

ชีววิทยาดอกและการถ่ายละอองเรณูของส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco)  
Floral Biology and Pollination of Neck Orange (*Citrus reticulata* Blanco)

อิสมาแอ เจ๊ะหลง <sup>1/</sup>

Ismaair Jehlong <sup>1/</sup>

วิจิตต์ วรรณชิต <sup>1/</sup>

Wijit Wunnachit <sup>1/</sup>

---

**ABSTRACT**

This study on the floral biology and pollination of neck orange (*Citrus reticulata* Blanco) was conducted at the citrus collection plot of the Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University and in a farmers orchard located in Hat Yai district, Songkhla province from January to November 2005 with 2 investigations. First, the morphology, biology and anatomy of neck orange flowers were investigated. Its flower consisted of 5 green sepals, 5 white petals, 20 stamens and a superior ovary. The flowering duration was an average of 17 days per tree with a peak of flowers on day 8 and a diurnal opening peak at 10:00 am. The pollen was prolate shaped, had 4 colpi apertures and a reticulate exine of 1.14 microns. There was an average of 10,869 pollen grains per flower. They had a high initial viability of 90.1% that decreased slightly to 62.1% after 48 hours storage. The pollen penetrated the ovary within 3 hours with the highest peak at 48 h. The receptivity of the pistil to pollen penetration was the highest within 3 hours of the flower opening. The morphology of the stigma at maturity had an expanded shape with a semi-hollow stigmatic groove. The second investigation was a pollination experiment to test the effect of cross pollination, open pollination and non pollination on the initial fruit set. It was found that hand cross pollinations within the same species had the highest fruit set of 40%, followed by open pollination with 22% fruit set, while no pollinations gave only 3% fruit set. The most insects to influential the pollination of the neck orange as in order, were the natural oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel), stingless bees (*Trigona* sp.),

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

<sup>1/</sup> Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai district, Songkhla province 90112

carpenter bees (*Xylocopa* sp.) and black ant (*Camponotus* sp.). These insects visited the opened flowers to suck floral nectar and pollinated the flowers from the early morning secreted nectar. The peak of secreted nectar in the flowers of the neck orange at 3.83  $\mu$ l / flower occurred just after anthesis at 9:00 a.m. and then the secretion slightly decreased to the lowest level of 0.01  $\mu$ l/ flower at 5.00 pm. The nectar was composed of glucose, fructose and sucrose at 36.75, 42.21 and 81.9  $\mu$ g / ml respectively.

**Key words:** neck orange, *Citrus reticulata*, floral biology, pollination, pollinators, fruit set, floral nectar

### บทคัดย่อ

การศึกษาชีววิทยาของดอกและการถ่ายละอองเรณูของส้มจุก ดำเนินการในแปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และแปลงปลูกส้มจุกของเกษตรกรในเขต อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2548 โดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อได้แก่ การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีววิทยาและกายวิภาคดอก ส้มจุก พบว่า ดอกส้มจุกประกอบด้วย กลีบเลี้ยงสีเขียว จำนวน 5 กลีบ กลีบดอก สีขาว จำนวน 5 กลีบ เกสรตัวผู้จำนวน 20 อันและเกสรตัวเมียที่

มีรังไข่เหนือฐานรองดอก ช่วงเวลาการบานของดอกส้มจุกเฉลี่ยต่อต้นนาน 17 วัน โดยช่วงการบานดอกสูงสุดเกิดขึ้นในวันที่ 8 หลังจากดอกเริ่มบาน ในรอบวันดอกบานสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 10.00 น. ละอองเรณูดอกส้มจุกมีลักษณะรูปร่างค่อนข้างกลม (prolate) มีช่องเปิดผสม 4 ช่อง (colporate) มีผิวแบบตาข่าย (reticulate) มีขนาด 1.14 ไมครอน และมีจำนวนละอองเรณู 10,869 เม็ด/ดอก ละอองเรณูของส้มจุกที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีความมีชีวิตสูงถึง 90.1% แต่ค่าความมีชีวิตของละอองเรณูค่อยๆ ลดลงเหลือ 62.1% เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 48 ชม. ละอองเรณูของส้มจุกใช้เวลาในการงอกลงไปในเนื้อเยื่อเกสรตัวเมียจนกระทั่งถึงรังไข่ใช้เวลา 3 ชม. และเกิดขึ้นสูงสุดภายในเวลา 48 ชม. ส่วนความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูของเกสรตัวเมียส้มจุกเกิดขึ้นสูงสุดภายในเวลา 3 ชม. หลังจากดอกบาน บริเวณปลายยอดเกสรตัวเมียจะแผ่แบนออกมีขนาดใหญ่ขึ้น ใจกลางมีร่องลึกบุ๋มลงไปเล็กน้อย และมีร่องเนื้อเยื่อ stylar canals และหัวข้อที่ 2 เป็นการศึกษการถ่ายละอองเรณูต่อการติดผลของส้มจุก 3 แบบ ได้แก่ การถ่ายละอองเรณูแบบข้ามด้วยมือ การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ และไม่มีถ่ายละอองเรณู พบว่าการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามด้วยมือติดผลสูงสุด 40% รองลงมาคือ การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ ติดผล 22% ในขณะที่ไม่มีถ่ายละอองเรณู ติดผลต่ำสุด 3% แมลงที่มีบทบาทสำคัญต่อการถ่ายละอองเรณูของ ดอกส้มจุกได้แก่ แมลงวัน

พลไม้ (*Bactrocera dorsalis* Hendel) ชันโรง (*Trigona* sp.) แมลงงู (*Xylocopa* sp.) และมดดำ (*Camponotus* sp.) ตามลำดับ แมลงดังกล่าว ออกหากินและทำหน้าที่ช่วยถ่ายละอองเรณู ตั้งแต่เวลาเช้าตรู่ ดอกส้มจุกขับน้ำหวานออกมา มีปริมาณสูงสุดเฉลี่ย 3.83 ไมโครลิตร/ดอกในเวลา 9.00 น. หลังจากนั้นการขับน้ำหวานค่อยๆ ลดลงจนถึงปริมาณต่ำสุดเฉลี่ย 0.01 ไมโครลิตร/ดอก ในเวลา 17.00 น. น้ำหวานดอกส้มจุกประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโทส และซูโครส 36.75, 42.21 และ 81.9 ไมโครกรัม/มล. ตามลำดับ

**คำหลัก :** ส้มจุก ชีววิทยาดอก การถ่ายละอองเรณู ชีวพาหะ การติดผล น้ำหวานดอก

## คำนำ

ส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco) เป็นส้มพื้นเมืองพันธุ์ที่มีชื่อเสียงของ จ.สงขลา มีลักษณะเด่นที่ผลมีรูปทรงสวยงามและมีจุกที่ขั้วผล เปลือกผลค่อนข้างหนาและล่อน เนื้อผลมีรสหวานอมเปรี้ยวและกลิ่นหอม และมีเมล็ดน้อย (มงคล, 2535) ผลผลิตส้มจุกมีราคาดี และเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างมากมาตลอด ในขณะที่ปริมาณการผลิตมีน้อย และลดลงอย่างต่อเนื่อง อันเกิดจากหลายสาเหตุแต่ที่สำคัญได้แก่ การระบาดของโรคทริสเทซาและกรีนนิ่ง ทำให้ต้นส้มจุกทรุดโทรม และยืนต้นตายภายในเวลาไม่กี่ปี (นิรนาม, 2543) และปัญหาการให้ผลผลิตแปรปรวนไม่แน่นอน โดยมีสาเหตุสำคัญมาจากชีววิทยาดอกและกระบวนการถ่ายละอองเรณู และ

ยังไม่มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อน (รัชนิวารณ, 2548 ; Rohidas and Chakrawar, 1989) Faegri และ Pijl (1979) รายงานว่าชีววิทยาดอก ได้แก่ ช่วงเวลาการออกดอก การบานดอก การปลดปล่อยละอองเรณู ความมีชีวิตและการงอกของหลอดละอองเรณู และความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรตัวเมีย มีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการถ่ายละอองเรณูที่จะนำไปสู่การติดผล และกำหนดคุณภาพผลผลิตของไม้ผล พืชสกุลส้ม (*Citrus* sp.) และไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่ต้องอาศัยการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้าม (cross pollination) จึงจะเกิดการติดผลและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ (ทรงพล, 2530; Godini *et al.*, 1992) พืชที่จะอาศัยการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบ ลักษณะ และกลไกทางชีววิทยาดอกเฉพาะที่จะเอื้อต่อ ชีวพาหะในการถ่ายละอองเรณูได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ขนาดดอก (Moore, 1995) สีของดอก (Judd, 1999) ระยะเวลาและช่วงเวลาการบานดอก (Rohidas and Chakrawar, 1989) จำนวนและความมีชีวิตของละอองเรณู (Norton, 1966) ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรตัวเมีย (Huang *et al.*, 2004) น้ำหวานและปริมาณการขับน้ำหวานของดอก (Freitas *et al.*, 2001) ที่ผ่านมามีรายงานการศึกษาชีววิทยาดอกที่ควบคุมการถ่ายละอองเรณูและติดผลของไม้ผลเมืองร้อนหลายชนิด เช่น ทูเรียน (ทรงพล, 2530) มะม่วงหิมพานต์ (Wunnachit, 1991) ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ (ไมตรี, 2538) แต่ยังไม่เคยศึกษาชีววิทยาดอก

และการถ่ายละอองเรณูของส้มจุก ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานมาประยุกต์ใช้ สำหรับการแก้ปัญหาการให้ผลผลิตแปรปรวน และการยกระดับการผลิตส้มจุกให้สูงขึ้นต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของดอกส้มจุก

1.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกส้มจุก

คัดเลือกดอกส้มจุกจากแปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และแปลงปลูกส้มจุกของเกษตรกรในเขต อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา จากต้นที่มีอายุ 6 ปีจำนวน 10 ต้น ๆ ละ 10 ดอก ศึกษาลักษณะต่างๆ ดังนี้คือ ตำแหน่งที่เกิดดอก โครงสร้างและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอก โดยเฉพาะส่วนเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ตามลักษณะที่ปรากฏด้วยสายตาและใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พร้อมกับบันทึกและเสนอภาพตามลักษณะที่กำหนดไว้

1.2 การศึกษาทางชีววิทยาของดอกส้มจุก  
คัดเลือกต้นส้มจุก 10 ต้นชุดเดียวกับที่

ใช้ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอก ศึกษาลักษณะต่างๆ ดังนี้

1.2.1 การบานของดอกและจำนวนดอก

ศึกษาระยะเวลาการบานของดอกโดยบันทึกช่วงเวลาการบานของดอก ตั้งแต่ดอกแรกจนถึงดอกสุดท้ายภายในต้นจำนวน 10 ต้น โดยนับจำนวนดอกที่บานวันละครั้งในเวลา 15.00 น. และช่วงเวลาที่ดอกบานสูงสุดภายในรอบวันในช่วงที่ดอกบานสูงสุด 3 วัน โดยนับจำนวนดอกที่บานทุกๆ ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 7.00 ถึง 17.00 น. ของแต่ละวันที่ดอกบานโดยใช้กรรไกรขลิบดอกเพื่อเป็นเครื่องหมายดอกที่นับเสร็จแล้ว

1.2.2 ความมีชีวิตของละอองเรณู

เก็บดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชม. ตันละ 5 ดอก รวม 50 ดอก คัดเฉพาะส่วนของอับละอองเรณูของดอกๆ ละ 5 อัน รวม 250 อัน เก็บไว้ในจานเพาะเชื้อซึ่งวางไว้ในอุณหภูมิห้อง สุ่มอับละอองเรณูมา 3 อันหยั่งลงบนแผ่นสไลด์หลุมโดยทำ 5 ซ้ำต่อช่วงเวลา จากนั้นหยดสีอะซีโตคาร์มิน แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที ตามกำหนดเวลา 0 3 6 9 24 และ 48 ชม.หลังหยั่งสี แล้วสุมนับจำนวนละอองเรณูที่ติดสีและไม่ติดสีโดยนับ 5 จุด/1 สไลด์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง นำค่าที่นับได้มาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต} = \frac{\text{จำนวนละอองเรณูที่ติดสี}}{\text{จำนวนละอองเรณูทั้งหมด}} \times 100$$

### 1.2.3 การงอกของหลอดละอองเรณู

การศึกษาการงอกของหลอดละอองเรณูกระทำโดยติดป้ายที่ดอกก่อนเริ่มบาน 1 ซม. ณ เวลาต่างๆ 3 ชั่วโมง ละ 5 ดอก รวม 15 ดอก คลึงกลีบดอกแล้วทำการตอนเกสรตัวผู้ คลุมดอกด้วยถุงกระดาษและเมื่อถึงเวลาดอกบานเต็มที่ให้ทำการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามโดยใช้พู่กันที่มีละอองเรณูสัมผัสจากดอกที่บานใหม่ๆ ต่างต้นกัน ที่เวลา 0 3 6 9 24 และ 48 ชม. หลังการถ่ายละอองเรณู เก็บและแช่ดอกในน้ำยาคงสภาพคานอยส์นาน 48 ชม. นำเกสรตัวเมียมาทำให้น้ำเยื่ออ่อนนุ่มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.8 นอร์มอล ที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 60 นาที ย้อมด้วยสีอะนิลีนบลูเข้มข้น 0.1% ที่ละลายในไตรโพรแทสซีเอ็มฟอสเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มอล นาน 10 นาที ตัดแยกส่วนเกสรตัวเมียออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน และตัดแยกรังไข่ออกจากเกสรตัวเมีย นับจำนวนละอองเรณูบริเวณปลายยอดเกสรตัวเมีย ตรวจผลและคำนวณเปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูในเกสรตัวเมียส่วนบน ส่วนกลาง ส่วนล่างและหลอดละอองเรณูที่งอกเข้าไปในรังไข่ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบปล่อยแสงฟลูออเรสเซนซ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

### 1.2.4 ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรตัวเมีย

ศึกษาความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรตัวเมีย กระทำโดยติดป้ายที่ดอกก่อนเริ่มบาน 1 ซม. ณ เวลาต่างๆ 3 ชั่วโมง ละ 5 ดอก รวม 15 ดอก คลึงกลีบดอกแล้วทำการตอนเกสรตัวผู้ คลุมดอกด้วยถุงกระดาษและเมื่อถึงเวลาดอกบานเต็มที่ไปแล้ว 0 ชม. ให้ทำการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามโดยใช้พู่กันที่มีละอองเรณูสัมผัสจากดอกที่บานใหม่ๆ ต่างต้นกัน ที่เวลา 3 6 9 24 และ 48 ชม. หลังจากดอกบานเต็มที่ (ทำเช่นเดียวกับที่ 0 ชั่วโมง) เมื่อครบ 48 ชม. หลังการถ่ายละอองเรณู เก็บและแช่ดอกในน้ำยาคงสภาพคานอยส์นาน 48 ชม. นำเกสรตัวเมียมาทำให้น้ำเยื่ออ่อนนุ่มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.8 นอร์มอล ที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 60 นาที ย้อมด้วยสีอะนิลีนบลูเข้มข้น 0.1% ที่ละลายในไตรโพรแทสซีเอ็มฟอสเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มอล นาน 10 นาที ตัดแยกส่วนเกสรตัวเมียออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน และตัดแยกรังไข่ออกจากเกสรตัวเมีย นับจำนวนละอองเรณูบริเวณปลายยอดเกสรตัวเมีย ตรวจผลและคำนวณเปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูในเกสรตัวเมียส่วนบน ส่วนกลาง ส่วนล่างและหลอดละอองเรณูที่งอกเข้าไปในรังไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบปล่อยแสงฟลูออเรสเซนซ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test

## 2. การศึกษาการถ่ายละอองเรณูของสัมผัส

### 2.1 ผลของการถ่ายละอองเรณูต่อการติดผล

การศึกษาผลของการถ่ายละอองเรณูต่อการติดผลของส้มจุก โดยแบ่งรูปแบบการถ่ายละอองเรณูออกเป็น 3 กรรมวิธี ได้แก่ 1) การถ่ายละอองเรณูแบบข้ามด้วยมือ 2) การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ 3) ไม่มีการถ่ายละอองเรณู วิธีการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามด้วยมือกระทำโดยส้มและติดป้ายดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชม. ต้นละ 10 ดอก จำนวน 10 ต้น รวม 100 ดอก คลี่กลีบดอกแล้วดึงเกสรตัวผู้ออกให้หมด คลุมดอกด้วยถุงกระดาษ รอจนดอกบานเต็มที่ ทำการถ่ายละอองเรณูโดยใช้ฟูกันที่มีละอองเรณูจากดอกบานใหม่ๆ จากต่างต้น คลุมดอกด้วยถุงกระดาษนาน 48 ชม. ส่วนการถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติ ส้มและติดป้ายดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชม. ต้นละ 10 ดอก จำนวน 10 ต้น รวม 100 ดอก ปล่อยให้มีการถ่ายละอองเรณูตามธรรมชาติ และไม่มีการถ่ายละอองเรณู ส้มและติดป้ายดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชม. ต้นละ 10 ดอก จำนวน 10 ต้น รวม 100 ดอก คลี่กลีบดอกแล้วดึงเกสรตัวผู้ออกให้หมด คลุมดอกนาน 48 ชม. เอาถุงกระดาษออก บันทึกจำนวนการติดผลทุกๆ สัปดาห์จนเก็บเกี่ยวผลผลิต วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized complete block design) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test

2.2 ชนิดและพฤติกรรมของแมลงในการถ่ายละอองเรณู

การศึกษาชนิดและพฤติกรรมของแมลง

ในการถ่ายละอองเรณู ส้มเลือกต้นส้มจุกที่อยู่ในระยะดอกบานเต็มที่ จำนวน 4 ต้น สังเกตพร้อมบันทึกชนิดและพฤติกรรมของแมลงที่เข้ามาเยือนดอกส้มจุกในวันที่ดอกบานสูงสุด 3 วัน ติดต่อกัน โดยเก็บข้อมูล 20 นาทีแรกของทุกๆ ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 7.00 ถึง 17.00 น. ใช้สวิงจับแมลงที่เข้ามาเยือนดอกส้มจุกและทำให้แมลงสลบ จำแนกแมลงโดยแยกเป็นหมวดหมู่ว่าพบแมลงในกลุ่มใดบ้าง

2.3 ปริมาณและองค์ประกอบน้ำหวานดอก การศึกษาปริมาณและองค์ประกอบน้ำหวานดอก โดยตัดและติดป้ายดอกระยะก่อนดอกบาน 1 ชม. ต้นละ 10 ดอก จำนวน 10 ต้น รวม 100 ดอก คลุมดอกด้วยถุงกระดาษเพื่อป้องกันแมลงมาดูดน้ำหวาน จนดอกบาน วัดปริมาณน้ำหวานโดยสอดหลอดแก้วขนาดเล็ก ความจุ 5 ไมโครลิตร ตรงตำแหน่งกลีบดอกกับก้านชูเกสรตัวผู้ ทุกๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 7.00 ถึง 17.00 น. นำน้ำหวานที่เก็บได้หาช่วงความเข้มข้นด้วยเครื่องมือ hand refractometer ที่มีช่วงความเข้มข้น 0-32%บริกซ์ และนำน้ำหวานดอกไปวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำหวาน ด้วยวิธีการโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC) แล้วบันทึกผล

การทดลองดำเนินการที่ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสวนส้มจุกและเกษตรกรในเขต อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา ระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม พ.ศ. 2548

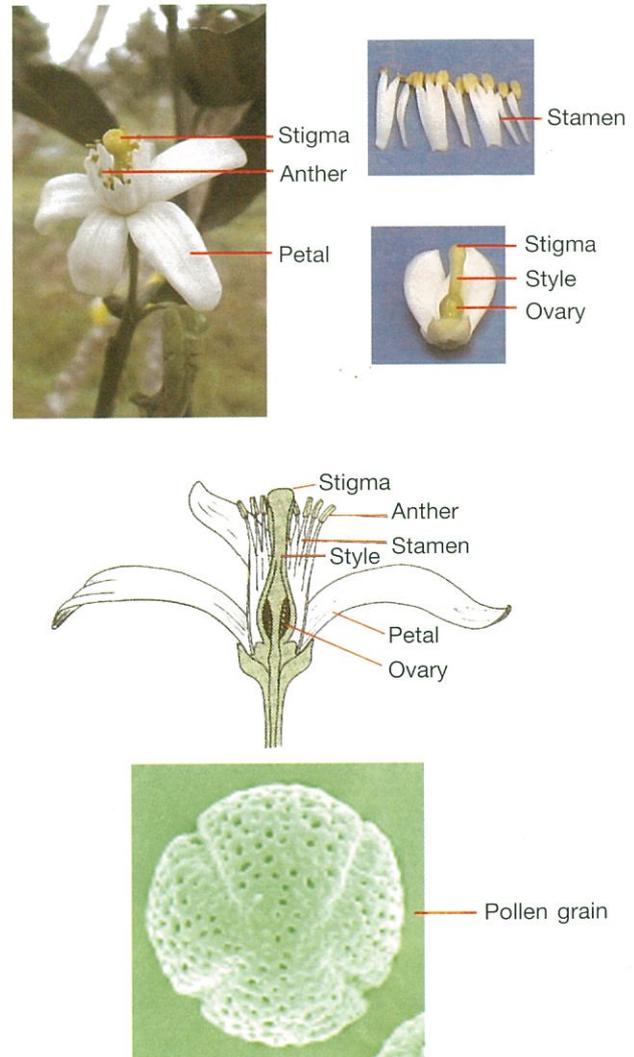
## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของดอกส้มจุก

1.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกส้มจุก

ดอกส้มจุกเกิดขึ้นได้ทั้งที่ปลายยอดและบริเวณซอกใบของกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ มีสีเขียวและเชื่อมกันที่โคน กลีบดอก 5 กลีบ มีสีขาว แต่ละกลีบแยกออกจากกันเป็นอิสระ กลิ่นหอมและมีต่อมน้ำมันแทรกอยู่ทั่วไป เกสรตัวผู้ 20 อัน แต่ละอันประกอบด้วย อับละอองเรณู มีสีเหลือง ภายในมีละอองเรณูเฉลี่ย 10,869 เม็ด/ดอก ละอองเรณูมีรูปร่างค่อนข้างกลม (prolate) มีช่องเปิดผสม 4 ช่อง (colporate) มีผิวแบบตาข่าย (reticulate) ขนาดเฉลี่ย 1.14 ไมครอน ก้านชูอับละอองเรณูสีขาวติดอยู่ทางด้านหลังของอับละอองเรณู แต่ละก้านจะเชื่อมติดกันเป็นกลุ่มๆ ที่มีความยาวไม่เท่ากัน เกสรตัวเมียประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมียลักษณะเป็นตุ่มสีเหลือง มีระดับความสูงเหนืออับละอองเรณูเล็กน้อย ก้านเกสรตัวเมียสีขาวถึงเขียวอ่อน รังไข่อยู่ในตำแหน่งเหนือฐานรองดอกมี 10 ช่อง ภายในประกอบด้วยไข่อ่อนเป็นจำนวนมาก แต่ละอันติดอยู่กับแกนกลางของรังไข่ บริเวณโคนของรังไข่มีจานรองดอกสีเหลืองอมเขียว (Figure 1) การที่ดอกส้มจุกมีขนาดใหญ่ มีสีขาว กลิ่นหอมและปลายยอดเกสรตัวเมียอยู่สูงกว่าอับละอองเรณู ล้วนเป็นลักษณะทางชีววิทยาของดอก ที่เอื้อต่อการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามเช่นเดียวกับส้มชนิดอื่นๆ เช่น

ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ (ไมตรี, 2538) และส้มโชกุน (เบญจพร, 2545)



**Figure 1.** Floral characteristics and diagrammatic section and pollen grain of neck orange

1.2 การศึกษาทางชีววิทยาของดอกส้มจุก

1.2.1 การบานของดอกและจำนวนดอก

ดอกส้มจุกแต่ละต้นใช้เวลาการบานเฉลี่ย 17 วัน โดยในวันแรกดอกบานน้อยเฉลี่ย 0.22% ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นจำนวนดอก

บานค่อยๆ เพิ่มขึ้นและสูงสุดในวันที่ 8 เฉลี่ย 24.34% ของการบานทั้งหมด หลังจากนั้นการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลงและสิ้นสุดการบานในวันที่ 17 (Figure 2)

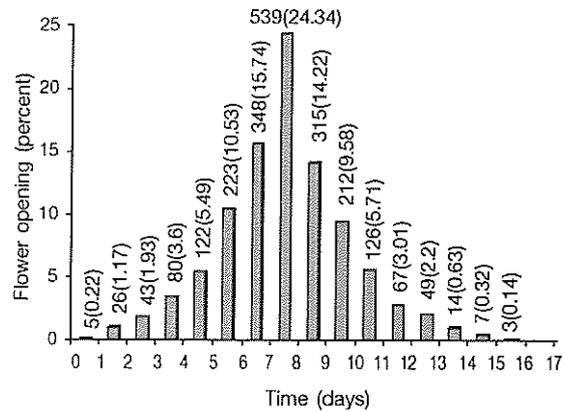


Figure 2. Percentage of daily flower opening of neck orange

การบานในรอบวันของดอกส้มจุกในช่วงเวลาดอกบานสูงสุด ดอกเริ่มบานตั้งแต่เวลา 7.00 น. เฉลี่ย 3.15% ของการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและถึงช่วงดอกบานสูงสุดเวลา 10.00 น. เฉลี่ย 36.54% ของการบานทั้งหมดในรอบวัน หลังจากนั้นจำนวนการบานของดอกจะค่อยๆ ลดลงจนหยุดการบานเวลา 17.00 น. (Figure 3) จำนวนและการกระจายการบานดอกของส้มจุกคล้ายกับการบานของดอกส้มโชกุน (เบญจพร, 2545) และส้มโอพันธุ์หอมหาวใหญ่ (ไมตรี, 2538) ที่มีพื้นที่ปลูกอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน และมีสภาพฟ้าอากาศเหมือนกัน โดยแสงแดดและอุณหภูมิที่ค่อยเพิ่มสูงขึ้นในตอนเช้าจะไปเร่งการบานของดอกจนกระทั่งดอกบานสูงสุดในเวลา 10.00 น.

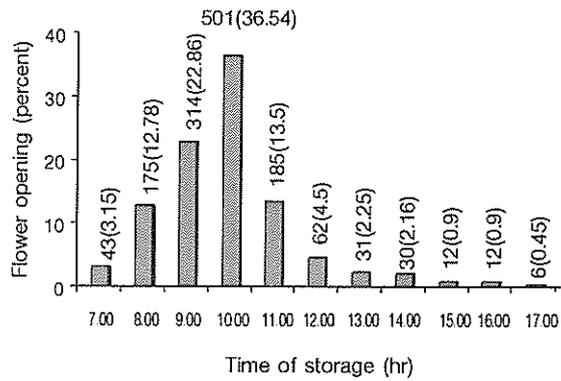


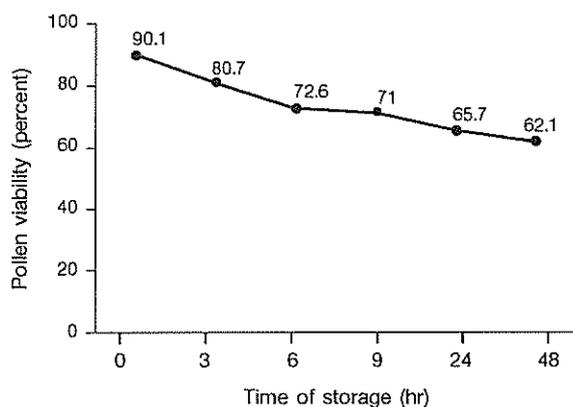
Figure 3. Percentage of diurnal flower opening of neck orange on day 3 of the peak

### 1.2.2 ความมีชีวิตของละอองเรณู

ละอองเรณูดอกส้มจุกที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง นานไม่เกิน 1 ชม. มีค่าความมีชีวิตสูงถึง 90.1% แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 6 9 24 และ 48 ชม. ค่าความมีชีวิตของละอองเรณูจะค่อยๆ ลดลงเหลือ 80.7 72.5 71 65.7 และ 62.1% ตามลำดับ (Figure 4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการเก็บรักษาละอองเรณูของไม้ผลชนิดอื่นๆ ที่ความมีชีวิตของละอองเรณูลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เช่น ทูเรียน (ทรงพล, 2530) โจ

โจบา (jojoba plant) (Vaknin *et al.*, 2003) ทั้งนี้ อุณหภูมิและความชื้นภายนอกมีผลกระทบต่อความมีชีวิตของละอองเรณู โดยจะเร่งและยับยั้งกระบวนการเมทาบอลิซึม ภายในเซลล์ของละอองเรณู จนนำไปสู่การเสื่อมสภาพของความมีชีวิตได้เร็วขึ้น (เบญจพร, 2545 ; ลาวัลย์, 2539 ; Ferris *et al.*, 1998 ; Adaniya, 2001; Hedhly *et al.*, 2004) ทำให้ได้ข้อชี้แนะว่าการกระทำทดลองใดๆ ที่ต้องใช้ดอกส้มจุกจำนวนมากและละอองเรณูมีค่าความมีชีวิตสูง ต้องรีบดำเนินการในช่วงเวลาการบานดอก และมีการปลดปล่อยละออง

เรณูสูงสุดในรอบวันในช่วงเวลาประมาณ 10.00 น. (Faegri and Pijl, 1979)



**Figure 4.** Percentage pollen viability of neck orange after storage at different times in room temperature

### 1.2.3 การงอกของหลอดละอองเรณู

การงอกของหลอดละอองเรณูดอกส้มजू ในเกสรตัวเมีย หลังจากได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามต้น ที่ระยะเวลานานต่างๆ กัน คือ 0 3 6 9 24 และ 48 ชม. ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูในเกสรตัวเมียและในรังไข่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) ภายในเวลา 1 ชม. หลังการถ่ายละอองเรณู หลอดละอองเรณูงอกลงไปถึง upper style และภายในเวลา 3 ชม. หลังการถ่ายละอองเรณู หลอดละอองเรณูงอกลึกลงไปถึงรังไข่ แต่จำนวนหลอดละอองเรณูที่งอกเข้าไปถึงรังไข่ยังมีน้อยเฉลี่ย 16.64% แต่หากปล่อยให้ 48 ชม. มีจำนวนหลอดละอองเรณูสูงสุดเฉลี่ย 71.86% สอดคล้องกับไม้ผลเมืองร้อนส่วนใหญ่ที่ใช้ระยะเวลาในการ

งอกของหลอดละอองเรณูเพื่อเข้าไปในรังไข่ภายในระยะเวลาใกล้เคียงกันประมาณ 3-48 ชม. เช่น มะละกอใช้เวลาในการงอกของหลอดละอองเรณูถึงรังไข่ภายในเวลา 11 ชม. (Cohen *et al.*, 1989) ส้มโอพันธุ์หอมหาคัดใหญ่ใช้เวลาในการงอกของหลอดละอองเรณู 3 ชม. ก็สามารถงอกลึกลงไปถึงหลอดเกสรตัวเมียส่วนล่างสุดได้ และให้จำนวนสูงสุด 118.3 หลอด หลังจากถ่ายละอองเรณูนาน 48 ชม. (ไมตรี, 2538) และหลอดละอองเรณูของมะม่วงหิมพานต์ใช้เวลา 3 ชม. ในการงอกบนยอดเกสรตัวเมียแต่ต้องใช้เวลา 24 ชม. ในการงอกลงไปจนเกิดการปฏิสนธิกับไข่อ่อน (Wunnachit, 1991) Dag และคณะ (2000) เสนอว่าในเขตร้อนมีอุณหภูมิสูงและแปรปรวนตลอดเวลา พืชดอกส่วนใหญ่ที่ต้องอาศัยการถ่ายละอองเรณูจนเกิดการปฏิสนธิ ใช้เวลาในขั้นตอนดังกล่าวให้น้อยที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพฟ้าอากาศ

### 1.2.4 ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรตัวเมีย

ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรตัวเมียดอกส้มजूที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามหลังจากดอกบานนานต่างๆ กัน แล้วเก็บดอกหลังการถ่ายละอองเรณู 48 ชม. ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์หลอดละอองเรณูในเกสรตัวเมียแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) ความพร้อมรับละอองเรณูของเกสรตัวเมียในระยะก่อนดอกเริ่มบาน มีจำนวนหลอดละอองเรณูที่งอกเข้าไปในรังไข่เฉลี่ย 32.8% แต่เมื่อทำการถ่ายละอองเรณูในระยะหลังดอกบานไม่เกิน 3 ชม.

ทำให้หลอดละอองเรณูสามารถงอกเข้าไปในรังไข่สูงสุด 51.6% และหลังจากดอกบานนานเกินกว่า 3 ชม. ไปแล้ว จำนวนหลอดละอองเรณูที่งอกเข้าไปในรังไข่ลดลงและมีค่าต่ำสุด 3.74% หลังดอกบานนาน 48 ชม. สอดคล้องกับไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นสูงสุดในระยะดอกบานใหม่ๆ เช่น ดอกส้มโอพันธุ์หอมหาวใหญ่มีความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูสูงสุดหลังจากดอกบานไปแล้วไม่เกิน 3 ชม. โดยมีจำนวนหลอดละอองเรณูที่งอกลงไปถึงส่วนล่างของหลอดเกสรตัวเมียเฉลี่ย 148.9 หลอด (ไมตรี, 2538) และทุเรียนพันธุ์ชะนีมีระยะเวลาความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูหลังดอกบานใหม่ๆ ในช่วงเวลา 13.00 ถึง 14.00 น. (Honsho *et al.*, 2003) ความพร้อมรับการถ่ายละอองเรณูของเกสรตัวเมียส้มजूอาจสังเกตได้จากลักษณะสัญญาณวิทยาของปลายยอดเกสรตัวเมียในระยะดอกบานใหม่ๆ พบว่าปลายยอดเกสรตัวเมียมีขนาดใหญ่ บริเวณผิวหน้าของปลายยอดเกสรตัวเมียเป็นแอ่ง เพื่อรวบรวมละอองเรณูที่ตกลงมา นอกจากนี้เนื้อเยื่อปลายยอดเกสรตัวเมียมี stigmatic fluid ชับของเหลวเหนียวออกมาปกคลุมผิวหน้าปลายยอดเกสรตัวเมียเพื่อทำหน้าที่สำคัญในการดักจับละอองเรณู (Faegri and Pijl, 1979 ; Kalinganire *et al.*, 2000 ; Tandon *et al.*, 2001 ; Tangmitcharoen and Owens, 1996 ) ความพร้อมรับละอองเรณูของดอกส้มजूเป็นแบบ protogyny (Rohidas and Chakrawar, 1989) นั่นคือ เมื่อดอกบานเกสรตัวเมียจะพร้อมรับละอองเรณูทันที และเกิดก่อนการปลดปล่อย

ละอองเรณูในดอกเดียวกัน เพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการถ่ายละอองเรณูแบบผสมข้ามได้มากที่สุด

## 2. การศึกษาการถ่ายละอองเรณูของส้มजू

### 2.1 ผลของการถ่ายละอองเรณูต่อการติดผล

การติดผลของส้มजूเกิดขึ้นสูงสุดหลังจากดอกบาน 7 วัน หลังจากนั้นผลที่ติดและคงอยู่บนต้นลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผลอายุ 4 สัปดาห์แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปอร์เซ็นต์การติดผลที่ไม่มีการถ่ายละอองเรณูมีค่าต่ำสุด เปอร์เซ็นต์การติดผลและเจริญเติบโตจนกระทั่งแก่ของการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามด้วยมือ การถ่ายละอองเรณูแบบเปิดตามธรรมชาติและไม่มีการถ่ายละอองเรณู มีค่า 40, 22 และ 3% ตามลำดับ (Figure 5) การถ่ายละอองเรณูแบบข้ามมีโอกาสเกิดขึ้นสูงสุดในช่วงเวลาที่ดอกบานสูงสุดในรอบวัน (peak of flower opening) ช่วงเวลาที่ละอองเรณูมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูงสุด (peak of pollen dehiscence) และช่วงเวลาที่เกสรตัวเมียมีความพร้อมรับการผสมเกสรสูงสุด (peak of stigma receptive) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการถ่ายละอองเรณู (effective pollination period : EPP) ทำให้โอกาสการปฏิสนธิและติดผลได้ค่อนข้างแน่นอน (Faegri and Pijl, 1979) และเป็นธรรมชาติของไม้ผลยืนต้นเขตร้อน ที่มีลักษณะทางชีววิทยาดอกที่เอื้อต่อการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามเพื่อให้มีการติดผลเพิ่มขึ้น และมีความหลากหลายทางพันธุกรรม จากการทดลองครั้งนี้

**Table 1.** Number of pollen grains on stigma and percentage of pollen tube in style and ovary of neck orange affected different times of hand cross pollination.

Times after pollination (hr)	Pollen grains on stigma (n)	Pollen tubes in style n (%)			Pollen tubes reached to ovary (%)
		Upper	Middle	Lower	
0	117	08.93(00.57) f	00.00(00.00) f	00.00(00.00) f	00.00(00.00) f
3	121	49.60(40.74) e	37.93(31.16) e	30.53(25.08) e	20.13(16.54) e
6	125	66.87(53.12) d	58.07(46.13) d	50.80(40.36) d	39.67(31.52) d
9	129	96.93(74.72) c	79.67(61.41) c	70.67(54.47) c	58.00(44.71) c
24	138	114.27(82.60) b	101.47(73.35) b	93.20(67.37) b	82.13(59.37) b
48	140	122.87(87.60) a	117.27(83.60) a	107.07(76.33) a	100.80(71.86) a
<b>F-test</b>		*	*	*	*
<b>CV (%)</b>		<b>4.70</b>	<b>3.41</b>	<b>2.97</b>	<b>3.33</b>

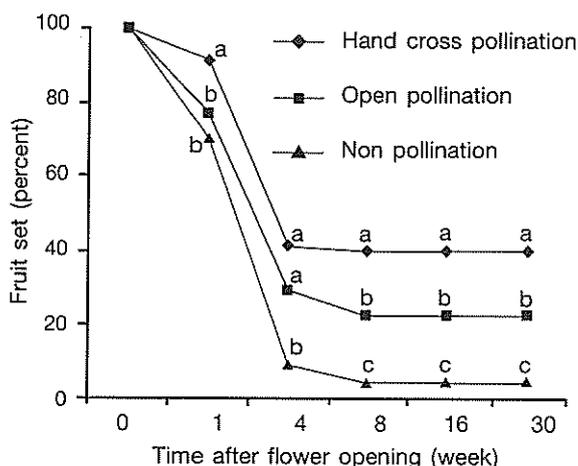
Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT. \* = significant

**Table 2.** Number of pollen grains on stigma and percentage of pollen tube in style and ovary of neck orange affected different times of flower opening.

Times after pollination (hr)	Pollen grains on stigma (n)	Pollen tubes in style n (%)			Pollen tubes reached to ovary (%)
		Upper	Middle	Lower	
0	186	94.00(50.54) b	76.00(40.86) b	70.87(38.10) b	61.01(32.80) b
3	250	196.00(78.40) a	146.00(58.40) a	138.00(55.20) a	129.00(51.60) a
6	214	98.00(45.79) c	70.00(32.71) c	51.00(23.83) c	29.00(13.55) c
9	263	112.99(42.58) d	70.98(26.99) d	51.00(19.39) d	34.01(12.93) c
24	196	43.00(21.94) e	39.00(19.90) e	30.00(15.30) e	14.99(7.65) d
48	294	45.98(15.64) f	38.98(13.26) f	21.99(7.48) f	11.00(3.74) e
<b>F-test</b>		*	*	*	*
<b>CV (%)</b>		<b>6.60</b>	<b>7.80</b>	<b>7.67</b>	<b>12.43</b>

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT. \* = significant

ยังพบว่า ส้มจุกที่ไม่ได้รับการถ่ายละอองเรณูก็สามารถติดผลได้เช่นกัน แสดงว่าส้มจุกเกิด parthenocapy ด้วย อย่างไรก็ตาม ผลอ่อนของ ส้มจุกจำนวนมากมีการร่วงหล่นหลังการถ่าย ละอองเรณู 1 สัปดาห์ อันอาจเป็นผลมาจากการ ควบคุมของยีน แต่หลังจากนั้นผ่านไปแล้วการ ร่วงของผลอ่อนลดลง การร่วงที่เกิดขึ้นจะเป็นผล มาจากการแก่งแย่งในการใช้สารอาหารและ สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมมากกว่าการควบคุม ของยีน (Sedgely and Griffin, 1989)



**Figure 5.** Effect of pollination procedures on fruit setting of neck orange

Means in the same times followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

### 2.2 ชนิดและพฤติกรรมของแมลงในการถ่ายละอองเรณู

ชนิดของแมลงที่มาเยือนดอกส้มจุกในวันที่ดอกบานสูงสุด ตั้งแต่เวลา 7.00 ถึง 17.00 น. พบแมลง 4 ชนิด ได้แก่ แมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* Hendel) ชันโรง (*Trigona* sp.) แมลงภู่ (*Xylocopa* sp.) และมดดำ

(*Camponotus* sp.) ในบรรดาแมลงที่ทำหน้าที่ช่วยถ่ายละอองเรณูให้แก่ดอกส้มจุก ปรากฏว่าแมลงวันผลไม้ไม่มีพฤติกรรมและบทบาทในการถ่ายละอองเรณูสูงสุด โดยเริ่มออกทำหน้าที่ตั้งแต่เข้าไปจนตลอดเวลากลางวันจะกินละอองเรณูและน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอก โดยจะไต่ไปมาก่อให้เกิดการถ่ายละอองเรณูขึ้นได้ ชันโรงจะเข้ามาเก็บละอองเรณูไว้ที่ตะกร้าเก็บละอองเรณูที่ส่วนขาหลังและจะไต่ลงไปเก็บน้ำหวานบริเวณโคนกลีบดอก แมลงภู่เข้ามาเก็บละอองเรณูโดยใช้ขา และลำตัวให้สัมผัสกับอับละอองเรณูเพื่อให้ละอองเรณูติดบริเวณลำตัวและขา มดดำจะเข้ามากินน้ำหวานโดยไต่วนเวียนบริเวณโคนกลีบดอกเท่านั้น ชิวพาหะเป็นแมลงที่มีอยู่ตามธรรมชาติในท้องถิ่น ชนิดและพฤติกรรมในการถ่ายละอองเรณูของแมลงเหล่านี้เป็นเช่นเดียวกับที่พบในรายงานการศึกษา สัมโชกุน (เบญจพร, 2545) และส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ (ไมตรี, 2538) ซึ่งรายงานการศึกษา 2 เรื่องดังกล่าวทำในพืชสกุลส้ม (*Citrus* sp.) และอยู่ในพื้นที่ไม่ไกลจากการศึกษาครั้งนี้ฉะนั้นการอนุรักษ์พืชและแมลงท้องถิ่นที่มีวิวัฒนาการร่วมกัน (co-evolution) จะเป็นประโยชน์ต่ออาชีพเกษตรกรรม และส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ให้มีความหลากหลายได้อีกทางหนึ่งด้วย

### 2.3 ปริมาณและองค์ประกอบน้ำหวานดอก

น้ำหวานถูกขับออกมาตั้งแต่เวลาดอกบานใหม่ๆ พบว่าที่เวลา 9.00 น. น้ำหวานถูกขับออกมามากที่สุด วัดปริมาณเฉลี่ยต่อดอกเท่ากับ 3.83 ไมโครลิตร และที่เวลา 17.00 น. วัด

ปริมาณเฉลี่ยต่อดอกได้น้อยที่สุดในรอบวัน เท่ากับ 0.01 ไมโครลิตร (Table 3) และความเข้มข้นเฉลี่ยของน้ำหวานดอกภายในรอบวัน 28% ปริมาณการที่ดอกสัมผัสกับน้ำหวานออกมามากในตอนเช้าทั้งนี้ ในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น มีแสงแดดอ่อนๆ และมีอากาศที่อบอุ่น มีผลให้ความเข้มข้นของน้ำหวานอยู่ในช่วงที่พอเหมาะสำหรับแมลงที่มาเยือนดอก Silva และ Dean (2000) เสนอว่า ความเข้มข้นของน้ำหวานที่อยู่ในช่วง 20-50% มีความเหมาะสมต่อการเยือนดอกของแมลง และทำให้เกิดกระบวนการถ่ายละอองเรณูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชนิดน้ำตาลในน้ำหวานดอกส้มจุก ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโทสและซูโครส โดยมีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบหลัก ถึง 81.9 ไมโครกรัม/มล. รองลงมาคือ น้ำตาลฟรุคโทส และกลูโคส 42.21 และ 36.75 ไมโครกรัม/มล. ตามลำดับ บุญสนอง (2545) เสนอว่า น้ำหวานของดอกถั่วแปบช้าง (*Afgekia sericea* Craib.) มีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบหลักและเช่นเดียวกับการศึกษาในพืชชนิดอื่นๆ เช่น *Helleborus foetidus* (Herrera et al., 2006) และ *Polyscias sambucifolia* (Sieb.ex DC.) Harms. (Gillespie and Henwood, 1994) เป็นต้น การที่น้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำหวานดอกส้มจุก ทั้งนี้ น้ำตาลซูโครสเป็นอาหารจำเพาะของแมลงจำพวก แมลงวันผลไม้ (fruit fly) และผึ้ง (Percival, 1961) จากการทดลองข้างต้นจะเห็นว่าแมลงดังกล่าวเป็นชีวพาหะหลักในการถ่ายละอองเรณูแก่ดอกส้มจุก นอกจากนี้ น้ำตาล

ซูโครสเป็นสารอาหารที่สามารถย่อยสลายและถูกดูดซึมได้ง่าย แมลงสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานในการบินได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย (Faegri and Pijl, 1979)

**Table 3.** Quantity of floral nectar secretion of neck orange examined by difference times

Times (hrs)	Nectar volume(μl)
7.00	1.43
9.00	3.83
11.00	0.10
13.00	0.03
15.00	0.02
17.00	0.01

### สรุปผลการทดลอง

1. การออกดอกของส้มจุกจะทยอยบานในเดือนเมษายน ดอกส้มจุกเกิดได้ทั้งปลายยอดและบริเวณซอกใบของกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย การบานของดอกส้มจุกในแต่ละต้นใช้เวลาเฉลี่ย 17 วัน ดอกบานมากที่สุดในวันที่ 8 หลังดอกเริ่มบานช่วงการบานเต็มที่ในรอบวันเวลา 10.00 น.

2. ละอองเรณูของดอกส้มจุกมีรูปร่างค่อนข้างกลม มีช่องเปิดผสม 4 ช่อง มีผิวแบบตาข่ายขนาด 1.14 ไมครอน และมีจำนวนละอองเรณูเฉลี่ย 10,869 เม็ด/ดอก ดอกส้มจุกปลดปล่อยละอองเรณูหลังจากดอกบาน ละออง

เรณูที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิตเฉลี่ย 90.1% และเมื่อเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง ค่าความมีชีวิตของละอองเรณูจะค่อยๆ ลดลง การงอกของหลอดละอองเรณูดอกส้มจุกในเกสรตัวเมียจนเข้าไปในรังไข่ที่สูงเกิดขึ้นหลังการถ่ายละอองเรณู 48 ชม.

3. ดอกส้มจุกที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามด้วยมือสามารถให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด แมลงที่เข้ามาช่วยถ่ายละอองเรณูแก่ดอกส้มจุกมี 4 ชนิด ได้แก่ แมลงวันผลไม้ชั้นโรง แมลงภู่และมดดำ โดยแมลงที่มีพฤติกรรมถ่ายละอองเรณูสูงสุด คือ แมลงวันผลไม้ รองลงมาคือ ชั้นโรง ดอกส้มจุกขับน้ำหวานออกมาสูงสุดเวลา 9.00 น. น้ำหวานดอกส้มจุกมีความเข้มข้น 28% ปริกซ์ และน้ำหวานดอกส้มจุกประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโทสและซูโครส โดยมีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบหลัก ถึง 81.9 ไมโครกรัม/มล. รองลงมาคือ น้ำตาลฟรุคโทสและกลูโคส 42.21 และ 36.75 ไมโครกรัม/มล. ตามลำดับ

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติและเกษตรกรผู้ปลูกส้มจุกในเขต อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ที่อำนวยความสะดวกในการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- ทรงพล สมศรี. 2530. *การศึกษาการผสมเกสรทุเรียนพันธุ์ชะนี ก้านยาวโดยใช้เกสรตัวผู้พันธุ์ต่างๆ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 60 หน้า.
- นิรนาม. 2543. *ส้มจุก*. ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน คณะทรัพยากรธรรมชาติและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 6 หน้า.
- เบญจพร ชูสิงห์. 2545. *ชีววิทยาของดอกส้มโขน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 90 หน้า.
- บุญสนอง ช่วยแก้ว. 2545. *ชีววิทยาการถ่ายละอองเรณูของถั่วแปบข้าง (Afgekia sericea Craib.)*. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ. 126 หน้า.
- มงคล แซ่หลิม. 2535. *การผลิตส้ม*. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 108 หน้า.
- ไมตรี แก้วทับทิม. 2538. *ชีววิทยาดอกและการถ่ายละอองเกสรของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 60 หน้า.
- รัชนิวรรณ ชูเชิด. 2548. *ผลของการใช้สารพาโคลบิวทราโซลและสภาพเครียดน้ำที่มีผล*

- ต่อการออกดอกของส้มจุก. วิทยานิพนธ์  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืช  
ศาสตร์มหาวิทาลัยสงขลานครินทร์  
สงขลา. 69 หน้า.
- ลาวัลย์ รักสัตย์. 2539. *ละอองเรณู*. สำนักพิมพ์  
โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 157 หน้า.
- Adaniya, S. 2001. Optimal pollination  
environment of tetraploid ginger  
(*Zingiber officinale* Roscoe) evaluated  
by in vitro pollen germination and  
pollen tube growth in styles. *Scientia  
Hort.* 90: 219-226.
- Cohen, E., U. Lavi and S.P. Roy. 1989.  
Papaya pollen viability and storage.  
*Scientia Hort.* 40: 317-324.
- Dag, A., D. Eisenstein and S. Gazit. 2000.  
Effect of temperature regime on  
pollen and the effective pollination of  
'Kent' mango in Israel. *Scientia Hort.*  
86: 1-11.
- Faegri, J. and L.V.D. Pijl. 1979. *The  
Principles of Pollination Ecology*.  
Pergamon Press, London. 242 p.
- Ferris, R., R.H. Ellis, T.R. Wheeler and P.  
Hadley. 1998. Effect of high tempera-  
ture stress at anthesis on grain yield  
and biomass of field-grown crops of  
wheat. *Annals of Botany* 82: 631-639.
- Freitas, L., G. Bernardello, L. Galetto and A.  
A.S. Paoli. 2001. Nectaries and  
reproductive biology of cronton  
*sarcopetalus* (Euphobiaceae).  
*Botanical J. of The Linnean  
Society* 136: 267-277.
- Gillespie, L.H. and M.J. Henwood. 1994.  
Temporal changes of floral nectar-  
sugar composition in *Polyscias  
sambucifolia* (Sieb. Ex. DC.) Harms  
(Araliaceae). *Annals of Botany* 74: 227-  
231.
- Godini, A., L. Palma and M. Palasciano. 1992.  
Role of self-pollination and reciprocal  
stigma / anthers position on fruit set  
of eight self-compatible almonds.  
*Hort. Science* 27: 887-889.
- Hedhly, A., J.I. Hormaza and M. Herrero.  
2004. Effect of temperature on pollen  
tube kinetics and dynamics in sweet  
cherry, *Prunus avium* (Rosaceae).  
*American J. of Botany* 91: 558-564.
- Herrera, C.M., P. Ricardo and C. Alonso.  
2006. Extreme intraplant variation in  
nectar sugar composition in an  
insect-pollinated perennial herb.  
*American J. of Botany* 93: 575-581.
- Honsho, C., K. Yonemori, S. Somsri, S.  
Subhadrabandhu and A. Sugiura.  
2003. Marked improvement of fruit set  
in thai durian by artificial cross-pollina-  
tion. *Scientia Hort.* 101: 399-406.
- Huang, H., J. Zhu, X. Mu and J. Lin. 2004.  
Pollen dispersion, pollen viability and  
pistil receptivity in *Leymus chinensis*.  
*Annals of Botany* 93: 295-301.

- Judd, W.S. 1999. *Plant Systematics : A Phylogenetic Approach*. Mass Press, Sunderland. 464 p.
- Kalinganire, A., C.E. Harwood, M.U. Slee and A.J. Simons. 2000. Floral structure, stigma receptivity and pollen viability in relation to protandry and self-incompatibility in silky oak (*Grevillea robusta* A. Cunn.). *Annals of Botany* 86: 133-148.
- Moore, R. 1995. *Botany*. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque. 824 p.
- Norton, J. D. 1966. Testing of plum pollen viability with tetrazolium salt. *American Society for Hort. Science* 89: 132-134.
- Percival, M.S. 1961. Types of nectar in angiosperms. *New Phytologist* 60: 235-281.
- Rohidas, S.B. and V.R. Chakrawar. 1989. Studies on floral biology of some important citrus species. *Hort. Science* 2: 20-25.
- Sedgley, M. and A.R. Griffin. 1989. *Sexual Reproduction of Tree Crops*. Academic Press, London. 378 p.
- Silva, E.M. and B.B. Dean. 2000. Effect of nectar composition and nectar concentration on honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) visitation to hybrid onion flowers. *J. of Economic Entomology* 93: 1216-1221.
- Tandon, R., T.N. Manohara, B.H.M. Nijalingappa and K.R. Shivanna. 2001. Pollination and pollen-pistil in oil palm, *Elaeis guineensis*. *Annals of Botany* 87: 831-838.
- Tangmitcharoen, S. and J.N. Owens. 1996. Floral biology, Pollination, Pistil receptivity and Pollen tube growth of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). *Annals of Botany* 79: 227- 241.
- Vaknin, Y., M. David and B. Aliza. 2003. Pollen production and pollen viability in male jojoba plants. *Industrial Crops and Product* 18: 117-123.
- Wunnachit, W. 1991. The Floral Biology of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Relation to Pollination and Fruit Set. Ph.D. dissertation, the University of Adelaide, Australia. 145 p.