บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ส้มเป็นไม้ผลยืนต้นในวงศ์ Rutaceae เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียอาคเนย์ไปจนถึงทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย (Janick and Moore, 1975) สำหรับในประเทศไทยเชื่อว่าเป็นแหล่งกำเนิดของส้มหลายพันธุ์ เช่น ส้มจุก ส้มโอและส้มโชกุน สำหรับพื้นที่ภาคใต้มีการปลูกส้มเพื่อการค้าหลายพันธุ์ ได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มโอ ส้มโชกุนและส้มจุก ส้มจุกจัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจระดับท้องถิ่นของภาคใต้ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวแตกต่างจากส้มชนิดอื่น คือ บริเวณขั้วผลมีจุก แหล่งปลูกดั้งเดิมอยู่ที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (มงคล แซ่หลิม, 2535) การปลูกส้มจุกได้เพิ่มมากขึ้น จากการสำรวจพื้นที่ปลูกส้มจุก พบว่า มีการขยายเพิ่มขึ้นจาก 968 ไร่ ในปี 2536 เป็น 1,798 ไร่ ในปี 2546 ทำให้เป็นที่รู้จักของคนทั่วไปมากขึ้นและสามารถสร้างรายได้แก่เกษตรกรได้ดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) แต่ในขณะเดียวกันก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการให้ผลผลิตแปรปรวนไม่แน่นอนทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ในเบื้องต้นเชื่อว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวเกี่ยวข้องอยู่กับชีววิทยาดอกและกระบวนการถ่ายเรณูที่นำไปสู่การติดผลของส้มจุก (รัชนีวรรณ ชูเชิด, 2548 ; Faegri and Pijl, 1979) พืชสกุลส้ม (*Citrus* sp.) แม้ว่าจะสามารถติดผลได้เองส่วนหนึ่งก็ตาม (parthenocarpy) แต่ส้มบางชนิดหากได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามจะสามารถติดผลได้มากขึ้น (วิจิตต์ วรรณชิต, 2538 ; วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม, 2538 ; ศยามล กาญจนปกรณ์, 2544 ; Lupo *et al.,* 1991) ไม้ผลยืนต้นเขตร้อนส่วนใหญ่มีรูปแบบการถ่ายเรณูแบบผสมข้าม (cross pollination) เพื่อให้เกิดการติดผลได้มากขึ้นและได้ลูกผสมที่แข็งแรง (ทรงพล สมศรี, 2530 ; Sedgley and Griffin, 1989 ; Godini *et al.,* 1992) พืชที่อาศัยการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบ ลักษณะและกลไกทางชีววิทยาดอกเฉพาะที่จะเอื้อต่อชีวพาหะในการถ่ายเรณูได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Monselise, 1986) เช่น ขนาดดอก (Moore, 1995) สีของดอก (Judd, 1999) ระยะเวลาและช่วงเวลาการบานดอก (Rohidas and Chakrawar, 1989) จำนวนและความมีชีวิตของเรณู (Norton, 1966 ; Nepi and Pacini, 1993) ความพร้อมรับเรณูของเกสรเพศเมีย (Huang *et al.,* 2004 ; Young and Gravitz, 2002) น้ำหวานและปริมาณการขับน้ำหวานของดอก (วิจิตต์ วรรณชิต, 2538 ; Yumoto, 2000 ; Freitas *et al*., 2001) ที่ผ่านมามีรายงานการศึกษาชีววิทยาดอกที่ควบคุมการถ่ายเรณูและติดผล

ของไม้ผลเมืองร้อนหลายชนิด เช่น ทุเรียน (ทรงพล สมศรี, 2530) มะม่วง (Singh, 1996 ; Spencer and Kennard, 1995) เงาะ (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2530) มะม่วงหิมพานต์ (วิจิตต์ วรรณชิต และคณะ, 2535) ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ (ไมตรี แก้วทับทิม, 2538) แต่ยังไม่เคยศึกษาชีววิทยาดอกและการถ่ายเรณูของส้มจุก ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานมาประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาการให้ผลผลิตแปรปรวนและยกระดับการผลิตส้มจุกให้สูงขึ้นต่อไป

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของส้มจุก

ส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco) (เต็ม สมิตินันท์, 2523) เป็นส้มที่จัดอยู่ในกลุ่มแมนดาริน เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กระบี่ สตูล และสงขลา ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกเพียง 1,798 ไร่เท่านั้น ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดสงขลา 1,620 ไร่ และจังหวัดสตูล 105 ไร่ (ทั้งที่ให้ผลผลิตและไม่ให้ผลผลิต) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) จึงจัดได้ว่าเป็นไม้ผลเศรษฐกิจในระดับท้องถิ่นที่สำคัญชนิดหนึ่ง มงคล แซ่หลิม (2535) ; บุญชนะ วงศ์ชนะ (2545) และศรินญา ลีลาวัฒนานันท์ (2547) รายงานผลการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของส้มจุกสรุปได้ดังต่อไปนี้

ลำต้นมีทั้งที่มีหนามและไม่มีหนาม ทรงพุ่มสูง 3-5 เมตร ใบมีรูปร่างเป็นวงรี โคนและปลายใบแหลม มีปีกล่างเล็กจนเกือบไม่มี ขอบใบเรียบ ลักษณะแตกต่างระหว่างต้นที่มีหนามและไม่มีหนามเท่าที่พบ คือ

1. ต้นที่มีหนามทรงพุ่มแคบกว่าต้นไม่มีหนาม กิ่งจะลู่ขึ้นข้างบนไม่แผ่ออกด้านข้าง
2. ต้นที่มีหนามให้ผลใหญ่กว่าแต่ไม่ดก

ลักษณะดอกส้มจุก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีสมมาตรตามแนวรัศมี ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ มีสีเขียวและเชื่อมกันที่โคน กลีบดอก 5 กลีบ แต่ละกลีบแยกออกจากกันเป็นอิสระ มีสีขาว กลิ่นหอมและมีต่อมน้ำมันแทรกอยู่ทั่วไป การเรียงตัวของกลีบดอกในระยะดอกตูมขอบของกลีบดอกจะมาชนกันทั้ง 5 กลีบ เกสรเพศผู้ 20 อัน อับเรณู มีสีเหลือง ก้านชูอับเรณู สีขาวติดอยู่ทางด้านหลังของอับเรณู แต่ละก้านจะเชื่อมติดกันและแยกเป็นหลายกลุ่มที่มีความยาวไม่เท่ากัน เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรสีเหลืองลักษณะเป็นตุ่ม มีระดับความสูงเหนืออับเรณู ก้านเกสรเพศเมีย สีขาวถึงเขียวอ่อน รังไข่อยู่ในตำแหน่งเหนือกว่าฐานรองดอกมี 10 ช่อง ออวุลมีจำนวนมากและเกาะตรงแกนกลางของรังไข่ บริเวณโคนของรังไข่มีจานรองดอกสีเหลืองอมเขียว

ลักษณะผลส้มจุก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 6.50-7.00 เซนติเมตร น้ำหนักผล 145-190 กรัม เนื้อผลมีปริมาณน้ำตาล 8 เปอร์เซ็นต์ เปลือกหนา 0.30-0.40 เซนติเมตร มีผิวขรุขระ มีตุ่มน้ำมันที่ผิวขนาดใหญ่และถี่ ผลที่แก่จัดจะมีการเปลี่ยนสีผิวเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอมเขียว ขั้วผลมีจุกสูง ปลายผลราบหรือเว้าเล็กน้อย เปลือกผลล่อน แกนผลกลวง มีกลีบผลประมาณ 11 กลีบ ผนังกลีบหนาและเหนียว ถุงน้ำหวานค่อนข้างยาวและภายในมีน้ำมาก เนื้อผลมีสีเหลืองอ่อนและใส มีรสหวานอมเปรี้ยว มีเมล็ดน้อยประมาณ 1-5 เมล็ดต่อผล

การปลูก การดูแลรักษา และการให้ผลผลิตของส้มจุกในแหล่งปลูกดั้งเดิมของอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีการสำรวจ ศึกษา และได้รายงานไว้ดังนี้ (บุญชนะ วงศ์ชนะ, 2545 ; ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2543)

ส้มจุกสามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอน และมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินประมาณ 6-7 ระยะปลูกควรกำหนดพร้อมๆ กับการเตรียมพื้นที่ ระยะปลูกที่เหมาะสม คือ ระยะระหว่างแถว 5-6 เมตร ระยะระหว่างต้น 4-5 เมตร ขุดหลุมขนาด 50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก สำหรับต้นกล้าส้มจุกที่จะนำมาปลูก ต้นกล้าที่ขยายพันธุ์โดยการเพาะจากเมล็ดควรมีอายุประมาณ 10-12 เดือน แต่ถ้าขยายพันธุ์โดยการปักชำหรือตอนกิ่งต้นกล้าควรมีอายุประมาณ 8 เดือน การดูแลรักษาต้นส้มจุกหลังการปลูกต้องให้น้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อช่วยให้ส้มจุกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีความต่อเนื่อง โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ควรให้น้ำอย่างเพียงพอสำหรับต้นส้มจุกอายุ 1-3 ปีพร้อมกับการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี 2-3 เดือนต่อครั้ง โดยใส่ปุ๋ยเคมีในระยะต่างๆ ดังนี้

1. ช่วงการเจริญเติบโตก่อนการให้ผลผลิต ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15
2. ช่วงก่อนการออกดอก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 24 - 12 หรือ 9 - 24 - 24
3. ช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว 1 เดือน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13 - 13 - 21 หรือ 0 - 0 - 50

นอกจากนี้ควรมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อสร้างทรงพุ่มและกำจัดกิ่งที่แน่นเกินไปหลังการเก็บเกี่ยวทุกครั้ง เพื่อสร้างความสมบูรณ์ของต้น โดยตัดแต่งกิ่งที่เป็นโรค กิ่งกระโดง และกิ่งที่ทำมุมแคบกับลำต้น การจัดการทรงพุ่มของส้มมีผลในการลดต้นทุนการผลิต ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูง สะดวกต่อการจัดการดูแลรักษา ส้มจุกจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 3-4 ปีหลังปลูก มีช่วงการออกดอกและเก็บเกี่ยวผลผลิต 2 ช่วง คือ ช่วงแรกออกดอกเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ช่วงที่สองออกดอกเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมและเก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม การเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้กรรไกรตัดช่อผลแล้วจึงตัดก้านออกไม่ให้เหลือติดอยู่กับผล เพราะก้านผลที่เหลืออยู่อาจทิ่มแทงส้มจุกผลอื่นทำให้เกิดแผลได้ การปลูกส้มจุกให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรต่อพื้นที่ค่อนข้างสูง โดยพ่อค้ารับซื้อจากสวนในราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 25-30 บาท ซึ่งหากมีการปฏิบัติดูแลรักษาที่ดี ส้มจุกจะให้ผลผลิตสูงถึงไร่ละ 7,000 กิโลกรัม/ไร่/ปี (ประมาณ 175,000-210,500 บาท/ไร่/ปี) ด้านการตลาดผลผลิตของส้มจุกแต่ละปีมีจำนวนน้อย การจำหน่ายยังจำกัดในท้องถิ่นภาคใต้ ซึ่งแนวโน้มความต้องการบริโภคส้มจุกยังมีมากทั้งตลาดในภาคใต้และภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศ

ชีววิทยาดอกและการถ่ายเรณู

ชีววิทยาดอก เช่น ฤดูการออกดอก การบานดอก การปลดปล่อยเรณู ความมีชีวิตของเรณู การงอกของหลอดเรณู ตลอดจนความพร้อมรับเรณูของเกสรเพศเมีย มีความสำคัญต่อกระบวนการถ่ายเรณูที่นำไปสู่การติดผล (Faegri and Pijl, 1979) และกำหนดคุณภาพของผลไม้ (Lyrene, 1983 ; Wunnachit *et al.,* 1992) และไม้ผลส่วนใหญ่ต้องอาศัยการถ่ายเรณูจึงก่อให้เกิดการติดผลและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

ฤดูการออกดอกของไม้ผล

ฤดูการออกดอกของไม้ผลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อม สำหรับรายงาน การศึกษาในเขตร้อนปรากฏว่า ปริมาณน้ำฝนหรือความชื้นหรือความแห้งแล้งมีผลต่อช่วงการออกดอกของไม้ผลเป็นอย่างมาก (พรพันธ์ กิตินันท์ประกร และสุรนันต์ สุภัทรพันธุ์, 2530 ; สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2537 ; Monselise and Halevy, 1964) ไม้ผลเขตร้อนส่วนใหญ่ออกดอกหลังฤดูฝนจนถึงช่วงแล้ง นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2530) รายงานว่าเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) พันธุ์โรงเรียนในภาคใต้ของประเทศไทยออกดอกประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายนซึ่งเป็นช่วงหน้าแล้ง สมนึก บุญเกิด และคณะ (2532) รายงานว่าทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) พันธุ์ชะนีที่ปลูกในจังหวัดจันทบุรีออกดอกในช่วงต้นฤดูแล้งที่มีความชื้นและอุณหภูมิค่อนข้างต่ำประมาณเดือนธันวาคม สายัณห์ สดุดี (2533) รายงานว่ามังคุด (*Garcinia mangostana* L.) ในเขตจังหวัดสงขลา จะออกดอกช่วงหน้าแล้งประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายน วิจิตต์ วรรณชิต และคณะ (2535) รายงานว่ามะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* L.) ที่ปลูกในภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทยออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ หลังจากได้รับสภาพแห้งแล้งและระดับอุณหภูมิต่ำ ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าส้มโอ (*Citrus grandis* L. Osbeck) พันธุ์หอมหาดใหญ่จะแตกยอดอ่อนและออกดอกเมื่อสภาพต้นมีใบแก่และผ่านความแห้งแล้งไปแล้วสักระยะหนึ่งแล้วได้รับน้ำฝนหรือการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม การศึกษาฤดูการออกดอกของไม้ผลมีประโยชน์ต่อการวางแผนงานในการถ่ายเรณูที่เหมาะสมกับพืชชนิดนั้น เพื่อเพิ่มผลผลิตและเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่างๆ

ช่วงเวลาการบานของดอก

การบานของดอกมีความสำคัญต่อกระบวนการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามที่ต้องอาศัยชีวพาหะต่างๆ ของไม้ผลเป็นอย่างมาก ไม้ผลแต่ละชนิดมีช่วงเวลาการบานของดอกแตกต่างกันและมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาการออกหากินและทำหน้าที่ช่วยถ่ายเรณูของชีวพาหะต่างๆ วิจิตต์ วรรณชิต และคณะ (2535) รายงานว่าดอกมะม่วงหิมพานต์ใช้เวลาในการบานประมาณ 60 วันนับจากดอกแรกที่บานจนถึงดอกสุดท้ายภายในต้น ดอกเพศผู้บานเต็มที่เวลา 7:00 ถึง 8:00 นาฬิกา ส่วนดอกกระเทยบานเต็มที่เวลา 10:00 ถึง 11:00 นาฬิกา ช่วงเวลาการถ่ายเรณูสูงสุดเวลาประมาณ 10:00 นาฬิกา นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2531) รายงานว่าการบานของดอกทุเรียนใช้เวลาประมาณ 9 วัน เกสรเพศผู้เริ่มบานเวลา 18:00 ถึง 19:00 นาฬิกาและเกสรเพศเมียเริ่มบานเวลา 13:00 ถึง 14:00 นาฬิกา ส่วนพืชตระกูลส้มนั้น Rohidas และ Chakrawar (1989) ได้รายงานว่าดอกมะนาว (*Citrus aurantifolia* Swing.) จะบานสูงสุดที่เวลา 10:00 ถึง 12:00 นาฬิกา และไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าการเจริญของดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ แบ่งได้เป็น 7 ระยะ โดยมีระยะเวลาตั้งแต่ดอกเจริญขึ้นมาให้เห็นจนกระทั่งดอกเริ่มบานนาน 57 ชั่วโมงและจากดอกเริ่มบานถึงระยะติดผลนาน 67 ชั่วโมง และแต่ละต้นมีช่วงเวลาการบานเฉลี่ย 14 วันและดอกจะบานมากที่สุดในวันที่ 6 ช่วงการบานเต็มที่ของดอกในรอบวันอยู่ที่เวลา 10:00 นาฬิกา เบญจพร ชูสิงห์ (2545) รายงานว่าดอกส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco) จะใช้เวลาการบานดอกทั้งต้นภายใน 24 วัน โดยเริ่มบานตั้งแต่เวลา 8:00 นาฬิกา ดอกบานสูงสุดที่เวลา 10:00 นาฬิกา เท่ากับ 33.64 เปอร์เซ็นต์ และจะบานสูงสุดในวันที่ 11 เท่ากับ 22.12 เปอร์เซ็นต์ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลง หลังจากดอกบานจะมีการปลดปล่อยเรณู

การปลดปล่อยและความมีชีวิตของเรณู

การปลดปล่อยและความมีชีวิตของเรณูในไม้ผลหลายชนิดแตกต่างกัน ตั้งแต่ดอกเริ่มบานจนถึงหลังจากดอกบานไปแล้วระยะหนึ่ง เรณูที่ปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตสูงแล้วจะค่อยๆ ลดลงหลังจากถูกปลดปล่อย Wunnachit และคณะ (1992) รายงานว่าเรณูมะม่วงหิมพานต์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตสูงถึง 96 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นค่าความมีชีวิตจะค่อยๆ ลดลง เรณูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง จะมีค่าความมีชีวิตเพียง 23 เปอร์เซ็นต์ ทรงพล สมศรี (2530) รายงานว่าเรณูทุเรียนที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิต 90 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องนาน 20 ชั่วโมง จะมีค่าความมีชีวิตลดลงเหลือ 85 เปอร์เซ็นต์ เบญจพร ชูสิงห์ (2545) รายงานว่าการศึกษาความมีชีวิตของเรณูส้ม

โชกุนที่ทดสอบด้วยวิธี Fluochromatic Reaction (FCR) Test พบว่าเรณูที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนานไม่เกิน 1 ชั่วโมงจะมีค่าความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเวลาผ่านไปค่าความมีชีวิตจะค่อยๆ ลดลงโดยที่เวลา 48 ชั่วโมง มีค่าความมีชีวิต 23.18 เปอร์เซ็นต์ ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่จะปลดปล่อยเรณูหลังจากดอกบานเต็มที่ เรณูที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาเรณูไว้ที่อุณหภูมิห้อง ค่าความมีชีวิตจะค่อยๆ ลดลงเหลือเพียง 65.02 เปอร์เซ็นต์ที่ชั่วโมงที่ 48 เรณูที่มีค่าความมีชีวิตสูงทำให้การงอกของหลอดเรณูที่จะนำไปสู่การปฏิสนธิกับออวุลก่อให้เกิดการติดผลดีขึ้น (Norton, 1966) ทั้งนี้ เนื่องจากเรณูที่มีค่าความมีชีวิตสูงจะมีความแข็งแรงนำไปสู่การงอกเพื่อเข้าไปปฏิสนธิกับออวุลที่ดี

การงอกของหลอดเรณูในเกสรเพศเมีย

ไม้ผลแต่ละชนิดจะใช้ระยะเวลาในการงอกของหลอดเรณูเพื่อเข้าไปปฏิสนธิกับออวุลในเวลาแตกต่างกัน (Shivanna, 2003) ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าการงอกของหลอดเรณูในดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ก็สามารถงอกลึกลงไปยังหลอดเกสรเพศเมียส่วนล่างสุดได้ และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นหลังจากการถ่ายเรณูนานขึ้นและให้จำนวนสูงสุด 118.3 หลอด หลังจากถ่ายเรณูนาน 48 ชั่วโมง มนตรี วงศ์รักษ์พานิช (2518) รายงานการศึกษาการงอกของหลอดเรณูของดอกทุเรียน พบว่า หลอดเรณูทุเรียนต้องใช้เวลา 48 ชั่วโมงหลังการถ่ายเรณูเพื่องอกเข้าไปปฏิสนธิกับออวุล Wunnachit (1991) รายงานว่าเรณูของมะม่วงหิมพานต์ใช้เวลา 3 ชั่วโมงในการงอกผ่านส่วนบนของเกสรเพศเมียแต่ต้องใช้เวลา 24 ชั่วโมงในการงอกลงไปจนเกิดการปฏิสนธิกับออวุล Cohen และคณะ (1989) รายงานว่าการงอกของหลอดเรณูมะละกอ (*Carica papaya* L.) ใช้เวลา 11 ชั่วโมงเพื่อเข้าไปสู่ส่วนล่างสุดของหลอดเกสรเพศเมียและต้องใช้เวลา 37 ชั่วโมงจึงเกิดการปฏิสนธิกับออวุล Raff and Knox (1982) รายงานว่าเรณูของเชอร์รี่ (*Prunus avium* L.) ใช้เวลา 55 ชั่วโมงหลังการถ่ายเรณูจึงจะปฏิสนธิกับออวุล Herrero และ Arbeloa (1989) ศึกษาระยะเวลาการงอกของหลอดเรณูของท้อ (*Prunus persica* Batsch.) พบว่าต้องใช้เวลา 19 วัน หลังการถ่ายเรณูจึงจะปฏิสนธิกับออวุล การทราบระยะเวลาที่ใช้ในการงอกของหลอดเรณูไปจนถึงปฏิสนธิมีประโยชน์ต่อการตรวจสอบผลการถ่ายเรณูเป็นอย่างมาก

เกสรเพศเมียของดอก

Faegri และ Pijl (1979) รายงานว่าเกสรเพศเมียประกอบด้วย ปลายยอดเกสรเพศเมีย ก้านเกสรเพศเมีย และรังไข่ ปลายยอดเกสรเพศเมียจัดเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการทำหน้าที่รับการถ่ายเรณู ซึ่งปลายยอดเกสรเพศเมียจะมีขนาดและลักษณะที่แตกต่างกันในพืชแต่ละกลุ่ม วิจิตต์ วรรณชิต และไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าปลายยอดเกสรเพศเมียดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ที่บานเต็มที่จะแผ่แบนออกเป็นปลายยอดเกสรเพศเมียขนาดใหญ่ ตรงกลางปลายยอดมีร่องบุ๋มเล็กน้อยและขับสารเหนียวออกมาปกคลุมผิวหน้า Tandon และคณะ (2001) ศึกษาลักษณะปลายยอดเกสรเพศเมียของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* L.) ในช่วงพร้อมรับการถ่ายเรณู พบว่า ปลายยอดเกสรเพศเมียมีการแยกออกเป็น 3 แฉกจนกลายเป็นร่องบุ๋ม ปลายยอดเกสรเพศเมียไม่ราบเรียบ มีเนื้อเยื่อยื่นออก (papillae) และขับสารเหนียวออกมาเพื่อทำหน้าที่ดักจับเรณู นอกจากนี้ภายในเนื้อเยื่อเกสรเพศเมียพบช่องว่างที่เรียกว่า stylar canals ยาวตลอดจนถึงรังไข่เพื่อเป็นช่องสำหรับการแทงของหลอดเรณูเข้าไปในรังไข่ (Shivanna, 2003) เกสรเพศเมียจึงมีความสำคัญทางด้านการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชควบคู่ไปกับส่วนของเกสรเพศผู้

ระยะเวลาความพร้อมรับการถ่ายเรณูของเกสรเพศเมีย

ช่วงเวลาความพร้อมรับการถ่ายเรณูของเกสรเพศเมียเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมกระบวนการถ่ายเรณูเช่นเดียวกับการปลดปล่อยและความมีชีวิตของเรณู ความพร้อมรับการถ่ายเรณูของเกสรเพศเมียเกิดขึ้นตั้งแต่ก่อนดอกบานจนถึงดอกบานไปแล้วสักระยะหนึ่งแตกต่างกันตามชนิดพืช (Kalinganire *et al.,* 2000 ; Young and Gravitz, 2002) ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มีความพร้อมรับการถ่ายเรณูสูงสุดหลังจากดอกบานไปแล้ว 3 ชั่วโมง โดยมีจำนวนหลอดเรณูที่งอกลงไปถึงส่วนล่างของหลอดเกสรเพศเมียเฉลี่ย 148.9 หลอด ทรงพล สมศรี (2530) รายงานว่าดอกทุเรียนพันธุ์ชะนีมีระยะเวลาความพร้อมรับการถ่ายเรณูตั้งแต่เวลา 13:00 ถึง 14:00 นาฬิกา Wunnachit (1991) รายงานว่าดอกมะม่วงหิมพานต์มีความพร้อมรับการถ่ายเรณูในระยะเวลาดอกบานใหม่ๆ และช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียมีความพร้อมรับการถ่ายเรณูสูงสุดเวลา 11:00 ถึง 12:00 นาฬิกา อัมพิกา ปุนนจิต และคณะ (2527) รายงานว่าดอกท้อ (*Prunus persica* Batsch.) มีความพร้อมรับการถ่ายเรณูดีที่สุดในเวลา 11:00 ถึง 12:00 นาฬิกา อุษณีษ์ ปักษาศร (2531) รายงานว่าดอกกีวีฟรุต (*Actinidia chinensis* Planch.) มีความพร้อมรับการถ่ายเรณูสูงสุดเวลา 8:00 ถึง 9:00 นาฬิกา การศึกษาความพร้อมรับการถ่ายเรณูทำให้สามารถช่วยถ่ายเรณูได้ใกล้เคียงเหมาะสมกับระยะความพร้อมรับของเกสรเพศเมียอันจะทำให้

มีการติดผลมากและคุณภาพผลผลิตดี (Egea and Burgos, 1992)

รูปแบบการถ่ายเรณูกับการติดผล

การถ่ายเรณู (pollination) เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการผสมพันธุ์ของพืชดอก เริ่มจากมีการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายเรณูไปตก ติด และงอกบนปลายยอดเกสรเพศเมียจนนำไปสู่การปฏิสนธิในที่สุด (Faegri and Pijl, 1979) การถ่ายเรณูสามารถแบ่งออกตามลักษณะเพศของดอกเป็น 2 แบบ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2525) คือ

1. การถ่ายเรณูแบบผสมตัวเอง (self pollination) เป็นกระบวนการถ่ายเรณูที่เกิดขึ้นในดอกเดียวกัน ต่างดอกในต้นเดียวกัน จนเกิดการผสมพันธุ์และให้ผลผลิตเป็นพืชต้นใหม่ที่มียีโนไทป์เหมือนกันหมด พืชผสมตัวเองหลายชนิดมีกลไกการบานของดอกที่ควบคุมให้เกิดการผสมตัวเองเท่านั้น เช่น ดอกไม่บานเลยแม้การผสมพันธุ์เรียบร้อยแล้ว (cleitogamy) ดอกบานเมื่อมีการผสมพันธุ์เรียบร้อยแล้ว (chasmogamy) และลักษณะดอกที่มีเกสรเพศเมียอยู่ลึกและถูกปิดล้อมด้วยเกสรเพศผู้อย่างมิดชิดทำให้โอกาสผสมข้ามเกิดขึ้นไม่ได้หรือเกิดขึ้นได้น้อยมาก

2. การถ่ายเรณูแบบผสมข้าม (cross pollination) เป็นกระบวนการถ่ายเรณูที่เกิดขึ้นระหว่างต้นจนเกิดการผสมพันธุ์เป็นพืชต้นใหม่ ลักษณะของพืชผสมข้ามโดยทั่วไปหากได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมตัวเองให้ค่าการติดผลต่ำ ไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่เป็นพืชผสมข้าม เช่น ทุเรียน มะเฟือง ลิ้นจี่ ส้มชนิดและพันธุ์ต่างๆ เป็นต้น พืชผสมข้ามมีลักษณะทางชีววิทยาของดอกหลายอย่างที่ควบคุมหรือส่งเสริมให้เกิดการถ่ายเรณูแบบผสมข้าม เช่น การแยกตำแหน่งของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่คนละต้น (dioecy) หรือคนละดอกในต้นเดียวกัน (monoecy) แต่ความพร้อมรับการผสมระหว่างเรณูและเกสรเพศเมียไม่พร้อมกัน (dichogamy) การผสมตัวเองไม่ติด (self incompatibility) และการเป็นหมันของเรณู (male sterile)

ไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่รวมทั้งพืชตระกูลส้มหลายชนิดต้องอาศัยกระบวนการถ่ายเรณูเพื่อการติดผล (Faegri and Pijl, 1979) สุวรรณพงศ์ ทองปลิว (2534) รายงานว่าส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามสามารถติดผลเฉลี่ย 24 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การถ่ายเรณูแบบผสมตัวเองให้ค่าการติดผลเฉลี่ย 2.8 เปอร์เซ็นต์ Garcia-Papi และ Garcia-Martinez (1984) รายงานว่าส้มแมนดารินพันธุ์ Fino ที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามกับส้มแมนดารินพันธุ์ Sanquino ติดผล 39 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การถ่ายเรณูแบบผสมตัวเองติดผล 8 เปอร์เซ็นต์ Lupo และคณะ (1991) พบว่าส้มแมนดารินพันธุ์ Murcott ที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติติดผลสูงกว่าการถ่ายเรณูแบบผสมตัวเอง สำหรับการศึกษาการถ่ายเรณูในส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่

โดยไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามก่อให้เกิดการติดผลได้ดีกว่าการผสมตัวเอง นอกจากนี้รายงานการศึกษาการถ่ายเรณูต่อการติดผลในไม้ผลอื่นๆ เช่น ทรงพล สมศรี (2530) รายงานว่าทุเรียนพันธุ์ชะนีที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามกับพันธุ์ก้านยาวติดผล 27 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าการถ่ายเรณูแบบผสมตัวเองที่ติดผลเพียง 0.51 เปอร์เซ็นต์ Knight (1982) รายงานว่ามะเฟือง (*Averrhoa carambola* L.) พันธุ์ Golden Star ที่ได้รับการถ่ายเรณูแบบผสมข้ามสามารถติดผล 13 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการถ่ายเรณูแบบผสมตัวเองที่มีค่าการติดผลเพียง 2 เปอร์เซ็นต์

ชนิดและพฤติกรรมของแมลงในการถ่ายเรณู

แมลงมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการถ่ายเรณูของพืชที่จะนำไปสู่การติดผล ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์และกระบวนการปรับตัวร่วมกันระหว่างพืชและสัตว์ (Corbet, 1978) Free (1976) รายงานว่า แมลงมักเข้ามาเยี่ยมดอกตรงตำแหน่งอับเรณูและต่อมน้ำหวาน มีพฤติกรรมบินไปมาระหว่างต้นทำให้เกิดการผสมข้าม โดยแมลงจะเข้ามาเยือนดอกในช่วงเวลา 9:00 ถึง 15:00 นาฬิกา โดยใช้เวลาในการเข้ามาที่ตำแหน่งอับเรณูนาน 5 ถึง 8 วินาทีต่อดอก และจะเข้ามาที่ตำแหน่งต่อมน้ำหวานนาน 15 ถึง 20 วินาทีต่อดอก เบญจพร ชูสิงห์ (2545) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแมลงที่มาดูดน้ำหวานและถ่ายเรณูแก่ดอกส้มโชกุนในช่วงดอกบาน พบแมลงหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ แมลงค่อมทอง (*Hypomeces squamosus* F.) ผึ้งโพรง (*Apis cerana* F.) ผีเสื้อหางติ่งธรรมดา (*Papilio polytes* L.) ผีเสื้อหนอนมะนาว (*P. demoleus* L.) และ มดมีหนาม (*Polyrhachis* sp.) ไมตรี แก้วทับทิม (2538) รายงานว่าแมลงที่ช่วยในการถ่ายเรณูให้กับดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่มี 4 ชนิดได้แก่ ชันโรง (*Trigona* sp.) มดดำ (*Camponotus* sp.) แมลงวันผลไม้ (*Bactrocer dorsolis* Hendel) และ ด้วงงวง (weevil) นอกจากนี้ ยังพบเพลี้ยไฟ (*Scirtothrips dorsalis* Hood) จำนวนมากอยู่ภายในดอกแต่ไม่ได้ช่วยในการถ่ายเรณู แมลงที่ช่วยในการถ่ายเรณูสูงสุดคือ ชันโรง รองลงมาคือ แมลงวันผลไม้ วิสุทธ์ ใบไม้ และคณะ (2538) รายงานว่าพืชอาหารของแมลงวันผลไม้มี 159 ชนิด 39 วงศ์ ในจำนวนนี้เป็นพืชวงศ์ส้ม ได้แก่ มะตูม (*Aegle marmelos* Corr.) มะนาว (*Citrus aurantifolia* Swing.) ส้มโอ (*Citrus grandis* L. Osbeck) ส้มมะงั่ว (*Citrus medica* L.) ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) มะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ส้มเกลี้ยง (*Citrus sinensis* Osb.) และส้มจี๊ด (*Citrus japonica* Thunb) นอกจากนี้ยังพบว่า พืชวงศ์ส้มมีแมลงวันผลไม้หลายชนิดที่เข้ามาเยือนดอก

ปริมาณและองค์ประกอบน้ำหวานของดอกไม้กับการถ่ายเรณู

ดอกไม้หลายชนิดมีต่อมน้ำหวานที่ขับน้ำหวานของดอกในระยะดอกบาน (เทียมใจ คมกฤส, 2542) น้ำหวานที่ถูกขับออกมานั้นทำหน้าที่ช่วยดึงดูดแมลงต่างๆ ให้มาช่วยถ่ายเรณู พืชที่มีการขับน้ำหวานออกมาในปริมาณที่มากก็จะทำให้แมลงมาช่วยถ่ายเรณูได้มากด้วยเช่นกัน (Freitas *et al*., 2001) Free (1976) รายงานว่าน้ำหวานภายในดอกของพืชสกุลส้มในระยะที่ดอกเริ่มบานมีความเข้มข้น 13 ถึง 17 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นนี้จะเพิ่มขึ้นเป็น 31 เปอร์เซ็นต์ในดอกที่บานเต็มที่ วิจิตต์ วรรณชิต (2538) รายงานว่าดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่จะขับน้ำหวานออกมาสูงสุดหลังจากที่ดอกบานได้ไม่นาน ปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยต่อดอกวัดได้ 6.25 ไมโครลิตร เบญจพร ชูสิงห์ (2545) รายงานว่าน้ำหวานดอกส้มโชกุนจะถูกขับออกมามากที่สุดเวลา 8:00 นาฬิกา วัดได้ 2.57 ไมโครลิตร มีความเข้มข้น 18.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และที่เวลา 12:00 นาฬิกา วัดปริมาณน้ำหวานดอกได้น้อยที่สุดในรอบวันเท่ากับ 0.24 ไมโครลิตร มีความเข้มข้น 31 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ สำหรับกลไกการขับน้ำหวานของดอกไม้ Nepi และคณะ (1996) รายงานว่าดอกเพศผู้ของแตง (*Cucurbita pepo* L.) มีต่อมน้ำหวานที่ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาและภายในเซลล์นี้มีเม็ดแป้งจำนวนมากก่อนถึงระยะดอกบานเต็มที่นั้น เม็ดแป้งที่อยู่ในเซลล์พาเรงคิมาเหล่านี้จะถูกสลายพันธะด้วยน้ำ กลายเป็นสารละลายน้ำตาลและถูกขับออกมาทางปากใบที่ผิวหน้าของต่อมน้ำหวาน ซึ่งน้ำหวานที่ถูกขับออกมานี้ บางส่วนจะกลายเป็นอาหารของแมลงที่เข้ามาเยือนดอก แต่บางส่วนจะถูกดูดกลับและสะสมไว้ที่เซลล์พาเรงคิมาเช่นเดิม น้ำหวานจัดเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของแมลงที่มาเยือนดอก (Faegri and Pijl, 1979) บุญสนอง ช่วยแก้ว (2545) รายงานว่าชนิดน้ำตาลของน้ำหวานดอกถั่วแปบช้าง (*Afgekia sericea* Craib.) ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการโครมาโทกราฟฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง พบว่าน้ำหวานของดอกมีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบหลัก Gillespie และ Henwood (1994) รายงานว่าชนิดน้ำตาลของน้ำหวานดอก *Polyscias sambucifolia* (Sieb .ex DC.) Harms. ที่ผ่านการวิเคราะห์พบว่ามีน้ำตาล 3 ชนิด ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโทส และซูโครส เป็นองค์ประกอบ Van Wyk และคณะ (2003) ทำการศึกษาชนิดน้ำตาลของน้ำหวานดอกของพืชที่อยู่ในวงศ์ Aphodelaceae (genera *Astroloba*, *Chortolirion* และ *Haworthia*) พบว่าน้ำหวานของดอกมีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาคือ กลูโคส และฟรุคโทส ตามลำดับ นอกจากนี้ Herrera และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของน้ำหวานดอก *Helleborus foetidus* L. พบว่า มีน้ำตาล 3 ชนิดได้แก่ กลูโคส ฟรุคโทส และซูโครส เช่นเดียวกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกส้มจุกที่มีผลต่อการถ่ายเรณู
2. เพื่อศึกษาการถ่ายเรณูของส้มจุกที่มีผลต่อการติดผล