) คือ การเจริญของรังไข่หลังจากดอกบานหรือเกิดการถ่ายละอองเกสรแล้ว กระบวนการถ่ายละอองเกสร (pollination) เริ่มต้นจากอับละอองเรณูจะแตกออกปลดปล่อยละอองเกสรออกมา ละอองเกสรถูกพาไปสัมผัสกับยอดเกสรตัวเมียและสร้างท่อนำเชื้อสืบพันธุ์เพศผู้เข้าไปผสมกับไข่เกิดการปฏิสนธิซ้อน (double fertilization) ได้เป็นไซโกต (zygote) และเอนโดสเปิร์ม (endosperm) หลังการถ่ายละอองเกสรและปฏิสนธิแล้ว รังไข่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นผล ส่วนไข่อ่อนจะเปลี่ยนไปเป็นเมล็ด กลีบเลี้ยงและกลีบดอกค่อย ๆ เหี่ยวแห้งและร่วงหล่นไป องค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ภายในรังไข่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วจนได้เป็นผล แต่หากไม่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้นการเจริญขั้นต่อไปจะไม่เกิดขึ้นยกเว้นในผลเทียมที่ไม่ผ่านกระบวนการผสมพันธุ์และเป็นการพัฒนาของผลที่ไม่มีเมล็ดเช่นที่พบในสับปะรด กล้วย องุ่น และส้ม (Leopold and Kriedermann, 1975)

การติดผลของส้มพันธุ์ต่าง ๆ เริ่มนับได้หลังจากกลีบดอกร่วงไปจนถึง 10-12 สัปดาห์หลังดอกบานและในช่วงดังกล่าวปริมาณการติดผลจะลดลงค่อนข้างมาก เพราะเกิดการร่วงของผลอ่อนหลังการติดผลใหม่ ๆ และเมื่อสิ้นสุดระยะการร่วงของผลอ่อนจะได้ค่าการติดผลสุดท้าย (final fruit set) ซึ่งค่าการติดผลจะอยู่ในช่วง 0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์หากมีการออกดอกในปริมาณมาก แต่ถ้าการออกดอกมีน้อยค่าการติดผลอยู่ในช่วง 10 เปอร์เซ็นต์ (Roy and Goldschmidt, 1996)

ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ในเขตจังหวัดสงขลามีการออกดอกค่อนข้างน้อย และมีการแปรปรวนในการออกดอกสูง โดยการออกดอกสูงสุดในเดือนมีนาคมคิดเป็น 45.46 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนกิ่งทั้งหมด ดอกจะเจริญพัฒนาตั้งแต่เห็นชัดเจนด้วยตาเปล่าจนกระทั่งดอกบานใช้เวลา 61 ชั่วโมง และหลังดอกบานจะมีการพัฒนาต่อไปถึงระยะการติดผลใช้เวลาประมาณ 63 ชั่วโมง ปริมาณการติดผลในระยะแรกนี้สูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนดอกทั้งหมด (ไมตรี แก้วทับทิม, 2539) แต่จะมีการร่วงของผลอ่อนโดยเฉพาะในช่วงเวลา 1-3 สัปดาห์หลังดอกบานเกิดขึ้นมาก หลังจากนั้นการร่วงของผลจะลดลงจนกระทั่งเหลือผลที่ติดจนแก่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ศยามล กาญจนปกรณ์ (2544) รายงานว่า ค่าการติดผลของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มีค่าคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 หลังการถ่ายละอองเกสรไปจนถึงผลแก่

Leopold และ Kriedermann (1975) รายงานว่า การเจริญเติบโตของผลส้มเป็นแบบ single sigmoid curve คือมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงแรก เป็นการเพิ่มขนาดแบบ exponential increment หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตจะค่อย ๆ ลดลงหรือมีการเจริญเติบโตน้อยมาก จากการศึกษาการเจริญเติบโตของส้มพันธุ์วาเลนเซีย (*Citrus sinesis* L. Osbeck) โดย Bain (1958) พบว่าช่วงการเจริญเติบโตของผลส้มแบ่งได้ 3 ระยะคือ ระยะที่ 1 ระยะการแบ่งเซลล์ (cell division period) จะเริ่มจากระยะหลังดอกบานและกลีบดอกร่วงต่อเนื่องไปจนถึงระยะ 3-4 เดือนหลังจากกลีบดอกร่วง ส่วนใหญ่การแบ่งเซลล์เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อของผลทั้งหมดภายใน 5-10 สัปดาห์หลังดอกบาน ยกเว้นส่วนนอกของเปลือกผลชั้นนอก (flavedo) และส่วนปลายของถุงน้ำส้ม (juice sac) ที่มีการเจริญเติบโตโดยการเพิ่มขนาดของเซลล์ ระยะที่ 2 ระยะการขยายตัวของเซลล์ (cell enlargement period) เป็นการเจริญพัฒนาด้านการสร้างส่วนเนื้อและเปลือกผล โดยการขยายตัวของเซลล์ เริ่มตั้งแต่ 4-6 เดือนหลังจากกลีบดอกร่วง มีการเจริญเติบโตในส่วนของกลีบผล (segment) โดยถุงน้ำส้มมีการขยายตัวและผนังกลีบผล (septa) เริ่มจะสมบูรณ์ ปริมาณน้ำส้มและน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อสิ้นสุดระยะนี้ ในส่วนของกลีบผลจะมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วทำให้เกิดแรงดันเปลือกอย่างมาก และเป็นผลให้ผนังกลีบผลบางลง ระยะที่ 3 ระยะการสุกแก่ของผล (ripenning period) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในรูปของน้ำตาลเพิ่มขึ้น และสารประกอบไนโตรเจนและกรดซิตริกลดลง ศยามล กาญจนปกรณ์ (2544) รายงานว่าการเจริญเติบโตของผลส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่เป็นแบบ single sigmoid curve การเจริญเติบโตเฉลี่ยในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 เพิ่มขึ้นค่อนข้างรวดเร็ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ยเพิ่มจาก 1.80 เซนติเมตรเป็น 5.80 เซนติเมตร และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4-8 การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ยเพิ่มจาก 5.80 เซนติเมตรเป็น 11.60 เซนติเมตร หลัง

จากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8-12 อัตราการเจริญเติบโตของผลค่อย ๆ ต่ำลง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ยเพิ่มจาก 11.60 เซนติเมตรเป็น 12.80 เซนติเมตร การเจริญเติบโตจนกระทั่งผลแก่ลดต่ำลงเรื่อย ๆ เมื่อผลแก่จัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ยเท่ากับ 17.20 เซนติเมตร ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ติดผลจนกระทั่งผลแก่เก็บเกี่ยวได้ประมาณ 7 เดือน

2. การร่วงหล่นของผลส้ม

การร่วงหล่นของอวัยวะสืบพันธุ์ (reproductive organs) ของส้มส่วนใหญ่เกิดขึ้นได้สองช่วงคือ ช่วงแรกในระยะออกดอก เมื่อเริ่มต้นระยะการแบ่งเซลล์ภายในรังไข่ที่เป็นการร่วงของดอกและรังไข่ และช่วงที่สองในระยะติดผลอ่อนที่เป็นการร่วงหล่นของผลอ่อนระหว่างการเปลี่ยนจากระยะการแบ่งเซลล์ไปสู่ระยะการขยายตัวของเซลล์ (Talon *et al*., 1997) การร่วงหล่นเกิดขึ้นมากตั้งแต่ 1-2 สัปดาห์หลังดอกบานจนถึง 14 สัปดาห์หลังดอกบาน หลังจากนั้นการร่วงหล่นของผลอ่อนจะเกิดขึ้นน้อยมากหรือไม่เกิดขึ้นอีกจนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว (Monselise, 1986) ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มีปริมาณการติดผลตามธรรมชาติเมื่อเก็บเกี่ยวต่ำประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และเกิดการร่วงหล่นของผลอ่อนในระยะ 1 เดือนแรกหลังการติดผลใหม่สูงมากอยู่ในช่วง 62.0-84.7 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจะไม่เกิดการหลุดร่วงของผลอ่อน และค่าการติดผลค่อนข้างจะคงที่ในสัปดาห์ที่ 6 หลังจากดอกบาน (ไมตรี แก้วทับทิม, 2539; ศยามล กาญจนปกรณ์, 2544) Goren (1993); Garcia-Papi และ Garcia-martinez (1984 b); Monselise (1986) รายงานว่า สาเหตุสำคัญของการร่วงหล่นของผลอ่อนเกิดจากการควบคุมของฮอร์โมนในกระบวนการพัฒนาของผลที่มีฮอร์โมนเอธิลีนและกรดแอบซิสซิก (abscisic acid; ABA) เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการร่วงของผลอ่อน และกระบวนการทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของกระบวนการผสมพันธุ์เนื่องจากการเป็นหมันของระบบสืบพันธุ์ (gametic sterility) Talon และคณะ (1997) แบ่งการเป็นหมันของส้มได้ 2 แบบคือ การเป็นหมันของระบบสืบพันธุ์อย่างแท้จริง (absolute gametic sterility) ที่เกิดจากการเป็นหมันของละอองเกสรหรือการเป็นหมันของรังไข่ แต่สามารถเกิดการติดผลและให้ผลที่มีเมล็ดได้ 2-3 เมล็ดต่อผล และการเป็นหมันที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ (relative gametic sterility) ที่เกิดจากการควบคุมของยีน (gene) เช่น การผสมตัวเองไม่ติด (self-incompatibility) หรือการผสมข้ามพันธุ์ไม่ติด (cross-incompatibility) แต่สามารถเกิดการติดผลเองได้ โดยผลส้มที่ได้จะไม่มีเมล็ด ด้วยเหตุนี้กระบวนการถ่ายละอองเกสรที่ไม่สมบูรณ์ จึงเป็นสาเหตุหลักของการร่วงของกลุ่มส้มที่ไม่มีเมล็ดและสามารถติดผลได้เองเช่น ส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน และส้มโอที่มีอัตรา

การร่วงของผลอ่อนมากกว่าส้มที่สามารถติดผลได้เองและมีเมล็ด เช่น ส้มซัซซูมา แมนดาริน (Satsuma mandarin; *Citrus unshiu* Marc.) (Kaska, 1989)

การเจริญเติบโตของผลไม้ส่วนใหญ่เริ่มตั้งแต่การแบ่งเซลล์ของรังไข่และการเจริญเติบโตของรังไข่ที่เป็นผลมาจากฮอร์โมนจากละอองเรณูไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของรังไข่ในระยะแรก เมื่อเชื้อสืบพันธุ์เพศผู้ (sperm nucleus) เข้าไปผสมกับไข่ (egg nucleus) แล้วได้เมล็ดที่มีต้นอ่อน (embryo) อยู่ภายใน เมล็ดก็จะเป็นแหล่งสร้างฮอร์โมนออกซิน ไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการขยายขนาดของผล Nitsh (1953) รายงานว่า ผลอ่อนและเมล็ดของส้มเป็นส่วนใช้สารอาหารที่แข็งแรง (sink strength) หากไม่มีกระบวนการพัฒนาของเมล็ดส่งผลให้เกิดการร่วงของผลอ่อน เนื่องจากเมล็ดเป็นแหล่งสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตที่สำคัญต่อการติดผลและการพัฒนาของผลส้ม วิจิตต์ วรรณชิต และคณะ (2529); ไมตรี แก้วทับทิม และ วิจิตต์ วรรณชิต (2538); ศยามล กาญจนปกรณ์ (2544) รายงานว่า ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่เป็นส้มโอพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด การถ่ายละอองเกสรแบบผสมตัวเองและแบบผสมเปิดให้ค่าการปฏิสนธิภายในรังไข่ต่ำกว่าการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้ามพันธุ์ส่งผลให้การพัฒนาของเมล็ดไม่สมบรูณ์และลีบไปในที่สุด ซึ่งการไม่ติดเมล็ดเป็นผลให้ค่าการติดผลของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ต่ำ

3. บทบาทของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของผลส้ม

ฮอร์โมนพืชแต่ละกลุ่มแต่ละชนิดมีบทบาทหน้าที่ในการกระตุ้นหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกัน ในระยะเริ่มต้นการเจริญเติบโตของผลมีการแสดงออกของฮอร์โมนพืชกลุ่มจิบเบอเรลลิน ออกซิน และไซโตไคนิน ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผลส้ม Monselise (1986) พบว่า ออกซินมีปริมาณมากในช่วง 10 วันหลังดอกบานและค่อยลดต่ำลงตามลำดับ จิบเบอเรลลินมีปริมาณมากในช่วงผลอ่อน ไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มกระบวนการแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโตของเปลือกผล (peel) ในด้านความหนาเปลือกอย่างมาก Talon และคณะ (1997) รายงานว่าจิบเบอเรลลินทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของผลในระยะเริ่มต้น ออกซินทำหน้าที่ส่งเสริมการขยายตัวของเซลล์หลังจากทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการการแบ่งเซลล์ในระยะหลังดอกบานใหม่ ๆ แล้วปริมาณออกซินจะสูงระหว่างเริ่มต้นการเจริญเติบโตของผลระยะที่ 2 (การขยายตัวของเซลล์) แต่การให้ออกซินจากภายนอกไม่สามารถเพิ่มการติดผลให้กับส้มได้ ไซโตไคนินทำหน้าที่

กระตุ้นการแบ่งเซลล์ในระยะดอกบานเช่นเดียวกับจิบเบอเรลลิน Garcia-Papi และ Garcia-Martinez (1984 a) แสดงให้เห็นถึงบทบาทของฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มกรดแอบซิสซิก (ABA) ในส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน พันธุ์มอนรีล ที่มีเมล็ด โดยพบว่ากระบวนการผสมพันธุ์และติดเมล็ดจะก่อให้เกิดการสังเคราะห์ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินขึ้น แต่ไม่ปรากฏการสังเคราะห์ ABA ขึ้นในเนื้อเยื่อภายในรังไข่ ส่วนส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน พันธุ์ฟิโน ที่ไม่มีเมล็ดจะสังเคราะห์ ABA ไปขัดขวางกระบวนการสร้างฮอร์โมนออกซินภายในรังไข่ที่มีเมล็ดไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่มีการผสมพันธุ์ ดังนั้นการควบคุมการติดผลจึงขึ้นอยู่กับบทบาทในการควบคุมของฮอร์โมนออกซินหรือจิบเบอเรลลิน และ ABA Talon และคณะ (1990); Talon และคณะ (1992) พบว่า ฮอร์โมนกลุ่มจิบเบอเรลลิน และ ABA ร่วมกับออกซิน มีความสัมพันธ์กับการติดผลของส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน ที่ไม่มีเมล็ด ภายในผลขนาดเล็กระดับของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินภายในรังไข่ที่มีการเจริญพัฒนาเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมการติดผลโดยไม่มีการผสมพันธุ์ โดยทั่วไปจิบเบอเรลลินที่พบภายในผลส้มเป็น 13-hydroxylation pathway เริ่มจาก GA_{53}, GA_{97}, GA_{44}, GA_{17}, GA_{19}, GA_{20}, GA_{29}, GA_1, epi-GA_1 และ GA_8 และจะพบปริมาณของ GA_4, GA_{24}, GA_{25}, และ GA_9 มีระดับต่ำในผลที่กำลังพัฒนา กระบวนการถ่ายละอองเกสรกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ฮอร์โมนในส้มพันธุ์ที่มีเมล็ดและเพิ่มระดับของ GA_1 ในรังไข่ให้ผลสามารถพัฒนาต่อไปได้ (Cheikh *et. al.,* 1997) ขณะที่กลุ่มส้มพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ดและสามารถติดผลได้โดยไม่มีการผสมพันธุ์ หรือกลุ่มส้มพันธุ์ที่มีเมล็ดที่ไม่ได้รับการถ่ายละอองเกสร ปริมาณของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินจะลดลงเมื่อดอกบาน และส่งผลให้เกิดการร่วงหล่นของผลอ่อนในที่สุด (Garcia-Martinez and Garcia-Papi, 1979 b) การให้ GA_3 จากภายนอกส่งเสริมการติดผลของส้มที่ผสมตัวเองไม่ติดและทดแทนการถ่ายละอองเกสรของส้มที่มีเมล็ดได้ (Soost and Burnett, 1961; Monselise, 1979)

4. อิทธิพลของกรดจิบเบอเรลลิคต่อการติดผลและพัฒนาการของผล

Leopold และ Kriedermann (1975) รายงานว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มจิบเบอเรลลินจัดเป็นสาร diterprenoid มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบและมีโครงสร้างแบบ ent gibbelliane skeleton ปัจจุบันพบจิบเบอเรลลินมากกว่า 70 ชนิด ซึ่งจิบเบอเรลลินแต่ละชนิดแตกต่างกันที่จำนวนและตำแหน่งของพันธะคู่ของหมู่ไฮดรอกซิล (OH^-) จิบเบอเรลลินแต่ละชนิดมีชื่อเรียกเป็นลำดับตัวเลขตามตัวอักษรย่อ GA เช่น GA_1, GA_2, GA_4 เป็นต้น สำหรับจิบเบอเรลลินที่

สกัดจากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* คือกรดจิบเบอเรลลิค (GA_3) แหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืชที่สำคัญคือส่วนยอด ปลายรากและเมล็ด นอกจากนี้อาจพบในดอกและผลขนาดเล็ก การเคลื่อนย้ายของจิบเบอเรลลินในพืชเป็นแบบไม่มีทิศทางที่แน่นอน (nonpolar transport) สามารถเคลื่อนที่ได้ดีทั้งในท่อน้ำและท่ออาหาร รวมทั้งเคลื่อนที่กลับไปมาระหว่างท่อน้ำและท่ออาหารได้ด้วย บทบาทสำคัญของจิบเบอเรลลินต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่น การแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ เร่งการเกิดดอก การยืดช่อดอก การแสดงเพศดอก การติดผล และการปรับปรุงคุณภาพผลของพืชบางชนิด จากบทบาทที่สำคัญดังกล่าวทำให้การศึกษาวิจัยการใช้กรดจิบเบอเรลลิคในการผลิตพืชเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

Garcia-Papi และ Garcia-Martinez (1984 b); Monselise (1979); Kojima (1997) รายงานตรงกันว่าจิบเบอเรลลินมีบทบาทสำคัญต่อการติดผลและการเจริญเติบโตของพืชตระกูลส้ม โดยเฉพาะส้มกลุ่มแมนดารินพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด ส้มพันธุ์ลูกผสมต่าง ๆ ของส้มกลุ่มแมนดาริน รวมทั้งส้มโอหลายพันธุ์ ซึ่งส้มเหล่านี้จะมีค่าการติดผลตามธรรมชาติต่ำ Brosh และ Monselise (1977) พบว่า การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 20 ppm ฉีดพ่นช่อดอกของส้มแมนดารินพันธุ์โทพัส เพียงครั้งเดียวในระยะดอกบานสามารถเพิ่มผลผลิตที่ได้สูง 39.1 กิโลกรัมต่อต้นมากกว่าการติดผลตามธรรมชาติที่ให้ผลผลิตเพียง 20.8 กิโลกรัมต่อต้น Garcia-Martinez และ Garcia-Papi (1979 a) พบว่าการให้ GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm แก่ใบและดอกหรือผลอ่อนของส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน พันธุ์ฟิโน (ไม่มีเมล็ด) และพันธุ์มอนรีล (มีเมล็ด) ในระยะกลีบดอกร่วงเพียงครั้งเดียว (สองสัปดาห์หลังดอกบาน) สามารถเพิ่มค่าการติดผลให้สูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ Cheikh และคณะ (1997) รายงานว่า การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 20 ppm หยดลงบนรังไข่ของส้มสวีท ออเรนท์ (Sweet orange;*Citrus unshiu*) ที่มีเมล็ด พันธุ์พายแอปเปิ้ล โดยทำการตอนเกสรตัวผู้ออกก่อนดอกบาน 6 วันแล้วให้สารทันทีและให้สารในวันที่ดอกบาน เปรียบเทียบกับดอกสมบูรณ์และดอกที่ตอนเกสรตัวผู้ออกแต่ไม่ให้สารใด ๆ หลังจากดอกบาน 14 วันพบว่า ดอกสมบูรณ์เกิดการร่วงของผลอ่อนประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ การตอนเกสรตัวผู้ออกมีค่าการร่วงสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ การตอนเกสรตัวผู้ออกก่อนดอกบาน 6 วันแล้วให้สารในวันที่ดอกบานมีการร่วงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และการตอนเกสรตัวผู้ออกก่อนดอกบาน 6 วันแล้วให้สารทันทีมีการร่วงเพียง 50-65 เปอร์เซ็นต์ พรพันธ์ กิตินันท์ประกร (2527) พบว่าการใช้ GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm ฉีดพ่นดอกส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) ในระยะดอกบานสามารถเพิ่มค่าการติดผลสูงสุดถึง 29.26 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าการติดผลตามธรรมชาติที่มีการติดผลเพียง 10.99 เปอร์เซ็นต์ Nakajima และคณะ (1992)

ทดลองฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 20 ppm เพียงครั้งเดียวให้กับช่อดอกของส้มโอ (*Citrus grandis* L. Osbeck) พันธุ์โทสา บันทัน ที่ระยะการพัฒนาต่างกัน พบว่าการฉีดพ่น GA_3 ในช่วงปลายการบานของดอกนั้นมีแนวโน้มให้ค่าการติดผลเพิ่มสูงขึ้นเป็น 41 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการติดผลตามธรรมชาติมีการติดผลเท่ากับ 34.8 เปอร์เซ็นต์ มนตรี ศรีอุทัย (2539); จักรพงษ์ จิระแพทย์ (2540) ศึกษาการใช้ GA_3 เพื่อเพิ่มการติดผลให้กับส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ พบว่าระดับความเข้มข้นของ GA_3 ที่ 100 ppm สามารถทำให้ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มีค่าการติดผลเพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ระหว่าง 28-33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการฉีดพ่นให้แก่ดอกสองครั้งในระยะดอกบานและหลังจากนั้นอีก 7 วัน

Brosh และ Monselise (1977) พบว่า การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 20 ppm ฉีดพ่นช่อดอกของส้มแมนดารินพันธุ์โทพัส เพียงครั้งเดียวในระยะดอกบานสามารถทำให้น้ำหนักสดของผลเพิ่มสูงกว่าหน่วยควบคุม 6 กรัมต่อผล Garcia-Martinez และ Garcia-Papi (1979 a) พบว่าการให้ GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm แก่ใบและดอกหรือผลอ่อนของส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน พันธุ์มอนรีล (มีเมล็ด) ในระยะกลีบดอกร่วงเพียงครั้งเดียว (สองสัปดาห์หลังดอกบาน) สามารถเพิ่มน้ำหนักผลสดเป็น 65.4 กรัมต่อผลสูงกว่าการติดผลตามธรรมชาติที่มีน้ำหนักผลสดเท่ากับ 54.3 กรัมต่อผล ขวัญใจ จินะปริวัตอาภรณ์ (2527) รายงานว่า การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm ฉีดพ่นดอกของส้มเขียวหวานในระยะดอกบาน เมื่อเก็บเกี่ยวผลหลังพ่นสารแล้ว 283 วันมีผลทำให้น้ำหนักสดของผลและความหนาของเปลือกลดลงเท่ากับ 70.47 กรัมต่อผล และ 0.14 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการติดผลตามธรรมชาติมีน้ำหนักผลสดและความหนาของเปลือกเท่ากับ 97.47 กรัมต่อผล และ 0.19 เซนติเมตร ตามลำดับ อรพิน เกิดชูชื่น (2532) ทดลองใช้ GA_3 ความเข้มข้น 2.5-20 ppm ฉีดพ่นช่อดอกส้มเขียวหวานในระยะก่อนดอกบาน ดอกบาน และหลังดอกบาน พบว่าความเข้มข้นของ GA_3 ที่ 2.5 และ 20 ppm มีแนวโน้มทำให้ขนาดของผลใหญ่ขึ้น และการใช้ GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นในระยะหลังดอกบานมีแนวโน้มทำให้ความยาวของผลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นในระยะดอกบานและหลังดอกบานทำให้ความหนาของเปลือกเพิ่มขึ้น Nakajima และคณะ (1992) ทดลองฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 20 ppm เพียงครั้งเดียวให้กับช่อดอกของส้มโอพันธุ์โทสา แบนทัม ที่มีระยะการพัฒนาต่างกันปรากฏว่า การฉีดพ่น GA_3 ในช่วงปลายการบานของดอกทำให้ขนาดความยาวของผลเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.14 เซนติเมตร มีแนวโน้มสูงกว่าการฉีดพ่น GA_3 ในช่วงแรกและช่วงกลางในการบานของดอกที่มีขนาดความยาวของผลเท่ากับ 1.11 และ 1.12 เซนติเมตร ตามลำดับ

ส้มต้องการธาตุอาหารจำนวน 16 ธาตุเหมือนพืชชั้นสูงทั่วไปคือ ธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแตสเซียม (K) ธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และ ซัลเฟอร์ (S) ส่วนธาตุอาหารเสริมได้แก่ โบรอล (B), ทองแดง (Cu), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), โมลิดินัม (Mo), สังกะสี (Zn) และ คลอรีน (Cl) Davies และ Albrigo (1994) ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบส้มเขียวหวานอายุ 4-7 เดือนจากกิ่งที่ไม่มีผล พบว่า ธาตุ N อยู่ในช่วง 2.5-2.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ธาตุ P อยู่ในช่วง 0.12-0.16 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และธาตุ K อยู่ในช่วง 1.2-1.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ตารางผนวกที่ 1) ยงยุทธ โอสถสภา (2540) รายงานว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละธาตุในส่วนต่าง ๆ ของพืชแตกต่างกัน ส่วนของใบ ผลอ่อน และยอดที่แตกใหม่มีความเข้มข้นของธาตุ N และ K สูง สำหรับธาตุ P มีความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ แต่ในพืชพวกส้มปรากฏว่า ธาตุ P มีความเข้มข้นสูงในรากเล็กและรากฝอย รองลงมาคือ ผลอ่อน ยอดที่แตกใหม่ ใบ และรากใหญ่ (ตารางผนวกที่ 2) Powell และ Krezdorn (1977); Garcia-Martinez และ Garcia-Papi (1979 b) รายงานว่า ความแข็งแรงของส่วนที่ใช้อาหารสะสม (sink) ในการดึงดูดสารอาหารที่สะสมไว้ในใบไปสู่ผลที่มีการเจริญเติบโต สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการใช้ GA_3 เช่นเดียวกับความสามารถในการดึงดูดธาตุอาหารจากใบไปสู่ผลอ่อน การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ฉีดพ่นช่อดอกของส้มคลีเมนไทน์ แมนดาริน ที่ไม่มีเมล็ดพันธุ์ฟิโน หลังจากดอกบานไปแล้ว 2 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความเข้มข้นของธาตุ N, P และ K ภายในผลอ่อนให้สูงกว่าหน่วยควบคุมภายในวันที่ 5, 16 และ 7 หลังจากได้รับ GA_3 ตามลำดับ ตรงข้ามกับส่วนของใบที่พบว่าความเข้มข้นของธาตุ N, P และ K กลับลดลงต่ำกว่าหน่วยควบคุมอย่างชัดเจนในวันที่ 12, 7 และ 7 หลังจากได้รับ GA_3 ตามลำดับ Ratna Babu และ Lavania (1985) ทดลองใช้ GA_3 ความเข้มข้น 40 ppm ฉีดพ่นช่อใบของเลมอน (Lemon; *Citrus limon* Burm) โดยฉีดพ่น 3 ครั้งทุก 2 สัปดาห์ หลังจากการแตกใบใหม่ ปรากฏว่า ความเข้มข้นของธาตุ N, P และ K ภายในใบเพิ่มขึ้นเป็น 2.66, 0.23 และ 1.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่หน่วยควบคุมมีความเข้มข้นของธาตุ N, P และK เท่ากับ 2.50, 0.22 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นการฉีดพ่น GA_3 ให้แก่รังไข่หรือผลอ่อน และใบที่แตกใหม่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตให้กับส่วนที่ได้รับ GA_3

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาช่วงเวลาการใช้ GA_3 ฉีดพ่นดอกตามระยะการพัฒนาของดอกที่มีผลต่อการติดผลของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่

2. ศึกษาบทบาทของ GA_3 ที่มีผลต่อการพัฒนาผลอ่อนของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่

3. ศึกษาบทบาทของ GA_3 ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในส่วนของใบและผลอ่อนของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่